

Higher National School of Hydraulic

The Library

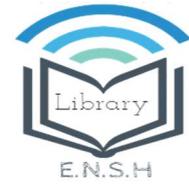
Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

**Diagnostic des agglomérations de Kisserli, Mazafran, et Kolea
(w. Tipaza).**

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0002-09

APA Citation (توثيق APA):

**Koliai, Hakim (2009). Diagnostic des agglomérations de Kisserli, Mazafran, et
Kolea (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Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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 بيداغوجية، مقالات الدوريات، كتب....) و بثه على الخط.

المستودع الرقمي للمدرسة مبني على المنصة المفتوحة و يتم إدارته من طرف مديرة 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

Option : Conception des Systèmes d'Alimentation en Eau Potable.

THEME :

**Diagnostic des agglomérations, kisserli, Mazafran,
Bilal et koléa (W.TIPAZA)**

Présenté par :
M^r HAKIM KOLIAI

Promoteur :
M^r A. AYADI

Devant le jury composé de :
President: M^r O. KHOJET-KESBA
Examineurs: M^{me} K. ZERHOUNI
M^{me} L. CHENINI
M^r M. DJELLAB
M^r M. LAIDI

Juin / 2009

❧ Dédicaces ❧

Je dédie ce modeste travail en signe de respect et de reconnaissance à :

* *A mes très chers parents.*

* *A tous mes frères et sœurs :*

Ali ; Kamel ; Yahia ; ouahiba et Djamila

* *A toute la famille : KOLIAI.*

* *A tout ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans ma formation*

* *A tous mes amis : Hmitouche ; Omar ; Bozboz ; Mauris ; Rachid ;*

Mourad ; Moussa ; Abdeslam ; Mohamed ; Hidouche ; Sofiane ; Boudjmaa ;

Mounir ; Kahina ; Haroun ; Housseem ; Brahim ; Zoubir ; Rafik ; Kamel ; Nadji ; Josef ;

Zino

* *A toute ma promotion, en générale.*

* *A tous mes amis de l'école ; de la cité somma 3 et de l'université de Blida*

KOLIAI Hakim

Remerciement

Au terme de cette étude, je tiens à exprimer mes vifs remerciements :

- * A mon promoteur M^r : AYADI Abderrahmane pour ses orientations et ses précieux conseils.*
- * A tout le corps enseignants et le personnel de l'ENSH qui ont contribuer de près où de loin a ma formation.*
- * Aux membres de jury qui auront à juger et à apprécier ce travail.*
- * Je tiens aussi à remercier mes amis qui m'ont aidé pendant la réalisation de projet.*

KOLIAI Hakim

ملخص :

السير الحسن للخدمات الموزعة للمياه الصالحة للشرب تدخل في التمويل الدائم للمستهلكين بمنتوج نوعي لا عيب فيه و بأحسن تكلفة.

مند سنوات طويلة , موزعي المياه الصالحة للشرب ضاعفوا مجهودات للوصول إلى أهدافهم : المصاريف التي تدخل في تحقيق الشبكات الأكثر و أكثر تعقيدا هذا من جهة, ومن جهة أخرى التكلفة المتزايدة في الطاقة دفعت المسيرين إلى السيطرة على ضياع المياه الغير المحسوبة أثناء التوزيع. تقدير النتائج القياسية لشبكة التوزيع, تبين المياه الضائعة, تقدير أهميتهم و العمل على القضاء عليها إنها الأعمال الأساسية التي تحتم اليوم على موزعي المياه.

Résumé :

La gestion optimale des services de distribution d'eau potable implique la fourniture permanente aux abonnés d'un produit de qualité irréprochable, au meilleur coût.

Depuis de longues années, les distributeurs d'eau potable ont multiplié leurs efforts pour parvenir à ces objectifs. les dépenses impliquées pour la réalisation des réseaux de plus en plus complexes ,d'une part et d'autre part le coût croissant de l'énergie ont incité les gestionnaires à mieux maitriser les pertes d'eau non comptabilisées en cours de distribution .Evaluer les performances des réseaux de distribution ,détecter les fuites d'eau, évaluer leur importance et procéder à leur élimination ,sont des tâches essentielles qui incombent aujourd'hui au distributeur d'eau.

Summary:

The optimal management of the services of drinkable water supply implies the permanent supply with the subscribers of an irreproachable product of quality, at the best cost Since long years the drinking water distributors have to multiply their efforts to arrive to these objectives, the expenditure implied for the realization, the network increasingly complex, on the one hand, and the cost growing of energy encouraged the managers with better controlling the water losses not to enter in the course of distribution, to evaluate the performances of distribution network, detected the escapes, to evaluate their importances and to carry out their elimination are spots essential which fall today on the water distributor.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	01
-----------------------------	----

Chapitre I :

Etat des lieux

I.1 Introduction	02
I.2 la zone d'étude	02
I.3 Objectifs de l'étude	02
I.4 présentation des installations existantes	03
I.4.1 les ouvrages de production	03
I.4.2 Station de pompages	05
I.4.3 Réservoirs de stockage	05
I.4.4 Réseau de distribution	07
I.5 Analyse des besoins et des ressources	09
I.5.1 La consommation en eau et leur évolution	09
I.5.2 Lecture et observation des besoins en eau	11
I.5.3 Rendement du réseau	11
I.5.4 Coefficient de pointe	12
I.5.5 Estimation des besoins actuels et futurs	14
I.5.6 Analyse de la capacité de la ressource	15
I.5.7 Bilan	15
I.6 Etat du réseau	17
I.6.1 Existant	17
I.7 Conclusion	18

Chapitre II :

Simulation hydraulique du réseau existant

II.1 Introduction	19
II-2 Description du logiciel WATER CAD	19
II.2.1 Fonction et application	19
II.3 Détermination des débits	20

II.3.1 La ville de koléa	20
II.3.2 Lotissement Kisserli	29
II.3.3 Lotissement Mazafran	32
II.3.4 Lotissement Hai Bilal	34
II.4 Résultats de la simulation	36
II.5 Conclusion	54

Chapitre III :

Remarque et recommandation

III.1 Introduction.....	55
III.2 Constat	55
III.3 Interprétation des résultats	55
III.4 Programme des travaux	55
III.4.1 Travaux sur le réseau	55
III.4.1.1 La ville de koléa	56
III.4.1.2 Hai Bilal.....	56
III.4.1.3 Mazafran	57
III.4.1.4 Kisserli	57
III.5 Interconnexion koléa – Hai Bilal.....	57
III.6 Conclusion	58

Chapitre IV :

Dimensionnement du réseau à l'horizon 2040

IV.1 Introduction	59
IV.2 Choix du système de distribution	59
IV.3 Choix du type de réseau	59
IV.4 Principe du tracé du réseau maillé	59
IV.5 Choix du matériau des conduites	60
IV.6 Calcul hydraulique du réseau de distribution	61
IV.6.1 Détermination des débits	61
IV.6 Résultats de la simulation	62

IV.7 Conclusion	85
-----------------------	----

Chapitre V :

Outil d'aide à la décision

V.1 Introduction	86
V.2 Caractéristiques nodales	86
V.3 La variation de pression au point de branchement	87
V.4 Corrélation courbe caractéristique-installation	88
V.4.1 le débit d'installation Q_x ($0 < Q_x < Q_{max}$)	88
V.4.2 Le débit d'installation Q_x ($Q_x > Q_{max}$)	88
V.4.2.1 ($Q_x ; H_x$) en zone C	88
V.4.2.2 ($Q_x ; H_x$) en zone D	89
V.5 Analyse de l'étude	90
V.5 Conclusion	90

Chapitre VI :

Pose de canalisation

VI.1 Introduction	91
VI.2 Les actions reçues par les conduites	91
VI.3 Mode opératoire	91
VI.3.1 Pose selon la nature de terrain	91
VI.3.2 Pose selon la nature des conduites	92
VI.3.3 Traversées de routes	92
VI.4 Exécution des travaux	92
VI.4.1 Vérifications et manutentions des canalisations	93
VI.5 choix des engins de terrassement	94
VI.5.1 Définition de la pelle hydraulique	95
VI.5.2 Définition du Bulldozer	95
VI.6 La mise en place des canalisations	96
VI.6.1 Assemblage des conduites	96
VI.6.2 Epreuve des joints et canalisations principales	97
VI.6.3 Epreuve des robinets-vannes	

VI.6.4 Epreuve des branchements et raccordements	97
VI.7 Remblaiement des tranchées	97
VI.8 Conclusion	98

Chapitre VII :

Pose de canalisation

VII.1 Introduction	99
VII.2 Importance de l'étude de la corrosion	99
VII.3 Mécanisme de la corrosion	100
VII.4 Classification de la corrosion	100
VII.4.1 Aspects morphologique de la corrosion	100
VII.4.2 Modes de formation de la corrosion	101
VII.5 Les facteurs de la corrosion	103
VII.6 Les principaux types de protection contre la corrosion	104
VII.6.1 Revêtements protecteurs	105
VII.6.2 Traitement du milieu	105
VII.6.3 Protection cathodique	106
VII.7-Conclusion	107

Chapitre VIII :

Pose de canalisation

VIII.1 Introduction	108
VIII.2 Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique	108
VIII.2.1 Facteurs humains	108
VIII.2.2 Facteurs matériels	109
VIII.2.3 Liste des conditions dangereuses	109
VIII.2.4 Liste des actions dangereuses	109
VIII.3 Mesures préventives pour éviter les causes des accidents	110
VIII.3.1 Protection individuelle	110
VIII.3.2 Autre protections	110
VIII.3.3 Protection collective	110
VIII.3.4 Engin de levage	110

VIII.3.4Appareillage électrique	110
VIII.4Conclusion	111

Chapitre VIII :

Gestion du réseau d'aep

IX.1Introduction	112
IX.2 But de la gestion	112
IX.3 Pérennité des ouvrages	112
IX.4 Entretien du réseau	113
IX.4.1 Lutte contre l'entartrage	113
IX.4.2 Exploitation	113
IX.4.3 La surveillance	114
IX.4.4 La maintenance	114
IX.5La gestion patrimoniale	114
IX.5.1La préservation de la ressource en eau	115
IX.5.2 L'influence du milieu environnant les conduites	115
IX.6 Les effets des caractéristiques physico-chimiques de l'eau transportée.....	116
IX.7Les effets des paramètres hydrauliques du fonctionnement des réseaux ...	116
IX.8Les outils de suivi de la qualité de l'eau en réseau	117
IX.9Surveillance courant des adductions et du réseau	117
IX.10 Lutte contre le vieillissement des réseaux	119
IX.11Conclusion	119
 CONCLUSION GENERALE	 120

LISTE DES FIGURES

Figure n°1 : évolution des volumes facturés	10
Figure n° 2 : évolution du nombre d'abonnés	10
Figure n°3: comportement hydraulique de réseau après solution.....	58
Figure n°4: comportement hydraulique de réseau à l'horizon 2040	86
Figure n° 5 : courbe caractéristique d'un nœud	87
Figure n°6 : Schéma d'une tranchée	94
Figure n°7: schéma d'une pile électrochimique	102
Figure n°8 : corrosion par formation de pile	103
Figure n°9: schéma de protection par soutirage de courant	106
Figure n°10: protection cathodique par anode réactive.....	107

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N°1 : Capacités de production des forages (champ de captage de Koléa)	04
Tableau N°2 : capacités de production des forages (champ de captage de Berbessa).....	04
Tableau N°3 : caractéristique de la station de pompage de Koléa	05
Tableau N°4 : Les caractéristiques de la station de pompage de Berbessa	05
Tableau N°5 : Rendement du réseau	12
Tableau N°6 : valeur du coefficient di pointe journalière de premier trimestre 2008 au premier trimestre 2009	12
Tableau N°7 : répartition horaire considérée dans le projet	13
Tableau N°8 : Actuels et perspectives futures (besoins-populations) ..	15
Tableau N°9 : Bilan Besoins - Ressources	16
Tableau N°10 : Linéaire du réseau de distribution	17
Tableau N°11 : Calculs des débits routes et nodaux	21
Tableau N°12 : Calculs des débits routes et nodaux (Kisserli)	30
Tableau N°13 : Calculs des débits routes et nodaux (mazafran)	32
Tableau N°14 : Calculs des débits routes et nodaux (HAI BILAL)	34
Tableau N°15 : Résultat de la simulation sur les nœuds (cas de pointe koléa)	36
Tableau N°16 : Résultat de la simulation sur les conduites (cas de pointe pour koléa)	40
Tableau N°17 : Résultat de la simulation sur les nœuds (pointe pour Kisserli)	46
Tableau N°18 : Résultat de la simulation sur les conduites (cas de pointe pour Kisserli)	47
Tableau N°19 : Résultat de la simulation sur les nœuds (cas de pointe pour mazafran)	49

Tableau N°20 : Résultat de la simulation sur les conduites (cas de pointe pour mazafran)	50
Tableau N°21 : Résultat de la simulation sur les nœuds (cas de pointe pour Hai Bilal)	51
Tableau N°22 : Résultat de la simulation sur les conduites (cas de pointe pour Hai Bilal)	52
Tableau N°23 : Travaux prioritaires sur koléa	56
Tableau N°24 : résultats de la simulation sur les nœuds	62
Tableau N°25 : résultats de la simulation sur les conduites	67
Tableau N°26 : résultats de la simulation sur les nœuds	74
Tableau N°27 : résultats de la simulation sur les conduites	79
Tableau N°28 : Zone de variation du débit Q_x appelé	89
Tableau N°29 : Zone de variation du débit appelé ($Q_x > Q_{max}$)	89

LISTE DES PLANCHES

Planche 1 : plan de masse des agglomérations kisserli, mazafran, bilal et koléa.

Planche 2 : profil en long des conduites C29, C30, C35 à la partie sud de
Koléa (W.TIPAZA)

INTRODUCTION GENERALE

Les systèmes de distribution d'eau potable appartiennent, au même titre que les autres réseaux techniques, à un environnement urbain et péri-urbain dans lequel ils agissent et inter-agissent avec les autres réseaux. La gestion technique de tels réseaux a pour principal objectif de livrer aux consommateurs une eau répondant aux normes de qualité, à un pris acceptable et avec une continuité de service en défaut. De tels objectifs nécessitent une connaissance précise de réseau, de ces infrastructures, de son fonctionnement hydraulique et passe par un entretien suivi et régulier du réseau. Or, les exploitants des réseaux d'AEP (alimentation en eau potable) se trouvent généralement confrontés à la difficulté de connaître avec précision leur réseau compte tenue de sa diversité (généralement de multiples tranches de travaux réalisées selon des techniques différentes et sur plusieurs années) de son étendue et des difficultés d'accès.

Le réseau d'AEP constitue un patrimoine qui vieillit et qu'il est nécessaire de renouveler quand il a atteint un seuil de vétusté limite. Ce seuil limite dépend de nombreux paramètres que se soit environnementaux, techniques, de gestion, économiques ainsi que de la politique des gestionnaires. Pour qu'une politique de renouvellement soit économiquement viable, il faut qu'elle soit liée le plus directement possible au vieillissement qui engendre des dysfonctionnements venant compliquer la tâche du gestionnaire.

Les questions récurrentes que le gestionnaire du réseau d'AEP de notre zone d'étude se pose, concernant le renouvellement de réseau sont les suivantes : «dois-je renouveler les canalisations ?, lesquelles dois je renouveler ?, quand dois-je envisager les travaux ? ».Au cours de notre présent travail nous allons porter des solutions tangibles pour l'état actuel du réseau en répondant d'une manière rationnel aux questions posés précédemment et prévoir un horizon de dimensionnement à long terme.

chapitre I

Etat des lieux

I.1 Introduction :

Pour un avant projet, il est très important d'établir un constat et une description sur les conditions du fonctionnement du système d'alimentation en eau potable à l'état actuel, et la détermination des défaillances du système d'adduction et du réseau de distribution.

I.2 la zone d'étude :

Koléa ; sur le bassin sud du sahel en face de Blida, à 39 Km ouest d'Alger, domine la vaste plaine de la Mitidja, qui la sépare de cette ville. Koléa a pour horizon la ligne bleue de la méditerranée.

Sa position admirable en fait le rein de sahel ; en regard du magnifique panorama des montagnes du petit atlas elle voit serpenter à ses pieds le mazafran qui entoure son territoire jusqu'à son embouchure.

La fraîcheur de ses eaux de sources et la salubrité de son climat, que la brise de mer vient tempérer au moment des plus fortes chaleurs, en ont fait un séjour agréable.

Koléa, chef lieu de commune et de Daïra, cette dernière regroupe les trois communes de Koléa, Chaiba et Hattatba.

La population totale de la ville de koléa est de (52 549) habitants au dernier recensement de 2008. En eaux, elle est constituée de 15 forages dont quatre (04) dans le champ de captage de Berbessa et onze (11) dans le champ de captage de Koléa.

La distribution de l'eau s'effectue de manière gravitaire à partir de réservoir tampon de forme rectangulaire RV2x2500 m³ situé à Koléa (saint Maurice) et à partir du château d'eau de 1000 m³ situé à la région de Chaig.

Le réseau est constitué de canalisations et de branchements en fonte, PVC/PEHD et en amiante ciment. Il s'étend sur 35 Km environ.

I.3 Objectifs de l'étude :

La présente étude ; réalisée conformément à la demande de la ville de Koléa, a les objectifs suivants :

- ➤ Mettre en évidence les insuffisances du réseau ou des ouvrages pour répondre à la demande actuelle et future Par :
 - une analyse de l'existant (réseau/ouvrage) ;
 - un bilan de l'adéquation des besoins-ressources-capacités de stockage ; et
 - une simulation du fonctionnement du réseau ;
- ➤ Définir les améliorations à apporter pour assurer la desserte quantitative et qualitative des abonnés en toute sécurité ;
- ➤ Estimer les investissements à réaliser afin de permettre aux responsables de la commune de Koléa de programmer les travaux nécessaires en fonction des priorités.

I.4 présentation des installations existantes :

I.4.1 les ouvrages de production :

La production d'eau potable est assurée par 15 forages situés comme suit :

- Cinq (05) forages sur le champ de captage de Berbessa ;
- Onze (11) autres sur le champ de captage de Koléa.

Remarque : Les quinze (15) puits ont les capacités de production suivantes :
(Voir les Tableaux N°1 et N°2).

Tableau N°1 : Capacités de production des forages (champ de captage de Koléa)

Champ de captage	forages	débits		point de refoulement
		Qinst (m3/h)	Qexp (m3/h)	
Koléa	F7	108	84	Station de pompage Koléa
	F8	48	30	
	F10	70	42	
	F11	21	15	
	F12	95	90	
	F13	21,6	En arrêt	
	F14	72	90	
	F15	72	72	
	F16	72	72	
	F17	108	108	
	F18	72	72	

(Source : Algérienne des eaux-Koléa)

Remarque : le forage (F13) est en en état d'arrêt depuis le 22/02/2009 à cause de la chute du débit et de la turbidité élevée.

Tableau N°2 : capacités de production des forages (champ de captage de Berbessa)

Champ de captage	forages	débits		point de refoulement
		Qinst (m3/h)	Qexp (m3/h)	
Berbessa	F3	54	24	Station de pompage Berbessa
	F4	54	42	
	F7	72	72	
	F9	72	78	

(Source : Algérienne des eaux-Koléa)

NB : Le forage (F9) est en cour de réalisation. Il reste sans équipement, sans raccordement hydraulique et sans énergie électrique.

I.4.2 Station de pompages :

Comme il est indiqué précédemment, on a deux points de refoulement; la station de pompage de Koléa et celle de Berbessa.

□□ ➤ Station de pompage de Koléa :

La station de pompage de Koléa collecte l'eau souterraine produite des forages cités ci-dessus et refoule dans une conduite DN500 en fonte vers un réservoir tampon rectangulaire RV2x2500 situé à Koléa.

Les caractéristiques de la station sont mentionnées dans le tableau N°3 :

Tableau N°3 : caractéristique de la station de pompage de Koléa

Bâche de reprise	Groupe électropompe	Transformateur	Anti bélier
Nombre = 1 Capacité :1000m3	Nombre:3 P = 450 KW HMT=227 m Q = 468 m3/h	P = 630 KVA In = 909 A Nombre:1	Nombre :1 V = 7000 L Pservice = 26 Bars Pépreuve = 39 Bars

(Source : Algérienne des eaux-Koléa)

□□ ➤ Station de pompage de Berbessa :

La station de pompage de Berbessa collecte l'eau souterraine produite par les forages cités ci-dessus et refoule dans une conduite DN500 en fonte vers un château d'eau CE 1000 m3 situé à Chaig dans la commune de Chaiba.

Les caractéristiques de la station sont mentionnées dans le tableau N°4 :

Tableau N°4 : Les caractéristiques de la station de pompage de Berbessa :

Bâche de reprise	Groupe électropompe	Transformateur	Anti bélier
Nombre = 1 Capacité :500 m3	Nombre:6 P = 200 KW HMT=250 m Q = 180 m3/h	P = 800 KVA In = 1154,7 A Nombre:1	Nombre :1 V = 7000 L Pservice = 26 Bars Pépreuve = 39 Bars

(Source : Algérienne des eaux-Koléa)

I.4.3 Réservoirs de stockage :

Pour pouvoir satisfaire à tout moment, la demande en eau potable des abonnés, les réservoirs ont été réalisés de façon à satisfaire les besoins.

Lors de la conception des réservoirs, on est amené à faire plusieurs choix repose sur le type de réservoir, son emplacement et sa capacité.

D'un point de vu purement hydraulique, le meilleur emplacement du réservoir est le centre de gravité de l'agglomération dont il est sensé desservir. Mais certaines considérations urbanistiques font que ce choix n'est pas toujours le meilleur.

A notre projet, les réservoirs existants sont les suivants :

Réservoir 2x2500m³ : Section rectangulaire : il sert à alimenter plusieurs ville en même temps, ces ville sont : koléa ; Fouka ; Chaig ; et Hai Bilal ce réservoir est composé de deux compartiments d'une capacité de 2500 m³ chacun, il a une capacité totale de 5000 m³, ces caractéristiques techniques sont les suivantes :

Largeur : 19,60 m

Longueur : 51,02 m

Hauteur : 5,00 m

Cote terrain naturel : 221,78 m NGA

Cote radier : 219,98 m

Cote arrivée : 225,08 m

Réservoir 2000m³ : Section circulaire : ce réservoir reçoit l'eau à partir du réservoir de 5000 m³ et distribue l'eau vers : Koléa ; la partie sud de Hai Bilal et la ville de Douaouda, ces caractéristiques techniques sont les suivantes :

Diamètre : 20,60 m

Hauteur : 6,00 m

Cote terrain naturel : 191,03 m NGA

Cote radier : 188,03 m

Cote arrivée : 194,13 m

Réservoir 1250m³ : Section circulaire : ce réservoir a la même alimentation et distribution que le réservoir de 2000m³ sont situent dans le même lieu, ces caractéristiques techniques sont les suivantes :

Diamètre : 16,30 m

Hauteur : 6,00 m

Cote terrain naturel : 191,03 m NGA

Cote radier : 188,03 m

Cote arrivée : 194,13 m

Réservoir 200m³ de KOLEA : section circulaire : se trouve au centre ville de koléa, est alimenter par le réseau et distribue dans le réseau au même temps , il reçoit de

l'eau dans les heures creuses et distribue dans les heures de pointes, ces caractéristiques techniques sont les suivantes :

Diamètre : 9,25 m

Hauteur : 3,00 m

Cote terrain naturel : 132,30 m NGA

Cote radier : 130,80 m

Cote arrivée : 133,90 m

Réservoir 250m³ de Souidani Boudjmaa : section circulaire : ce réservoir est indépendant du réseau de ville de koléa est alimenté par une station de pompage indépendante, dans la ville de Souidani Boudjmaa (mazafran) la plupart des habitations sont presque au même niveau que le réservoir actuellement, toute la ville souffre non pas de manque d'eau mais d'un manque de pression et ne pouvons jamais parler de pression sans débit ou inversement, c'est un couple qui va ensemble, ces caractéristiques techniques sont les suivantes :

Diamètre : 9,50 m

Hauteur : 3,00 m

Cote terrain naturel : 65,00 m NGA

Cote radier : 63,50 m

Cote arrivée : 66,60 m

Réservoir 250m³ de KISSIRLI : section circulaire : ce réservoir est indépendant du réseau de ville de koléa et celui de Souidani Boudjmaa est alimenté par une station de pompage indépendante, dans la ville de kisserli on trouve des conduites qui souffre par une surpression due au différence d'altitude entre le réservoir et les habitations qui se trouve à proximité du oued de mazafran, ces caractéristiques techniques sont les suivantes :

Diamètre : 9,50 m

Hauteur : 3,00 m

Cote terrain naturel : 74,60 m NGA

Cote radier : 73,10 m

Cote arrivée : 176,20 m

I.4.4 Réseau de distribution :

- Le réseau actuel est un réseau maillé présentant diverses ramifications ;il est constitué de différents diamètres allant du : diamètre 33/42Acier Galvanisé au

diamètre 250AC ;le matériau des conduites est diversifié :PVC, Acier Galvanisé, Fonte, Amiante Ciment et PEHD.

-Il est alimenté à partir de six réservoirs dont quatre situés à la partie haute de la ville de Koléa : 2x2500 m³, 2000 m³ et 1250 m³ et on a un réservoir d'une capacité de 200 m³ situé au centre de la ville de Koléa pour la desserte de Hai H'nouch et les deux autres situés à la partie basse de la ville de koléa.

-La zone haute est desservie à partir d'un piquage en Ø250AC effectué sur la conduite gravitaire en diamètre 300 AC issu de réservoir 2x2500 m³ à une distance de : 491 m à partir de ce réservoir.

-La zone basse est desservie à partir des réservoirs jumelés 2000 m³ et 1250 m³ le long des deux conduites de distribution en Ø300 fonte et Ø150 fonte.

Le réseau d'AEP actuel présente beaucoup de points négatifs, dont les plus importants sont :

- La conduite de distribution diamètre 300 (AC) issue du piquage effectuée sur la conduite diamètre 300 (AC) elle-même issue des réservoirs 2x2500m³ passe à travers un champ puis passe sous les habitations.
- La conduite de distribution diamètre 150 Fonte issue des réservoirs 2000m³ et 1250m³ passe également à travers un champ puis sous les habitations.
- L'emplacement des réservoirs de stockage pratiquement en un même endroit ne permet pas un meilleur équilibrage des diamètres du réseau d'AEP et conduit à des dimensionnements très importants immédiatement après l'entrée du réseau, vue l'importance du débit de desserte.

Et pour conclure, nous dirons que le réseau est disproportionné, surdimensionné par endroit et sous dimensionné par d'autre, ce qui implique un rééquilibrage des mailles par un nouveau dimensionnement ou par une optimisation intelligente permettant d'aller vers la bonne condition de desserte.

En ce qui concerne le matériau des conduites, il convient de préciser que son choix s'est fait en fonction de l'offre du marché, du prix de revient de la canalisation (coûts de fourniture et de mise en œuvre), des contraintes de l'ouvrage (pression intérieure, charges extérieures, nature du sol, paramètres physico-chimiques de l'eau).

La conduite en fonte représente de par sa constitution et la vaste gamme de revêtements de protection de sa paroi de grandes garanties contre la corrosion et sa longévité est bien connue. Pour les tuyaux de grande dimension, le poids constitue

indéniablement un facteur limitatif de leur emploi en faveur d'autres matériaux comme le Pehd par exemple.

En revanche, les tuyaux en fonte sont particulièrement intéressants pour les diamètres courants (DN100 à 300 mm), les tronçons moins accidentés et les lignes droites du tracé où la fonte offre des prix de revient rentable.

La conduite en Pehd représente des avantages décisifs tel que :

- Une excellente résistance à long terme et à la corrosion ;
- Insensibilité aux courants vagabonds ;
- Très bonnes qualités hydrauliques de par sa paroi lisse ;
- Grande gamme de raccord ;
- Légèreté et facilité de mise en œuvre ;
- Très bon rapport qualité/coût.

Le seul inconvénient des conduites Pehd, est leur assemblage entre deux éléments de canalisations et après assemblage, y'a un qui se forme à l'intérieur de la canalisation.

Une étude sérieuse doit être faite pour déterminer les conséquences exactes sur le calcul des pertes de charge (p-d-c), est ce que ce bourrelet ne constitue pas une p-d-c singulière tous les 6 mètres, il convient de souligner que chaque élément est de 6 mètres.

I.5 Analyse des besoins et des ressources :

Les besoins en eau de la ville de zone d'étude dépendent essentiellement de la consommation des abonnés, mais aussi de divers facteurs, comme les pertes du réseau, ou les cessions non facturées (arrosage public, manœuvres incendie, etc....). Ces facteurs peuvent être connus dans la mesure où on enregistre la production et la consommation des abonnés. Il est également nécessaire de connaître la répartition temporelle de ces besoins (maxima journalier et horaire).

I.5.1 La consommation en eau et leur évolution :

La consommation d'eau de la ville de Koléa est essentiellement due aux Consommations de ses (8 737) abonnés en première trimestre 2009.

La consommation trimestrielle des abonnés de la ville est globalement stable ces derniers trimestres, et s'élève à environ 450 000 m³ en moyenne avec un pic à 530 690 m³ en troisième trimestre 2008, dû à la période caniculaire. (Voir Figure 1).

Le nombre d'abonnés est en progression régulière, il passe de 8263 en premier trimestre 2008 à 8737 en première trimestre 2009. (Voir Figure 2).

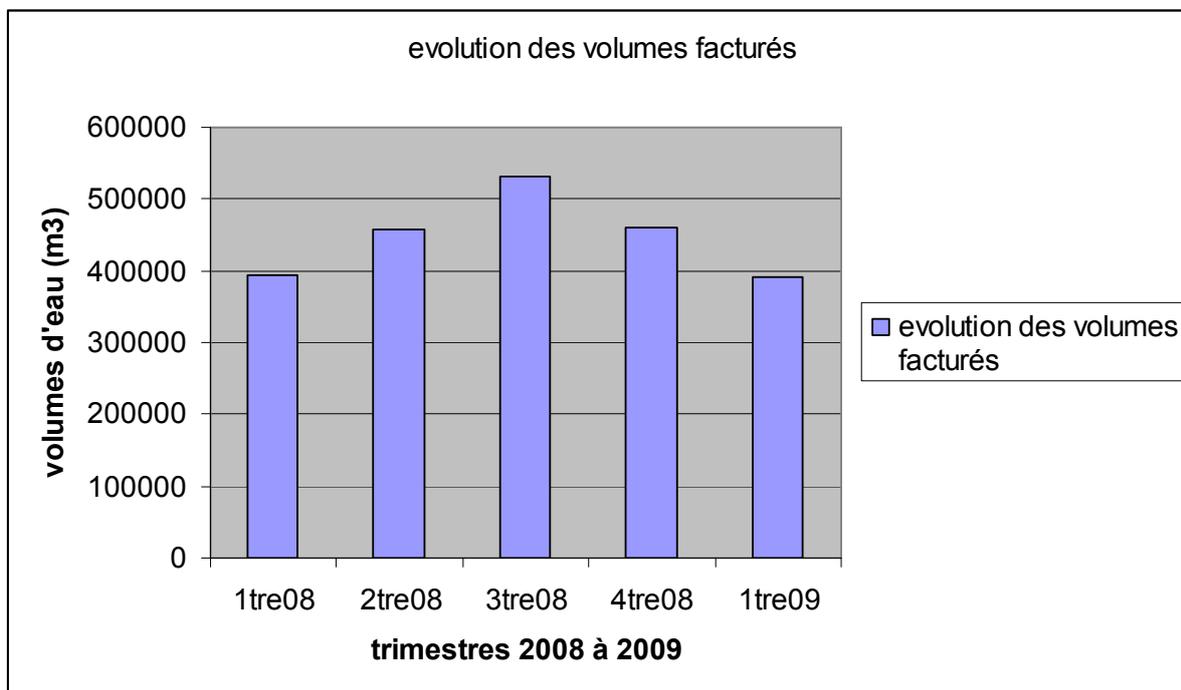


Figure 1 : évolution des volumes facturés

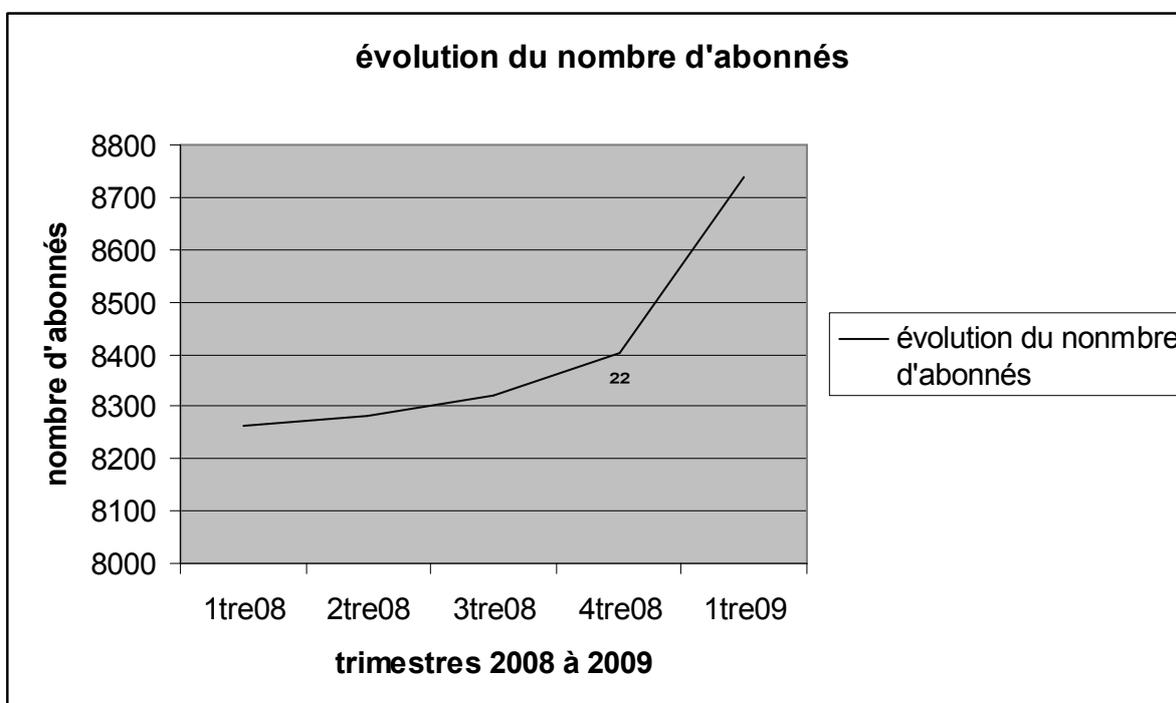


Figure 2 : évolution Du nombre d'abonnés

La relative stabilité des ventes, en opposition avec l'augmentation régulière du nombre d'abonnés, s'explique par une baisse de la consommation unitaire par abonné, qui est passée de 530 l/j/ab en premier trimestre 2008 à 496 l/j/ab en premier trimestre 2009, logiquement lorsque le nombre d'abonnés augmente il va de soi que la consommation augmente.

Il est délicat de déduire de ces tendances contradictoires une extrapolation des ventes d'eau pour les prochaines années. On peut toutefois tabuler sur la poursuite de l'augmentation du nombre d'abonnés qui ne semble pas devoir faiblir ces prochaines années, la zone sur laquelle nous travaillons subit une croissance urbaine importante.

Dans notre cas, il s'avère le contraire et ceci est dû à plusieurs facteurs autres :

- inversement du sens d'écoulement dans les compteurs d'eau ;
- Piquage illicite du fait que le branchement actuellement l'abonnée lui-même ce qui est dans les autres pays interdit ;
- Les fuites au niveau des branchements etc....

I.5.2 Lecture et observation des besoins en eau :

Afin de connaître les besoins en eau de toute la zone, il faut ajouter aux données concernant la consommation des abonnés les volumes d'eau non facturés. Il faut donc connaître le rendement des installations, mais aussi deux coefficients de pointe caractéristiques, qui permettent d'évaluer les besoins dans le temps :

- Le rendement d'un réseau exprime le rapport du volume d'eau vendu sur un an ou un trimestre au volume d'eau produit sur le même trimestre.
- Le coefficient de pointe journalière K' , exprime le rapport du volume d'eau maximal produit sur une journée sur le volume d'eau moyen produit quotidiennement.
- Le coefficient de pointe horaire K'' permet d'exprimer la consommation maximale sur une heure pour une journée de pointe.

I.5.3 Rendement du réseau :

A partir des données sur la production de la ville de Koléa, et connaissant les données de consommation, nous pouvons calculer le rendement sur les derniers trimestres (voir Tableau N°5).

Tableau N°5 : Rendement du réseau :

Trimestres	1trim2008	2trim2008	3trim2008	4trim2008	1trim2009
Volume produit (m3)	693 633	795 213	735 541	784 816	700 471
Volume facturés (m3)	394 319	458 335	530 690	461 129	390 359
Rendement du réseau (%)	56,8	57,6	72,1	58,75	55,72

(Source : Algérienne des eaux-Koléa)

D'autre part ; le rendement moyen depuis le premier trimestre 2008 au premier trimestre 2009 est de 60 %, sans qu'il soit possible de dégager une tendance d'évolution claire dans notre projet.

I.5.4 Coefficient de pointe :

Les coefficients de pointe sont difficiles à estimer à partir d'observations réelles, et peuvent varier de façon significative en fonction des trimestres. Ces derniers trimestres,

➤ **Coefficient de pointe journalier :**

le coefficient de pointe journalier K' varie entre 1 et 1,15 (voir Tableau N°6).

Tableau N°6 : valeur du coefficient di pointe journalière de premier trimestre 2008 au premier trimestre 2009 :

Trimestres	1 ^{er} trimestre 2008	2 ^e trimestre 2008	3 ^e trimestre 2008	4 ^e trimestre 2008	1 ^{er} trimestre 2009
Production moy journalière (m3)	7707,03	8835,7	8172,67	8720,17	7783,01
Coef de pointe journalière	01,15	01	01,08	01,01	01,13

NB : Il sera pris égal à 1,15 pour l'étude, ce qui correspond au maximum observé se qui veut dire que les besoins seront majorés de 15% ce qui nous permettra de calculer les besoins journalières de pointe.

➤ **Coefficient de pointe horaire :**

Le coefficient de pointe horaire qui traduit l'ampleur des variations horaires couramment noté K''. Il varie en général de 1,2 à 2,5 et s'exprime par :

$$K'' = \frac{\text{Besoin de l'heure de pointes}}{\text{Besoin de l'heure moyenne}}$$

Besoin journalier de pointe

Avec besoin de l'heure moyenne= -----

24

Les fluctuations journalières et horaires se superposent ; il est donc indispensable de déterminer le besoin horaire de pointe du jour de plus forte consommation.

Le coefficient de pointe de distribution s'exprime par :

$$K = K' \times K''$$

Le coefficient de pointe horaire sera calculé en considérant la répartition horaire maximum journalière (voir tableau N°7). Selon le recensement de 2008, la population de la ville de Koléa est de 52549 habitants.

Tableau N°7 : répartition horaire considérée dans le projet :

Heures	Besoins journalier de pointe
0 - 1	3
1 - 2	3,2
2 - 3	2,5
3 - 4	2,6
4 - 5	3,5
5 - 6	4,1
6 - 7	4,5
7 - 8	4,9
8 - 9	4,9
9 - 10	5,6
10 - 11	4,9
11 - 12	4,7
12 - 13	4,4
13 - 14	4,1
14 - 15	4,1
15 - 16	4,4
16 - 17	4,3
17 - 18	4,1
18 - 19	4,5
19 - 20	4,5
20 - 21	4,5
21 - 22	4,8
22 - 23	4,6
23 - 24	3,3

(Source : Algérienne des eaux-Koléa)

D'après le tableau ci-dessus, le coefficient de pointe horaire qui servira pour la suite de nos calculs sera de 1,34.

Donc, le coefficient de pointe de distribution sera égale à :

$$K = 1,15 \times 1,34 = 1,54$$

➤ Conséquences sur le dimensionnement des ouvrages :

Le besoin journalier de pointe sert de base au dimensionnement des ouvrages de production, d'adduction et de transport.

Le besoin horaire de pointe sert de base au dimensionnement des ouvrages de distribution ; en effet les conduites de distribution doivent être calibrées pour répondre à la demande de l'heure de pointe.

Par ailleurs, si la défense incendie est assurée par le réseau d'eau potable, le débit réglementaire de 60 m³ /h est également à prendre en compte pour le dimensionnement des canalisations.

Les réservoirs se trouvent le plus souvent à l'interface de ces deux catégories d'ouvrages ; ils jouent un rôle de stockage, résultant des deux types de besoins.

I.5.5 Estimation des besoins actuels et futurs :

Pour avoir une image de la situation actuelle et future et pour une éventuelle projection possible au futur, les méthodes de calcul pour la détermination des besoins sont comme suit :

L'évaluation de la population future est donnée par la formule suivante :

$$P_n = P_0 (1+T)^n$$

P_n : population à l'horizon prévu ;

P_0 : population de l'année de référence (2008) ;

n : nombre d'année séparant l'horizon de calcul et l'année de référence ;

T : le taux d'accroissement de la population (1,36%)

NB : On prend en considération la dotation 150 litres par habitant et par jour

Cette dotation nous a été donnée par la direction de l'hydraulique de la Wilaya de Tipaza. Cette dotation a joué l'objet de calcul de base du réseau que nous voulons diagnostiquer dans notre projet.

Les résultats sont représentés dans le tableau N°8 :

Tableau N°8 : Actuels et perspectives futures (besoins-populations) :

	2008	2020	2030	2040
POPULATIONS	52549	61796	70734	80964
Besoin en jour moyen (m3/j)	7882	9269	10610	12144
Besoin en jour de pointe (m3/j)	9064	10659	12201	13965
Besoin en heure de pointe (l/s)	140	165	189	216

Ainsi, en 2040, il est statistiquement probable que les installations de la ville soient sollicitées pour faire face à un besoin maximum de l'ordre de 13965 m³ avec une distribution maximale, en heure de pointe, de plus de 216 l/s.

I.5.6 Analyse de la capacité de la ressource :

Comme mentionné précédemment, notre zone possède 15 forages. Ces forages ont une capacité de production totale de 861 m³/h, soit 20664 m³/j dont 603 m³/h dans le champ de captage de Koléa et 258 m³/h dans le champ de captage de Berbessa.

Notons, qu'à l'heure actuelle la station de pompage de Koléa a une capacité de production de 468 m³/h, et celle de Berbessa a une capacité de production de 180 m³/h ; ce qui fait une production totale de 15552 m³/h .

I.5.7 Bilan :

Afin de vérifier que la production suffira aux besoins, nous avons analysé la situation en période de besoins moyens et en période de pointe.

(Voir Tableau N°9).

Tableau N°9 : Bilan Besoins - Ressources :

Année	Besoin moyen journalier			Besoin journalier de pointe		
	Besoin (m3/j)	Capacité ressource (m3/j)	Excédent en déficit (m3/j)	Besoin (m3/j)	Capacité ressource (m3/j)	Excédent en déficit (m3/j)
2008	7882	15552	7670	12096	15552	3456
2020	9269		6283	14256		1296
2030	10610		4942	16329,6		-777,6
2040	12144		3408	18662,4		-3110,4

NB : ces résultats sont donnés sans compter les pertes.

Au regard des valeurs qui se dégagent de ce tableau, le débit des stations réservé à notre zone permet de répondre au besoin d'un jour moyen non seulement aujourd'hui, mais aussi pour les situations futures.

En période de besoin de pointe, si la réserve est actuellement suffisante, elle devient rapidement insuffisante par rapport à l'évolution future des besoins. La réserve utile des réservoirs de la ville étant de 9450 m³, celle-ci pourrait fournir le complément d'eau manquant jusqu'à l'horizon 2030, mais si plusieurs jours de forte consommation venaient à se succéder, comme c'est souvent le cas, la ressource serait alors insuffisante. D'autre part, cela ne résoudra pas le problème de manque d'eau à plus long terme.

Il y aura donc lieu d'envisager la recherche d'une nouvelle ressource pour pallier les manques prévisibles.

La solution que nous préconisons à moyen terme, est d'alimenter notre zone à partir de la désalinisation de l'eau de mer. Il ya une station de dessalement qui produira 160 000 m³/j et qui pourra assurer l'alimentation en eau de toute la chaine des villes côtière telle que Douaouda, fouka etc. les forages doivent être mis au repos a fin de donner le temps a la nappe se réalimenté actuellement, la nappe a son plus bas niveau. En 1962, le niveau piézométrique était à 6 m au dessous de niveau du sol. Actuellement le niveau descendu jusqu'à atteindre 80 m. rabattement enregistré est environ 70 mètres.

I.6 Etat du réseau :**I.6.1 Existant :**

Le réseau de notre zone est hétérogène. Les diamètres varient de 40 mm à 250 mm. Il est composé de différents matériaux selon le tableau N°10 :

Tableau N°10 : Linéaire du réseau de distribution

Localité	Diamètre	Longueur	Matériaux	Année
Koléa centre	42,6/76,8/100/200 250/50	30142	Fonte Pehd Acier Amiante ciment	Rénovation En 2004
Hai Bilal	50	2166	AG	1999
Hai Mazafran	40/63	2500	PVC/Pehd	1999 rénové en 2004
Hai Kissirli	40/63/90	2220	PVC/Pehd	1999 rénové en 2004
TOTAL	37028 ml			

(Source : Algérienne des eaux-Koléa)

En raison de l'agressivité naturelle des sols et de l'eau captée, les conduites les plus anciennes, en fonte grise ou en acier non galvanisé non revêtu intérieurement, subissent des phénomènes de corrosion et d'incrustations ferrugineuses. Il en résulte, d'une part, une diminution de leurs caractéristiques hydrauliques avec, comme conséquence, une augmentation des pertes de charges linéaires et une limitation de plus en plus importante de débit de transit maximum et, d'autre part, des fuites et des ruptures de plus en plus fréquentes ; notamment sur les conduites les plus anciennes.

I.7 Conclusion :

Après une étude détaillée sur l'état actuel du réseau, les consommations et besoins en eau, nous avons pu obtenir quelques résultats qui sont énumérés dans ce qui suit :

- 1- La production d'eau actuelle pourra satisfaire les besoins de la ville jusqu'à l'Horizon 2030 si les pertes seront définitivement éliminées, par ailleurs la nécessité de projeter d'autres forages en vue de combler le déficit sinon, il faut avoir recours au dessalement de l'eau de mer.
- 2- La consommation en eau de ces trimestres sont trop inférieure au volume produit. Ce qui explique un rendement du réseau de 60%.

chapitre II

simulation hydraulique de réseau existant

II-1 Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons procéder à une simulation hydraulique du réseau de distribution avec le logiciel **WATERCAD**, en vue de le dimensionner. C'est-à-dire : déterminer les vitesses et les pressions dans le réseau à l'état actuel. Pour le calcul des dimensions du réseau, il convient de se repérer aux hypothèses les plus défavorables. Les canalisations doivent être dimensionnées à partir du débit de pointe et d'incendie avec une pression de service suffisante, pour les habitations élevées (bâtiments, etc....). Avant de lancer cette simulation, nous allons tout d'abord déterminer les débits aux nœuds et les débits routes pour chaque tronçon.

Nous avons partagé ce réseau en quatre parties : ville de Koléa, lotissement Kissirli, Lotissement Mazafran et Hai Bilal.

II-2 Description du logiciel WATER CAD :

Water CAD® est un logiciel de modélisation hydraulique qui détermine la qualité de l'eau pour les systèmes de distribution d'eau potable, développé par Haestad Methods. Il intègre des outils avancés de modélisation, d'optimisation et de gestion parfaite du réseau. Il aide les ingénieurs et les services publics dans l'analyse, la conception et l'optimisation des systèmes de distribution d'eau, notamment pour l'analyse de la quantité de flux disponible pour la lutte contre l'incendie, l'analyse de la concentration des constituants et la gestion de la consommation d'énergie et des coûts d'infrastructure.

Dans cette étude nous avons travaillé avec la dernière version du logiciel (La version 8XM).

II.2.1 Fonction et application :

Le modèle Water CAD® a pour objectif une compréhension de l'écoulement et de l'usage de l'eau dans les systèmes de distribution. Il peut être utilisé pour différents types d'application dans l'analyse des systèmes de distribution.

Voici quelques exemples :

-La recherche de stratégies alternatives pour gérer le réseau, comme:

- L'utilisation en alternance des différentes ressources du système;
- Modifier le régime de pompage ou de marnage des réservoirs;

- Préciser l'usage des stations de re-chloration (ou autres retraitements) en réseau;
- Planifier l'entretien et le remplacement de certaines canalisations
- Analyses de qualité de l'eau et Sécurité du système.

II.3 Détermination des débits :

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

On détermine la longueur de chaque tronçon du réseau maillé ;

On calcul le débit en route pendant l'heure de pointe ;

On détermine le débit spécifique en considérant le débit en route.

II.3.1 La ville de koléa :

a. Cas de pointe :

D'après le tableau N°7 de la consommation horaire de notre agglomération on constate que la pointe est entre 09h et 10h

$$Q_{pte} = 91,23 * 1,54 \text{ l/s} = 140,49 \text{ l/s.}$$

Q_{pte} : débit de Pointe de consommation

Débit route : Q_{rte}

$$Q_{rte} = Q_{pte} - \sum Q_{cc}$$

Avec $\sum Q_{cc} = \sum Q_{ind} = 0$ pas d'industrie dans le périmètre d'étude.

$$\text{Donc } Q_{rte} = Q_{pte} = 140,39 \text{ l/s}$$

$$\text{Débit spécifique : } q_{sp} = \frac{Q_{rte}}{\sum L}$$

$$\text{Donc } q_{sp} = \frac{140,49}{30142} = 0,00466 \text{ l/s/m}$$

$$q_{sp} = 0,00466 \text{ l/s/m}$$

Calcul du Débit route et les débits nodaux pour chaque tronçon

On utilise les l'expression suivante :

$$Q_{rtei} = q_{sp} * L_i \quad ; \quad Q_{ndi} = 0.5 \sum Q_{rtei}$$

Les résultats sont récapitulés dans le tableau N°11 :

Tableau N°11 : Calculs des débits routes et nœuds:

N° des nœuds	N° des tronçons	longueur des tronçons	Débits route	somme	débits nœuds
		(m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
1	1_9	236	1,05256	4,06752	2,0338
	1_2	244	1,08824		
	1_12	231	1,03026		
	1_7	201	0,89646		
2	2_1	244	1,08824	10,4141	5,2071
	2_121	84	0,37464		
	2_130	1546	6,89516		
	2_3	461	2,05606		
3	3_2	461	2,05606	7,54632	3,7732
	3_4	76	0,33896		
	3_131	747	3,33162		
	3_101	408	1,81968		
4	4_3	76	0,33896	2,7652	1,3826
	4_5	251	1,11946		
	4_104	293	1,30678		
5	5_4	251	1,11946	2,56004	1,2800
	5_6	103	0,45938		
	5_105	220	0,9812		
6	6_5	103	0,45938	5,54824	2,7741
	6_7	425	1,8955		
	6_39	384	1,71264		
	6_33	332	1,48072		
7	7_1	201	0,89646	3,26918	1,6346
	7_6	425	1,8955		
	7_8	107	0,47722		
8	8_9	162	0,72252	2,30582	1,1529
	8_7	107	0,47722		
	8_13	248	1,10608		
9	9_8	162	0,72252	2,76074	1,3804
	9_1	236	1,05256		
	9_10	221	0,98566		
10	10_-9	221	0,98566	2,72506	1,3625
	10_11	133	0,59318		
	10_17	257	1,14622		
11	11_10	133	0,59318	2,12296	1,0615
	11_12	269	1,19974		
	11_107	74	0,33004		

Suite de tableau N°11					
N° des nœuds	N° des tronçons	longueur des tronçons	Débits route	Somme	débits nodaux
		(m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
12	12_11	269	1,19974	2,59126	1,2956
	12_1	231	1,03026		
	12_106	81	0,36126		
13	13_8	248	1,10608	3,19336	1,5967
	13_14	468	2,08728		
14	14_13	468	2,08728	3,99616	1,9981
	14_15	304	1,35584		
	14_24	124	0,55304		
15	15_14	304	1,35584	1,54316	0,7716
	15_16	42	0,18732		
16	16_15	42	0,18732	0,63332	0,3167
	16_17	100	0,446		
	16_22	246	1,09716		
17	17_16	100	0,446	2,14526	1,0726
	17_10	257	1,14622		
	17_20	124	0,55304		
18	18_19	334	1,48964	1,81076	0,9054
	18_21	72	0,32112		
19	19_18	334	1,48964	1,81968	0,9098
	19_20	74	0,33004		
20	20_19	74	0,33004	2,37718	1,1886
	20_17	124	0,55304		
	20_21	335	1,4941		
21	21-18	72	0,32112	2,18986	1,0949
	21-20	335	1,4941		
	21-23	84	0,37464		
22	22_23	111	0,49506	3,26918	1,6346
	22_16	246	1,09716		
	22_24	376	1,67696		
23	23_21	84	0,37464	3,22458	1,6123
	23_22	111	0,49506		
	23_32	528	2,35488		
24	24_14	124	0,55304	3,35838	1,6792
	24_22	376	1,67696		
	24_25	253	1,12838		
25	25_24	253	1,12838	2,86778	1,4339
	25_26	267	1,19082		
	25_38	123	0,54858		

Suite de tableau N°11					
N° des nœuds	N° des tronçons	longueur des tronçons	Débits route	Somme	débits nodaux
		(m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
26	26_25	267	1,19082	2,35042	1,1752
	26_44	82	0,36572		
	26_27	178	0,79388		
27	27_26	178	0,79388	2,9882	1,4941
	27_28	279	1,24434		
	27_55	213	0,94998		
28	28_27	279	1,24434	2,70276	1,3514
	28_29	160	0,7136		
	28_114	167	0,74482		
29	29_28	160	0,7136	2,1631	1,0816
	29_56	100	0,446		
	29_30	225	1,0035		
30	30_29	225	1,0035	9,99486	4,9974
	30_31	616	2,74736		
	30_128	1400	6,244		
31	31_30	616	2,74736	4,1478	2,0739
	31_32	314	1,40044		
32	32_23	528	2,35488	3,75532	1,8777
	32_31	314	1,40044		
33	33_13	270	1,2042	4,00062	2,0003
	33_34	295	1,3157		
	33_6	332	1,48072		
34	34_33	295	1,3157	2,23446	1,1172
	34_35	104	0,46384		
	34_108	102	0,45492		
35	35_34	104	0,46384	1,97578	0,9879
	35_109	152	0,67792		
	35_36	187	0,83402		
36	36_35	187	0,83402	2,4307	1,2154
	36_37	159	0,70914		
	36_112	199	0,88754		
37	37_36	159	0,70914	2,007	1,0035
	37_38	50	0,223		
	37_43	241	1,07486		
38	38_37	50	0,223	1,91334	0,9567
	38_25	123	0,54858		
	38_44	256	1,14176		

Suite de tableau N°11					
N° des nœuds	N° des tronçons	longueur des tronçons	Débits route	Somme	débits nodaux
		(m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
39	39_6	384	1,71264	2,9659	1,4830
	39_110	119	0,53074		
	39_40	162	0,72252		
40	40-82	83	0,37018	3,40744	1,7037
	40-41	196	0,87416		
	40_54	323	1,44058		
	40_39	162	0,72252		
41	41_40	196	0,87416	1,97578	0,9879
	41_42	247	1,10162		
42	42_41	247	1,10162	1,98916	0,9946
	42_43	96	0,42816		
	42_111	103	0,45938		
43	43_42	96	0,42816	1,50302	0,7515
	43_37	241	1,07486		
44	44_38	256	1,14176	3,0774	1,5387
	44_26	82	0,36572		
	44_45	352	1,56992		
45	45_44	352	1,56992	2,65816	1,3291
	45_55	69	0,30774		
	45_46	175	0,7805		
46	46_45	175	0,7805	1,81968	0,9098
	46_47	147	0,65562		
	46_50	86	0,38356		
47	47_46	147	0,65562	1,57884	0,7894
	47_48	75	0,3345		
	47_113	132	0,58872		
48	48_47	75	0,3345	1,01688	0,5084
	48_49	153	0,68238		
49	49_48	153	0,68238	0,95444	0,4772
	49_50	61	0,27206		
50	50_46	86	0,38356	1,23542	0,6177
	50_49	61	0,27206		
	50_51	130	0,5798		
51	51_50	130	0,5798	0,78942	0,3947
	51_52	47	0,20962		
52	52_51	47	0,20962	1,35138	0,6757
	52_53	52	0,23192		
	52_62	204	0,90984		

Suite de tableau N°11					
N° des nœuds	N° des tronçons	longueur des tronçons	Débits route	Somme	débits nodaux
		(m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
53	53_54	214	0,95444	1,77062	0,8853
	53_52	52	0,23192		
	53_71	131	0,58426		
54	54_40	111	0,49506	2,25676	1,1284
	54_53	214	0,95444		
	54_72	181	0,80726		
55	55_45	69	0,30774	2,33258	1,1663
	55_27	213	0,94998		
	55_56	241	1,07486		
56	56_55	241	1,07486	2,50652	1,2533
	56_57	221	0,98566		
	56_29	100	0,446		
57	57_56	221	0,98566	2,62248	1,3112
	57_58	88	0,39248		
	57_63	279	1,24434		
58	58_57	88	0,39248	2,37272	1,1864
	58_59	225	1,0035		
	58_65	219	0,97674		
59	59_58	225	1,0035	1,9847	0,9924
	59_60	60	0,2676		
	59_115	160	0,7136		
60	60_59	60	0,2676	1,1596	0,5798
	60_61	95	0,4237		
	60_116	105	0,4683		
61	61_66	282	1,25772	1,83306	0,9165
	61_60	95	0,4237		
	61_62	34	0,15164		
62	62_61	34	0,15164	1,28894	0,6445
	62_67	51	0,22746		
	62_52	204	0,90984		
63	63_64	246	1,09716	2,3415	1,1708
	63_57	279	1,24434		
64	64_63	246	1,09716	2,4976	1,2488
	64_65	314	1,40044		
65	65_64	314	1,40044	3,32716	1,6636
	65_58	219	0,97674		
	65_66	213	0,94998		

Suite de tableau N°11					
N° des nœuds	N° des tronçons	longueur des tronçons	Débits route	Somme	débits nodaux
		(m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
66	66_65	213	0,94998	2,2077	1,1039
	66_61	282	1,25772		
67	67_71	83	0,37018	2,70276	1,3514
	67_62	51	0,22746		
	67_68	272	1,21312		
	67_70	200	0,892		
68	68_79	56	0,24976	2,0293	1,0147
	68_67	272	1,21312		
	68_69	127	0,56642		
69	69_68	127	0,56642	1,68142	0,8407
	69_70	250	1,115		
70	70_69	250	1,115	2,007	1,0035
	70_67	200	0,892		
71	71_53	131	0,58426	2,21662	1,1083
	71_67	83	0,37018		
	71_72	283	1,26218		
72	72_54	181	0,80726	2,53774	1,2689
	72_71	283	1,26218		
	72_73	105	0,4683		
73	73_72	105	0,4683	2,43962	1,2198
	73_74	85	0,3791		
	73_80	357	1,59222		
74	74_73	85	0,3791	0,61994	0,3100
	74_75	54	0,24084		
75	75_74	54	0,24084	0,47276	0,2364
	75_76	52	0,23192		
76	76_75	52	0,23192	0,85632	0,4282
	76_77	140	0,6244		
77	77_76	140	0,6244	1,31124	0,6556
	77_78	154	0,68684		
78	78_77	154	0,68684	0,93214	0,4661
	78_79	55	0,2453		
79	79_78	55	0,2453	0,49506	0,2475
	79_68	56	0,24976		
80	80_81	77	0,34342	3,33162	1,6658
	80_117	136	0,60656		
	80_83	177	0,78942		
	80_73	357	1,59222		

Suite de tableau N°11					
N° des nœuds	N° des tronçons	longueur des tronçons	Débits route	Somme	débits nodaux
		(m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
81	81_82	234	1,04364	1,38706	0,6935
	81_80	77	0,34342		
82	82_40	83	0,37018	2,37272	1,1864
	82_91	215	0,9589		
	82_81	234	1,04364		
83	83_80	177	0,78942	1,48964	0,7448
	83_84	157	0,70022		
84	84_83	157	0,70022	1,3603	0,6802
	84_85	148	0,66008		
85	85_84	148	0,66008	2,51544	1,2577
	85_97	266	1,18636		
	85_86	150	0,669		
86	86_85	150	0,669	1,93118	0,9656
	86_87	28	0,12488		
	86_94	255	1,1373		
87	87_86	28	0,12488	1,5164	0,7582
	87_93	111	0,49506		
	87_88	201	0,89646		
88	88_92	31	0,13826	1,03472	0,5174
	88_87	201	0,89646		
89	89_90	104	0,46384	1,338	0,6690
	89_88	196	0,87416		
90	90_89	104	0,46384	1,28002	0,6400
	90_91	183	0,81618		
91	91_103	49	0,21854	1,99362	0,9968
	91_82	215	0,9589		
	91_90	183	0,81618		
92	92_93	257	1,14622	1,28448	0,6422
	92_88	31	0,13826		
93	93_92	257	1,14622	2,14972	1,0749
	93_98	114	0,50844		
	93_87	111	0,49506		
94	94_86	255	1,1373	3,64828	1,8241
	94_95	99	0,44154		
	94_99	464	2,06944		
95	95_96	41	0,18286	1,0927	0,5464
	95_94	99	0,44154		
	95_120	105	0,4683		

Suite de tableau N°11					
N° des nœuds	N° des tronçons	longueur des tronçons	Débits route	Somme	débits nodaux
		(m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
96	96_95	41	0,18286	1,01242	0,5062
	96_97	46	0,20516		
	96_119	140	0,6244		
97	97_96	46	0,20516	2,07836	1,0392
	97_118	154	0,68684		
	97_85	266	1,18636		
98	98_99	354	1,57884	3,89804	1,9490
	98_93	114	0,50844		
	98_100	406	1,81076		
99	99_98	354	1,57884	5,14238	2,5712
	99_102	335	1,4941		
	99_94	464	2,06944		
100	100_98	406	1,81076	3,35838	1,6792
	100_104	154	0,68684		
	100_101	193	0,86078		
101	101_102	318	1,41828	4,09874	2,0494
	101_100	193	0,86078		
	101_3	408	1,81968		
102	102_101	318	1,41828	5,31632	2,6582
	102_130	539	2,40394		
	102_99	335	1,4941		
103	103_104	321	1,43166	2,78304	1,3915
	103_91	49	0,21854		
	103_105	254	1,13284		
104	104_4	293	1,30678	3,42528	1,7126
	104_100	154	0,68684		
	104_103	321	1,43166		
105	105_103	254	1,13284	2,11404	1,0570
	105_5	220	0,9812		
106	106_12	81	0,36126	0,67792	0,1806
107	107_11	74	0,33004	0,33004	0,1650
108	108_34	102	0,45492	0,45492	0,2275
109	109_35	152	0,67792	0,67792	0,3390
110	110_39	119	0,53074	0,53074	0,2654
111	111_42	103	0,45938	0,45938	0,2297
112	112_36	199	0,88754	0,88754	0,4438
113	113_47	132	0,58872	0,58872	0,2944
114	114_28	167	0,74482	0,74482	0,3724

Suite de tableau N°11					
N° des nœuds	N° des tronçons	longueur des tronçons	Débits route	Somme	débits nodaux
		(m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
115	115_59	160	0,7136	0,7136	0,3568
116	116_60	105	0,4683	0,4683	0,2342
117	117_80	136	0,60656	0,60656	0,3033
118	118_97	154	0,68684	0,68684	0,3434
119	119_96	140	0,6244	0,6244	0,3122
120	120_95	105	0,4683	0,4683	0,2342
121	121_127	268	1,19528	1,99808	0,9990
	121_122	96	0,42816		
	121_2	84	0,37464		
122	122_121	96	0,42816	1,28448	0,6422
	122_124	82	0,36572		
	122_123	110	0,4906		
123	123_122	110	0,4906	0,4906	0,2453
124	124_126	80	0,3568	1,23988	0,6199
	124_125	116	0,51736		
	124_122	82	0,36572		
125	125_124	116	0,51736	0,51736	0,2587
126	126_124	80	0,3568	0,3568	0,1784
127	127_121	268	1,19528	1,19528	0,5976

b. Cas de pointe+ incendie :

Dans ce cas le calcul se fait de la même manière que le cas précédent mais seulement on doit s'assurer que le débit d'incendie donné par la le réservoir (17l/s) se trouve au point le plus défavorable qui est dans notre cas le nœud n°32.

II.3.2 Lotissement Kisserli :

a. Cas de pointe :

D'après le tableau N°7 de la consommation horaire de notre agglomération on constate que la pointe est entre 09h et 10h

$$Q_{pte} = 1,97 * 1,54 \text{ l/s} = 3,03 \text{ l/s.}$$

Q_{pte} : débit de Pointe de consommation

Débit route : Q_{rte}

$$Q_{rte} = Q_{pte} - \sum Q_{cc}$$

Avec $\Sigma Q_{cc} = \Sigma Q_{ind} = 0$ pas d'industrie dans le périmètre d'étude.

Donc $Q_{rte} = Q_{pte} = 3,03$ l/s

Débit spécifique : $q_{sp} = \frac{Q_{rte}}{\Sigma L}$

Donc $q_{sp} = \frac{3,03}{2178} = 0,00139$ l/s/m

$q_{sp} = 0,00139$ l/s/m

Calcul du Débit route et les débits nodaux pour chaque tronçon

On utilise les expressions suivantes :

$$Q_{rtei} = q_{sp} * Li \quad ; \quad Q_{ndi} = 0.5 \Sigma Q_{rtei} + Q_{cc} \rightarrow Q_{cc} = 0$$

Les résultats sont récapitulés dans le tableau N°12 :

Tableau N°12 : Calculs des débits routes et nodaux (Kisserli) :

N° des nœuds	N° des tronçons	longueur des tronçons	Débits route	somme	débits nodaux
		(m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
154	154_155	21	0,02919	0,09313	0,0466
	154_157	46	0,06394		
155	155-156	19	0,02641	0,23769	0,1188
	155-154	21	0,02919		
	155-155'	131	0,18209		
156	156-155	19	0,02641	0,2085	0,1043
	156-156'	131	0,18209		
157	157-154	46	0,06394	0,2085	0,1043
	157-158	33	0,04587		
	157-157'	71	0,09869		
158	158-157	33	0,04587	0,14734	0,0737
	158-158'	53	0,07367		
	158-159	20	0,0278		
160	160-159	142	0,19738	0,27661	0,1383
	160-161	43	0,05977		
	160-162	14	0,01946		
161	161-169	481	0,66859	0,91184	0,4559
	161-160	43	0,05977		
	161-161'	132	0,18348		
162	162-160	14	0,01946	0,24881	0,1244
	162-163	39	0,05421		
	162-168	126	0,17514		

Suite de tableau N°12					
N° des nœuds	N° des tronçons	longueur des tronçons	Débits route	somme	débits nodaux
		(m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
163	163-162	39	0,05421	0,22518	0,1126
	163-164	26	0,03614		
	163-165	97	0,13483		
164	164-163	26	0,03614	0,21267	0,1063
	164-165	71	0,09869		
	164-166	56	0,07784		
165	165-162	39	0,05421	0,22518	0,1126
	165-164	26	0,03614		
	165-167	97	0,13483		
166	166-164	56	0,07784	0,17792	0,0890
	166-167	72	0,10008		
167	167-165	53	0,07367	0,38225	0,1911
	167-166	72	0,10008		
	167-168	150	0,2085		
168	168-167	150	0,2085	0,38364	0,1918
	168-162	126	0,17514		
159	159-158	20	0,0278	0,27939	0,1397
	159-159'	39	0,05421		
	159-160	142	0,19738		
169	169-161	481	0,66859	0,82427	0,4121
	169-169'	112	0,15568		
156'	156'-156	131	0,18209	0,18209	0,0910
155'	155'-155	131	0,18209	0,18209	0,0910
157'	157'-157	71	0,09869	0,09869	0,0493
158'	158'-158	53	0,07367	0,07367	0,0368
159'	159'-159	39	0,05421	0,05421	0,0271
161'	161'-161	132	0,18348	0,18348	0,0917
169'	169'-169	112	0,15568	0,15568	0,0778

b.Cas de pointe+ incendie :

Dans ce cas le calcul se fait de la même manière que le cas précédent mais seulement on doit s'assurer que le débit d'incendie donné par la le réservoir (17l/s) se trouve au point le plus défavorable qui est dans notre cas le nœud n°156.

II.3.3 Lotissement Mazafran :

a. Cas de pointe :

D'après le tableau N°7 de la consommation horaire de notre agglomération on constate que la pointe est entre 09h et 10h

$$Q_{pte} = 2,72 * 1,54 \text{ l/s} = 4,19 \text{ l/s.}$$

Q_{pte} : débit de Pointe de consommation

Débit route : Q_{rte}

$$Q_{rte} = Q_{pte} - \sum Q_{cc}$$

Avec $\sum Q_{cc} = \sum Q_{ind} = 0$ pas d'industrie dans le périmètre d'étude.

Donc $Q_{rte} = Q_{pte} = 4,19 \text{ l/s}$

Débit spécifique : $q_{sp} = \frac{Q_{rte}}{\sum L}$

$$\text{Donc } q_{sp} = \frac{4,19}{2498} = 0,00167 \text{ l/s/m}$$

$$q_{sp} = 0,00167 \text{ l/s/m}$$

Calcul du Débit route et les débits nodaux pour chaque tronçon

On utilise les expressions suivantes :

$$Q_{rtei} = q_{sp} * Li \quad ; \quad Q_{ndi} = 0.5 \sum Q_{rtei} + Q_{cc} \rightarrow Q_{cc} = 0$$

Les résultats sont récapitulés dans le tableau N°13 :

Tableau N°13 : Calculs des débits routes et nodaux (mazafran)

N° des nœuds	N° des tronçons	longueur des tronçons (m)	Débits route (l/s)	somme (l/s)	débits nodaux (l/s)
142	142-143	36	0,0601	0,3474	0,1737
	142-142'	172	0,2872		
143	143-142	36,6	0,0611	0,4502	0,2251
	143-143'	173	0,2889		
	143-144	60	0,1002		
144	144-143	60	0,1002	0,5250	0,2625
	144-144'	204	0,3407		
	144-145	50,4	0,0842		
145	145-144	50,4	0,0842	0,9890	0,4945
	145-145'	230	0,3841		
	145-146	311,82	0,5207		
146	146-147	35,38	0,0591	0,8120	0,4060
	146-145	311,82	0,5207		
	146-151	139	0,2321		

suite de tableau n°13					
N° des nœuds	N° des tronçons	longueur des tronçons	Débits route	somme	débits nodaux
		(m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
147	147-146	35,38	0,0591	0,3069	0,1534
	147-147'	117	0,1954		
	147-148	31,38	0,0524		
149	149-148	52	0,0868	0,2973	0,1486
	149-149'	50	0,0835		
	149-150	76	0,1269		
151	151-146	139	0,2321	0,6196	0,3098
	151-151'	170	0,2839		
	151-152	62	0,1035		
152	152-151	62	0,1035	0,5210	0,2605
	152-152'	170	0,2839		
	152-153	80	0,1336		
153	153-152	80	0,1336	0,5194	0,2597
	153-153'	58	0,0969		
	153-153"	173	0,2889		
148	148-147	31,38	0,0524	0,1392	0,0696
	148-149	52	0,0868		
150	150-150'	47	0,0785	0,2054	0,1027
	150-149	76	0,1269		
142'	142-142'	172	0,2872	0,2872	0,1436
143'	143'-143	173	0,2889	0,2889	0,1445
144'	144'-144	204	0,3407	0,3407	0,1703
145'	145'-145	230	0,3841	0,3841	0,1921
147'	147'-147	117	0,1954	0,1954	0,0977
149'	149'-149	50	0,0835	0,0835	0,0418
150'	150'-150	47	0,0785	0,0785	0,0392
151'	151'-151	170	0,2839	0,2839	0,1420
152'	152'-152	170	0,2839	0,2839	0,1420
153'	153'-153	58	0,0969	0,0969	0,0484
153"	153"-153	173	0,2889	0,2889	0,1445

b. Cas de pointe+ incendie :

Dans ce cas le calcul se fait de la même manière que le cas précédent mais seulement on doit s'assurer que le débit d'incendie donné par la le réservoir (17l/s) se trouve au point le plus défavorable qui est dans notre cas le nœud n°153'.

II.3.4 Lotissement Hai Bilal :**a. Cas de pointe :**

D'après le tableau N°7 de la consommation horaire de notre agglomération on constate que la pointe est entre 09h et 10h

$$Q_{pte} = 3,81 * 1,54 \text{ l/s} = 5,86 \text{ l/s.}$$

Q_{pte} : débit de Pointe de consommation

Débit route : Q_{rte}

$$Q_{rte} = Q_{pte} - \sum Q_{cc}$$

Avec $\sum Q_{cc} = \sum Q_{ind} = 0$ pas d'industrie dans le périmètre d'étude.

$$\text{Donc } Q_{rte} = Q_{pte} = 5,86 \text{ l/s}$$

Débit spécifique : $q_{sp} = \frac{Q_{rte}}{\sum L}$

$$\text{Donc } q_{sp} = \frac{5,86}{2166,7} = 0,0027 \text{ l/s/m}$$

$$q_{sp} = 0,0027 \text{ l/s/m}$$

Calcul du Débit route et les débits nodaux pour chaque tronçon

On utilise les l'expression suivante :

$$Q_{rte} = q_{sp} * L_i \quad ; \quad Q_{ndi} = 0.5 \sum Q_{rte} + Q_{cc} \rightarrow Q_{cc} = 0$$

Les résultats sont récapitulés dans le tableau N°14 :

Tableau N°14 : Calculs des débits routes et nodaux (HAI BILAL)

N° des nœuds	N° des tronçons	longueur des tronçons (m)	Débits route (l/s)	somme (l/s)	débits nodaux (l/s)
134	134-133	7	0,0189	0,1215	0,0608
	134-135	38	0,1026		
135	135-135"	120	0,324	0,7425	0,3713
	135-134	38	0,1026		
	135-135'	117	0,3159		
133	133-134	7	0,0189	0,7209	0,3605
	133-133'	186	0,5022		
	133-140	74	0,1998		
140	140-133	74	0,1998	1,0098	0,5049
	140-136	56	0,1512		
	140-139	244	0,6588		
136	136-140	244	0,6588	0,88047	0,4402
	136-138	13,6	0,03672		
	136-137	68,5	0,18495		

Suite de tableau N°14					
N° des nœuds	N° des tronçons	longueur des tronçons	Débites route	somme	débites nodaux
		(m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
137	137-137"	79	0,2133	0,61155	0,3058
	137-136	68,5	0,18495		
	137-137'	79	0,2133		
138	138-138'	78	0,2106	0,70794	0,3540
	138-136	13,6	0,03672		
	138-139	170,6	0,46062		
139	139-138	170,6	0,46062	1,52118	0,7606
	139-140	244	0,6588		
	139-141	148,8	0,40176		
129	129-128	77	0,2079	0,702	0,3510
	129-129'	58	0,1566		
	129-132	125	0,3375		
132	132-129	125	0,3375	0,6696	0,3348
	132-132'	43	0,1161		
	132-131	80	0,216		
131	131-132	80	0,216	0,4023	0,2012
	131-131'	37	0,0999		
	131-130	32	0,0864		
130	130-131	32	0,0864	0,2727	0,1364
	130-130'	44	0,1188		
	130-130"	25	0,0675		
128	128-129	77	0,2079	0,3699	0,1850
	128-128'	60	0,162		
128'	128-128'	60	0,162	0,162	0,0810
130"	130"-130	25	0,0675	0,0675	0,0338
130'	130'-130	44	0,1188	0,1188	0,0594
131'	131'-131	181,55	0,490185	0,490185	0,2451
129'	129'-129	58	0,1566	0,1566	0,0783
132'	132'-132	43	0,1161	0,1161	0,0581
133'	133'-133	186	0,5022	0,5022	0,2511
135'	135'-135	155	0,4185	0,4185	0,20925
135"	135"-135	120	0,324	0,324	0,1620
137'	137'-137	79	0,2133	0,2133	0,1067
137"	137"-137	79	0,2133	0,2133	0,1067
138'	138'-138	78	0,2106	0,2106	0,1053
141	141-139	148,8	0,40176	0,40176	0,20088

b. Cas de pointe+ incendie :

Dans ce cas le calcul se fait de la même manière que le cas précédent mais seulement on doit s'assurer que le débit d'incendie donné par la le réservoir (17l/s) se trouve au point le plus défavorable qui est dans notre cas le nœud n°137”.

II.4 Résultats de la simulation :**a. Cas de pointe :***Tableau N°15 : Résultat de la simulation sur les nœuds (cas de pointe koléa) :*

N° des nœuds	Elévation (m)	Demande (L/s)	Charge hydraulique (m)	Pression (m H2O)	Observation
N-1	162,83	2,0338	189,30	26,4	Acceptable
N-2	164,36	5,2071	190,07	25,7	Acceptable
N-3	160,19	3,7732	196,89	36,6	Acceptable
N-4	159,68	1,3826	193,55	33,8	Acceptable
N-5	160,90	1,2800	193,51	32,5	Acceptable
N-6	154,45	2,7741	186,74	32,2	Acceptable
N-7	158,85	1,6346	188,78	29,9	Acceptable
N-8	158,66	1,1529	188,52	29,8	Acceptable
N-9	162,20	1,3804	188,97	26,7	Acceptable
N-10	162,83	1,3625	188,71	25,8	Acceptable
N-11	168,65	1,0651	188,37	19,7	Insuffisante
N-12	167,67	1,2956	188,91	21,2	Acceptable
N-13	159,66	1,5967	187,83	28,1	Acceptable
N-14	156,66	1,9981	186,84	30,1	Acceptable
N-15	164,57	1,7716	187,78	23,2	Acceptable
N-16	166,45	0,3167	187,96	21,5	Acceptable
N-17	171,68	1,0726	188,44	16,7	Acceptable
N-18	181,24	0,9054	185,80	4,5	Faible
N-19	174,27	0,9098	187,61	13,3	Insuffisante
N-20	176,73	1,1886	188,06	11,3	Insuffisante
N-21	180,48	1,0949	185,45	5,0	Faible
N-23	176,83	1,6123	184,73	7,9	Faible
N-22	171,95	1,6346	184,81	12,8	Insuffisante
N-24	152,30	1,6792	186,16	33,8	Acceptable

Suite de tableau N°15					
N° des nœuds	Élévation (m)	Demande (L/s)	Charge hydraulique (m)	Pression (m H2O)	Observation
N-25	146,30	1,4339	186,03	39,7	Acceptable
N-26	152,48	1,1752	180,49	28,0	Acceptable
N-27	150,14	1,4941	134,57	-15,5	Dépression
N-28	150,24	1,3514	134,21	-16,0	Dépression
N-29	149,29	1,0816	134,19	-15,1	Dépression
N-30	149,29	4,9974	134,26	-15,0	Dépression
N-31	170,35	2,0739	136,34	-33,9	Dépression
N-32	180,03	1,8777	141,37	-38,6	Dépression
N-33	151,50	2,0003	186,68	35,1	Acceptable
N-34	150,95	1,1172	186,36	35,3	Acceptable
N-35	148,45	0,9879	186,27	37,7	Acceptable
N-36	148,26	1,2154	186,14	37,8	Acceptable
N-37	143,03	1,0035	186,06	42,9	Acceptable
N-38	143,95	0,9567	186,04	42,0	Acceptable
N-39	142,01	1,4830	187,62	45,5	Acceptable
N-40	135,91	1,7037	188,95	52,9	Acceptable
N-41	139,33	0,9879	185,99	46,6	Acceptable
N-42	134,55	0,9946	186,01	51,4	Acceptable
N-43	143,74	0,7515	186,05	42,2	Acceptable
N-44	148,86	1,5387	175,64	26,7	Acceptable
N-45	136,53	1,3291	134,13	-2,4	Dépression
N-46	132,19	0,9098	134,11	1,9	Faible
N-47	138,66	0,7894	133,83	-4,8	Dépression
N-48	139,39	0,5084	133,65	-5,7	Dépression
N-49	131,61	0,4712	133,74	2,1	Faible
N-50	130,39	0,6177	134,10	3,7	Insuffisante
N-51	127,15	0,3947	134,09	6,9	Insuffisante
N-52	126,43	0,6757	134,09	7,6	Insuffisante
N-53	125,67	0,8853	134,09	8,4	Insuffisante
N-54	130,74	1,1284	136,15	5,4	Insuffisante
N-55	138,34	1,1663	134,14	-4,2	Dépression

suite de tableau N°15					
N° des nœuds	Élévation (m)	Demande (L/s)	Charge hydraulique (m)	Pression (m H2O)	Observation
N-56	146,59	1,2553	134,16	-12,4	Dépression
N-57	140,40	1,3112	133,74	-6,6	Dépression
N-58	138,51	1,1864	133,67	-4,8	Dépression
N-59	135,40	0,9924	133,64	-1,8	Dépression
N-60	134,03	0,5798	133,62	-0,4	Dépression
N-61	131,96	0,9165	133,64	1,7	Faible
N-62	130,64	0,6445	133,81	3,2	Faible
N-63	135,40	1,1708	133,50	-1,9	Dépression
N-64	135,40	1,2488	132,82	-2,6	Dépression
N-65	132,40	1,6636	133,45	1,1	Faible
N-66	129,46	1,1039	133,51	4,0	Faible
N-67	128,55	1,3514	133,78	5,2	Faible
N-68	121,05	1,0147	133,21	12,1	Insuffisante
N-69	116,97	0,8407	133,16	16,2	Insuffisante
N-70	127,89	1,0037	132,40	4,5	Faible
N-71	132,45	1,1083	133,80	1,3	Faible
N-72	120,59	1,2689	133,72	13,1	Insuffisante
N-73	113,54	1,2198	133,53	19,9	Insuffisante
N-74	109,01	0,3100	133,48	24,4	Acceptable
N-75	106,18	0,2364	133,40	27,2	Acceptable
N-76	105,09	0,4282	133,13	28,0	Acceptable
N-77	112,49	0,6556	132,87	20,3	Acceptable
N-78	114,34	0,4661	132,89	18,5	Insuffisante
N-79	119,84	0,2475	133,00	13,1	Insuffisante
N-80	122,05	1,6658	189,80	67,6	Acceptable
N-81	128,00	0,6935	189,27	61,1	Acceptable
N-82	137,98	1,1864	189,28	51,2	Acceptable
N-83	125,63	0,7448	189,92	64,2	Acceptable
N-84	122,69	0,6802	190,12	67,3	Acceptable
N-85	124,27	1,2578	190,34	65,9	Acceptable
N-86	129,65	0,9656	190,42	60,6	Acceptable

suite de tableau N°15					
N° des nœuds	Élévation (m)	Demande (L/s)	Charge hydraulique (m)	Pression (m H2O)	Observation
N-87	130,67	0,7582	190,39	59,6	Acceptable
N-88	134,82	0,5174	190,26	55,3	Acceptable
N-89	142,34	0,6690	190,19	47,7	Acceptable
N-90	139,84	0,6400	190,22	50,3	Acceptable
N-91	143,15	0,9968	190,29	47,0	Acceptable
N-92	135,62	0,6422	190,36	54,6	Acceptable
N-93	136,17	1,0749	190,63	54,3	Acceptable
N-94	141,68	1,8241	190,59	48,8	Acceptable
N-95	139,64	0,5464	190,43	50,7	Acceptable
N-96	133,87	0,5062	190,40	56,4	Acceptable
N-97	128,17	1,0392	190,13	61,8	Acceptable
N-98	143,64	1,9490	190,82	47,1	Acceptable
N-99	156,75	2,5712	191,21	34,4	Acceptable
N-100	160,19	1,6792	191,42	31,2	Acceptable
N-101	167,34	2,0494	191,96	24,6	Acceptable
N-102	156,75	2,6582	191,96	35,1	Acceptable
N-103	143,98	1,3915	190,59	46,5	Acceptable
N-104	155,88	1,7126	191,13	35,2	Acceptable
N-105	152,95	1,0570	190,90	37,9	Acceptable
N-106	169,90	0,1806	188,63	18,7	Insuffisante
N-107	169,35	0,1650	188,24	18,9	Insuffisante
N-108	152,80	0,2275	186,25	33,4	Acceptable
N-109	147,92	0,3390	186,15	38,2	Acceptable
N-110	139,10	0,2654	187,57	48,4	Acceptable
N-111	137,55	0,2297	185,89	48,2	Acceptable
N-112	149,85	0,4438	185,89	36,0	Acceptable
N-113	144,10	0,2944	133,76	-10,3	Dépression
N-114	150,24	0,3724	134,06	-16,2	Dépression
N-115	131,70	0,3568	133,51	1,8	Insuffisante
N-116	131,73	0,2342	133,49	1,8	Insuffisante
N-117	133,30	0,3033	189,72	56,3	Acceptable

suite de tableau N°15					
N° des nœuds	Élévation (m)	Demande (L/s)	Charge hydraulique (m)	Pression (m H2O)	Observation
N-118	133,22	0,3434	190,00	56,7	Acceptable
N-119	135,65	0,3122	190,30	54,5	Acceptable
N-120	137,71	0,2342	190,31	52,5	Acceptable
N-121	162,65	0,9990	189,84	27,1	Acceptable
N-122	159,44	0,6422	189,52	30,0	Acceptable
N-123	160,95	0,2453	189,38	28,4	Acceptable
N-124	169,90	0,6199	189,01	19,1	Insuffisante
N-125	162,53	0,2587	188,85	26,3	Acceptable
N-126	157,90	0,1784	188,95	31,0	Acceptable
N-127	163,64	0,5976	189,26	25,6	Acceptable

Tableau N°16 : Résultat de la simulation sur les conduites (cas de pointe pour koléa) :

N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesse (m/s)
C-1	N-106	N-12	81,00	34,0	-0,1806	0,20
C-2	N-12	N-11	269,00	53,6	0,5755	0,26
C-3	N-11	N-107	74,00	34,0	0,1650	0,18
C-4	N-12	N-1	231,00	100,0	-2,0517	0,26
C-5	N-1	N-2	244,00	300,0	-68,3316	0,97
C-6	N-2	N-121	84,00	100,0	3,5411	0,45
C-7	N-121	N-122	96,00	76,8	1,9445	0,42
C-8	N-122	N-123	110,00	42,6	0,2453	0,17
C-9	N-122	N-124	82,00	53,6	1,0570	0,47
C-10	N-124	N-125	116,00	42,6	0,2587	0,18
C-11	N-124	N-126	80,00	42,6	0,1784	0,13
C-12	N-127	N-121	268,00	53,6	-0,5976	0,26
C-13	N-1	N-9	236,00	300,0	43,3230	0,61
C-14	N-9	N-10	221,00	300,0	39,9572	0,57
C-15	N-10	N-11	133,00	53,6	0,6546	0,29

suite de tableau N°16						
N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesse (m/s)
C-16	N-10	N-17	257,00	300,0	37,9401	0,54
C-17	N-17	N-20	124,00	200,0	23,0191	0,73
C-18	N-20	N-19	74,00	150,0	15,6598	0,89
C-19	N-19	N-18	334,00	150,0	14,7500	0,83
C-20	N-18	N-21	72,00	150,0	13,8446	0,78
C-21	N-21	N-20	335,00	100,0	-6,1707	0,79
C-22	N-17	N-16	100,00	150,0	13,8484	0,78
C-23	N-16	N-22	246,00	42,6	0,8542	0,60
C-24	N-22	N-23	111,00	200,0	11,0099	0,35
C-25	N-23	N-21	84,00	150,0	-18,9204	1,07
C-26	N-32	N-23	331,00	100,0	-28,3179	3,61
C-27	N-32	N-31	314,00	150,0	26,4402	1,50
C-28	N-31	N-30	616,00	200,0	24,3663	0,78
C-29	N-30	N-29	225,00	300,0	19,3689	0,27
C-30	N-29	N-28	160,00	100,0	-0,6348	0,08
C-31	N-28	N-114	167,00	53,6	0,3724	0,17
C-33	N-29	N-56	100,00	300,0	18,9222	0,27
C-34	N-56	N-55	241,00	300,0	9,3073	0,13
C-35	N-55	N-27	213,00	42,6	-0,3167	0,22
C-36	N-27	N-28	279,00	100,0	2,3586	0,30
C-37	N-27	N-26	178,00	42,0	-4,1694	3,01
C-38	N-26	N-44	42,00	53,6	5,1315	2,27
C-39	N-45	N-44	352,00	53,6	-5,1887	2,30
C-40	N-45	N-55	69,00	300,0	-8,4577	0,12
C-41	N-44	N-38	256,00	42,6	-1,5958	1,12
C-42	N-38	N-25	132,00	200,0	3,1770	0,10
C-43	N-25	N-26	267,00	100,0	10,4762	1,33
C-44	N-45	N-46	175,00	300,0	12,3173	0,17
C-45	N-46	N-47	147,00	76,8	1,4343	0,31

suite de tableau N°16						
N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesse (m/s)
C-46	N-47	N-113	132,00	53,6	0,2944	0,13
C-47	N-47	N-48	75,00	42,6	0,3505	0,25
C-48	N-48	N-49	153,00	42,0	-0,1579	0,11
C-49	N-49	N-50	153,00	53,6	-0,6291	0,28
C-50	N-50	N-46	86,00	300,0	-9,9731	0,14
C-51	N-25	N-24	253,00	200,0	-8,7331	0,28
C-52	N-24	N-22	376,00	150,0	11,7903	0,67
C-53	N-24	N-14	124,00	175,0	-22,2026	0,92
C-54	N-14	N-15	304,00	150,0	-10,9060	0,62
C-55	N-15	N-16	42,00	150,0	-12,6776	0,72
C-56	N-14	N-13	468,00	175,0	-13,2947	0,55
C-57	N-13	N-8	248,00	175,0	-15,3642	0,64
C-58	N-8	N-9	162,00	80,0	-1,9853	0,39
C-59	N-8	N-7	107,00	175,0	-14,5318	0,60
C-60	N-7	N-1	201,00	200,0	-20,9232	0,67
C-61	N-7	N-6	425,00	100,0	4,7568	0,61
C-62	N-6	N-33	332,00	300,0	14,6194	0,21
C-63	N-33	N-13	270,00	42,6	-0,4728	0,33
C-64	N-33	N-34	295,00	200,0	13,0919	0,42
C-65	N-34	N-35	104,00	200,0	11,7472	0,37
C-66	N-35	N-109	152,00	53,6	0,3390	0,15
C-67	N-35	N-36	187,00	200,0	10,4203	0,33
C-68	N-36	N-37	159,00	200,0	8,7611	0,28
C-69	N-37	N-38	50,00	200,0	5,7295	0,18
C-70	N-56	N-57	221,00	150,0	8,3596	0,47
C-71	N-57	N-63	279,00	100,0	1,8581	0,24
C-72	N-63	N-64	246,00	53,6	0,6873	0,30
C-73	N-64	N-65	314,00	53,0	-0,5615	0,25

suite de tableau N°16						
N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesse (m/s)
C-74	N-65	N-58	219,00	100,0	-2,0237	0,26
C-75	N-58	N-57	88,00	150,0	-5,1902	0,29
C-76	N-58	N-59	225,00	150,0	1,9801	0,11
C-77	N-59	N-115	160,00	53,6	0,3568	0,16
C-78	N-59	N-60	60,00	76,8	0,6309	0,14
C-79	N-60	N-116	107,00	42,6	0,2342	0,16
C-80	N-60	N-61	95,00	53,6	-0,1831	0,08
C-81	N-61	N-66	282,00	100,0	1,3053	0,17
C-82	N-66	N-65	213,00	53,6	0,2014	0,09
C-83	N-61	N-62	34,00	76,8	-2,4048	0,52
C-84	N-62	N-52	204,00	150,0	-7,0967	0,40
C-85	N-52	N-53	52,00	200,0	0,5592	0,02
C-86	N-53	N-71	131,00	100,0	3,1285	0,40
C-87	N-71	N-67	83,00	100,0	0,9630	0,12
C-88	N-67	N-62	51,00	150,0	-4,0474	0,23
C-89	N-67	N-70	200,00	42,6	0,6120	0,43
C-90	N-70	N-69	250,00	42,6	-0,3917	0,27
C-91	N-69	N-68	129,00	100,0	-1,2324	0,16
C-92	N-68	N-67	272,00	100,0	-3,0469	0,39
C-93	N-68	N-79	56,00	53,6	0,7998	0,35
C-94	N-79	N-78	55,00	53,6	0,5767	0,26
C-95	N-78	N-77	154,00	53,6	0,1106	0,05
C-96	N-77	N-76	140,00	53,6	-0,5450	0,24
C-97	N-76	N-75	52,00	53,6	-0,9732	0,43
C-98	N-75	N-74	54,00	76,8	-1,2096	0,26
C-99	N-74	N-73	84,00	100,0	-1,5196	0,19
C-100	N-73	N-72	105,00	76,8	-1,3953	0,30
C-101	N-72	N-71	283,00	100,0	-1,0573	0,13
C-102	N-73	N-80	357,00	42,6	-3,3173	2,33
C-103	N-80	N-83	117,00	150,0	-5,9031	0,33

suite de tableau N°16						
N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesse (m/s)
C-104	N-83	N-84	157,00	150,0	-6,6479	0,38
C-105	N-84	N-85	148,00	150,0	-7,3281	0,41
C-106	N-85	N-97	256,00	53,6	0,3538	0,16
C-107	N-97	N-96	46,00	53,6	-1,0288	0,46
C-108	N-96	N-95	41,00	100,0	-1,8472	0,24
C-109	N-95	N-120	105,00	42,6	0,2342	0,16
C-110	N-119	N-96	140,00	53,0	-0,3122	0,14
C-111	N-118	N-97	154,00	53,0	-0,3434	0,16
C-112	N-95	N-94	99,00	100,0	-2,6278	0,33
C-113	N-94	N-86	255,00	200,0	10,3076	0,33
C-114	N-86	N-85	150,00	200,0	8,9397	0,28
C-115	N-94	N-99	464,00	200,0	-14,7594	0,47
C-116	N-99	N-98	354,00	100,0	2,1497	0,27
C-117	N-98	N-93	114,00	100,0	2,7173	0,35
C-118	N-93	N-92	257,00	76,8	1,0434	0,23
C-119	N-92	N-88	31,00	42,6	0,4012	0,28
C-120	N-88	N-89	196,00	42,6	0,1269	0,09
C-121	N-89	N-90	104,00	76,8	-0,5421	0,12
C-122	N-90	N-91	183,00	100,0	-1,1821	0,15
C-123	N-91	N-82	215,00	150,0	13,6206	0,77
C-124	N-82	N-40	83,00	150,0	12,3574	0,70
C-125	N-40	N-54	323,00	53,6	6,1899	2,74
C-126	N-54	N-53	214,00	76,8	3,4546	0,75
C-127	N-72	N-54	181,00	53,6	-1,6069	0,71
C-128	N-87	N-88	102,00	42,6	0,2431	0,17
C-129	N-87	N-86	28,00	53,6	-0,4023	0,18
C-130	N-87	N-93	111,00	53,6	-0,5990	0,27
C-131	N-40	N-41	196,00	42,6	0,9356	0,66
C-132	N-41	N-42	247,00	42,6	-0,0523	0,04
C-133	N-42	N-43	96,00	100,0	-1,2766	0,16

suite de tableau N°16						
N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesse (m/s)
C-134	N-43	N-37	241,00	200,0	-2,0281	0,06
C-135	N-50	N-51	130,00	300,0	8,7264	0,12
C-136	N-51	N-52	47,00	300,0	8,3317	0,12
C-137	N-36	N-112	199,00	53,6	0,4438	0,20
C-138	N-40	N-39	162,00	80,0	3,5282	0,70
C-139	N-39	N-110	119,00	53,6	0,2654	0,12
C-140	N-39	N-6	384,00	80,0	1,7798	0,35
C-141	N-6	N-5	103,00	80,0	-10,8569	2,16
C-142	N-5	N-105	220,00	53,6	1,5014	0,67
C-143	N-105	N-103	254,00	53,6	0,4444	0,20
C-144	N-103	N-91	49,00	150,0	15,7996	0,89
C-145	N-103	N-104	321,00	200,0	-16,7467	0,53
C-146	N-104	N-4	293,00	42,6	-0,6753	0,47
C-147	N-4	N-5	251,00	300,0	13,6383	0,19
C-148	N-4	N-3	76,00	100,0	-15,6963	2,00
C-149	N-3	N-101	408,00	150,0	22,7126	1,29
C-150	N-101	N-102	318,00	300,0	-0,2770	0,00
C-151	N-102	N-99	335,00	200,0	19,4803	0,62
C-152	N-98	N-100	406,00	100,0	-2,5166	0,32
C-153	N-100	N-104	154,00	200,0	17,7839	0,57
C-154	N-2	N-3	461,00	150,0	-25,3410	1,43
C-159	N-101	N-100	193,00	200,0	21,9797	0,70
C-160	N-34	N-108	102,00	42,6	0,2275	0,16
C-161	R-3	N-73	560,00	100,0	-1,9732	0,25
C-162	N-79	R-3	560,00	100,0	-0,0243	0,00
C-167	N-101	R-2	579,00	150,0	-1,0394	0,06
C-168	N-117	N-80	136,00	53,6	-0,3033	0,13
C-169	N-80	N-81	77,00	42,6	0,6166	0,43
C-170	N-81	N-82	234,00	53,6	-0,0769	0,03
C-171	N-111	N-42	103,00	42,6	-0,2297	0,16

suite de tableau N°16						
N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesse (m/s)
C-175	N-134	R-2	93,00	300,0	166,8212	2,36
C-176	R-1	N-134	535,00	300,0	240,9756	3,41
C-178	N-134	N-2	1 439,00	300,0	51,7389	0,73
C-179	N-134	N-102	539,00	200,0	22,4155	0,71
C-182	R-1	N-3	2 128,00	250,0	67,5231	1,38

NB : il convient de souligner que les pressions dans un réseau de distribution ne doivent être supérieures à 6 bars, pour les pressions minimales selon le cas mais il est préférable qu'elles ne doivent être inférieures à 2 bars dans notre cas, nous remarquons qu'il ya une partie de a ville de koléa qui ne reçoit pas de l'eau d'une manière convenable, du à la déférence d'altitude entre les habitations et le réservoir, mais les pressions entre 3 et 20 m-c-e et celles qui sont supérieures à 6 bars c'est selon le lieu.

Tableau N°17 : Résultat de la simulation sur les nœuds (pointe pour Kisserli) :

N° du nœud	Elévation (m)	Demande (L/s)	Charge hydraulique (m)	Pression (m H2O)	Observation
N-154	63,80	0,0466	76,00	12,2	Insuffisante
N-155	66,00	0,1188	75,93	9,9	Faible
N-156	66,80	0,1043	75,92	9,1	Faible
N-157	61,80	0,1043	75,89	14,1	Insuffisante
N-157'	60,80	0,0493	75,88	15,1	Insuffisante
N-158	60,13	0,0737	75,82	15,7	Insuffisante
N-158'	59,65	0,0368	75,81	16,1	Insuffisante
N-159'	57,01	0,0271	75,77	18,7	Insuffisante
N-159	59,09	0,1397	75,78	16,7	Insuffisante
N-155'	54,00	0,0910	75,90	21,9	Acceptable
N-156'	45,80	0,0910	75,88	30,0	Acceptable
N-161'	38,12	0,0917	75,40	37,2	Acceptable
N-161	40,12	0,4559	75,41	35,2	Acceptable
N-160	35,00	0,1383	75,52	40,4	Acceptable

suite de tableau n°17					
N° du nœud	Élévation (m)	Demande (L/s)	Charge hydraulique (m)	Pression (m H ₂ O)	Observation
N-162	33,80	0,1244	75,49	41,6	Acceptable
N-163	33,80	0,1126	75,23	41,3	Acceptable
N-164	30,00	0,1063	75,18	45,1	Acceptable
N-165	29,60	0,1126	75,17	45,5	Acceptable
N-167	27,00	0,1911	75,16	48,1	Acceptable
N-166	27,12	0,0890	75,16	47,9	Acceptable
N-168	23,48	0,1918	75,20	51,6	Acceptable
N-169	20,00	0,4121	75,08	55,0	Acceptable
N-169'	18,50	0,0778	75,06	56,4	Acceptable

Tableau N°18 : Résultat de la simulation sur les conduites (cas de pointe pour Kissirli) :

N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesse (m/s)
C-183	T-1	N-154	97,00	110,0	2,9862	0,31
C-184	N-154	N-155	21,00	40,0	0,4051	0,32
C-185	N-155	N-156	19,00	40,0	0,1953	0,16
C-186	N-156	N-156'	131,00	40,0	0,0910	0,07
C-187	N-155'	N-155	131,00	40,0	-0,0910	0,07
C-188	N-154	N-157	46,00	90,0	2,5345	0,40
C-189	N-157	N-157'	71,00	40,0	0,0493	0,04
C-190	N-158'	N-158	53,00	40,0	-0,0368	0,03
C-191	N-158	N-159	20,00	90,0	2,2704	0,36
C-192	N-159	N-159'	39,00	40,0	0,0271	0,02
C-193	N-158	N-157	33,00	90,0	-2,3809	0,37
C-194	N-159	N-160	142,00	90,0	2,1036	0,33
C-195	N-160	N-161	43,00	63,0	1,0375	0,33
C-196	N-161	N-161'	132,00	63,0	0,0917	0,03

Suite de tableau N°18						
N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesse (m/s)
C-197	N-169	N-169'	112,00	40,0	0,0778	0,06
C-198	N-169	N-161	481,00	63,0	-0,4899	0,16
C-199	N-160	N-162	14,00	63,0	0,9278	0,30
C-200	N-162	N-163	39,00	40,0	0,5157	0,41
C-201	N-163	N-165	97,00	40,0	0,1396	0,11
C-202	N-165	N-164	71,00	40,0	-0,0550	0,04
C-203	N-164	N-163	26,00	40,0	-0,2636	0,21
C-204	N-165	N-167	53,00	40,0	0,0820	0,07
C-205	N-167	N-166	72,00	40,0	-0,0133	0,01
C-206	N-166	N-164	56,00	40,0	-0,1023	0,08
C-207	N-167	N-168	150,00	40,0	-0,0959	0,08
C-208	N-168	N-162	126,00	40,0	-0,2877	0,23

NB : il convient de souligner que les pressions dans un réseau de distribution ne doivent être supérieures à 6 bars, pour les pressions minimales selon le cas mais il est préférable qu'elles ne doivent être inférieures à 2 bars dans notre cas, nous remarquons qu'il ya une partie de a ville de kisserli qui ne reçoit pas de l'eau d'une manière convenable, mais nous n'avons pas signalé des dépressions et les pression insuffisantes on peut les accepté car nous avons dans la région que les rez-de-chaussé.

Tableau N°19 : Résultat de la simulation sur les nœuds (cas de pointe pour mazafran) :

N° des nœuds	Élévation (m)	Demande (L/s)	Charge hydraulique (m)	Pression (m H2O)	Observation
N-142	61,00	0,1737	59,65	-1,3	Dépression
N-143	58,50	0,2251	58,78	0,3	Faible
N-144	41,80	0,2625	57,60	15,8	Insuffisante
N-145	36,41	0,4945	56,59	20,1	Acceptable
N-145'	28,02	0,1921	56,34	28,3	Acceptable
N-144'	39,61	0,1703	57,42	17,8	Insuffisante
N-143'	51,20	0,1445	58,67	7,5	Faible
N-142'	59,68	0,1436	59,54	-0,1	Dépression
N-153'	60,00	0,0484	45,86	-14,1	Dépression
N-153	55,78	0,2597	45,87	-9,9	Dépression
N153"	55,34	0,1445	45,76	-9,6	Dépression
N-152	40,00	0,2605	46,30	6,3	Faible
N-152'	52,23	0,1420	46,19	-6,0	Dépression
N-151	30,00	0,3098	47,38	17,3	Insuffisante
N-151'	33,51	0,1420	47,27	13,7	Insuffisante
N-147'	27,34	0,0977	52,60	25,2	Acceptable
N-150	28,02	0,1027	52,60	24,5	Acceptable
N-150'	27,50	0,0392	52,60	25,1	Acceptable
N-149'	25,50	0,0418	52,61	27,1	Acceptable
N-149	23,50	0,1486	52,61	29,0	Acceptable
N-148	19,98	0,0696	52,63	32,6	Acceptable
N-147	21,78	0,1534	52,64	30,8	Acceptable
N-146	23,01	0,4060	52,68	29,6	Acceptable

Tableau N°20 : Résultat de la simulation sur les conduites (cas de pointe pour mazafran) :

N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesse (m/s)
C-209	T-1	N-142	205,00	63,0	4,1722	1,34
C-210	N-142	N-143	36,60	63,0	3,8549	1,24
C-211	N-143	N-144	60,00	63,0	3,4853	1,12
C-212	N-144	N-145	50,40	63,0	3,0525	0,98
C-213	N-145	N-146	311,82	63,0	2,3659	0,76
C-214	N-146	N-151	139,00	40,0	1,3069	1,04
C-215	N-151	N-151'	170,00	40,0	0,1420	0,11
C-216	N-151	N-152	62,00	40,0	0,8551	0,68
C-217	N-152	N-153	80,00	40,0	0,4526	0,36
C-218	N-153	N153"	173,00	40,0	0,1445	0,11
C-219	N-153	N-153'	58,00	40,0	0,0484	0,04
C-220	N-142'	N-142	172,00	40,0	-0,1436	0,11
C-221	N-143'	N-143	173,00	40,0	-0,1445	0,11
C-222	N-144'	N-144	204,00	40,0	-0,1703	0,14
C-223	N-145'	N-145	230,00	40,0	-0,1921	0,15
C-224	N-152'	N-152	170,00	40,0	-0,1420	0,11
C-225	N-150'	N-150	47,00	63,0	-0,0392	0,01
C-226	N-149'	N-149	50,00	63,0	-0,0418	0,01
C-227	N-148	N-149	52,00	63,0	0,3323	0,11
C-228	N-149	N-150	76,00	63,0	0,1419	0,05
C-229	N-147	N-147'	117,00	40,0	0,0977	0,08
C-230	N-148	N-147	31,38	63,0	-0,4019	0,13
C-231	N-147	N-146	35,38	63,0	-0,6530	0,21

NB : il convient de souligner que les pressions dans un réseau de distribution ne doivent être supérieures à 6 bars, pour les pressions minimales selon le cas mais il est préférable qu'elles ne doivent être inférieures à 2 bars dans notre cas, nous remarquons qu'il ya une partie de a ville de soudani boudjmaa (mazafran) qui ne reçoit pas de l'eau d'une manière convenable, du à la déférence d'altitude entre les habitations et le réservoir (habitations très élevées) et comme nous avons signaler que cette ville est alimentée indépendamment avec la ville de koléa.

Tableau N°21 : Résultat de la simulation sur les nœuds (cas de pointe pour Hai

Bilal :

N° des nœuds	Elévation (m)	Demande (L/s)	Charge hydraulique (m)	Pression (m H2O)	Observation
N-141	179,92	0,2009	198,10	18,1	Insuffisante
N-139	184,80	0,7606	198,19	13,4	Insuffisante
N-138	193,21	0,3540	198,26	5,0	Faible
N-136	195,23	0,4422	198,30	3,1	Faible
N-138'	193,55	0,1053	198,25	4,7	Faible
N-137	197,65	0,3058	198,15	0,5	Faible
N-137"	198,12	0,1067	198,14	0,0	Faible
N-137'	198,00	0,1067	198,14	0,1	Faible
N-140	196,00	0,5049	199,37	3,4	Faible
N-133	195,00	0,3604	203,50	8,5	Faible
N-134	194,50	0,0608	204,06	9,5	Faible
N-135	196,90	0,3713	203,89	7,0	Faible
N-135"	197,00	0,1620	203,86	6,8	Faible
N-135'	196,90	0,2092	203,84	6,9	Faible
N-133'	187,02	0,2511	203,39	16,3	Insuffisante
N-132'	183,00	0,0581	188,96	5,9	Faible
N-132	186,00	0,3348	188,96	3,0	Faible
N-131	182,40	0,2012	188,66	6,2	Faible
N-131'	181,55	0,2451	188,63	7,1	Faible
N-130'	181,00	0,0594	188,64	7,6	Faible
N-130	181,50	0,1364	188,64	7,1	Faible

Suite de tableau N°21					
N° des nœuds	Elévation (m)	Demande (L/s)	Charge hydraulique (m)	Pression (m H2O)	Observation
N-130"	178,56	0,0338	188,64	10,1	Insuffisante
N-128'	178,56	0,0810	191,22	12,6	Insuffisante
N-128	180,00	0,1850	191,22	11,2	Insuffisante
N-129	182,91	0,3510	190,07	7,1	Faible

Tableau N°22 : Résultat de la simulation sur les conduites (cas de pointe pour Hai Bilal) :

N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesses (m/s)
C-232	N-141	N-139	148,80	50,0	-0,2009	0,1023
C-233	N-139	N-140	244,00	50,0	-0,7690	0,3916
C-234	N-140	N-136	56,00	50,0	1,6132	0,8216
C-235	N-136	N-138	13,60	50,0	0,6518	0,3320
C-236	N-138	N-139	170,60	50,0	0,1925	0,0980
C-237	N-138'	N-138	78,00	50,0	-0,1053	0,0536
C-238	N-136	N-137	68,50	50,0	0,5192	0,2644
C-239	N-137	N-137"	79,00	50,0	0,1067	0,0543
C-240	N-137	N-137'	79,00	50,0	0,1067	0,0543
C-241	N-140	N-133	74,00	50,0	-2,8871	1,4704
C-242	N-133	N-134	7,00	50,0	-3,4986	1,7818
C-243	N-134	N-135	38,00	50,0	0,7425	0,3782
C-244	N-135	N-135"	120,00	50,0	0,1620	0,0825
C-245	N-135	N-135'	117,00	50,0	0,2092	0,1065
C-246	N-133	N-133'	186,00	50,0	0,2511	0,1279
C-247	N-134	R-1	972,00	80,0	-4,3019	0,8558
C-248	N-132'	N-132	43,00	50,0	-0,0581	0,03
C-249	N-132	N-131	80,00	50,0	0,6759	0,34
C-250	N-131	N-130	32,00	50,0	0,2296	0,12
C-251	N-130	N-130"	25,00	50,0	0,0338	0,02
C-252	N-130	N-130'	44,00	50,0	0,0594	0,03
C-253	N-131'	N-131	37,00	50,0	-0,2451	0,12

Suite de tableau N°22						
N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesses (m/s)
C-254	N-132	N-129	125,00	50,0	-1,0688	0,54
C-255	N-129	N-128	77,00	50,0	-1,4198	0,72
C-256	N-128	N-128'	60,00	50,0	0,0810	0,04
C-257	N-128	R-2	850,00	80,0	-1,6858	0,34

NB : il convient de souligner que les pressions dans un réseau de distribution ne doivent être supérieures à 6 bars, pour les pressions minimales selon le cas mais il est préférable qu'elles ne doivent être inférieures à 2 bars dans notre cas, nous remarquons qu'il ya une partie de a ville de Hai Bilal qui ne reçoit pas de l'eau d'une manière convenable, mais nous n'avons pas signalé des dépressions et les pression insuffisantes on peut les accepté car nous avons dans la région les rez-de-chaussée.

b. Cas de pointe plus incendie :

Dans le cas de pointe plus incendie nous avons signalé beaucoup d'insuffisances hydrauliques au niveau de notre réseau car nous avons une augmentation du débit demandé à chaque nœuds défavorable (17 l/s), ce qui provoque une augmentation des cas de dépression et des vitesses très élevées dans quelques tronçons .

II.5 Conclusion :

Après avoir simulé hydrauliquement le réseau actuel de notre zone, nous avons constaté les points suivants :

- Des dépressions dans la partie sud ouest de la ville de koléa ainsi que des vitesses faibles dans quelques tronçons.
- Des pertes de charge très élevée malgré que le réseau soit maillé avec quelques ramifications.
- Des dépressions remarquable dans les quartiers de Hai Bilal ; kissirli et mazafran dans le cas de pointe plus incendie.
- De gros diamètres qui distribuent de petit diamètres et ces derniers distribuent à leur tour dans de gros diamètres.
- Le réservoir de 200 m³ au centre ville de koléa n'a pas lieu d'exister, il ne joue aucun rôle.
- La distribution anarchique des conduites ainsi que leur cheminement.

Alors tout ces problèmes sont dues a un sous dimensionnement du réseau existant et nous allons prévoir des solutions dans le prochaine chapitre.

chapitre III

remarques et recommandations

III.1 Introduction :

Après une simulation hydraulique du réseau de notre zone ; nous avons constaté quelques insuffisances dans le réseau et nous aboutirons dans ce chapitre à des solutions plus urgentes et moins coûteuses pour que le réseau sera plus fiable en gardant toujours la même demande de l'état actuel.

III.2 Constat :

Le réseau de distribution en eau potable de notre zone pose beaucoup de problèmes hydrauliques à l'heure de pointe, dues aux accroissements démographiques, au mode d'exploitation du réseau et au sous dimensionnement du réseau.

III.3 Interprétation des résultats :

Le réseau de distribution de la ville de koléa présente plusieurs anomalies qui ne répondent pas à la desserte en eau de la région et le bon fonctionnement du réseau d'alimentation en eau potable.

Après notre simulation, nous avons constaté que :

- Les pressions obtenues sont défavorables c'est-à-dire nous avons constaté des dépressions à la partie sud ouest de la région et certains d'autres sont très élevées
- Des vitesses faibles dans le réseau inférieur à 0.5m/s (vitesse admissible) dans certains tronçons, et nous avons des vitesses qui dépassent les 3 m/s.
- Le réservoir qui se trouve au centre ville de koléa n'a pas lieu d'exister car le débit qui entre dans ce réservoir supérieur au débit qui sort.(joue un rôle d'un consommateur ou réservoir gaspilleur)

III.4 Programme des travaux :

III.4.1 Travaux sur le réseau :

Afin d'améliorer la desserte en eau des abonnés, et d'éviter les risques de manque d'eau et de chute de pression en période de pointe, nous préconisons les travaux prioritaires (le renforcement d'une partie du réseau).

III.4.1.1 La ville de koléa :

Après les dépressions et les vitesses faibles signalées dans cette région nous préconisons les travaux suivants (voir tableau N°23) :

Tableau N°23 : Travaux prioritaires sur koléa :

tronçon	Conduite existante	Conduite projeté
16-17	Ø150	Ø200
16-22	Ø42,6	Ø200
23-32	Ø100	Ø200
32-31	Ø150	Ø100
31-30	Ø200	Ø100
103-91	Ø150	Ø200
91-82	Ø150	Ø200
82-40	Ø150	Ø200
40-54	Ø56,6	Ø200
54-53	Ø76,8	Ø200

Prévoir aussi dans cette ville des vannes fermées dans les conduites qui sort et entre dans le réservoir de 200 m3 de koléa pour l'isolé du réseau car le débit qui entre supérieure au débit qui sort de ce dernier.

III.4.1.2 Hai Bilal :

Dans cette région nous avons signalé beaucoup de nœuds à faible pression et pour un bon fonctionnement de ce réseau et une lutte efficace contre ces chutes de pression nous préconisons les travaux suivants :

- Projeter un diamètre de Ø100 dans toute la région de Hai Bilal.
- Arrêter la conduite d'alimentation provenant du réservoir de 2000 m3 qui alimente la partie basse de la région.
- Alimenter cette région par le réservoir de 5000m3 avec une conduite de Ø250 vu que sa cote du terrain naturelle est supérieure a celle du réservoir 2000m3.

III.4.1.3 Mazafran :

Dans cette région nous avons signalé cinq dépressions en cas de pointe sur les nœuds 142', 153,153',153'' et 152' vu que leurs cotes sont très élevées et pour éliminer ces dépressions nous préconisons les travaux suivants :

➤ Projeter un conduite de $\varnothing 100$ entre le réservoir 200m³ et le nœud 142 a la place de la conduite existante de $\varnothing 63$.

➤ Projeter une nouvelle conduite de $\varnothing 100$ entre le réservoir de 200m³ et le nœud 153''.

III.4.1.4 Kisserli :

Dans cette région nous n'avons pas des dépressions en cas de pointe alors nous gardons le même réseau.

III.5 Interconnexion koléa – Hai Bilal :

Pour un bon fonctionnement de notre réseau nous préconisons de projeté une conduite en diamètre $\varnothing 150$ sur une longueur de 1500 m entre koléa et Hai Bilal (du nœud 128 au nœud 3) pour que le réseau du Hai Bilal sera alimenté convenablement.

NB : le comportement hydraulique de notre réseau de distribution après solution est représenté dans la figure ci-après.

III.6 Conclusion :

Après avoir déterminé les travaux à mettre en œuvre pour pérenniser la desserte en eau des abonnés et nous avons donné des solutions économiques et afin d'anticiper l'évolution probable des besoins et les faiblesses hydrauliques qui pourraient en résulter.

Les changements que nous proposons vont améliorer la distribution d'eau pendant les heures où il y a une forte demande, néanmoins ; ces changements ne peuvent assurer la demande en eau convenablement au delà de 2013.

Il ya deux solutions et la question : que choisir ?

1- Les changements que nous avons cités plus haut et qui a un cout à payer jusqu'à 2013.

2- Dès 2009, il faut songer à penser à 2040 et inscrire une nouvelle opération pour modifier la structure du réseau de la région d'une manière globale c'est-à-dire toute la région.

chapitre IV

Dimensionnement de réseau à l'horizon 2040

IV.1 Introduction :

Après une simulation hydraulique sur notre réseau à l'état actuelle et des recommandations sur les insuffisances hydrauliques, nous allons dans ce chapitre procéder à une nouvelle conception et à une simulation hydraulique du réseau de distribution avec le logiciel WATERCAD à l'horizon 2040, avec une population de 80964 habitants et le dimensionnement de ce dernier sera avec le débit de pointe et pointe plus incendie.

Avant de lancer cette simulation, nous allons tout d'abord déterminer les débits aux nœuds et les débits routes pour chaque tronçon.

IV.2 Choix du système de distribution :

Dans notre cas on a choisi le système de distribution avec un réservoir de tête. Dans ce système, les pompes refoulent directement vers le réservoir de stockage puis la distribution sera gravitaire à partir du réservoir vers le réseau de distribution.

IV.3 Choix du type de réseau :

Suivant la structure et l'importance de l'agglomération on distingue trois schémas des réseaux de distribution (les réseaux ramifiés, les réseaux maillés et les réseaux mixtes (ramifiés+maillés). Le réseau de distribution dans notre cas d'étude est le réseau maillé avec quelques ramifications.

Un réseau maillé est constitué d'une série de tronçons disposés de telle manière qu'il soit possible de décrire une ou plusieurs bouches fermés en suivant le tracé. Contrairement au réseau ramifié, un réseau maillé assure une distribution de retour en cas de panne d'un tronçon. Il présente une indétermination sur les grandeurs et les signes (sens) des débits et des pertes de charge dans chaque tronçon.

IV.4 Principe du tracé du réseau maillé :

Pour le tracé du réseau maillé nous devons :

- Repérer les consommateurs importants par exemple les usines et les zones de forte densité;
- Repérer les quartiers ayant une densité de population importante ;

➤ Déterminer l'itinéraire (sens) principal pour assurer la distribution à ces consommateurs.

➤ Ces conduites principales doivent être bien réparties pour avoir une bonne distribution d'eau ;

➤ Pour alimenter l'intérieur des quartiers, ces conduites principales sont reliées entre elles par des conduites secondaires pour former des boucles (mailles) ou par des ramifications.

IV.5 Choix du matériau des conduites :

Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression, l'agressivité dû aux eaux et au sol, et l'ordre économique (coût, disponibilité sur le marché), ainsi que la bonne jonction de la conduite avec les équipements auxiliaires (joints, coudes, vannes) permettent de faire le bon choix.

Parmi les matériaux à utiliser on distingue entre autre : L'acier, la fonte ductile, le PVC (polyvinyle de chlorure) et le PEHD (polyéthylène haute densité).

a-Tuyaux en fonte :

Les tuyaux en fonte présentent plusieurs avantages mais beaucoup plus des inconvénients.

Les avantages :

Bonne résistances aux sollicitations du fluide ;

Bonne résistance aux chocs et aux charges compressible ;

Longueur des conduites variant de 6 à 16m, ce qui réduit le nombre de joint, par conséquent, une réduction des risques de fuite

Facilité de pose.

Les inconvénients :

Sensible a la corrosion des sols agressifs, ce qui nécessite une protection cathodique et une maintenance rigoureuse ;

Risque de déformation des conduites pendant leur transport et un cout très élevé pendant la pose ;

Mauvaise résistance au cisaillement ;

Une durée de vie d'environ 30 ans.

b-Tuyaux en acier :

Les tuyaux en acier sont beaucoup plus léger que les tuyaux en fonte d'où l'économie sur le transport et la pose.

Les avantages :

Résistances aux contraintes (choc, écrasement.) ;

Les tuyaux en acier permettent aussi une pression élevée.

Leur principal inconvénient est la corrosion.

c-Tuyaux en P.E.H.D :**Les avantages :**

Bonne résistance à la corrosion interne, externe, microbiologique et à l'entartage ;

Disponibilité sur le marché ;

Facilité de pose (grande flexibilité), possibilité d'enroulement en couronne pour les petits diamètres ;

Fiabilité au niveau des branchements (réduction de risque de fuite) ;

Bonne caractéristique hydraulique (coefficient de rugosité très faible) ;

Durée de vie prouvée par l'expérience et le test de vieillissement théoriquement de 50 ans à une température de 20°C.

Les inconvénients :

Nécessite une grande technicité pour la jonction.

Dans notre cas, nous avons opté pour les tuyaux en polyéthylène, suite à des nombreux avantages qu'ils procurent.

IV.6 Calcul hydraulique du réseau de distribution :

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

- Cas de pointe.
- Cas de pointe plus incendie.

IV.6.1 Détermination des débits :

La détermination des débits dans un réseau maillé s'effectue de la manière suivante.

On détermine la longueur de chaque tronçon du réseau maillé ;

On calcul le débit en route pendant l'heure de pointe ;

On détermine le débit spécifique en considérant le débit en route.

- Cas de pointe :

D'après le tableau N°7 de la consommation horaire de notre agglomération on constate que la pointe est entre 09h et 10h

$$Q_{pte} = 288,62 \text{ l/s.}$$

Q_{pte} : débit de Pointe de consommation

Pour le calcul débits routes et les débits nodaux on utilise la même procédure et les mêmes formules utilisées dans le deuxième chapitre.

➤ Cas de pointe plus incendie :

Dans ce cas le calcul se fait de la même manière que le cas précédent(deuxième chapitre) mais seulement on doit s'assurer que le débit d'incendie donné par la les réservoirs (17l/s) se trouve au point le plus défavorable qui est dans notre cas le nœud n°153.

IV.6 Résultats de la simulation :

➤ Cas de pointe :

Tableau N°24 : résultats de la simulation sur les nœuds :

N° des nœuds	Elévation (m)	Demande (L/s)	Charge hydraulique (m)	Pression (m H2O)
N-1	162,83	3,4656	205,41	42,5
N-2	164,36	8,8730	206,97	42,5
N-3	160,19	6,4296	208,80	48,5
N-4	159,68	2,3250	207,64	47,9
N-5	160,90	2,1525	207,42	46,4
N-6	154,45	4,7650	205,68	51,1
N-7	158,85	2,7488	203,13	44,2
N-8	158,66	1,9388	202,43	43,7
N-9	162,20	2,4213	204,86	42,6
N-10	162,83	2,3913	203,62	40,7
N-11	168,65	1,8850	203,90	35,2
N-12	167,67	2,2880	204,51	36,8
N-13	159,66	2,7850	200,85	41,1
N-14	156,66	3,4600	198,35	41,6
N-15	164,57	1,3975	201,23	36,6
N-16	166,45	0,6325	201,79	35,3
N-17	171,68	1,9038	202,64	30,9
N-18	181,24	1,6225	202,15	20,9
N-19	174,27	1,5300	202,28	28,0
N-20	176,73	1,9988	202,31	25,5
N-21	180,48	1,8413	201,83	21,3
N-23	176,83	2,7113	201,64	24,8
N-22	171,95	2,7488	201,63	29,6
N-24	152,30	2,8238	197,48	45,1
N-25	146,30	2,4113	196,22	49,8
N-26	152,48	1,9763	195,96	43,4

suite de tableau N° 24				
N° des nœuds	Élévation (m)	Demande (L/s)	Charge hydraulique (m)	Pression (m H2O)
N-27	150,14	2,5125	194,97	44,7
N-28	150,24	2,2725	190,80	40,5
N-29	149,29	1,8188	198,52	49,1
N-30	149,29	8,4038	199,21	49,8
N-31	170,35	3,5875	200,32	29,9
N-32	180,03	3,2575	200,94	20,9
N-33	151,50	3,4638	203,12	51,5
N-34	150,95	1,6788	194,81	43,8
N-35	148,45	1,7613	194,82	46,3
N-36	148,26	2,1438	195,07	46,7
N-37	143,03	1,7875	196,00	52,9
N-38	143,95	1,7088	196,04	52,0
N-39	142,01	2,5938	197,03	54,9
N-40	135,91	2,8650	191,12	55,1
N-41	139,33	1,7613	189,92	50,5
N-42	134,55	1,6725	195,74	61,1
N-43	143,74	1,2638	195,96	52,1
N-44	148,86	2,5875	195,53	46,6
N-45	136,53	2,2350	193,62	57,0
N-46	132,19	1,5300	192,11	59,8
N-47	138,66	1,4275	191,27	52,5
N-48	139,39	0,9550	190,61	51,1
N-49	131,61	0,9025	190,90	59,2
N-50	130,39	1,1388	192,03	61,5
N-51	127,15	0,7638	191,92	64,6
N-52	126,43	1,2363	191,88	65,3
N-53	125,67	1,5880	191,84	66,0
N-54	130,74	1,8975	191,12	60,3
N-55	138,34	1,9613	193,71	55,3
N-56	146,59	2,1075	197,39	50,7
N-57	140,40	2,2050	196,71	56,2
N-58	138,51	1,9950	196,06	57,4
N-59	135,40	1,6688	195,44	59,9
N-60	134,03	0,9750	192,74	58,6
N-61	131,96	1,5413	191,91	59,8
N-62	130,64	1,0838	191,75	61,0
N-63	135,40	1,9688	196,03	60,5
N-64	135,40	2,1000	193,66	58,1
N-65	132,40	2,7975	194,78	62,3

suite de tableau N° 24				
N° des nœuds	Élévation (m)	Demande (L/s)	Charge hydraulique (m)	Pression (m H2O)
N-66	129,46	1,9563	191,49	61,9
N-67	128,55	2,3725	191,74	63,1
N-68	121,05	1,8063	190,82	69,6
N-69	116,97	1,5138	191,23	74,1
N-70	127,89	1,7875	191,48	63,5
N-71	132,45	1,9638	191,76	59,2
N-72	120,59	2,2338	191,59	70,9
N-73	113,54	2,1513	190,91	77,2
N-74	109,01	0,6213	190,88	81,7
N-75	106,18	0,4975	190,86	84,5
N-76	105,09	0,8200	190,84	85,6
N-77	112,49	1,2025	190,83	78,2
N-78	114,34	0,8838	190,82	76,3
N-79	119,84	0,5163	190,82	70,8
N-80	122,05	2,9013	191,01	68,8
N-81	128,00	1,2663	191,04	62,9
N-82	137,98	1,9950	191,10	53,0
N-83	125,63	1,3525	191,01	65,3
N-84	122,69	1,2438	191,02	68,2
N-85	124,27	2,2150	191,02	66,6
N-86	129,65	1,7238	191,03	61,3
N-87	130,67	1,3750	190,55	59,8
N-88	134,82	0,9700	189,77	54,8
N-89	142,34	1,2250	189,62	47,2
N-90	139,84	1,1763	190,49	50,5
N-91	143,15	1,7763	191,12	47,9
N-92	135,62	1,1800	189,92	54,2
N-93	136,17	1,9075	190,57	54,3
N-94	141,68	3,1675	191,06	49,3
N-95	139,64	0,9188	190,65	50,9
N-96	133,87	0,9513	190,56	56,6
N-97	128,17	1,8475	189,97	61,7
N-98	143,64	3,3750	190,93	47,2
N-99	156,75	4,3238	191,15	34,3
N-100	160,19	2,8238	191,30	31,0
N-101	167,34	3,4463	191,39	24,0
N-102	156,75	4,4700	191,26	34,4
N-103	143,98	2,3400	191,20	47,1
N-104	155,88	2,8800	191,26	35,3
N-105	152,95	1,7775	206,11	53,0

suite de tableau N° 24				
N° des nœuds	Élévation (m)	Demande (L/s)	Charge hydraulique (m)	Pression (m H2O)
N-106	169,90	0,3038	203,77	33,8
N-107	169,35	0,2775	203,55	34,1
N-108	152,80	0,3825	194,52	41,6
N-109	147,92	0,5700	193,57	45,6
N-110	139,10	0,4463	196,89	57,7
N-111	137,55	0,3863	195,32	57,7
N-112	149,85	0,7463	192,38	42,4
N-113	144,10	0,4950	191,07	46,9
N-114	150,24	0,6263	189,17	38,9
N-115	131,70	0,6000	194,00	62,2
N-116	131,73	0,3938	192,30	60,4
N-117	133,30	0,5100	190,10	56,7
N-118	133,22	0,5775	189,64	56,3
N-119	135,65	0,5250	190,31	54,6
N-120	137,71	0,3938	190,33	52,5
N-121	162,65	1,6800	206,36	43,6
N-122	159,44	1,0800	205,52	46,0
N-123	160,95	0,4125	205,16	44,1
N-124	169,90	1,0425	204,19	34,2
N-125	162,53	0,4350	203,77	41,2
N-126	157,90	0,3000	204,05	46,1
N-127	163,64	1,0050	204,85	41,1
N-142	61,00	0,7800	66,98	6,0
N-143	58,50	1,0100	66,52	8,0
N-144	41,80	1,1790	65,98	24,1
N-145	36,41	2,2208	65,67	29,2
N-146	23,01	1,8223	60,36	37,3
N-147	21,78	0,6891	59,85	38,0
N-148	19,98	0,3127	59,67	39,6
N-149	23,50	0,6675	59,46	35,9
N-149'	25,50	0,1875	59,42	33,9
N-150	28,02	0,4613	58,87	30,8
N-150'	25,50	0,1763	58,84	33,3
N-147'	27,34	0,4388	59,40	32,0
N-151	30,00	1,3913	65,85	35,8
N-151'	30,51	0,6375	64,53	34,0
N-152	40,00	1,1700	66,02	26,0
N-153	60,78	1,1663	66,47	5,7
N-145'	28,02	0,8625	62,55	34,5
N-144'	39,61	0,7650	65,78	26,1

suite de tableau N° 24				
N° des nœuds	Élévation (m)	Demande (L/s)	Charge hydraulique (m)	Pression (m H2O)
N-143'	51,20	0,6488	66,50	15,3
N-142'	49,58	0,6450	65,62	16,0
N-153'	60,00	0,2175	67,00	7,0
N-153"	55,34	0,6488	64,66	9,3
N-152'	52,23	0,6375	65,84	13,6
N-154	63,80	0,2513	76,17	12,3
N-155	66,00	0,6413	76,14	10,1
N-156	66,80	0,5625	75,98	9,2
N-157	61,80	0,5625	75,63	13,8
N-157'	60,80	0,2663	75,59	14,8
N-158	60,13	0,3975	75,29	15,1
N-158'	59,65	0,1988	75,27	15,6
N-159	59,01	0,7538	74,98	15,9
N-159'	57,01	0,1463	74,97	17,9
N-155'	54,00	0,4913	75,87	21,8
N-156'	45,80	0,4913	75,70	29,8
N-161'	38,12	0,4950	70,94	32,8
N-161	40,12	2,4600	71,23	31,0
N-160	35,00	0,7463	71,51	36,4
N-162	32,80	0,7613	71,43	38,6
N-163	33,80	0,6075	71,35	37,5
N-164	30,00	0,5738	71,33	41,2
N-165	29,60	0,6075	71,15	41,5
N-168	23,48	1,0350	71,24	47,7
N-166	27,12	0,4800	71,10	43,9
N-167	27,00	1,0313	71,06	44,0
N-169	20,00	2,2238	70,45	50,3
N-169'	18,50	0,4200	70,27	51,7
N-137'	199,00	0,2963	221,42	22,4
N-137"	198,12	0,2963	221,42	23,2
N-137	197,65	0,8494	221,52	23,8
N-135	196,90	1,0313	220,18	23,2
N-134	194,50	0,1688	222,03	27,5
N-133	195,00	1,0013	221,97	26,9
N-135"	197,00	0,4500	219,14	22,1
N-140	196,00	1,4025	221,84	25,8
N-136	195,23	1,2229	221,70	26,4
N-138	193,21	0,9833	221,65	28,4
N-139	184,80	2,1128	221,18	36,3

suite de tableau N° 24				
N° des nœuds	Élévation (m)	Demande (L/s)	Charge hydraulique (m)	Pression (m H2O)
N-132	186,00	1,6275	220,48	34,4
N-132'	183,00	0,1613	220,47	37,4
N-131'	181,55	0,7080	219,97	38,3
N-130'	181,00	0,1650	219,91	38,8
N-131	182,40	0,5588	220,12	37,6
N-130	181,50	0,3788	219,92	38,3
N-128'	178,56	0,3188	219,77	41,1
N-128	180,00	0,5138	219,50	39,4
N-129	182,91	0,9750	219,77	36,8
N-141	179,92	0,5580	219,89	39,9
N-138'	193,55	0,2925	221,55	27,9
N-135'	198,00	0,5813	219,45	21,4
N-129'	182,55	0,2175	219,74	37,1

Tableau N°25 : résultats de la simulation sur les conduites :

N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesse (m/s)
C-1	N-106	N-12	81,00	34,0	-0,3038	0,33
C-2	N-12	N-11	269,00	350,0	85,5035	0,89
C-3	N-11	N-107	74,00	34,0	0,2775	0,31
C-4	N-12	N-1	231,00	350,0	-88,0953	0,92
C-5	N-1	N-2	244,00	350,0	-149,4422	1,55
C-6	N-2	N-121	84,00	100,0	5,9550	0,76
C-7	N-121	N-122	96,00	76,8	3,2700	0,71
C-8	N-122	N-123	110,00	42,6	0,4125	0,29
C-9	N-122	N-124	82,00	53,6	1,7775	0,79
C-10	N-124	N-125	116,00	42,6	0,4350	0,31
C-11	N-124	N-126	80,00	42,6	0,3000	0,21
C-12	N-127	N-121	268,00	53,6	-1,0050	0,45
C-13	N-1	N-9	236,00	250,0	35,9135	0,73
C-14	N-9	N-10	221,00	200,0	32,0710	1,02
C-15	N-10	N-11	133,00	350,0	-83,3410	0,87
C-16	N-10	N-17	257,00	350,0	113,0206	1,17
C-17	N-17	N-20	124,00	350,0	92,3590	0,96
C-18	N-20	N-19	74,00	300,0	23,2377	0,33
C-19	N-19	N-18	334,00	300,0	21,7077	0,31
C-20	N-18	N-21	72,00	175,0	20,0852	0,84
C-21	N-21	N-20	335,00	350,0	-67,1225	0,70

suite de tableau N° 25						
N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesse (m/s)
C-22	N-17	N-16	100,00	150,0	18,7578	1,06
C-23	N-16	N-22	246,00	200,0	9,8699	0,31
C-24	N-22	N-23	111,00	100,0	-0,3274	0,04
C-25	N-23	N-21	84,00	350,0	-85,3664	0,89
C-26	N-32	N-23	331,00	350,0	-82,3277	0,86
C-27	N-32	N-31	314,00	350,0	79,0702	0,82
C-28	N-31	N-30	616,00	350,0	75,4827	0,78
C-29	N-30	N-29	225,00	300,0	67,0789	0,95
C-30	N-29	N-28	160,00	40,0	1,4831	1,18
C-31	N-28	N-114	167,00	40,0	0,6263	0,50
C-33	N-29	N-56	100,00	225,0	63,7770	1,60
C-34	N-56	N-55	241,00	175,0	38,6665	1,61
C-35	N-55	N-27	213,00	100,0	-5,3195	0,68
C-36	N-27	N-28	279,00	50,0	1,4157	0,72
C-37	N-27	N-26	178,00	125,0	-9,2477	0,75
C-38	N-26	N-44	42,00	53,6	1,3882	0,62
C-39	N-45	N-44	352,00	40,0	-0,4557	0,36
C-40	N-45	N-55	69,00	300,0	-42,0247	0,59
C-41	N-44	N-38	256,00	80,0	-1,6550	0,33
C-42	N-38	N-25	132,00	200,0	-14,9504	0,48
C-43	N-25	N-26	267,00	200,0	12,6122	0,40
C-44	N-45	N-46	175,00	200,0	40,2454	1,28
C-45	N-46	N-47	147,00	76,8	2,6186	0,57
C-46	N-47	N-113	132,00	53,6	0,4950	0,22
C-47	N-47	N-48	75,00	42,6	0,6961	0,49
C-48	N-48	N-49	153,00	40,0	-0,2589	0,21
C-49	N-49	N-50	153,00	53,6	-1,1614	0,51
C-50	N-50	N-46	86,00	300,0	-36,0968	0,51
C-51	N-25	N-24	253,00	200,0	-29,9738	0,95
C-52	N-24	N-22	376,00	100,0	-7,4484	0,95
C-53	N-24	N-14	124,00	175,0	-25,3492	1,05
C-54	N-14	N-15	304,00	100,0	-6,8580	0,87
C-55	N-15	N-16	42,00	100,0	-8,2555	1,05
C-56	N-14	N-13	468,00	175,0	-21,9512	0,91
C-57	N-13	N-8	248,00	175,0	-24,0560	1,00
C-58	N-8	N-9	162,00	50,0	-1,4212	0,72
C-59	N-8	N-7	107,00	175,0	-24,5735	1,02
C-60	N-7	N-1	201,00	150,0	-21,9679	1,24
C-61	N-7	N-6	425,00	100,0	-5,3545	0,68

suite de tableau N° 25						
N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesse (m/s)
C-62	N-6	N-33	332,00	100,0	6,1385	0,78
C-63	N-33	N-13	270,00	42,6	0,6803	0,48
C-64	N-33	N-34	295,00	50,0	1,9944	1,02
C-65	N-34	N-35	104,00	50,0	-0,0669	0,03
C-66	N-35	N-109	152,00	40,0	0,5700	0,45
C-67	N-35	N-36	187,00	100,0	-2,3982	0,31
C-68	N-36	N-37	159,00	100,0	-5,2883	0,67
C-69	N-37	N-38	50,00	200,0	-11,5866	0,37
C-70	N-56	N-57	221,00	200,0	23,0030	0,73
C-71	N-57	N-63	279,00	100,0	3,3092	0,42
C-72	N-63	N-64	246,00	53,6	1,3404	0,59
C-73	N-64	N-65	314,00	53,0	-0,7596	0,34
C-74	N-65	N-58	219,00	100,0	-5,2868	0,67
C-75	N-58	N-57	88,00	150,0	-17,4888	0,99
C-76	N-58	N-59	225,00	150,0	10,2070	0,58
C-77	N-59	N-115	160,00	40,0	0,6000	0,48
C-78	N-59	N-60	60,00	76,8	7,9382	1,71
C-79	N-60	N-116	107,00	40,0	0,3938	0,31
C-80	N-60	N-61	95,00	100,0	6,5694	0,84
C-81	N-61	N-66	282,00	40,0	0,2266	0,18
C-82	N-66	N-65	213,00	53,6	-1,7297	0,77
C-83	N-61	N-62	34,00	100,0	4,8015	0,61
C-84	N-62	N-52	204,00	40,0	-0,1461	0,12
C-85	N-52	N-53	52,00	300,0	31,6504	0,45
C-86	N-53	N-71	131,00	300,0	28,2276	0,40
C-87	N-71	N-67	83,00	300,0	16,8377	0,24
C-88	N-67	N-62	51,00	200,0	-3,8638	0,12
C-89	N-67	N-70	200,00	200,0	14,3981	0,46
C-90	N-70	N-69	250,00	200,0	12,6106	0,40
C-91	N-69	N-68	129,00	150,0	11,0968	0,63
C-92	N-68	N-67	272,00	100,0	-3,9309	0,50
C-93	N-68	N-79	56,00	300,0	-6,3372	0,09
C-94	N-79	N-78	55,00	300,0	-6,8535	0,10
C-95	N-78	N-77	154,00	300,0	-7,7373	0,11
C-96	N-77	N-76	140,00	300,0	-8,9398	0,13
C-97	N-76	N-75	52,00	300,0	-20,4879	0,29
C-98	N-75	N-74	54,00	300,0	-20,9854	0,30
C-99	N-74	N-73	84,00	300,0	-21,6067	0,31
C-100	N-73	N-72	105,00	100,0	-5,5921	0,71
C-101	N-72	N-71	283,00	200,0	-9,4261	0,30

suite de tableau N° 25						
N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesse (m/s)
C-102	N-73	N-80	357,00	300,0	-18,1659	0,26
C-103	N-80	N-83	117,00	350,0	-6,7082	0,07
C-104	N-83	N-84	157,00	350,0	-8,0607	0,08
C-105	N-84	N-85	148,00	350,0	-9,3045	0,10
C-106	N-85	N-97	256,00	53,6	0,8485	0,38
C-107	N-97	N-96	46,00	53,6	-1,5765	0,70
C-108	N-96	N-95	41,00	100,0	-3,0528	0,39
C-109	N-95	N-120	105,00	42,6	0,3938	0,28
C-110	N-119	N-96	140,00	53,0	-0,5250	0,24
C-111	N-118	N-97	154,00	53,0	-0,5775	0,26
C-112	N-95	N-94	99,00	100,0	-4,3654	0,56
C-113	N-94	N-86	255,00	350,0	15,9322	0,17
C-114	N-86	N-85	150,00	350,0	12,3679	0,13
C-115	N-94	N-99	464,00	350,0	-23,4651	0,24
C-116	N-99	N-98	354,00	100,0	1,5795	0,20
C-117	N-98	N-93	114,00	100,0	3,7786	0,48
C-118	N-93	N-92	257,00	76,8	1,6883	0,36
C-119	N-92	N-88	31,00	42,6	0,5083	0,36
C-120	N-88	N-89	196,00	42,6	0,1866	0,13
C-121	N-89	N-90	104,00	50,0	-1,0384	0,53
C-122	N-90	N-91	183,00	80,0	-2,2147	0,44
C-123	N-91	N-82	215,00	300,0	12,1297	0,17
C-124	N-82	N-40	83,00	200,0	-6,0007	0,19
C-125	N-40	N-54	323,00	200,0	-1,5375	0,05
C-126	N-54	N-53	214,00	75,0	-1,8348	0,42
C-127	N-72	N-54	181,00	75,0	1,6002	0,36
C-128	N-87	N-88	102,00	42,6	0,6483	0,45
C-129	N-87	N-86	28,00	53,6	-1,8405	0,82
C-130	N-87	N-93	111,00	53,6	-0,1828	0,08
C-131	N-40	N-41	196,00	42,6	0,5731	0,40
C-132	N-41	N-42	247,00	42,6	-1,1882	0,83
C-133	N-42	N-43	96,00	100,0	-3,2470	0,41
C-134	N-43	N-37	241,00	200,0	-4,5108	0,14
C-135	N-50	N-51	130,00	300,0	33,7966	0,48
C-136	N-51	N-52	47,00	300,0	33,0328	0,47
C-137	N-36	N-112	199,00	40,0	0,7463	0,59
C-138	N-40	N-39	162,00	80,0	-7,9013	1,57
C-139	N-39	N-110	119,00	53,6	0,4463	0,20
C-140	N-39	N-6	384,00	100,0	-10,9414	1,39
C-141	N-6	N-5	103,00	150,0	-27,1994	1,54

suite de tableau N° 25						
N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesse (m/s)
C-142	N-5	N-105	220,00	100,0	5,3372	0,68
C-143	N-105	N-103	254,00	53,6	3,5597	1,58
C-144	N-103	N-91	49,00	200,0	16,1207	0,51
C-145	N-103	N-104	321,00	300,0	-14,9010	0,21
C-146	N-104	N-4	293,00	40,0	-1,6061	1,28
C-147	N-4	N-5	251,00	300,0	34,6891	0,49
C-148	N-4	N-3	76,00	175,0	-38,6202	1,61
C-150	N-101	N-102	318,00	350,0	33,8385	0,35
C-151	N-102	N-99	335,00	350,0	29,3685	0,31
C-152	N-98	N-100	406,00	150,0	-5,5741	0,32
C-153	N-100	N-104	154,00	300,0	16,1749	0,23
C-154	N-2	N-3	461,00	400,0	-164,2702	1,31
C-159	N-101	N-100	193,00	300,0	24,5728	0,35
C-160	N-34	N-108	102,00	42,6	0,3825	0,27
C-167	T-2	N-101	579,00	400,0	61,8576	0,49
C-168	N-117	N-80	136,00	40,0	-0,5100	0,41
C-169	N-80	N-81	77,00	250,0	-14,8691	0,30
C-170	N-81	N-82	234,00	300,0	-16,1354	0,23
C-171	N-111	N-42	103,00	40,0	-0,3863	0,31
C-185	N-142	N-142'	172,00	40,0	0,6450	0,51
C-186	N-142	N-143	36,00	100,0	9,3487	1,19
C-187	N-143	N-143'	173,00	100,0	0,6488	0,08
C-188	N-143	N-144	60,00	100,0	7,6899	0,98
C-189	N-144	N-144'	204,00	40,0	0,2079	0,17
C-190	N-144	N-145	50,40	100,0	6,3031	0,80
C-191	N-145	N-145'	230,00	40,0	0,8625	0,69
C-192	N-145	N-146	311,82	63,0	3,2198	1,03
C-193	N-146	N-147	35,38	63,0	2,9332	0,94
C-194	N-147	N-148	31,38	63,0	1,8053	0,58
C-195	N-148	N-149	52,00	63,0	1,4926	0,48
C-196	N-149	N-149'	50,00	40,0	0,1875	0,15
C-197	N-149	N-150	76,00	40,0	0,6376	0,51
C-198	N-150	N-150'	47,00	40,0	0,1763	0,14
C-199	N-147	N-147'	117,00	40,0	0,4388	0,35
C-200	N-146	N-151	139,00	40,0	-1,5357	1,22
C-201	N-151	N-151'	170,00	40,0	0,6375	0,51
C-202	N-151	N-152	62,00	100,0	-3,5645	0,45
C-203	N-152	N-152'	70,00	50,0	0,6375	0,32
C-204	N-152	N-153	80,00	100,0	-5,9292	0,75
C-205	N-153	N-153"	173,00	40,0	0,6488	0,52

suite de tableau N° 25						
N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesse (m/s)
C-206	N-153	N-153'	58,00	100,0	-7,7443	0,99
C-207	T-4	N-142	205,00	300,0	10,7737	0,15
C-212	T-4	N-153'	78,27	300,0	7,9618	0,11
C-213	T-5	N-154	128,79	150,0	16,2044	0,92
C-214	N-154	N-155	21,00	100,0	2,1864	0,28
C-215	N-155	N-156	19,00	50,0	1,0538	0,54
C-216	N-156	N-156'	131,00	50,0	0,4913	0,25
C-217	N-155'	N-155	131,00	50,0	-0,4913	0,25
C-218	N-154	N-157	46,00	125,0	13,7667	1,12
C-219	N-157	N-157'	71,00	50,0	0,2663	0,14
C-220	N-157	N-158	33,00	125,0	12,9379	1,05
C-221	N-158	N-158'	53,00	50,0	0,1988	0,10
C-222	N-158	N-159	33,00	125,0	12,3416	1,01
C-223	N-159	N-159'	39,00	50,0	0,1463	0,07
C-224	N-159	N-160	142,00	100,0	11,4415	1,46
C-225	N-160	N-161	43,00	100,0	5,5988	0,71
C-226	N-161	N-161'	132,00	50,0	0,4950	0,25
C-227	N-160	N-162	14,00	100,0	5,0964	0,65
C-228	N-162	N-163	39,00	100,0	2,9341	0,37
C-229	N-163	N-164	26,00	100,0	1,8344	0,23
C-230	N-164	N-165	71,00	50,0	0,5488	0,28
C-231	N-165	N-163	97,00	50,0	-0,4922	0,25
C-232	N-164	N-166	56,00	50,0	0,7118	0,36
C-233	N-166	N-167	72,00	50,0	0,2318	0,12
C-234	N-167	N-165	53,00	50,0	-0,4335	0,22
C-235	N-162	N-168	126,00	80,0	1,4010	0,28
C-236	N-168	N-167	150,00	50,0	0,3660	0,19
C-237	N-169'	N-169	112,00	50,0	-0,4200	0,21
C-238	N-169	N-161	481,00	100,0	-2,6438	0,34
C-239	N-134	N-135	38,00	50,0	2,0626	1,05
C-240	N-135	N-135"	120,00	40,0	0,4500	0,36
C-241	N-135'	N-135	155,00	50,0	-0,5813	0,30
C-242	N-134	N-133	7,00	425,0	223,9597	1,58
C-243	N-133	N-132	186,00	400,0	184,3160	1,47
C-244	N-132	N-132'	43,00	50,0	0,1613	0,10
C-245	N-133	N-140	74,00	300,0	38,6424	0,55
C-246	N-140	N-139	244,00	200,0	16,5205	0,53
C-247	N-139	N-138	170,60	200,0	-16,7787	0,53
C-248	N-138	N-136	13,60	200,0	-18,0545	0,57
C-249	N-136	N-140	56,00	200,0	-20,7194	0,66

suite de tableau N° 25						
N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesse (m/s)
C-250	N-136	N-137	68,50	80,0	1,4420	0,29
C-251	N-137	N-137''	79,00	50,0	0,2963	0,15
C-252	N-137	N-137'	79,00	50,0	0,2963	0,15
C-253	N-138'	N-138	78,00	50,0	-0,2925	0,15
C-254	N-139	N-141	148,80	200,0	31,1864	0,99
C-255	N-131'	N-131	37,00	50,0	-0,7080	0,36
C-256	N-131	N-130	32,00	375,0	176,0450	1,59
C-257	N-130	N-130'	44,00	50,0	0,1650	0,08
C-258	N-130	N-128'	25,00	375,0	175,5012	1,59
C-259	N-128'	N-128	60,00	400,0	175,1824	1,39
C-260	N-128	N-129	77,00	100,0	-4,0229	0,51
C-261	N-129'	N-129	58,00	50,0	-0,2175	0,11
C-262	N-131	N-132	80,00	400,0	-177,3118	1,41
C-263	N-132	N-129	125,00	100,0	5,2154	0,66
C-264	N-141	N-128	75,00	200,0	30,6284	0,97
C-266	N-128	N-3	1 323,12	400,0	209,3200	1,67
C-267	R-1	N-134	600,00	600,0	226,1911	0,80
C-270	N-76	R-4	1 500,00	80,0	10,7281	2,13
C-272	N-68	R-5	1 224,00	100,0	19,5586	2,49
C-273	N-152	N-144'	25,60	40,0	0,5571	0,44

NB : après une nouvelle conception et simulation du notre réseau (voir planche N°1) nous remarquons que nous avons quelques dépression à la partie basse de la région, c'est pour cela nous préconisons des réducteurs de pression à chaque conduites ou nous avons une pression supérieure à 6 bars, pour les pressions inférieur à 2 bars on peut les acceptés vu que les habitations sont pas des bâtiments.

Pour la simulation sur les conduites nous avons remarqué que il ya des vitesses faibles inferieures à 0,5 m/s mais ça s'influe pas sur notre réseau de distribution la nous avons les débits et les longueurs sont faibles et des vitesses supérieure à 1,5 m/s dans les conduites qui sort des réservoirs (voir figure N°4).

➤ Cas de pointe plus incendie :

Tableau N°26 : résultats de la simulation sur les nœuds :

N° des nœuds	Elévation (m)	Demande (L/s)	Charge hydraulique (m)	Pression (m H2O)
N-1	162,83	3,4656	207,15	44,2
N-2	164,36	8,8730	208,79	44,3
N-3	160,19	6,4296	210,71	50,4
N-4	159,68	2,3250	209,49	49,7
N-5	160,90	2,1525	209,25	48,3
N-6	154,45	4,7650	207,42	52,9
N-7	158,85	2,7488	204,77	45,8
N-8	158,66	1,9388	204,03	45,3
N-9	162,20	2,4213	206,56	44,3
N-10	162,83	2,3913	205,24	42,3
N-11	168,65	1,8850	205,55	36,8
N-12	167,67	2,2880	206,19	38,4
N-13	159,66	2,7850	202,38	42,6
N-14	156,66	3,4600	199,73	43,0
N-15	164,57	1,3975	202,72	38,1
N-16	166,45	0,6325	203,30	36,8
N-17	171,68	1,9038	204,20	32,5
N-18	181,24	1,6225	203,69	22,4
N-19	174,27	1,5300	203,82	29,5
N-20	176,73	1,9988	203,86	27,1
N-21	180,48	1,8413	203,34	22,8
N-23	176,83	2,7113	203,13	26,3
N-22	171,95	2,7488	203,13	31,1
N-24	152,30	2,8238	198,81	46,4
N-25	146,30	2,4113	197,47	51,1
N-26	152,48	1,9763	197,17	44,6
N-27	150,14	2,5125	196,00	45,8
N-28	150,24	2,2725	191,90	41,6
N-29	149,29	1,8188	199,74	50,4
N-30	149,29	8,4038	200,50	51,1
N-31	170,35	3,5875	201,71	31,3
N-32	180,03	3,2575	202,38	22,3
N-33	151,50	3,4638	204,80	53,2
N-34	150,95	1,6788	196,09	45,0
N-35	148,45	1,7613	196,09	47,5
N-36	148,26	2,1438	196,33	48,0

Suite de tableau N°26				
N° des nœuds	Elévation (m)	Demande (L/s)	Charge hydraulique	Pression (m H2O)
N-37	143,03	1,7875	197,24	54,1
N-38	143,95	1,7088	197,29	53,2
N-39	142,01	2,5938	197,89	55,8
N-40	135,91	2,8650	191,13	55,1
N-41	139,33	1,7613	190,27	50,8
N-42	134,55	1,6725	196,97	62,3
N-43	143,74	1,2638	197,21	53,4
N-44	148,86	2,5875	196,73	47,8
N-45	136,53	2,2350	194,22	57,6
N-46	132,19	1,5300	192,45	60,1
N-47	138,66	1,4275	191,60	52,8
N-48	139,39	0,9550	190,94	51,4
N-49	131,61	0,9025	191,23	59,5
N-50	130,39	1,1388	192,35	61,8
N-51	127,15	0,7638	192,22	64,9
N-52	126,43	1,2363	192,17	65,6
N-53	125,67	1,5880	192,12	66,3
N-54	130,74	1,8975	191,14	60,3
N-55	138,34	1,9613	194,32	55,9
N-56	146,59	2,1075	198,49	51,8
N-57	140,40	2,2050	197,78	57,3
N-58	138,51	1,9950	197,07	58,4
N-59	135,40	1,6688	196,37	60,8
N-60	134,03	0,9750	193,23	59,1
N-61	131,96	1,5413	192,23	60,1
N-62	130,64	1,0838	192,01	61,2
N-63	135,40	1,9688	197,08	61,6
N-64	135,40	2,1000	194,67	59,2
N-65	132,40	2,7975	195,74	63,2
N-66	129,46	1,9563	192,09	62,5
N-67	128,55	2,3725	192,00	63,3
N-68	121,05	1,8063	190,77	69,6
N-69	116,97	1,5138	191,34	74,2
N-70	127,89	1,7875	191,67	63,7
N-71	132,45	1,9638	192,02	59,5
N-72	120,59	2,2338	191,81	71,1
N-73	113,54	2,1513	190,88	77,2
N-74	109,01	0,6213	190,84	81,7
N-75	106,18	0,4975	190,82	84,5

Suite de tableau N°26				
N° des nœuds	Elévation (m)	Demande (L/s)	Charge hydraulique (m)	Pression (m H2O)
N-76	105,09	0,8200	190,80	85,5
N-77	112,49	1,2025	190,78	78,1
N-78	114,34	0,8838	190,77	76,3
N-79	119,84	0,5163	190,77	70,8
N-80	122,05	2,9013	191,00	68,8
N-81	128,00	1,2663	191,04	62,9
N-82	137,98	1,9950	191,10	53,0
N-83	125,63	1,3525	191,00	65,2
N-84	122,69	1,2438	191,01	68,2
N-85	124,27	2,2150	191,01	66,6
N-86	129,65	1,7238	191,02	61,2
N-87	130,67	1,3750	190,54	59,8
N-88	134,82	0,9700	189,76	54,8
N-89	142,34	1,2250	189,62	47,2
N-90	139,84	1,1763	190,49	50,6
N-91	143,15	1,7763	191,13	47,9
N-92	135,62	1,1800	189,91	54,2
N-93	136,17	1,9075	190,57	54,3
N-94	141,68	3,1675	191,05	49,3
N-95	139,64	0,9188	190,64	50,9
N-96	133,87	0,9513	190,56	56,6
N-97	128,17	1,8475	189,96	61,7
N-98	143,64	3,3750	190,93	47,2
N-99	156,75	4,3238	191,15	34,3
N-100	160,19	2,8238	191,30	31,0
N-101	167,34	3,4463	191,39	24,0
N-102	156,75	4,4700	191,25	34,4
N-103	143,98	2,3400	191,20	47,1
N-104	155,88	2,8800	191,26	35,3
N-105	152,95	1,7775	207,84	54,8
N-106	169,90	0,3038	205,45	35,5
N-107	169,35	0,2775	205,19	35,8
N-108	152,80	0,3825	195,79	42,9
N-109	147,92	0,5700	194,84	46,8
N-110	139,10	0,4463	197,74	58,5
N-111	137,55	0,3863	196,56	58,9
N-112	149,85	0,7463	193,64	43,7
N-113	144,10	0,4950	191,40	47,2
N-114	150,24	0,6263	190,27	40,0

Suite de tableau N°26				
N° des nœuds	Élévation (m)	Demande (L/s)	Charge hydraulique (m)	Pression (m H2O)
N-115	131,70	0,6000	194,92	63,1
N-116	131,73	0,3938	192,78	60,9
N-117	133,30	0,5100	190,09	56,7
N-118	133,22	0,5775	189,63	56,3
N-119	135,65	0,5250	190,30	54,5
N-120	137,71	0,3938	190,32	52,5
N-121	162,65	1,6800	208,18	45,4
N-122	159,44	1,0800	207,34	47,8
N-123	160,95	0,4125	206,98	45,9
N-124	169,90	1,0425	206,01	36,0
N-125	162,53	0,4350	205,59	43,0
N-126	157,90	0,3000	205,87	47,9
N-127	163,64	1,0050	206,67	42,9
N-142	61,00	0,7800	66,98	6,0
N-143	58,50	1,0100	66,41	7,9
N-144	41,80	1,1790	65,72	23,9
N-145	36,41	2,2208	65,38	28,9
N-146	23,01	1,8223	58,95	35,9
N-147	21,78	0,6891	58,44	36,6
N-148	19,98	0,3127	58,26	38,2
N-149	23,50	0,6675	58,04	34,5
N-149'	25,50	0,1875	58,00	32,4
N-150	28,02	0,4613	57,46	29,4
N-150'	25,50	0,1763	57,42	31,9
N-147'	27,34	0,4388	57,99	30,6
N-151	30,00	1,3913	62,33	32,3
N-151'	30,51	0,6375	61,02	30,4
N-152	40,00	1,1700	62,48	22,4
N-153	60,78	18,1663	62,78	2,0
N-145'	28,02	0,8625	62,26	34,2
N-144'	39,61	0,7650	62,50	22,8
N-143'	51,20	0,6488	66,40	15,2
N-142'	49,58	0,6450	65,62	16,0
N-153'	60,00	0,2175	66,96	7,0
N-153"	55,34	0,6488	60,98	5,6
N-152'	52,23	0,6375	62,30	10,0
N-154	63,80	0,2513	76,17	12,3
N-155	66,00	0,6413	76,14	10,1
N-156	66,80	0,5625	75,98	9,2

Suite de tableau N°26				
N° des nœuds	Élévation (m)	Demande (L/s)	Charge hydraulique (m)	Pression (m H2O)
N-157	61,80	0,5625	75,63	13,8
N-157'	60,80	0,2663	75,59	14,8
N-158	60,13	0,3975	75,29	15,1
N-158'	59,65	0,1988	75,27	15,6
N-159	59,01	0,7538	74,98	15,9
N-159'	57,01	0,1463	74,97	17,9
N-155'	54,00	0,4913	75,87	21,8
N-156'	45,80	0,4913	75,70	29,8
N-161'	38,12	0,4950	70,94	32,8
N-161	40,12	2,4600	71,23	31,0
N-160	35,00	0,7463	71,51	36,4
N-162	32,80	0,7613	71,43	38,6
N-163	33,80	0,6075	71,35	37,5
N-164	30,00	0,5738	71,33	41,2
N-165	29,60	0,6075	71,15	41,5
N-168	23,48	1,0350	71,24	47,7
N-166	27,12	0,4800	71,10	43,9
N-167	27,00	1,0313	71,06	44,0
N-169	20,00	2,2238	70,45	50,3
N-169'	18,50	0,4200	70,27	51,7
N-137'	199,00	0,2963	221,36	22,3
N-137"	198,12	0,2963	221,36	23,2
N-137	197,65	0,8494	221,46	23,8
N-135	196,90	1,0313	220,13	23,2
N-134	194,50	0,1688	221,99	27,4
N-133	195,00	1,0013	221,92	26,9
N-135"	197,00	0,4500	219,10	22,1
N-140	196,00	1,4025	221,78	25,7
N-136	195,23	1,2229	221,64	26,4
N-138	193,21	0,9833	221,59	28,3
N-139	184,80	2,1128	221,10	36,2
N-132	186,00	1,6275	220,37	34,3
N-132'	183,00	0,1613	220,36	37,3
N-131'	181,55	0,7080	219,83	38,2
N-130'	181,00	0,1650	219,77	38,7
N-131	182,40	0,5588	219,98	37,5
N-130	181,50	0,3788	219,78	38,2
N-128'	178,56	0,3188	219,62	41,0
N-128	180,00	0,5138	219,34	39,3

Suite de tableau N°26				
N° des nœuds	Élévation (m)	Demande (L/s)	Charge hydraulique (m)	Pression (m H2O)
N-129	182,91	0,9750	219,62	36,6
N-141	179,92	0,5580	219,74	39,7
N-138'	193,55	0,2925	221,49	27,9
N-135'	198,00	0,5813	219,41	21,4
N-129'	182,55	0,2175	219,60	37,0

Tableau N°27 : résultats de la simulation sur les conduites :

N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesse (m/s)
C-1	N-106	N-12	81,00	34,0	-0,3038	0,33
C-2	N-12	N-11	269,00	350,0	88,2658	0,92
C-3	N-11	N-107	74,00	34,0	0,2775	0,31
C-4	N-12	N-1	231,00	350,0	-90,8576	0,94
C-5	N-1	N-2	244,00	350,0	-153,7883	1,60
C-6	N-2	N-121	84,00	100,0	5,9550	0,76
C-7	N-121	N-122	96,00	76,8	3,2700	0,71
C-8	N-122	N-123	110,00	42,6	0,4125	0,29
C-9	N-122	N-124	82,00	53,6	1,7775	0,79
C-10	N-124	N-125	116,00	42,6	0,4350	0,31
C-11	N-124	N-126	80,00	42,6	0,3000	0,21
C-12	N-127	N-121	268,00	53,6	-1,0050	0,45
C-13	N-1	N-9	236,00	250,0	36,9957	0,75
C-14	N-9	N-10	221,00	200,0	33,1222	1,05
C-15	N-10	N-11	133,00	350,0	-86,1033	0,89
C-16	N-10	N-17	257,00	350,0	116,8342	1,21
C-17	N-17	N-20	124,00	350,0	95,5724	0,99
C-18	N-20	N-19	74,00	300,0	23,9943	0,34
C-19	N-19	N-18	334,00	300,0	22,4643	0,32
C-20	N-18	N-21	72,00	175,0	20,8418	0,87
C-21	N-21	N-20	335,00	350,0	-69,5793	0,72
C-22	N-17	N-16	100,00	150,0	19,3580	1,10
C-23	N-16	N-22	246,00	200,0	10,3227	0,33
C-24	N-22	N-23	111,00	100,0	-0,0411	0,01
C-25	N-23	N-21	84,00	350,0	-88,5798	0,92
C-26	N-32	N-23	331,00	350,0	-85,8275	0,89
C-27	N-32	N-31	314,00	350,0	82,5700	0,86
C-28	N-31	N-30	616,00	350,0	78,9825	0,82
C-29	N-30	N-29	225,00	300,0	70,5787	1,00

Suite de tableau N°27						
N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesse (m/s)
C-30	N-29	N-28	160,00	40,0	1,4958	1,19
C-31	N-28	N-114	167,00	40,0	0,6263	0,50
C-33	N-29	N-56	100,00	225,0	67,2641	1,69
C-34	N-56	N-55	241,00	175,0	41,3662	1,72
C-35	N-55	N-27	213,00	100,0	-6,2063	0,79
C-36	N-27	N-28	279,00	50,0	1,4030	0,71
C-37	N-27	N-26	178,00	125,0	-10,1219	0,82
C-38	N-26	N-44	42,00	53,6	1,3966	0,62
C-39	N-45	N-44	352,00	40,0	-0,5289	0,42
C-40	N-45	N-55	69,00	300,0	-45,6112	0,65
C-41	N-44	N-38	256,00	80,0	-1,7198	0,34
C-42	N-38	N-25	132,00	200,0	-15,0574	0,48
C-43	N-25	N-26	267,00	200,0	13,4948	0,43
C-44	N-45	N-46	175,00	200,0	43,9051	1,40
C-45	N-46	N-47	147,00	76,8	2,6212	0,57
C-46	N-47	N-113	132,00	53,6	0,4950	0,22
C-47	N-47	N-48	75,00	42,6	0,6987	0,49
C-48	N-48	N-49	153,00	40,0	-0,2563	0,20
C-49	N-49	N-50	153,00	53,6	-1,1588	0,51
C-50	N-50	N-46	86,00	300,0	-39,7540	0,56
C-51	N-25	N-24	253,00	200,0	-30,9634	0,99
C-52	N-24	N-22	376,00	100,0	-7,6150	0,97
C-53	N-24	N-14	124,00	175,0	-26,1723	1,09
C-54	N-14	N-15	304,00	100,0	-7,0052	0,89
C-55	N-15	N-16	42,00	100,0	-8,4027	1,07
C-56	N-14	N-13	468,00	175,0	-22,6270	0,94
C-57	N-13	N-8	248,00	175,0	-24,7065	1,03
C-58	N-8	N-9	162,00	50,0	-1,4523	0,74
C-59	N-8	N-7	107,00	175,0	-25,1930	1,05
C-60	N-7	N-1	201,00	150,0	-22,4694	1,27
C-61	N-7	N-6	425,00	100,0	-5,4725	0,70
C-62	N-6	N-33	332,00	100,0	6,2155	0,79
C-63	N-33	N-13	270,00	42,6	0,7055	0,50
C-64	N-33	N-34	295,00	50,0	2,0462	1,04
C-65	N-34	N-35	104,00	50,0	-0,0151	0,01
C-66	N-35	N-109	152,00	40,0	0,5700	0,45
C-67	N-35	N-36	187,00	100,0	-2,3464	0,30
C-68	N-36	N-37	159,00	100,0	-5,2365	0,67
C-69	N-37	N-38	50,00	200,0	-11,6288	0,37
C-70	N-56	N-57	221,00	200,0	23,7904	0,76
C-71	N-57	N-63	279,00	100,0	3,3241	0,42
C-72	N-63	N-64	246,00	53,6	1,3553	0,60

Suite de tableau N°27						
N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesse (m/s)
C-73	N-64	N-65	314,00	53,0	-0,7447	0,34
C-74	N-65	N-58	219,00	100,0	-5,3748	0,68
C-75	N-58	N-57	88,00	150,0	-18,2614	1,03
C-76	N-58	N-59	225,00	150,0	10,8916	0,62
C-77	N-59	N-115	160,00	40,0	0,6000	0,48
C-78	N-59	N-60	60,00	76,8	8,6228	1,86
C-79	N-60	N-116	107,00	40,0	0,3938	0,31
C-80	N-60	N-61	95,00	100,0	7,2540	0,92
C-81	N-61	N-66	282,00	40,0	0,1238	0,10
C-82	N-66	N-65	213,00	53,6	-1,8325	0,81
C-83	N-61	N-62	34,00	100,0	5,5889	0,71
C-84	N-62	N-52	204,00	40,0	-0,1625	0,13
C-85	N-52	N-53	52,00	300,0	35,2937	0,50
C-86	N-53	N-71	131,00	300,0	31,5348	0,45
C-87	N-71	N-67	83,00	300,0	18,8013	0,27
C-88	N-67	N-62	51,00	200,0	-4,6676	0,15
C-89	N-67	N-70	200,00	200,0	16,4942	0,53
C-90	N-70	N-69	250,00	200,0	14,7067	0,47
C-91	N-69	N-68	129,00	150,0	13,1929	0,75
C-92	N-68	N-67	272,00	100,0	-4,6022	0,59
C-93	N-68	N-79	56,00	300,0	-7,5405	0,11
C-94	N-79	N-78	55,00	300,0	-8,0568	0,11
C-95	N-78	N-77	154,00	300,0	-8,9406	0,13
C-96	N-77	N-76	140,00	300,0	-10,1431	0,14
C-97	N-76	N-75	52,00	300,0	-23,2333	0,33
C-98	N-75	N-74	54,00	300,0	-23,7308	0,34
C-99	N-74	N-73	84,00	300,0	-24,3521	0,34
C-100	N-73	N-72	105,00	100,0	-6,6025	0,84
C-101	N-72	N-71	283,00	200,0	-10,7697	0,34
C-102	N-73	N-80	357,00	300,0	-19,9009	0,28
C-103	N-80	N-83	117,00	350,0	-7,0769	0,07
C-104	N-83	N-84	157,00	350,0	-8,4294	0,09
C-105	N-84	N-85	148,00	350,0	-9,6732	0,10
C-106	N-85	N-97	256,00	53,6	0,8480	0,38
C-107	N-97	N-96	46,00	53,6	-1,5770	0,70
C-108	N-96	N-95	41,00	100,0	-3,0533	0,39
C-109	N-95	N-120	105,00	42,6	0,3938	0,28
C-110	N-119	N-96	140,00	53,0	-0,5250	0,24
C-111	N-118	N-97	154,00	53,0	-0,5775	0,26
C-112	N-95	N-94	99,00	100,0	-4,3659	0,56
C-113	N-94	N-86	255,00	350,0	16,2914	0,17
C-114	N-86	N-85	150,00	350,0	12,7361	0,13

Suite de tableau N°27						
N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesse (m/s)
C-115	N-94	N-99	464,00	350,0	-23,8249	0,25
C-116	N-99	N-98	354,00	100,0	1,5643	0,20
C-117	N-98	N-93	114,00	100,0	3,7859	0,48
C-118	N-93	N-92	257,00	76,8	1,6879	0,36
C-119	N-92	N-88	31,00	42,6	0,5079	0,36
C-120	N-88	N-89	196,00	42,6	0,1849	0,13
C-121	N-89	N-90	104,00	50,0	-1,0401	0,53
C-122	N-90	N-91	183,00	80,0	-2,2164	0,44
C-123	N-91	N-82	215,00	300,0	12,1422	0,17
C-124	N-82	N-40	83,00	200,0	-7,3544	0,23
C-125	N-40	N-54	323,00	200,0	-2,2068	0,10
C-126	N-54	N-53	214,00	75,0	-2,1710	0,49
C-127	N-72	N-54	181,00	75,0	1,9334	0,44
C-128	N-87	N-88	102,00	42,6	0,6471	0,45
C-129	N-87	N-86	28,00	53,6	-1,8315	0,81
C-130	N-87	N-93	111,00	53,6	-0,1906	0,08
C-131	N-40	N-41	196,00	42,6	0,4791	0,34
C-132	N-41	N-42	247,00	42,6	-1,2822	0,90
C-133	N-42	N-43	96,00	100,0	-3,3410	0,43
C-134	N-43	N-37	241,00	200,0	-4,6048	0,15
C-135	N-50	N-51	130,00	300,0	37,4563	0,53
C-136	N-51	N-52	47,00	300,0	36,6925	0,52
C-137	N-36	N-112	199,00	40,0	0,7463	0,59
C-138	N-40	N-39	162,00	80,0	-8,4917	1,69
C-139	N-39	N-110	119,00	53,6	0,4463	0,20
C-140	N-39	N-6	384,00	100,0	-11,5318	1,47
C-141	N-6	N-5	103,00	150,0	-27,9849	1,58
C-142	N-5	N-105	220,00	100,0	5,5548	0,71
C-143	N-105	N-103	254,00	53,6	3,7773	1,67
C-144	N-103	N-91	49,00	200,0	16,1349	0,51
C-145	N-103	N-104	321,00	300,0	-14,6975	0,21
C-146	N-104	N-4	293,00	40,0	-1,7014	1,35
C-147	N-4	N-5	251,00	300,0	35,6922	0,50
C-148	N-4	N-3	76,00	175,0	-39,7186	1,65
C-150	N-101	N-102	318,00	350,0	34,1830	0,36
C-151	N-102	N-99	335,00	350,0	29,7130	0,31
C-152	N-98	N-100	406,00	150,0	-5,5966	0,32
C-153	N-100	N-104	154,00	300,0	15,8761	0,22
C-154	N-2	N-3	461,00	400,0	-168,6163	1,34
C-159	N-101	N-100	193,00	300,0	24,2965	0,34
C-160	N-34	N-108	102,00	42,6	0,3825	0,27
C-167	T-2	N-101	579,00	400,0	61,9258	0,49

Suite de tableau N°27						
N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesse (m/s)
C-168	N-117	N-80	136,00	40,0	-0,5100	0,41
C-169	N-80	N-81	77,00	250,0	-16,2353	0,33
C-170	N-81	N-82	234,00	300,0	-17,5016	0,25
C-171	N-111	N-42	103,00	40,0	-0,3863	0,31
C-185	N-142	N-142'	172,00	40,0	0,6450	0,51
C-186	N-142	N-143	36,00	100,0	10,4295	1,33
C-187	N-143	N-143'	173,00	100,0	0,6488	0,08
C-188	N-143	N-144	60,00	100,0	8,7707	1,12
C-189	N-144	N-144'	204,00	40,0	0,9365	0,75
C-190	N-144	N-145	50,40	100,0	6,6552	0,85
C-191	N-145	N-145'	230,00	40,0	0,8625	0,69
C-192	N-145	N-146	311,82	63,0	3,5719	1,15
C-193	N-146	N-147	35,38	63,0	2,9332	0,94
C-194	N-147	N-148	31,38	63,0	1,8053	0,58
C-195	N-148	N-149	52,00	63,0	1,4926	0,48
C-196	N-149	N-149'	50,00	40,0	0,1875	0,15
C-197	N-149	N-150	76,00	40,0	0,6376	0,51
C-198	N-150	N-150'	47,00	40,0	0,1763	0,14
C-199	N-147	N-147'	117,00	40,0	0,4388	0,35
C-200	N-146	N-151	139,00	40,0	-1,1836	0,94
C-201	N-151	N-151'	170,00	40,0	0,6375	0,51
C-202	N-151	N-152	62,00	100,0	-3,2124	0,41
C-203	N-152	N-152'	70,00	50,0	0,6375	0,32
C-204	N-152	N-153	80,00	100,0	-4,8484	0,62
C-205	N-153	N-153"	173,00	40,0	0,6488	0,52
C-206	N-153	N-153'	58,00	100,0	-23,6635	3,01
C-207	R-4	N-142	205,00	300,0	11,8545	0,17
C-212	R-4	N-153'	78,27	300,0	23,8810	0,34
C-213	R-5	N-154	128,79	150,0	16,2044	0,92
C-214	N-154	N-155	21,00	100,0	2,1864	0,28
C-215	N-155	N-156	19,00	50,0	1,0538	0,54
C-216	N-156	N-156'	131,00	50,0	0,4913	0,25
C-217	N-155'	N-155	131,00	50,0	-0,4913	0,25
C-218	N-154	N-157	46,00	125,0	13,7667	1,12
C-219	N-157	N-157'	71,00	50,0	0,2663	0,14
C-220	N-157	N-158	33,00	125,0	12,9379	1,05
C-221	N-158	N-158'	53,00	50,0	0,1988	0,10
C-222	N-158	N-159	33,00	125,0	12,3416	1,01
C-223	N-159	N-159'	39,00	50,0	0,1463	0,07
C-224	N-159	N-160	142,00	100,0	11,4415	1,46
C-225	N-160	N-161	43,00	100,0	5,5988	0,71
C-226	N-161	N-161'	132,00	50,0	0,4950	0,25

Suite de tableau N°27						
N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesse (m/s)
C-227	N-160	N-162	14,00	100,0	5,0964	0,65
C-228	N-162	N-163	39,00	100,0	2,9341	0,37
C-229	N-163	N-164	26,00	100,0	1,8344	0,23
C-230	N-164	N-165	71,00	50,0	0,5488	0,28
C-231	N-165	N-163	97,00	50,0	-0,4922	0,25
C-232	N-164	N-166	56,00	50,0	0,7118	0,36
C-233	N-166	N-167	72,00	50,0	0,2318	0,12
C-234	N-167	N-165	53,00	50,0	-0,4335	0,22
C-235	N-162	N-168	126,00	80,0	1,4010	0,28
C-236	N-168	N-167	150,00	50,0	0,3660	0,19
C-237	N-169'	N-169	112,00	50,0	-0,4200	0,21
C-238	N-169	N-161	481,00	100,0	-2,6438	0,34
C-239	N-134	N-135	38,00	50,0	2,0626	1,05
C-240	N-135	N-135"	120,00	40,0	0,4500	0,36
C-241	N-135'	N-135	155,00	50,0	-0,5813	0,30
C-242	N-134	N-133	7,00	425,0	229,4044	1,62
C-243	N-133	N-132	186,00	400,0	188,9469	1,50
C-244	N-132	N-132'	43,00	50,0	0,1613	0,08
C-245	N-133	N-140	74,00	300,0	39,4562	0,56
C-246	N-140	N-139	244,00	200,0	16,9148	0,54
C-247	N-139	N-138	170,60	200,0	-17,1982	0,55
C-248	N-138	N-136	13,60	200,0	-18,4740	0,59
C-249	N-136	N-140	56,00	200,0	-21,1389	0,67
C-250	N-136	N-137	68,50	80,0	1,4420	0,29
C-251	N-137	N-137"	79,00	50,0	0,2963	0,15
C-252	N-137	N-137'	79,00	50,0	0,2963	0,15
C-253	N-138'	N-138	78,00	50,0	-0,2925	0,15
C-254	N-139	N-141	148,80	200,0	32,0002	1,02
C-255	N-131'	N-131	37,00	50,0	-0,7080	0,36
C-256	N-131	N-130	32,00	375,0	180,5525	1,63
C-257	N-130	N-130'	44,00	50,0	0,1650	0,08
C-258	N-130	N-128'	25,00	375,0	180,0087	1,63
C-259	N-128'	N-128	60,00	400,0	179,6899	1,43
C-260	N-128	N-129	77,00	100,0	-4,1463	0,53
C-261	N-129'	N-129	58,00	50,0	-0,2175	0,11
C-262	N-131	N-132	80,00	400,0	-181,8193	1,45
C-263	N-132	N-129	125,00	100,0	5,3388	0,68
C-264	N-141	N-128	75,00	200,0	31,4422	1,00
C-266	N-128	N-3	1 323,12	400,0	214,7645	1,71
C-267	R-1	N-134	600,00	600,0	231,6357	0,82
C-270	N-76	R-4	1 500,00	80,0	12,2703	2,44
C-272	N-68	R-5	1 224,00	100,0	23,5293	3,00

Suite de tableau N°27						
N° des conduites	Du nœud	Au nœud	Longueur (m)	Diamètres (mm)	Débits (L/s)	Vitesse (m/s)
C-273	N-152	N-144'	25,60	40,0	-0,1715	0,14

NB : après une nouvelle conception et simulation du notre réseau (voir planche N°1) nous remarquons que nous avons quelques dépression à la partie basse de la région, c'est pour cela nous préconisons des réducteurs de pression à chaque conduites ou nous avons une pression supérieure à 6 bars, pour les pressions inférieur à 2 bars on peut les acceptés vu que les habitations sont pas des bâtiments.

Pour la simulation sur les conduites nous avons remarqué que il ya des vitesses faibles inférieures à 0,5 m/s mais ça s'influe pas sur notre réseau de distribution la nous avons les débits et les longueurs sont faibles et des vitesses supérieure à 1,5 m/s dans les conduites qui sort des réservoirs (voir figure N°4).

IV.7 Conclusion :

Après nouvelle conception, nous avons obtenus des pressions et des vitesses acceptables sur la plupart des cas dans le réseau de distribution, excepté dans quelques tronçons où les vitesses sont faibles et inférieures à 0,5 m/s et des pressions peu élevées dues à la présence de la grande dénivellation entre le réservoir et les nœuds qui se trouvent à la partie sud de la région ce qui nous a poussé à utiliser des réducteurs de pression. Les pressions suffisantes vont permettre de pallier aux problèmes futurs que sera rencontré par notre réseau de distribution, car l'évaluation des abonnés dans notre région est décroissante de chaque trimestre à l'autre.

Dans cette nouvelle conception nous avons pu à éliminer deux adductions qui alimentent les réservoirs de Soudani Boudjmaa et le réservoir de Kisserli.

chapitre V

Outil d'aide à la décision

V.1 Introduction :

Le développement, les extensions irrégulières des agglomérations et les caractéristiques des habitations rendent les habitudes de consommation de plus en plus difficile à connaître et perturbent énormément la loi de consommation d'eau en fonction de la longueur des canalisations.

A travers de ce chapitre, différents cas de comportement de la pression au nœud par rapport à la pression demandée seront étudiées .il convient de souligner que ces courbes caractéristiques des nœuds sont obligatoires à faire par les maitres de l'œuvre pour être remises au maitre de l'ouvrage .ce dernier les mettra à la disposition de l'entreprise chargée de la gestion des réseaux d'eau potable. Chose que ne se fait pas actuellement en Algérie

V.2 Caractéristiques nodales :

Un nœud du réseau de distribution d'eau potable est caractérisé par un débit de consommation variable en fonction de la demande et la pression de service qui diminue quand le débit soutiré augmente. Cette diminution est la conséquence de l'influence des pertes de charges engendrées par les débits au niveau du nœud. Il préciser que le degré de variation de la pression au nœud, dans le sens d'une diminution, est fonction de l'éloignement du nœud correspondant par rapport au réservoir et de la configuration en accessoires des réseaux verticaux. Le mode de fonctionnement hydraulique d'une conduite influe énormément sur la variation de la pression.

Ainsi, un ingénieur ne peut se prononcer sur l'autorisation d'un branchement ou l'adjonction d'un suppresseur que sur consultation de la courbe caractéristique du nœud lui donnant tous les renseignements concernant la loi de variation de la pression compatible avec la demande de branchement.

V.3 La variation de pression au point de branchement :

L'étude de cette loi permet à partir de l'ensemble des données recueillies d'assurer de bonnes conditions de fonctionnement hydraulique général du système de la chaîne de distribution : production /adduction/stockage/distribution. Pour étudier la loi de la variation de la pression d'un nœud on doit connaître :

➤ **La pression maximum absolue** : qui est obtenue pour un débit théorique nul, correspondant à la pression statique ou niveau du trop plein du réservoir.

➤ **La pression moyenne horaire** : qui correspond au débit moyen horaire. Cette pression théorique est loin d'être stable à cause des irrégularités de la consommation.

➤ **La pression minimum horaire** : qui correspond au débit maximum horaire.

Cette dépendance pression-débit n'est autre que la caractéristique du nœud qui ne pourra être obtenue qu'à partir d'une étude complète c'est-à-dire : étude du réseau Q_{max}/h , Q_{moy}/h et Q_{min}/h . Cette dépendance a l'allure suivante :

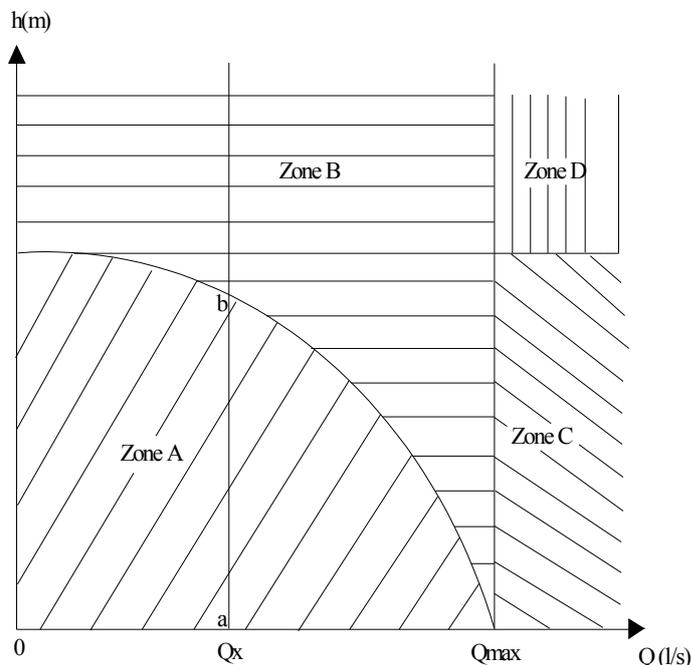


Figure n° 5 : courbe caractéristique d'un nœud

V.4 Corrélation courbe caractéristique-installation :

Une installation, à usage hydraulique, est raccordée à un réseau fonctionne dans une fourchette de couples débits – pressions. La compatibilité de la pression au nœud à celle de l'installation limite tous désagréments. Sur la courbe caractéristique, on délimite 4 zones **A**, **B**, **C**, **D** qui seront étudiées ci après :

V.4.1 le débit d'installation Q_x ($0 < Q_x < Q_{max}$) :

Du point de vue débit, les caractéristiques du réseau répondent favorablement à l'installation.

(Q_x ; H_x) en zone A :

Les caractéristiques du réseau conviennent à l'installation à la seule condition que l'écart entre la pression du réseau et la pression, l'installation soit tolérable sinon la réduire en utilisant la technique la plus favorable à l'installation.

(Q_x ; H_x) en zone B :

Les caractéristiques du réseau sont insuffisantes. La pression H_x de l'installation se trouve au dessus de la courbe caractéristique du réseau. Dans ce cas, il faut augmenter la pression du réseau de Δh afin de la ramener à la pression de l'installation

(Q_x ; H_x) :

Sur la courbe caractéristique ; les caractéristiques du réseau coïncident exactement avec celles de l'installation. C'est l'idéal.

V.4.2 Le débit d'installation Q_x ($Q_x > Q_{max}$) :

Deux cas auxquels l'ingénieur devra trouver de solutions.

V.4.2.1 (Q_x ; H_x) en zone C :

Les caractéristiques du réseau sont insuffisantes. La seule solution possible est de stocker l'eau aux heures creuses pour en disposer e heures de pointes. Plusieurs solutions s'offrent à l'ingénieur

a- Stocker dans des réservoirs surélevés ;

b- Stocker dans des réservoirs hydropneumatiques ;

c- Stocker dans des réservoirs bas sans pression aux heures creuses et créer Q_x ; H_x aux heures de pointe.

La solution a et b sans possibles que si la grandeur H_x est située au dessous de la courbe caractéristique.

Si ce n'est pas le cas, seul la solution c est réalisable. Il convient de souligner qu'il faut ramener Q_x de l'installation aux débits d'heures creuses selon la possibilité du réseau.

V.4.2.2 (Q_x ; H_x) en zone D :

La seule solution est de stocker dans des réservoirs bas sans pression aux heures creuses et créer Q_x et H_x aux heures de pointes.

Résumons cette étude du couple du débit-pression (tableau n°28 et tableau n°29).

Tableau N°28 : Zone de variation du débit Q_x appelé :

Hx	Qx	0 < Qx < Qmax	0 < Qx < Qmax
	Position	A	B
Hreseau > Hx avec excès		(1) 1	(2) 0
Hreseau < Hx sans excès		(3) 0	(4) 0
Hreseau = Hx		(5) 1 ; 0	(6) 0
Hreseau < Hx		(7) 1	(8) 1

Tableau N°29 : Zone de variation du débit appelé ($Q_x > Q_{max}$) :

Hx	Qx	$Q_x > Q_{max}$	$Q_x > Q_{max}$
	Position	C	D
Hreseau > Hx		1	0
Hreseau < Hx		0	1

V.5 Analyse de l'étude :

Pour $Q_x > Q_{max}$: la seule solution possible est de stocker pendant les heures creuses avec un débit $Q_c < Q_x$ pour créer Q_x ; H_x .A défaut de cette solution, il faut rechercher une source d'eau suffisante répondant aux conditions de l'installation.

(Tableau N°29)

Le tableau N°28 nous dicte la conduite à tenir suivant :

- a-** soit case 5, 6 ou $H_{réseau} = H_x$ (idéal).
- b-** soit case 3, 4 ou $H_{réseau} < H_x$ sans excès.
- c-** soit case 1 vers 3 ou 9 (réduction de pression).
- d-** soit case 8 vers 6 ou 4 (augmentation de pression).

V.5 Conclusion :

A travers de ce chapitre, nous avons développé une analyse d'une étude de la courbe caractéristique des nœuds en vue de doter les responsables gestionnaires des réseaux d'eau potable d'une méthodologie de travail leur permettant de mieux gérer en étudiant cas par cas tous les piquages des gros consommateurs. En fonction de la demande en eau (débit) et en compatibilité de fonctionnement de l'installation.

Cette courbe de modulation est à notre avis un outil d'aide à la décision.

chapitre VI

Pose de canalisation

VI.1 Introduction :

La plupart du temps, les conduites sont posées en tranchée, à l'exception de certains cas où elles sont posées sur sol à condition d'être rigoureusement protégées et entretenues. Cette opération s'effectue par tronçons successifs en commençant par les points hauts de manière à assurer, s'il y a lieu, l'écoulement naturel des eaux d'infiltrations. La largeur de la tranchée doit être telle qu'un homme puisse y travailler. Elle est rarement inférieure à 700 mm pour les petits diamètres. Pour les diamètres supérieurs à 150 mm, cette largeur doit être augmentée. Au droit des joints, il est pratiqué dans les parois latérales des élargissements de la tranchée appelés niches. Il est essentiel que les tuyaux soient posés en files bien alignées et bien nivelées. L'enfouissement des canalisations a pour but de les protéger contre les dégradations extérieures, de conserver la fraîcheur de l'eau et de la mettre à l'abri de la gelée. L'épaisseur du remblai est de l'ordre de 1m. Le fond de la tranchée doit être bien plan tout le long d'une même pente, afin que la conduite soit bien rectiligne entre deux changements de pente ou de direction consécutifs.

VI.2 Les actions reçues par les conduites :

Les conduites enterrées sont soumises à des actions qui sont les suivantes :

- La pression verticale due au remblai ;
- La pression résultant des charges roulantes ;
- La pression résultant des charges permanentes de surface ;
- La pression hydrostatique extérieure due à la présence éventuelle d'une nappe phréatique ;
- Le tassement différentiel du terrain ;
- Action des racines des arbres.

VI.3 Mode opératoire :**VI.3.1 Pose selon la nature de terrain :**

Dans notre projet, la pose de canalisation est ordinaire vu que le sol de l'agglomération ne présente pas d'anomalie (absence de rivière, de galerie et de marécage). Dans un terrain ordinaire, la canalisation est posée dans une tranchée ayant une largeur minimale de 60 cm et une profondeur de telle façon à recevoir le lit de pose (sable), la conduite et l'épaisseur du remblai (80 cm minimum). Le fond de la

tranchée est recouvert d'un lit de gravier d'une épaisseur de 15 à 20 cm convenablement nivelé. Avant la mise en fouille, on procède à un triage de conduites de façon à écarter celles qui ont subi de chocs, fissuration etc.... après cela, on pratique la descente en lit soit manuellement soit mécaniquement d'une façon plus lente. Le remblaiement doit être fait par couche de 20 à 30 cm exempts de pierres et bien pilonné, et sera par la suite achevé avec des engins.

VI.3.2 Pose selon la nature des conduites :

Dans notre projet, comme les canalisations sont en polyéthylène haute densité (PEHD), l'enfouissement à la charrue est interdit, sauf dérogations expresses. Si le cintrage a lieu suivant une courbure de diamètre compris entre 16 fois et 6 fois le diamètre extérieur du tuyau, il doit s'effectuer à chaud ; de plus fortes courbures sont à proscrire. En cas de pose pendant les journées chaudes, le serrage de jonctions extrême des canalisations et le remblaiement ne doivent avoir lieu qu'aux heures fraîches, de préférence dans la matinée.

VI.3.3 Traversées de routes :

Nous avons dans le cas de notre agglomération la traversée d'une route à deux endroits. En raison des charges supportées, qui peuvent amener des ruptures et par conséquent des infiltrations nuisibles à la conduite comme à la route, les traversées de routes doivent être limitées dans la mesure du possible. Dans le cas où on n'a pas d'autres alternatives, on doit faire la pose des conduites dans une gaine (buse de diamètre supérieur dans laquelle la conduite est introduite), dans le double but de protéger la canalisation des chocs et vibration, et d'évacuer les fuites éventuelles hors de la chaussée. D'autre part, la profondeur d'enfouissement doit être au minimum de un mètre sous la chaussée (0,70 m sous accotement). Enfin, le remblaiement et la reconstitution de la chaussée doivent être exécutés avec soin.

VI.4 Exécution des travaux :

Les principales étapes à exécuter pour la pose des canalisations sont :

- Vérification, manutention des conduites ;
- Emplacement des jalons des piquets ;
- Aménagement du lit de pose ;

- La mise en place des canalisations en tranchée ;
- Assemblage des tuyaux ;
- Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints ;
- Remblaiement des tranchées.

VI.4.1 Vérifications et manutentions des canalisations :

Les produits préfabriqués font l'objet sur chantier de vérification portant sur :

- Les quantités ;
- L'aspect et le contrôle de l'intégrité ;
- Le marquage en cas de défaut

Précautions : Les conduites sont posées sans brutalité sur le sol où dans le fond des tranchées.

Largeur du fond de la tranchée :

La largeur d'ouverture de tranchée est obtenue par la formule suivante :

$$B = d + 2 \cdot e \text{ (m)}$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

e : élargissement de la tranchée (e=30 cm)

Profondeur de la tranchée :

La profondeur de la conduite doit permettre la réalisation correcte des branchements particuliers, empêcher toute intercommunication avec les autres conduites par exemple dans notre cas, nous avons aussi le réseau d'assainissement.

L'excavation nécessite donc la détermination de deux paramètres tels que :

Profondeur de la tranchée « H_{tr} »

Largeur de la tranchée « b »

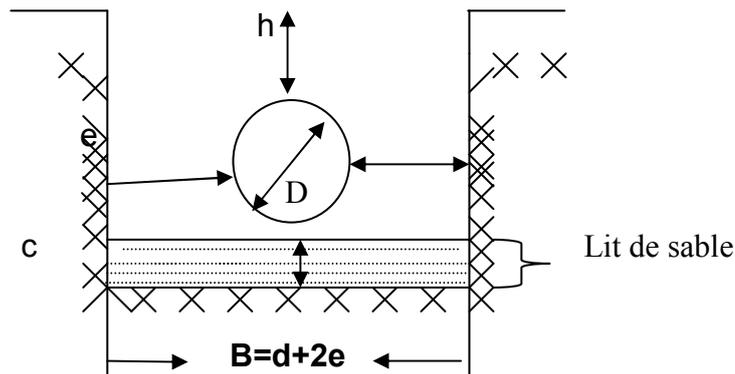


Figure n°6. : Schéma d'une tranchée

$$H_{tr} = c + D + h \quad (\text{m})$$

Avec :

H_{tr} : profondeur de la tranchée. (m)

c : hauteur de lit de pose. (m)

D : diamètre de la conduite. (m)

h : la hauteur du remblai au dessus de la conduite (m).

VI.5 choix des engins de terrassement :

Les engins que nous allons utiliser sont :

- Les pelles hydrauliques.
- Le bulldozer.
 - La pelle hydraulique sera utilisée dans l'opération suivante :
- Creusement des fouilles.
- Creusement de tranchées.
- Chargement des débris et de déblais.

-Le bulldozer sera utilisé dans les opérations suivantes :

- lame sur sol pour débroussailler.
- lame élevée pour abattement des arbres.
- lame sur sol pour pousser les masses (remblayer la tranchée)
- lame au sol pour niveler le remblai avant compactage.

VI.5.1 Définition de la pelle hydraulique :

Les pelles sont des engins de terrassement qui conviennent à tous les terrains (même durs) : marnes compactes, conglomérats, pour le chargement des roches débitées, exploitation des carrières notamment.

Les premières pelles ont été construites aux Etats-Unis vers 1842. La pelle peut porter divers équipement qui en font un engin de travail à plusieurs fins : Godet normal pour travail en butée.

Godet retro pour travail en fouille et en tranché.

Godet niveleur pour travail de décapage ou de nivelage.

Benne preneuse pour terrassement en fouille ou déchargement de matériaux (sable, pierres...).

Dragline pour travail en fouille.

Un tel engin pouvant également travailler comme grue ou recevoir un équipement spécial de sonnette pour le battage des pieux, permet donc sept emplois différents.

Dans notre cas nous emploierons la pelle avec un godet équipé en retro pour faire les fouilles et les tranchées.

La capacité normale de retro-fouilleur est de 300 à 1300l. Ce sont des engins à capacité relativement faible car il est rare d'avoir à exécuter à la pelle fouilleuse de très gros terrassement.

Toutes les pelles en butée d'une capacité inférieure à 1300m³ s'adapte au travail en fouille par substitution au bras et au godet normaux au bras et d'un godet pour travail en fouille.

VI.5.2 Définition du Bulldozer :

Le bulldozer est une pelle niveleuse montée sur un tracteur à chenille ou a pneu.

L'outil de terrassement est une lame profilée portée par deux bras articulés qu'un mécanisme hydraulique permet d'abaisser ou de lever.

Si la lame est en position basse, l'engin fait du terrassement par raclage avec une profondeur de coupe de 20 à 30cm.

En mettant la lame en position intermédiaire, on peut régaler des tas de déblais en couche d'épaisseur de 20 à 30cm également.

La position haute est une position de transport (hauteur de la lame au dessus du sol de 75cm à 1m).

Pour l'excavation des tranchées et des fouilles des regards de notre réseau, on optera pour la pelle rétro.

Les caractéristiques de la pelle rétro sont :

- Creuser au dessous de la surface d'appui ;
- Creuser rapidement et précisément les tranchées à talus vertical ;
- Creuser à une profondeur importante ;
- Creuser dans la direction de la machine.

VI.6 La mise en place des canalisations :

La mise en place des conduites répond aux opérations suivantes :

Les éléments sont posés à partir de l'aval et l'emboîture des tuyaux est dirigée vers l'amont ;

Chaque élément doit être posé avec précaution dans la tranchée et présenté dans l'axe de l'élément précédemment posé ;

Avant la mise en place, il faut nettoyer le lit des tranchées ;

Le calage soit définitif par remblai partiel, soit provisoire à l'aide des cales ;

A chaque arrêt de travail, les extrémités des tuyaux non visitables sont provisoirement obturées pour éviter l'introduction des corps étrangers

VI.6.1 Assemblage des conduites :

Pour les conduites en polyéthylène, c'est le cas de notre projet, en vue de leurs assemblages, les tuyaux comportent à une extrémité un bout lisse et à l'autre :

Soit une emboiture pour assemblage par collage à froid ;

Soit une emboiture munie d'une bague en élastomère (assemblage par bague de joint d'étanchéité).

Soit les raccords par électro-manchons (soudage à l'aide d'un manchon en polyéthylène).

Cette tâche doit être faite de préférence en fond de tranchée en calant la canalisation soit avec des butées de terre ou bien des tançons de madrier en bois disposés dans le sens de la largeur de la tranchée.

VI.6.2 Epreuve des joints et canalisations principales :

Quand une certaine longueur de canalisation on été mise en place (300m à 400 m), elle est soumise à un essai à la pression hydraulique, essai dont le but est de s'assurer de l'étanchéité des joints. Pour y procéder, l'aval de la canalisation est obturé avec une plaque d'extrémité sur laquelle la pompe d'épreuve est branchée.

Pour plus de sécurité, l'essai de pression des conduites et des joints doit toujours avoir avec remblaiement ; l'essai consiste au remplissage de la conduite en eau sous une pression de 1,5 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite en cours de fonctionnement. Cette épreuve doit durée 30 mn environ où la variation de la pression ne doit pas excéder 0,2 bars. Pour le cas de notre projet, comme on a opté pour les conduites en PEHD, l'essai sera fait uniquement avec de l'eau car les conduites en plastique se gonflent sous l'effet d'une pression.

VI.6.3 Epreuve des robinets-vannes :

L'essai d'un tronçon de canalisation comportant un robinet vanne conduit à son essai simultané vanne ouverte.

S'il est jugé utile les robinets-vannes sont essayés, une première fois, en laissant la vanne levée après avoir appliqué une plaque pleine sur une face et une seconde fois en retirant la plaque et en fermant la vanne. La pression d'épreuve est celle de canalisation où est inclus le robinet-vanne essayé.

VI.6.4 Epreuve des branchements et raccordements :

Les branchements particuliers sont éprouvés par la mise en pression à la pression de service avant le remblaiement de la tranchée. Les raccordements alimentant les appareils publics d'utilisation de l'eau doivent subir les épreuves que la canalisation principale.

VI.7 Remblaiement des tranchées :

La mise en place du remblai depuis le fond de la fouille jusqu'à une hauteur de 0,15 m au-dessus de la génératrice supérieure est effectuée manuellement avec de la terre des déblais expurgée de tous éléments susceptibles de porter atteinte aux revêtements extérieurs des canalisations, soit avec tout matériau pulvérulent convenable. A l'aide des engins on continue ensuite à remblayer par

des couches successives de 25 cm compactées l'une après l'autre. Pour cette étape on utilise la terre des déblais.

Pour les canalisations en polyéthylène, le remblaiement ne doit s'effectuer qu'avec les plus grandes précautions si la température est inférieure à 0°C. A partir de hauteur précédemment fixée, le remblaiement peut se poursuivre, soit manuellement, soit à l'aide des engins mécaniques, tous bloc de roches ou de détritrus est à exclus.

VI.8 Conclusion :

La maîtrise de la pose de canalisation est primordiale dans une étude de réseau d'alimentation en eau potable. Une pose mal faite sera à l'origine des fuites excessives dans le réseau qui entraîneront par la suite des infiltrations nocives et une dégradation sans précédente de tout le réseau.

Des essais d'étanchéités et de pressions seront obligatoire pour détecter des éventuelles fuites au niveau des joints où des conduites avant le remblaiement définitif. Il est à signaler que la profondeur de la tranchée ne suscite pas des efforts importants vu l'absence de la remontée de la nappe ; ce qui nous facilite les différents travaux après la pose de canalisation.

chapitre VII

Protection des conduites contre la corrosion

VII.1 Introduction :

La corrosion est l'action des éléments naturels dans leur tendance à défaire ce que l'homme a élaboré par son travail à partir des matériaux qui lui offre la terre.

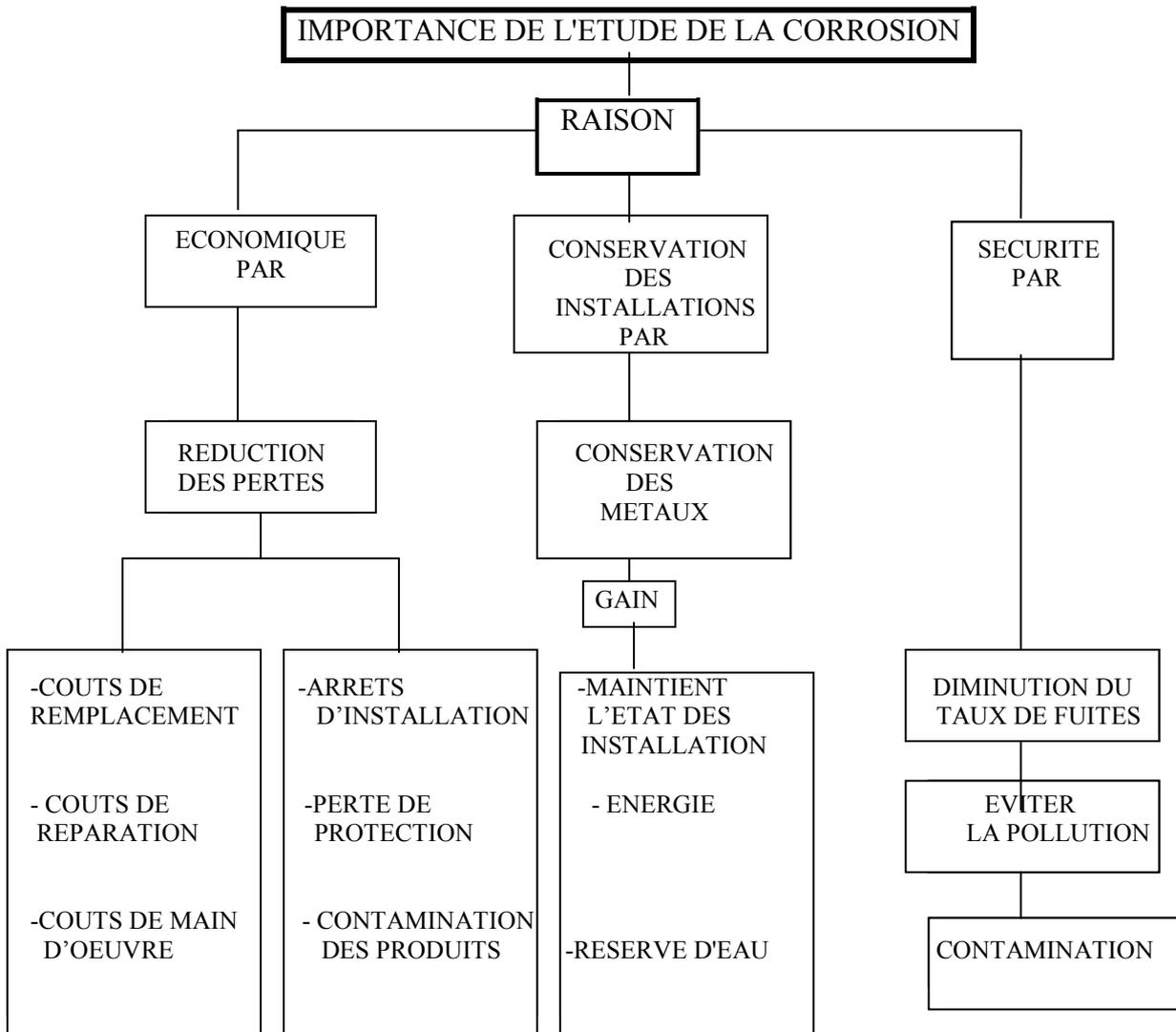
Cette attaque du métal est due aux phénomènes extérieurs ou intérieurs, elle est traduite par le retour à l'état plus stable des matériaux métallique utilisés.

Nous examinons brièvement et d'une manière générale les effets de ce problème sur les conduites en acier et les moyens de protection.

VII.2 Importance de l'étude de la corrosion :

Chaque année le quart de la production mondiale d'acier est détruit par la corrosion. Par conséquent, la protection contre la corrosion représente un déficit pour les entreprises, de point de vue économique. L'organigramme suivant montre l'intérêt de cette étude.

L'organigramme :



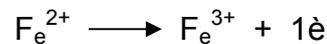
VII .3 Mécanisme de la corrosion :

Les théories sur la corrosion sont toutes fondées sur la structure atomique de la matière. L'atome est équilibré des protons et d'électrons dans les métaux, la répartition des électrons sur les orbites autour de noyau, ont tendance à prendre des électrons par excès des charges positives, l'atome devient ion positif spontanément, un métal plongé dans un électrolyte a tendance de faire passer en solution des ions positifs. Le métal reste chargé négativement par des électrons; l'attraction des couches positives et négatives établit un certain équilibre.

La réaction d'oxydation de fer peut être écrite de la manière suivante :



Ou bien d'une autre manière



Toute destruction de cet équilibre provoquée par le départ des électrons, provoque les phénomènes de la corrosion. Cet équilibre, correspond à une différence de potentielle entre le métal et l'électrolyte, dans lequel il est plongé.

VII.4 Classification de la corrosion :

On peut classer la corrosion selon deux aspects :

- Les aspects morphologiques;
- les modes de formation.

VII.4.1 Aspects morphologique de la corrosion:

D'une manière générale l'examen à l'œil nu , à la loupe ou au microscope, permet d'identifier quatre types de corrosion qui peuvent exister dans une même installation

A- Corrosion uniforme:

la corrosion se développe uniformément sur surface du métal,(la vitesse de dégradation est identique en tout point) ,les caractéristiques des conduites ne s'altèrent qu'à long terme.

B- Corrosion par piqûre :

La corrosion attaque certaines parties localisées du métal, elle peut se propager rapidement, des perforations graves du métal. peuvent apparaître .elle est due aux dépôts qui provoquent une aération différentielle d'où de l'apparition des piqûres

C- Corrosion inter granulaire :

C'est l'attaque corrosive des joints entre les grains du métal, ce qui provoque une décohésion du métal, et une modification dangereuse de ces propriétés mécaniques.

D- Corrosion transgranulaire :

C'est la corrosion la plus dangereuse sur les conduites enterrées, du fait qu'elle caractérise la corrosion sans contraintes. Elle se développe suivant les fines fissures où le métal se dissout. Elle peut se développer très rapidement provoquant des fissures profondes et éclatement des conduites.

VII.4.2 Modes de formation de la corrosion :

La corrosion se subdivisent selon leur mode de formation en se qui suit :

A- Corrosion électrochimique :

C'est la destruction du métal par des réactions chimiques et électrochimiques lorsqu'il est en contact avec un milieu gazeux ou liquide.

L'aspect électrochimique de la corrosion se manifeste par la formation de diverses piles en phénomènes primaires (Piles à métaux différents, Pile volta, Pile de concentration, Electrolyse simple.)

Les phénomènes secondaires se manifestent par des :

- Equilibres électrochimiques;
- Oxydoréduction

Vu que la corrosion électrochimique est la plus couramment rencontrée, donc l'étude qui suit sera basée sur cet aspect.

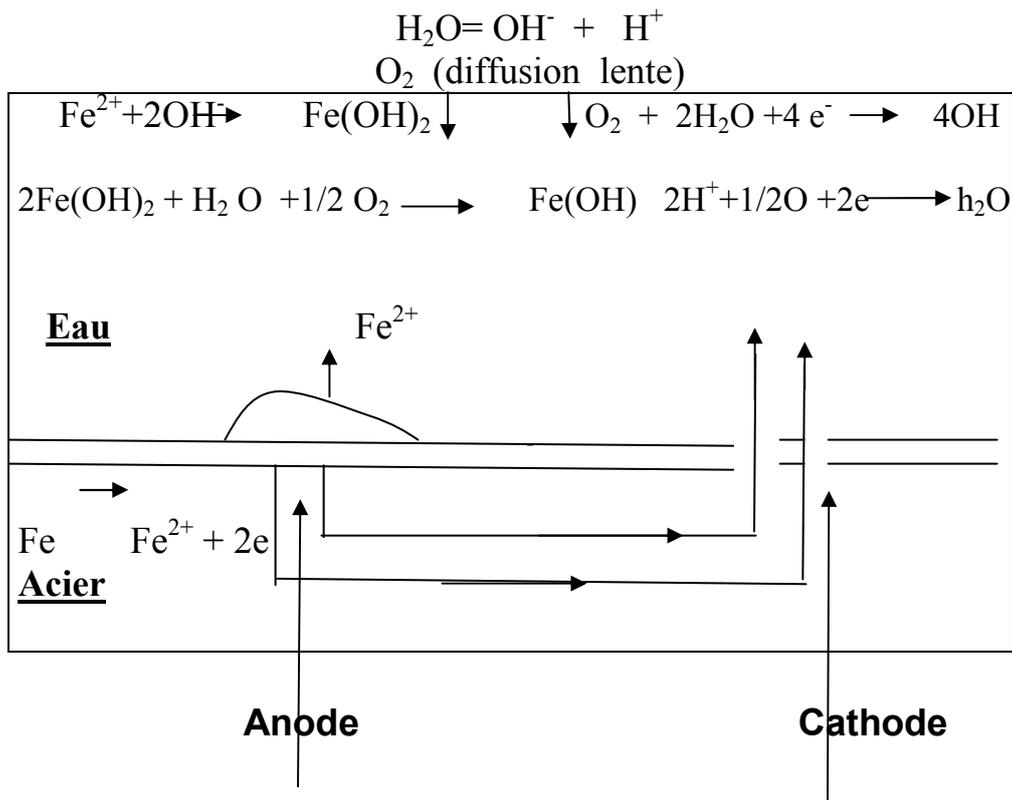


Figure N°7: schéma d'une pile électrochimique

-la corrosion cathodique :

Ce type de corrosion est fréquent dans les canalisations enterrées, en terrain argileux anaérobies. L'ensemble des réactions, pour le fer, est donné par l'équation suivante :

**B-Corrosion biochimique :**

Dans certaines conditions climatiques, la corrosion des structures métalliques enterrées peut être accélérée par l'activité de certaines bactéries de la manière suivante :

- Formation de dépôts d'algues, bactéries, levures et moisissures qui provoque une aération différentielle qui peut causer des corrosions par piqûres.
- Libération d'agents chimiques agressifs : en absence d'oxygène les bactéries libèrent des acides organiques tel que les lactiques citriques, ces dernières provoquent un abaissement local du PH ainsi une attaque du métal.

- L'activation anodique par oxydation des ions métalliques : certains micro-organismes métabolisent le fer ferreux, ce qui favorise la dissolution du métal en contact avec le milieu aqueux, entre autre certaines bactéries transforme le fer ferreux en hydroxyde ferrique hydraté

VII.5 Les facteurs de la corrosion :

Plusieurs facteurs peuvent influencer le phénomène de corrosion. Parmi lesquels, nous citons :

- L'homme

L'homme aussi a sa part à la détérioration des canalisations, en effet, il intervient dans le choix des conduites, dans la nature de remblai et aussi dans la mauvaise installation des joints qui perturbe la circulation de l'eau.

- Hétérogénéité du terrain :

La traversée des terrains des natures différentes par une conduite, peut influencer la corrosion de cette dernière. Ceci induit plusieurs électrolytes et cause la variation de potentiel du métal par rapport à ces électrolytes. D'où la corrosion de la conduite est favorisée.

Autrement Pile de concentration (Pile géologique) :

Elle s'obtient quand on plonge deux électrodes de même métal dans un électrolyte a concentrations différentes.

En termes d'illustration nous citons l'exemple suivant :

Les terres argileuses, marécageuses, sableuses, sèches et bien aérées sont cathodiques.

Ceci représente un électrolyte à des concentrations différentes

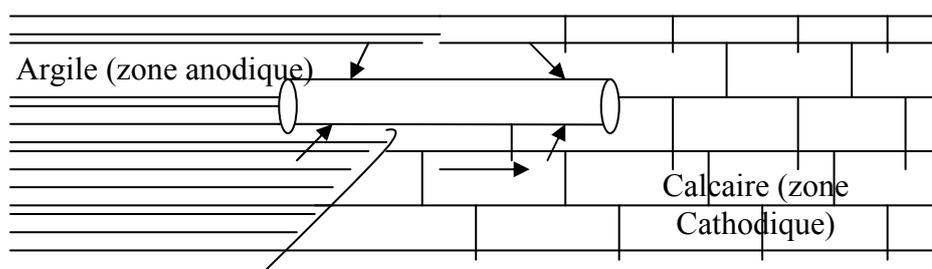


Figure N°8 : corrosion par formation de pile

- **L'eau** : Les eaux distribuées ne sont jamais dans des conditions d'équilibre parfait. Les eaux sont soit agressives, soit incrustantes.

Si les eaux sont agressives, de défauts ou malfaçons du revêtement intérieur, peuvent favoriser la localisation et l'accélération des phénomènes de corrosion.

La nature des ressources en eau peut se changer et, une eau précédemment incrustante peut devenir agressive, c'est-à-dire qu'après dissolution de la couche calcaire précédemment formée, la corrosion intérieure se généralisera si, aucune mesure de protection n'a été prise.

Les conduites peuvent être agressées par corrosion interne due à des phénomènes électrochimiques locaux, entraînant à des endroits donnés, une diminution rapide de l'épaisseur des conduites.

Enfin, l'excès de vitesse de l'eau dans les conduites, peut contribuer à la destruction du précipité calcique protecteur, il provoque une détérioration des canalisations

- **Le PH :**

Le PH est un facteur qui agit considérablement sur les métaux, il est très corrosif envers l'acier. Si sa valeur est inférieure à 10, nous avons intérêt à augmenter le PH de l'eau circulant dans les canalisations (particulièrement en acier) à fin de diminuer la corrosion.

- **La température**

Les fortes variations de la température entraînent l'accélération de la corrosion. Pour une variation de 30°C, le taux de corrosion est multiplié par deux.

- **Le métal,**

L'assemblage des métaux des natures différentes peut aussi encourager la corrosion. Etant donné que? La différence de potentiel de ces métaux est différente, il peut s'établir par conséquent, une circulation d'électrons à l'intérieur de métaux surtout au niveau de leur liaison, le courant électrique ainsi établi, sort du métal en direction d'électrolyte et le métal se corrode.

VII.6 Les principaux types de protection contre la corrosion :

- les revêtements protecteurs
- les traitements du milieu
- la protection cathodique

VII.6.1 Revêtements protecteurs :

Le rôle principale du revêtement est d'assurer une protection efficace et de longue durée des parois des canalisations en constituant une barrière étanche entre les parois et le milieu environnant. Parmi ces revêtements, il y a les vernis hydrocarboné et ceux par le zinc appliqués soit à la trompe (bain de zinc fondu), soit par le zingage électrolytique (cette protection convient aux tubes à petit diamètre en acier).

Les canalisations enterrées ou aériennes sont souvent sujettes de corrosion, de cela vient l'obligation de prévoir des revêtements.

Les revêtements se subdivisent en deux classes :

- Revêtements passifs :

Ce revêtement constitue une barrière étanche contre la corrosivité du milieu environnant. Le principe de ce type de revêtement est la réalisation d'une résistance d'isolation électrique élevée, afin de couper le courant aux réactions de corrosions électrochimiques.

- Revêtements actifs:

Ce sont les revêtements qui n'isolent pas le métal électriquement mais qui offrent à sa surface une résistance plus importante aux attaques corrosives par un revêtement plus électronégatif, ou encore par déplacement du PH en zone de non vulnérabilité.

Les principaux revêtements actifs sont :

Revêtements minéraux : Ils sont essentiellement constitués de mortier de ciment, cette protection empêche toute attaque du métal par l'eau.

Revêtements métalliques : Ils sont assurés par des métaux non ferreux en raison de leur caractéristiques électrochimiques, leur potentiel étant plus électronégatif que celui du métal à protéger, dans la pratique, on utilise : le zinc ou l'aluminium.

VII.6.2 Traitement du milieu:

Le traitement du milieu signifie en terme large la modification des facteurs et éléments caractéristiques des milieux environnants de la conduite (eau et sol)

Le traitement est appliqué seulement pour l'eau du fait de la difficulté, voir l'impossibilité de traiter le sol.

VII.6.3 Protection cathodique :

Elle consiste à abaisser le potentiel de la structure à protéger par rapport à l'électrolyte, de sorte que le potentiel soit au-dessous d'un certain seuil fixé pour chaque métal dans un milieu donné. Il y a deux méthodes de protection cathodique :

>Protection cathodique par soutirage de courant (par courant imposé):

Cette méthode consiste, à partir d'une source électrique de courant continue, à relier la conduite à la borne négative de cette source, la borne positive étant accordée à une prise de terre constituée par des vieux rails enterrés dans un milieu humide à environ 100 m de la conduite. Le courant en quittant la pris de terre, regagnera le pole négatif de la source électrique en passant par la conduite et entraînera la dissolution des vieux rails. Ce dispositif permet de protéger efficacement les réseaux toute nature et en présence de courante vagabonds.

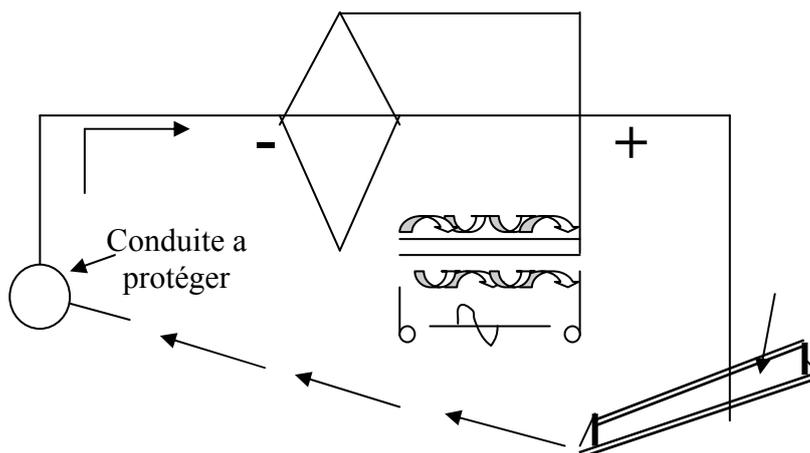


Figure N°9: schéma de protection par soutirage de courant

>Protection cathodique par anode réactive (sacrificielles):

Il suffit de relier la conduite à une pièce de métal plus électronégatif que le fer (zinc ou magnésium) de façon à former des piles où la conduite d'acier jouera le

rôle d'une cathode. Ce sont des cylindres de 15 à 30 kg, que l'on enfouit dans le sol à 3 mètres environ de la conduite.

Afin d'augmenter le rendement, on entoure l'anode d'une bouillie à base d'argile, colloïdale qui permet d'entretenir autour de l'anode une humidité favorable. Elles sont reliées à la conduite par câble isolé de place en place, on dispose des bornes de contrôle pour vérifier les potentiels

Ce dispositif convient pour la protection de tronçons de petits diamètres et de faible longueur. Il n'est utilisé que dans l'absence des courants vagabonds.

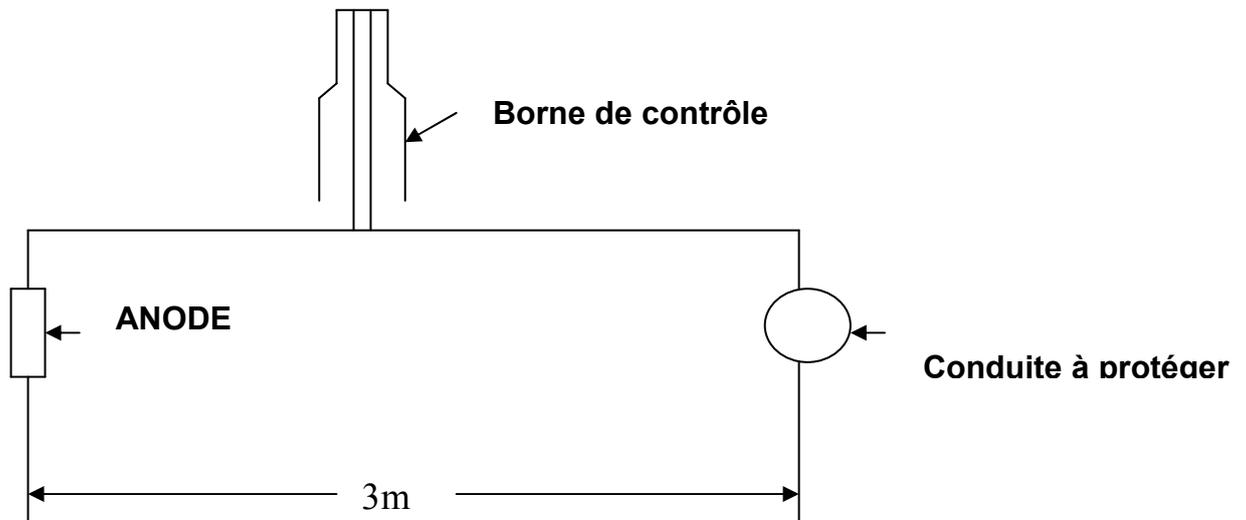


Figure N°10 : protection cathodique par anode réactive

VII.7 Conclusion :

A fin de protéger notre réseau contre la corrosion, nous optons pour le deuxième mode pour des raisons techniques du fait que notre ville ne présente pas de courant vagabonds et notre conduite a de faible diamètre et pour des raisons économiques car le coût de l'installation du deuxième mode de protection est moins cher que le premier.

chapitre VIII

Protection et sécurité
du travail

VIII.1 Introduction :

Les problèmes et les accidents du travail qui en découlent ont une grande incidence sur le plan financier, sur le plan de la protection et surtout sur le plan humain. C'est la raison pour la quelle un certain nombre de dispositions doivent être prises afin de permettre aux travailleurs d'exercer leur profession dans les bonnes conditions.

Donc la sécurité du travail est l'une des principales conditions pour le développement, elle peut devenir dans certains cas une obligation contraignante.

L'essentiel objectif de la sécurité d'un travail sera la diminution de la fréquence et la gravité des accidents dans les chantiers, d'où le domaine hydraulique couvre un large éventuel lors de la réalisation d'un projet en alimentation en eau potable, différentes phases d'exécution des travaux sont effectués tel que :

- Travaux d'excavation et de terrassements (pose des conduites, implantation des réservoirs de stockage, station de pompage etc.).
- Réalisation d'un forage (creusement, équipement, essai de pompage et protection).
- Travaux de construction (génie civil).tel que le bétonnage, ferrailage et autre phase de réalisation concerne l'implantation des réservoirs de stockage et des stations de pompage, pour cela il faut que les ingénieurs hydrauliciens doivent résoudre tous les phénomènes qui concernent la sécurité et la protection du travail dans leur études, suivies, exécution des projets réels dans le domaine hydraulique et génie civil.

VIII.2 Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique :

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

VIII.2.1 Facteurs humains :

- Manque de contrôle et négligence ;
- La fatigue des travailleurs, agent de maîtrise et les responsables ;
- Encombrement dans les différentes phases d'exécution des travaux ;
- Erreurs de jugement ou de raisonnement ;
- Suivre un rythme de travail inadapté.

VIII.2.2 Facteurs matériels :

- Outillage, engins, et machines de travail ;
- Nature des matériaux mis en œuvre ;
- La difficulté posée lors de l'exécution du travail ;
- Les installations mécaniques et électriques.

Durant chaque phase de la réalisation d'un projet en alimentation en eau potable, le risque de produire un accident est éventuellement ouvert, soit dans la phase des travaux de terrassement, soit dans la réalisation des travaux de bétonnage, soit dans les installations électriques ou des installations sous pressions soit après la finition du projet (travaux d'entretien des pompes, des installations, etc.)

VIII.2.3 Liste des conditions dangereuses :

- Installations non protégées ;
- Installations mal protégées ;
- Outillages, engins et machines en mauvais état ;
- Protection individuelle inexistante ;
- Défaut dans la conception, dans la construction ;
- Matières défectueuses ;
- Stockage irrationnel ;
- Mauvaise disposition des lieux ;
- Eclairages défectueux ;
- Facteurs d'ambiance impropres ;
- Conditions climatiques défavorables.

VIII.2.4 Liste des actions dangereuses :

- Intervenir sans précaution sur des machines en mouvement ;
- Intervenir sans précaution sur des installations sous pression, sous tension ;
- Agir sans prévenir ou sans autorisation,
- Neutraliser les dispositifs de sécurités ;
- Ne pas utiliser l'équipement de protection individuelle ;
- Mauvaise utilisation d'un outillage ou engin ;
- Importance durant les opérations de stockage ;
- Adopter une position peu sûre ;
- Travailler dans une altitude inappropriée ;
- Suivre un rythme de travail inadapté ;
- Plaisanter ou se quereller.

VIII.3 Mesures préventives pour éviter les causes des accidents :**VIII.3.1 Protection individuelle :**

Pour mieux protéger contre les dangers pendant l'exercice de certaines professions, il est indispensable d'utiliser les dispositifs de protection individuelle (casques, gants, chaussures, lunette protectrice etc.)

VIII.3.2 Autres protections :

Toute tranchée creusée en agglomération ou sous route sera protégée par une clôture visiblement signalée de jour comme de nuit (chute de personnes et d'engins). Prévenir les concernés avant d'entreprendre des travaux d'excavations des tranchées et vérifier la stabilité du sol.

Climatisation des surcharges en bordure des fouilles.

Les travailleurs œuvrant à la pioche ou la pelle sont tenus à laisser une distance suffisante entre eux.

VIII.3.3 Protection collective :

L'entrepreneur ou bien le chef de chantier, en ce poste doit mettre en évidence les points suivants :

- Application stricte des règlements de sécurité.
- Affectation rigoureuse du personnel aux commandes des points clés d'une installation moderne.

VIII.3.4 Engin de levage :

La grue, pipe layer et autres engins par leurs précisions et possibilité de manutention variés, constituent la pose de travail ou la sécurité n'admet pas la moindre négligence, alors le technicien responsable veillera à :

- Affecter du personnel compétent.
- Procéder aux vérifications périodiques des engins selon la notice du constructeur.
- Délimiter une zone de sécurité autour des engins de levage et en particulier à éviter tout stationnement sous une charge levée.

VIII.3.4 Appareillage électrique :

Pour éviter les risques des appareils électriques, il faut absolument proscrire le bricolage, car une ligne ou une installation électrique ne doit pas être placée que par des électriciens qualifiés.

VIII.4 Conclusion :

Comme l'environnement de travail contribue au développement et à une bonne gestion et exploitation des ouvrages, il est impératif de savoir les causes des accidents et éviter les actions dangereuses. Ainsi donc on peut gagner sur le plan financier et offrir une meilleure condition de travail pour les personnels et une bonne performance de fonctionnement des ouvrages. Dans le chapitre qui suit, nous allons parler de la gestion du réseau d'alimentation en eau potable.

chapitre IX

Gestion du reseau d'aep

IX.1 Introduction :

A l'heure où la préservation des ressources en eau est devenue un enjeu partagé par l'ensemble de la population, la promotion des économies d'eau et la maîtrise des prélèvements deviennent indispensables, notamment dans le domaine de l'alimentation en eau potable où la dégradation de certains équipements devient parfois génératrice d'importants gaspillages. Le patrimoine constitué par les réseaux d'eau potable est le résultat des investissements réalisés par les collectivités publiques depuis de très nombreuses années. Au-delà de leur maintenance, il s'agit aujourd'hui d'assurer le renouvellement des canalisations de la manière la plus pertinente.

IX.2 But de la gestion :

La gestion des systèmes d'A.E.P a pour buts :

- D'assurer la pérennité des ouvrages par des opérations de conservation,
- D'assurer l'entretien courant des réseaux et des ouvrages mécaniques par des interventions de nettoyage, et de maintenance,
- L'exploitation par la régulation des débits et la synchronisation : relevage, traitement, stockage et distribution...

IX.3 Pérennité des ouvrages :

L'objectif primordial de tous gestionnaires est sans nul doute d'assurer la pérennité des tous les ouvrages (d'adduction, stockage, distribution) pour augmenter leurs durées de vie. Pour atteindre cette objectif, un bon gestionnaire doit tenir compte les paramètres suivant :

- Faire une étude sérieuse sur le régime transitoire en dimensionnant parfaitement le réservoir anti-bélier et en faisant un bon dimensionnement mécanique ;
- Tenir compte de la protection contre la corrosion dans le cas des conduites en acier même si le sol n'est pas agressif ;
- Faire un mode de remplissage par un dixième de débit pour le mise en fonctionnement du réseau de distribution ;
- Prévoir une arrivèe par le font pour le remplissage du réservoir de stockage pour pallier au problème de l'entartrage.

IX.4 Entretien du réseau :

IX.4.1 Lutte contre l'entartrage :

L'entartrage dans le réseau est généralement causé par :

- Une baisse ou élévation de température ;
- Une variation des vitesses dans les tronçons ;
- Une stagnation d'eau dans le réseau.

Pour lutter contre ce phénomène, il ya lieu :

- Soit d'injecter de poly phosphate (2 mg/l) qui constitue un traitement préventif ;
- Soit de choisir une arrivée par le bas où le font de la tuyauterie dans la cuve du réservoir.

Pour le cas de notre projet d'étude, comme la source est souterraines, il est donc impératif d'ajuster le PH de l'eau à la sortie des forages où les filtres au niveau dev la station de dessalement pour stabiliser l'eau afin de pallier à un éventuel dépôt de carbonate de calcium dans les ouvrages de stockage ainsi que dans le réseau de distribution.

IX.4.2 Exploitation :

La bonne conduite de l'exploitation d'un réseau d'A.E.P permet de réduire les risques de défaillance des équipements et des installations ; réduire ainsi les coûts de remise en état. L'exploitant est tenu alors d'accomplir avec rigueur des tâches nombreuses telles que :

- Le maintien en bon état des équipements ;
- Les visites de contrôle du fonctionnement des équipements et des installations,
- Les opérations d'entretien systématique liées au fonctionnement quotidien des installations ainsi que les interventions de première urgence,
- Les mesures quotidiennes notamment les relevés des paramètres d'exploitation, les analyses, la signalisation des défauts, et les mesures du rendement.

IX.4.3 La surveillance :

La surveillance d'un ouvrage a pour but essentielle de connaître et si possible de prévenir toute dégradation afin de le maintenir en bon état et le rendre ainsi apte à remplir ses fonctions.

IX.4.4 La maintenance :

La maintenance regroupe les actions de dépannage, de révision et de vérification périodiques des équipements et des installations.

Il existe différentes façons d'organiser les actions de maintenance :

➤Maintenance préventive attitude dictée par des exigences de sûreté de fonctionnement:

-Systématique : effectuée selon un échéancier établi à partir d'un temps d'usage ou d'un nombre d'unités d'usage ;

-Conditionnelle : réalisée à la suite d'une analyse révélatrice de l'état de dégradation de l'équipement.

➤Maintenance corrective, effectuée après défaillance, attitude fataliste consistant à attendre la panne pour procéder à une intervention :

-Palliative : dépannage provisoire de l'équipement, permettant à celui-ci d'assurer tout ou une partie d'une fonction requise ; il doit toutefois être suivi d'une action curative dans les plus brefs délais ;

-Curative : remise en l'état initial d'un équipement ou d'une installation à la suite d'une défaillance.

La mise en œuvre d'une maintenance curative efficace nécessite :

-Une parfaite connaissance des installations (fiche technique, catalogue des pièces de rechange etc.).

-Du personnel qualifié.

IX.5 La gestion patrimoniale :

La qualité de la gestion patrimoniale impacte la performance du service sur trois thèmes principaux, où il apparaît que la gestion du réseau est indissociable de celle de la ressource et des installations de traitement :

La qualité de l'eau distribuée,

La continuité du service,

La préservation quantitative des ressources en eau.

En matière de qualité de l'eau distribuée, les objectifs doivent bien sûr être les mêmes dans tous les services : assurer en permanence au consommateur une eau conforme à la réglementation sanitaire. Même si l'eau qui y est introduite est parfaitement conforme, le réseau de distribution peut être à l'origine de non conformités (couleur, plomb, bactériologie...).

En effet, les interactions entre la qualité et les caractéristiques de l'eau à la sortie de l'installation de traitement, la nature des canalisations, le temps de séjour de l'eau dans le réseau constituent une problématique complexe, pouvant être responsable de la dégradation de la qualité de l'eau du fait de : corrosion interne, dissolution de matériaux en contact avec l'eau etc.....

En effet, l'état des canalisations ne dépend pas seulement de leur âge mais d'un grand nombre de facteurs d'environnement (corrosivité de l'eau et du sol, trafic, pressions) et de caractéristiques de la canalisation elle-même (matériaux, conditions de pose).

Par ailleurs il semble impossible de fixer dans ce domaine un objectif de performance uniforme pour tous les services d'eau : les enjeux économiques comme les attentes des clients sont particulièrement contrastés d'un service à l'autre dans ce domaine, une rupture temporaire d'alimentation ayant évidemment des conséquences économiques et sociales très différentes suivant qu'elle affecte un hôpital ou une maison secondaire, une habitation isolée ou une ville entière.

IX.5.1 La préservation de la ressource en eau :

Elle est aussi impactée par les politiques de gestion patrimoniale au travers des pertes en eau du réseau, mesurées par son rendement global.

IX.5.2 L'influence du milieu environnant les conduites :

L'influence du milieu environnant sur les conduites varie fortement en fonction de la localisation et du contexte des collectivités étudiées. C'est là un premier facteur déterminant le caractère local de la problématique de la gestion patrimoniale des réseaux.

De multiples facteurs interviendront, ainsi :

- La présence de nappes phréatiques ;
- Les mouvements de terrain ;

- Les charges du trafic et du poids des terres transmises aux conduites
- La qualité des remblais et des travaux de compactage des sols.
- Les désordres liés aux butées lorsqu'elles sont mal placées et mal dimensionnées ;
- Les mouvements de déstabilisation des sols causés par la pose, le remplacement ou les interventions d'entretien d'autres réseaux techniques ou par des travaux de voirie ;
- La présence de courants vagabonds générés par des installations électriques ;
- Les variations de températures, par les effets de dilatation ou contraction des conduites liés aux effets mécaniques du gel des sols puis du dégel ;
- L'agressivité naturelle de certains terrains qui peuvent induire des phénomènes de corrosion externe ;
- La présence dans le terrain de produits corrosifs ou chimiques.

IX.6 Les effets des caractéristiques physico-chimiques de l'eau transportée :

Les désordres engendrés par la qualité de l'eau peuvent être liés soit à un problème d'équilibre calco-carbonique, soit à un problème de corrosivité d'une eau à l'équilibre (chlorures, sulfates, température...).

Ces désordres peuvent être très divers :

- Phénomènes d'eaux rouges ou noires liés à des problèmes de Fer ou Manganèse ;
- Corrosion interne ;
- Corrosion bactérienne ;
- Attaques des soudures et joints matés au plomb...

La prévention de ces désordres passera par des actions de traitement de l'eau, et en particulier par la remise à l'équilibre des eaux.

IX.7 Les effets des paramètres hydrauliques du fonctionnement des réseaux :

Un débit insuffisant peut faciliter la formation des dépôts dans les canalisations.

Une pression trop faible posera des problèmes pour l'alimentation des points hauts mais n'engendrera pas de casses au niveau des conduites. En revanche, une pression trop forte provoquera des fuites et des casses au niveau des points les plus fragiles du réseau.

Les variations brusques de débit engendreront, elles, des coups de bélier générateurs de fatigue progressive des tuyaux, d'endommagement des joints, voire de casses.

L'entretien et la maintenance régulière des organes régulateurs de pression constituent donc des tâches essentielles pour la préservation du patrimoine « réseau d'eau potable ». Elles vont avoir un impact positif sur la durée de vie des infrastructures.

Enfin le temps de séjour de l'eau, déterminé par le dimensionnement et le fonctionnement hydraulique du réseau, dégradera la qualité de l'eau s'il est trop élevé. Il sera alors nécessaire de modifier la configuration du réseau (abandon de conduites, sectorisation...) pour atteindre des temps de séjour acceptables en tout point du réseau. Ce type d'intervention sur le patrimoine peut être d'une grande ampleur et d'une certaine complexité lorsqu'il s'agit de corriger une longue évolution historique d'un réseau.

IX.8 Les outils de suivi de la qualité de l'eau en réseau :

Ces outils ont pour but de caractériser la dégradation de la qualité de l'eau du fait :

Des conduites en elles-mêmes (corrosion) ;

D'un problème de conception du réseau (surdimensionnement du diamètre, longueur des conduites pour un nombre limité de branchements...) entraînant un temps de séjour trop élevé synonyme d'encrassement important.

Ce type de démarche est basé sur des campagnes de prélèvements et d'analyse des eaux, en différents points d'un réseau, et en différentes conditions. Ainsi l'analyse et la comparaison des résultats obtenus avec des prélèvements à fort et à faible débit permettent de localiser les zones où il y a problème d'encrassement ou de corrosion des conduites.

IX.9 Surveillance courant des adductions et du réseau :

Les travaux d'entretien doivent garantir à la fois la salubrité et le rendement des réseaux.

L'entretien courant concerne tous les appareils de fontainerie qui doivent être visités périodiquement.

Parmi les principaux travaux d'entretien il y'a lieu de citer la détection de fuite d'eau et la désincrustation des canalisations.

Pour l'exploitant la première tâche est de suivre le fonctionnement des adductions et des réseaux. Cette surveillance systématique s'appuie sur les observations faites lors de l'entretien courant des ouvrages et sur l'interprétation des opérations faites à l'occasion des travaux de réparation.

Les opérations d'inspection et d'entretien devant être effectuées au niveau du réseau sont :

➤ **Contrôles mensuels**

Il concerne :

- Le tracé des conduites d'adduction : le but est de rechercher les affaissements éventuels, les écoulements d'eau, les travaux à proximité des conduites,
- Les ouvrages en ligne : il s'agit de vérifier leur état, l'étanchéité de la fermeture des trappes de regard et des portes,
- Les ouvrages de croisement.

➤ **Contrôles semestriels**

Il concerne :

- Les réducteurs de pression, soupapes de sécurité et d'aération,
- Les conduites et organes de robinetterie.

➤ **Contrôles annuels**

Il concerne :

- Les organes de sectionnement, dispositif de protection contre les ruptures de conduites (fonctionnement, état, étanchéité, accessibilité, position, position, etc.),
- Les réducteurs de pression, soupape de sécurité, et d'aération, fonctionnement étanchéité,
- Les bouches d'incendie : fonctionnement, état, vidange, plaques indicatrices, présence de clé et de tuyau de prise,
- Les conduites : étanchéité, nettoyage, en particulier des tronçons secondaires et ceux en bout du réseau, capacité de transit des conduites d'adduction et principales (mesure de débit et pression).

IX.10 Lutte contre le vieillissement des réseaux :

Quelque soit la nature du terrain de la pose, les conduites d'adduction gravitaire ou par refoulement, aussi bien que celles de distribution, sont menacées de dégradation ou de destruction par des causes diverses naturelles ou artificielles. Leur bonne conservation dépend, en premier lieu, de la qualité du matériau dont elles sont constituées et surtout de son adaptation aux caractéristiques physico-chimiques des terrains dans lesquels elles sont posées. Ceci est vrai pour les différentes natures de matériaux, mais principalement pour les conduites métalliques : fer, fonte, acier, etc., ainsi que pour celles, telles que les conduites en béton armé, dans la constitution desquelles il entre des matériaux ferreux.

Cependant diverses méthodes sont employées pour protéger les conduites contre le vieillissement.

IX.11 Conclusion :

Pour assurer une bonne gestion du réseau de distribution, il faut que ce dernier soit bien conçu, en respectant les diverses normes et les conditions de pose des conduites et d'équiper le réseau de différents organes et accessoires. Le sous dimensionnement où le surdimensionnement d'un réseau aura une conséquence démesurée sur la gestion de ce dernier. Par ailleurs, il est conseillé de prendre de mesure préventive pour lutter efficacement contre les dépôts et l'entartrage qui réduisent considérablement la durée de vie des réseaux.

CONCLUSION GENERALE

Une bonne gestion du réseau passe toujours par une bonne connaissance de ces infrastructures, de son fonctionnement hydraulique et un entretien de ce réseau. Mais avec le temps ce réseau vieillit, engendrant des perturbations. Une dégradation de la qualité de l'eau est observée. Différents facteurs, nommés aussi « les facteurs de désordres » sont à l'origine de ces dégradations. Ils sont d'origine interne (matériau, diamètre, la résistance à la compression de matériau,...), externe (le sol, les fuites, le mouvement des sols ...) et liés à l'exploitation du réseau (débit, pression, vitesse, nature de l'eau...).

Sur le réseau de notre zone d'étude, le vieillissement et sans cortège de symptômes caractéristiques comme : un nombre élevé des interventions sur le réseau, une augmentation des pertes de charge, des plaintes concernant la qualité de l'eau sont également observés.

L'étude de réseau de notre zone d'étude a permis d'identifier les spécificités suivantes :

- il n'existe pas encore des compteurs individuels chez tous les consommateurs ;
- sous dimensionnement de réseau ;
- des pertes de l'eau sur le réseau s'élèvent à 40 % ;
- les conduites de service à l'intérieur de la ville forment comme les artères principales, des petites mailles en traversant par endroits les immeubles ;
- malgré la réhabilitation du réseau en 2004, il en reste des tronçons nécessitant un renouvellement immédiat.

De plus, nous avons constaté également que le nombre de la population a presque doublé à l'horizon d'étude (2040). Pour remédier à ce phénomène, et après avoir diagnostiqué le réseau existant. Nous avons projeté une nouvelle conception du réseau pour pallier aux éventuels déficits.

BIBLIOGRAPHIE

-DUPONT, A. :

Hydraulique urbaine (tomme II).

Édition Seyroles, Paris 1988.

-LYONNAISE DES EAUX :

Mémento du gestionnaire de l'alimentation en eau potable et de
l'assainissement

Edition Eyrolles, Paris 1978.

-SALAH. B :

Cours d'alimentation en eau potable

Edition ENSH, Soumaa 1994.

- Association Générale des Hygiénistes et Techniciens Municipaux

les canalisations d'eau et de gaz –corrosion, dégradation et protection

Edition Technique et documentation (Lavoisier). Paris 1987.

-BONIN J :

Hydraulique urbaine appliquée en agglomération de petite et moyenne
Importance

Editions Eyrolles par 1986

-A. AYADI, B.SALAH, M.MOUSSAOUI :

COLLOQUE MEDITERRANEEN EAU - ENVIRONNEMENT

Edition ENSH, Soumaa 2000

-FRANCOIS Valiron :

"Gestion des eaux"

Edition : Ecole nationale des ponts et chaussées 1989.