

**Ministère de l'Enseignement Supérieur
Et de la Recherche Scientifique**

Université Mohamed Boudiaf - M'sila



Faculté de Technologie

Département d'Hydraulique

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme

De MASTER

FILIERE : Hydraulique

Option : Hydraulique Urbaine

THEME

**Conception d'un schéma directeur d'AEP de la ville de
HARAZA (W.BBA) Elaboration d'un SIG d'aide a la Décision**

Dirigé par :

Mr. M. Hasbaia

Présenté par :

Ben Chelali Assia

Promotion: 2018/2017

Remerciements

Nous commençons par remercier dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et l'amour du savoir pour pouvoir réaliser ce modeste travail.

Nos plus vifs remerciements vont à Mr Hassbaia Mahmoud pour avoir accepté d'encadrer ce sujet, ainsi pour son orientation, ses judicieux conseils et sa disponibilité tout au long de l'évaluation de notre projet.

Nous tenons à remercier également Mr Mezali Farok

Nos vifs remerciements aux responsables et personnel de

la direction des ressources en eaux

A tous les enseignants du département d'hydraulique qui ont contribué à notre formation.

Assia Ben chelali

Dédicaces

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

- *Ma très chère mère qui m'a toujours apportée*

Son amour et son affection

*Mon cher père, qui voulait être avec moi aujourd'hui, que Dieu ait pitié
de lui*

Je le dédie également à:

- *Mes chers frères, sœurs et gendres;*
- *Toute ma grande famille et tous mes proches.*

*A tous mes amis et mes collègues: Ils vont trouver ici
le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie ;
A toute personne ayant contribué de près ou de loin à la
réalisation de ce travail.*

*Au Tout Puissant qui ne nous a jamais abandonné tout au long de
notre vie.*

Asri Be chelali

Sommaire

Introduction générale :.....	1
------------------------------	---

Chapitre I : Etude bibliographique des systèmes d'AEP

I.1 Introduction :.....	2
I.2 Généralité sur le système d'AEP :.....	2
I.3. Les éléments spécifiques des réseaux d'eau potable	2
I.4. Système de distribution.....	2
I.4.1 captage des eaux :.....	3
I.4.1.1. Captage des eaux souterraines.....	3
I.4.1.2. Captage des eaux de surface.....	4
I.4.1.3. Captage des eaux de sources.....	6
I.4.2 L'Adduction.....	6
I.4.2.1 Types d'adduction.....	6
I.4.2.1.1 L'adduction gravitaire :	6
I.4.2.1.2 L'adduction par refoulement :	7
I.4.3 les réservoirs :.....	7
I.4.4 La distribution.....	8
I.5 Conclusion	9

Chapitre II. Présentation et situation de la commune :

II.1 Introduction.....	10
II.2 Limites administratives:.....	10
II.3 Données naturelles :.....	11
II.3.1. topographie :.....	11
II.3.2 tectonique :.....	11
II.3.3 Climatologie :.....	12

II.3.4 Hydrographie :	12
II.3.5 Les sols :	13
II.3.6 La végétation :	13
II.4 Situation Démographique:	13
II.4.1 Dispersion :	13
II.5 Situation hydraulique:	13
II.5.1 Ressources en eaux :	13
II.5.1.1 Eaux Souterraines :	13
II.5.1.2 Caractéristiques des forages :	14
II.5.2. Etat des stations de pompage :	14
II.5.3. Stockage:	15
II.5.4. Réseau de distribution :	15
II.6 Conclusion :	16

Chapitre III : Diagnostic et expertise du réseau existant

III.1 Introduction :	17
III.2 estimation des besoins journaliers actuels :	17
III.3 Besoins en par catégorie :	17
III.3.1 Besoins domestique :	17
III.3.2 Besoins administratifs :	18
III.3.3 Besoins scolaires :	18
III.3.4 Besoins sanitaires :	18
III.3.5 Besoins socioculturels et sportives :	18
III.3.6 besoins Commerciaux :	19
III.4 Récapitulation des besoins en eaux de Haraza :	19
III.5 Détermination des débits du réseau :	19

III.5.1 Débit de pointe :.....	19
III.5.2 Débit spécifique:.....	20
III.6 description du réseau d'AEP existant :.....	20
III.7 Calcul hydraulique :	21
III.7.1 Présentation du calcul par le logiciel (EPANET 2.0) :.....	21
III.8 Résultats du calcul hydraulique :.....	26
III.8.1 Calcul de vitesse :.....	26
III.8.2 Les pertes de charge :.....	26
III.9 Examen des résultats et expertise.....	27
III.10 Conclusion :.....	29

Chapitre IV : Conception de réseau d'AEP de la ville HARAZA W de BBA à l'horizon futur

IV.1 Introduction :.....	30
IV.2 la démographie :.....	30
IV.3 Estimation de la population a différents horizons :.....	30
IV.4 Estimation des besoins journaliers :.....	31
IV.5 Besoins en eau par catégorie pour horizon 2048:.....	31
IV.5.1 Besoins domestiques :.....	31
IV.5.2 Besoins administratifs :.....	32
IV.5.3 Besoins scolaires :.....	32
IV.5.4 Besoins sanitaires :.....	32
IV.5.5 Besoins socioculturel et sportif :.....	32
IV.5.6 Besoins Commerciaux :.....	33
IV.6 Récapitulation des besoins en eaux de HARAZA :.....	33

IV.7 Variation de la consommation journalière :.....	33
IV.7.1 Coefficient d'irrégularité journalière maximum :.....	33
IV.7.2 Coefficient d'irrégularité minimale ($K_{min j}$) :.....	34
IV.7.3 Coefficient d'irrégularité maximale horaire ($K_{max, h}$) :.....	34
IV.7.4 Coefficient d'irrégularité minimale horaire ($K_{min, h}$) :.....	34
IV.8 Détermination des débits journalière :.....	35
IV.8.1 Consommation maximale journalière ($Q_{max, j}$) :.....	35
IV.8.2 consommation minimal journalière ($Q_{min j}$) :.....	35
IV.9 Détermination de débit de pointe :.....	36
IV.10 Détermination de débit horaire :.....	36
IV.10.1 Détermination de débit moyen horaire :.....	36
IV.10.2 Détermination de débit maximum horaire :.....	36
IV.11 Choix du matériau des conduites :	37
IV.11.1 Tuyaux en PVC (polychlorure de vinyle non plastifié) :.....	37
IV.11.2 Tuyaux en fonte :.....	37
IV.11.3 Tuyaux en acier :.....	37
IV.11.4 Tuyaux en PEHD :.....	38
IV.12 Calcul du réseau de distribution :.....	38
IV.13 Calcul des pertes de charge :.....	38
IV.13.1 Les pertes de charge linéaire :.....	38
IV.13.2 Les pertes de charge singulières :.....	39
IV.13.3 Les pertes de charge totale :.....	39
IV.13.4 Calcul du coefficient de frottement linéaire :.....	39

IV.14 Détermination des débits du réseau mixte :.....	39
IV.14.1 Débit spécifique :.....	39
IV.14.2. Calcul des débits en route :.....	40
IV.14.3 Débit aux nœuds :.....	40
IV.15 Méthode de calcul :.....	42
IV.16 Résultats de calcul hydraulique de réseau :.....	44
IV.16.1 Calcul de la pression :.....	44
IV.17 Quantification des travaux :.....	44
IV.17.1 Les opérations pour la réalisation du réseau :.....	44
IV.17.2 La profondeur (Htr) :.....	45
IV.17.3 Largeur de la tranche :.....	45
IV.17.4 Calcul du volume de déblai :.....	45
IV.17.5 Calcul du volume de sable :.....	46
IV.17.6 Calcul du volume du remblaiement des tranchées :.....	47
IV.18 Conclusion :.....	48

Chapitre V : Elaboration d'un SIG d'aide à la gestion du réseau

V.1 Introduction :.....	50
V.2 Système d'Information Géographique (SIG) :.....	50
V.2.1 Définitions :.....	50
V.2.2 Les composants d'un SIG.....	51
V.3 Les modes de représentation de l'information géographique dans un SIG.....	54
V.3.1. Le mode raster :.....	54
V.3.2. Les points :.....	54
V.3.3. Les lignes :.....	54
V.3.4. Les polygones :.....	55
V.4 Fonctionnalité d'un SIG.....	55

V.4.1. L'Acquisition de données.....	55
V.5 Les phases de développement d'un SIG :.....	55
V.5.1.L'analyse.....	56
V.5.2.La conception.....	56
V.5.3.La réalisation :.....	56
V.6.Avantages et contraintes du SIG :.....	56
V.6.1. Avantages :.....	56
V.6.2. Contraintes :.....	56
V.7 Principes de méthodologie :.....	56
V.8 Présentation du logiciel utilisé « ArcGIS 10.3 » :.....	57
V.8.1Présentation d'ArcGIS Desktop :.....	57
V.9 Aperçu sur le SIG :.....	58
V.10 Organisation et structure des données	58
V.11 L'information géographique :.....	58
V.11.1Mode de représentation des données géographiques :.....	59
V.11.1.1.Mode de représentation raster :.....	59
V.11.1.2.Mode de représentation vecteur :.....	60
V.11.2 Géoréférencement :.....	60
V.12 La gestion des réseaux assistée du logiciel ArcMap :.....	60
V.13 Implantation et mise en œuvre des applications :.....	60
V.10 Conclusion :.....	64

Chapitre VI : Gestion, entretien et exploitation des réseaux d'AEP

VI.1 Introduction :.....	65
VI.2 But de la gestion :.....	65
VI.3 Méthodes et techniques de détection des fuites dans les réseaux d'AEP :.....	65

VI.3.1 L'écoute des bruits de fuite :.....	65
VI.4 Importance de l'entretien et de la maintenance :.....	66
VI.4.1 Maintenance :.....	66
VI.4.2 Maintenance Préventive :.....	66
VI.4.3 Maintenances curative.....	66
VI.4.4 L'entretien courant :.....	67
VI.4.5 L'entretien préventif systématique :.....	67
VI.5.3 Protection passive :.....	67
VI.5.4protection anticorrosion.....	67
VI.6 Gestion des ouvrages de stockages :.....	67
VI.6.1 Nettoyage des ouvrages de stockage :.....	68
VI.7 Contrôle de la qualité de l'eau :.....	69
VI.7.1 Contrôle mensuel.....	69
VI.7.2 Contrôle semestriel :.....	69
VI.8 La surveillance et l'entretien courant des adductions et des réseaux :.....	69
VI.9 Conclusion :.....	71
Conclusion générale	72

Liste des Tableaux

Tableau II.1 Dispersion de la population de la commune de HARAZA.....	13
Tableau II.2 Caractéristiques de la ressource souterraine.....	14
Tableau II.3 Caractéristique des forages.....	14
Tableau II.4 Caractéristiques des stations de pompage.....	14
Tableau II.5 Caractéristiques de réservoir de stockage.....	15
Tableau II.6 Caractéristique de l'adduction et du réseau de distribution.....	15
Tableau III.1 Evaluation des besoins domestiques.....	17
Tableau III.2 Evaluation des besoins administratifs.....	18
Tableau III.3 Evaluation des besoins scolaires.....	18
Tableau III.4 Evaluation des besoins sanitaires.....	18
Tableau III.5 Evaluation des besoins socioculturels et sportifs.....	18
Tableau III.6 Evaluation des besoins commerciaux.....	19
Tableau III.7 Récapitulation des besoins en eaux de Haraza.....	19
Tableau III.8 Débit de point de Haraza.....	20
Tableau III.9 Les vitesses de tronçons.....	26
Tableau III.10 les pertes de charges de tous les tronçons.....	26
Tableau IV.1 Evaluation de la population pour différent horizon.....	30
Tableau IV.2 Evaluation des besoins domestiques.....	31
Tableau IV.3 Evaluation des besoins administratif.....	32
Tableau IV.4 Evaluation des besoins scolaires.....	33
Tableau IV.5 Evaluation des besoins sanitaires.....	33
Tableau IV.6 Evaluation des socioculturel et sportif.....	33

Tableau IV.7	Evaluation des besoins Commerciaux.....	33
Tableau IV.8	Récapitulation des besoins en eaux de HARAZA.....	33
Tableau IV.9	Le coefficient β_{max} en fonction du nombre d'habitants.....	34
Tableau IV.10	le coefficient β_{min} en fonction du nombre d'habitants.....	35
Tableau IV.11	Calcul de calcul des débits des nœuds.....	41
Tableau IV.12	Les pourcentages des diamètres utilisés pour réseau projeté.....	43
Tableau IV.13	Les résultats des pressions de HARAZA.....	46
Tableau IV.14	Calcul du volume de déblai.....	46
Tableau IV.15	calcul du volume de sable.....	46
Tableau IV.16	Calcul du volume de remblais.....	47
Tableau IV.17	Devis quantitatif du projet.....	48
Tableau VI.1	Equipements d'un réservoir.....	68
Tableau VI.2	Eléments du cout d'entretien.....	70

Liste des figures

Figure I.1 : Schéma d'Alimentation en Eau Potable.....	3
Figure I.2 : Captage des eaux souterraines.....	4
Figure 1.3 : Prise dans le fond du lit d'une rivière.....	5
Figure1.4 : Prise au milieu d'une rivière.....	5
Figure 1.5 : Prise sur berge.....	6
Figure 1.6.a Château d'eau.....	8
Figure II.1 La délimitation de la commune de HARAZA.....	11
Figure III.1 Boîte de dialogue.....	22
Figure III.2 La navigateur des données.....	22
Figure III.3 Propriétés des nœuds de demande.....	23
Figure III.4 Propriétés des tuyaux.....	23
Figure III.5 Propriétés des Réservoirs.....	24
Figure III.6 Exemple de tableau avec des résultats au nœud.....	25
Figure III.7 Exemple de tableau avec des résultats au tronçon.....	25
Figure III.8 Secteur de la vitesse pour le réseau existant.....	26
Figure III.9 Secteur de perte de charge.....	27
Figure III.10 schéma du réseau existant de Haraza.....	35
Figure IV.1 Accroissement de la population de HARAZA (2008-2048).....	38
Figure IV.2 calcul des tronçons par EPANET.....	49
Figure IV.3 Histogramme de la pression de HARAZA.....	51
Figure IV.4 Coupe type de la tranchée.....	54
Figure IV.5 Schéma du réseau projeté de la ville de Haraza.....	56
Figure V.1 : Composants d'un SIG.....	58.
Figure V.2 Extrait du plan du réseau d'AEP existant de la ville de HARAZA.....	63

Figure V.3 Représentation sur ArcMap des caractéristiques de conduite du réseau existant (C. Haraza).....	63
Figure V.4 Extrait du plan du réseau d'AEP projeté de la ville de HARAZA.....	64
Figure V.5 Représentation sur ArcMap des caractéristiques des conduites pour le réseau d'AEP projeté (C. Haraza).....	64
Figure V.6 Représentation sur ArcMap des caractéristiques des nœuds (n5).....	65

Introduction générale

L'Algérie est parmi les pays qui se situent en dessous du seuil de pénurie d'eau, fixée internationalement à 1000 m³/an/habitant. La disponibilité de l'eau est actuellement estimée, avec une population de plus 30 millions d'habitants, à 383 m³/an/habitant ; en 2020 avec une population de 44 millions d'habitants environ, elle passera à 261 m³/an/habitant, [1].

A présent, les taux de raccordement des populations à des systèmes d'alimentation en eau potable sont de 93% à l'échelle nationale. Ils sont très élevés dans les agglomérations et un peu plus faibles dans les zones rurales. Mais la régularité et la continuité de la distribution, objectifs principaux de l'Algérienne Des Eaux (ADE), ne sont atteints que dans un nombre restreint d'agglomérations. Dans plusieurs cas, une petite partie seulement de l'eau potable produite est réellement distribuée aux usagers en raison des fuites dans les réseaux : les taux de pertes sont très importants, atteignant dans certains cas 50% [2].

Cette situation problématique s'explique principalement par l'état défectueux des réseaux. Les actions qui permettent d'assurer la continuité et la qualité du service public sont ; la réparation des réseaux, la réduction des fuites et des gaspillages à l'aide des outils de modélisation et d'aide à la décision.

L'amélioration de la qualité de service rendu aux abonnés, la collecte et le rassemblement des informations liés à la localisation géographique du réseau de distribution sur un même support informatique devient alors nécessaire. Pour mettre en exergue les performances des Systèmes d'Information Géographiques (SIG) dans la gestion d'un réseau de distribution d'eau potable, notre choix a porté sur la ville de Haraza de la Daïra de Mansourah de wilaya de B.B.

Ce travail de mémoire est organisé comme suit :

Chapitre I : Etude bibliographique sur les systèmes d'AEP

Chapitre II : Présentation de la zone

Chapitre III : Diagnostic et expertise du réseau existant

Chapitre IV : Conception de réseau d'AEP de la ville HARAZA W de BBA à l'horizon futur

Chapitre V : Elaboration d'un SIG d'aide à la gestion du réseau

Chapitre VI : Gestion, entretien et exploitation des réseaux d'AEP

Chapitre I : Etude bibliographique des systèmes d'AEP

I.1 Introduction :

L'eau est un bien naturel et économique. Elle constitue un patrimoine qui doit être géré avec l'objectif de protéger l'intérêt de toute la collectivité. La conquête de l'eau au centre des préoccupations de l'homme. Ce dernier a consenti des efforts pour inventer, puis améliorer des moyens pour amener l'eau aux consommateurs. Ces moyens constituent l'objet des systèmes d'alimentation en eau potable (AEP).

I.2 Généralité sur le système d'AEP :

Un système d'alimentation en eau potable (AEP) est composé d'un ensemble d'infrastructures et d'installations nécessaire pour satisfaire les besoins en eau potable d'une zone urbaine et industrielle.

I.3. Les éléments spécifiques des réseaux d'eau potable

Les principaux éléments constitutifs d'un réseau d'eau potable sont

- Captage.
- Traitement des eaux.
- Adduction (refoulement).
- Accumulation (stockage).
- Distribution.

I.4. Système de distribution

Le réseau de distribution de l'eau potable est une infrastructure important qui permet de distribuer l'eau en quantité suffisante pour satisfaire les besoins actuels est à venir des usagers (François, 2000).

Depuis son captage dans le milieu naturel jusqu'au robinet du consommateur, l'eau nécessite de nombreuses infrastructures pour son transport (figure I.1) :

- Les ouvrages de captage ;
- Les ouvrages de traitement ;
- Les stations de pompage ;
- Les réservoirs ;
- Les canalisations (Adour-Garonne, 2005).

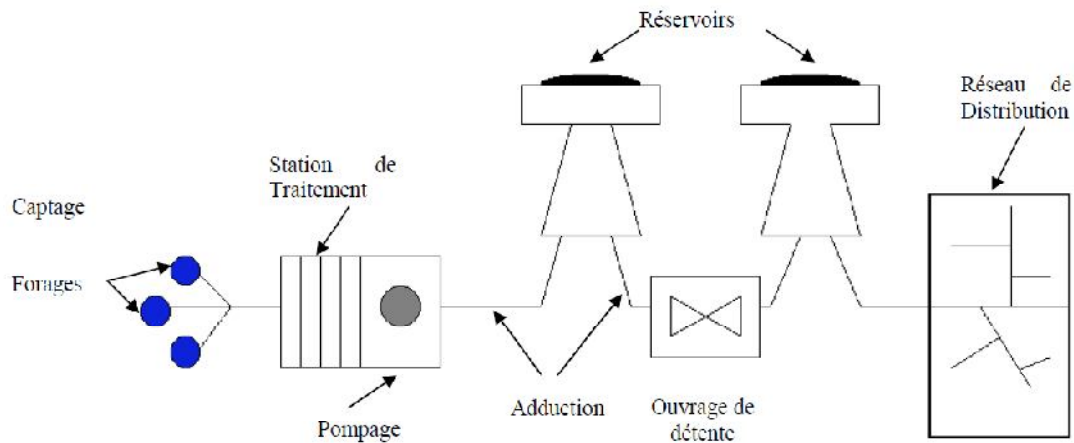


Figure I.1 Schéma d'Alimentation en Eau Potable (Abdelbaki, 2014).

1.4.1 captage des eaux :

Les captages sont les travaux effectués pour prélever les eaux naturelles en vue

De l'alimentation, ils peuvent concerner soit l'eau présente dans le sous-sol, sous forme de nappes aquifère, soit celle qui surgit du sous-sol à la surface par des sources, soit encore celle que l'on trouve à la surface du sol, dans les rivières ou dans des étangs naturels ou artificiels [3].

1.4.1.1. Captage des eaux souterraines

• L'aquifère :

Un aquifère est un corps de roche perméable comportant une zone saturée, suffisamment conducteur d'eau souterraine pour permettre à l'eau l'écoulement significatif et l'exploitation d'une quantité d'eau appelée *Nappe souterraine* [4].

• Nappe souterraine :

Une nappe souterraine est l'ensemble des eaux souterraines contenus dans l'aquifère dont toutes les parties sont en liaison hydraulique [4].

Ce type de réservoir peut être exploité et peut approvisionner les réseaux de distribution d'eau potable. Le rapport de la nappe avec l'aquifère est le même qu'entre le contenu et son contenant [1]. Les forages et les puits sont les moyens les plus répandus pour le captage des eaux souterraines en maintenant ces eaux à l'abri des contaminations notamment à l'approche de la surface du sol (**figure1.2**). Les eaux souterraines sont en général limpides, mais leurs caractéristiques physico-chimiques

varient en fonction de site et on doit, dans chaque cas, faire une étude pour déterminer quel traitement sera nécessaire pour rendre l'eau potable [5].

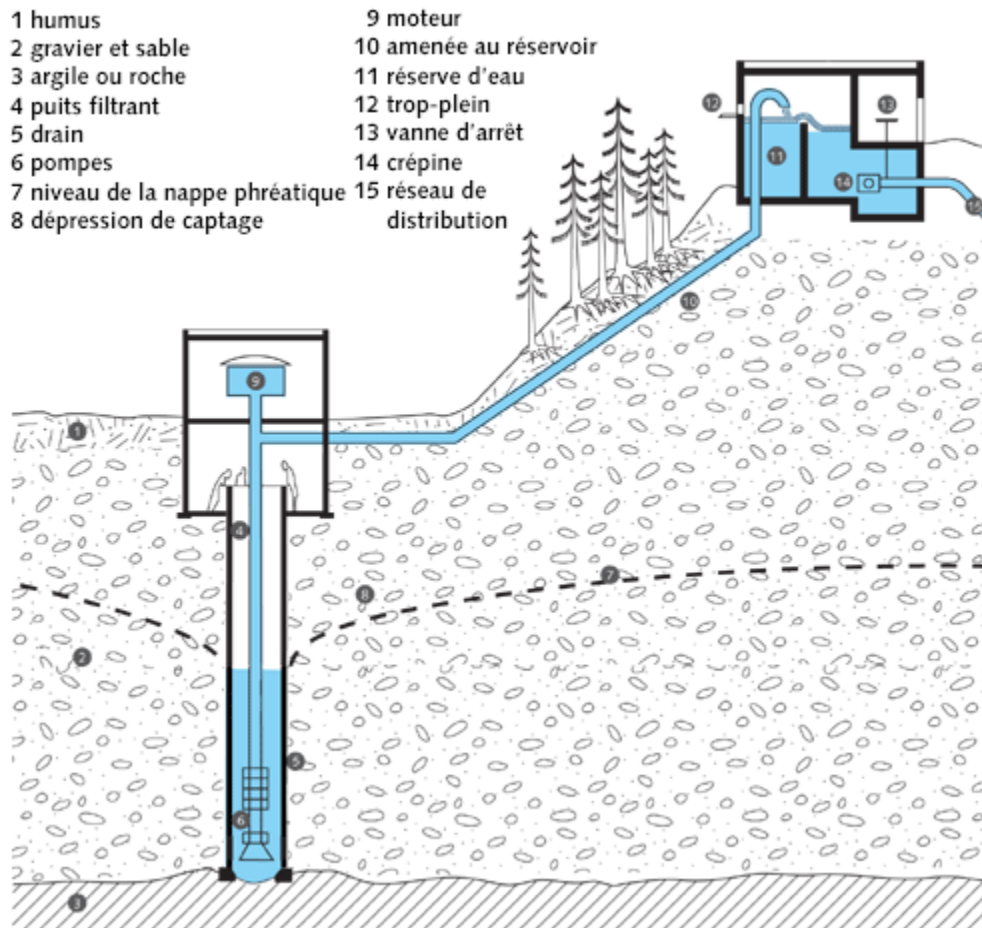


Figure 1.2: Captage des eaux souterraines

I.4.1.2. Captage des eaux de surface

Les eaux de surface sont les eaux des rivières et de fleuves (des eaux courantes), soient des eaux dormantes (étangs, lacs naturels ou artificiels), la prise d'eau ne doit être installée qu'après avoir pris connaissance du maximum d'informations relatives aux régimes d'écoulements des eaux, et aux débits (débits de crues et les débits d'étiage) par l'emplacement des ouvrages spécifiques [15].

A- Captages des eaux courantes

La prise d'eau peut s'effectuer par :

- **Captage sur le fond**

Le principe est de creuser une tranchée perpendiculaire à l'écoulement ensuite on place une crépine d'aspiration entourée par des graviers et reliée à la berge par une tuyauterie (**figure1.3**).

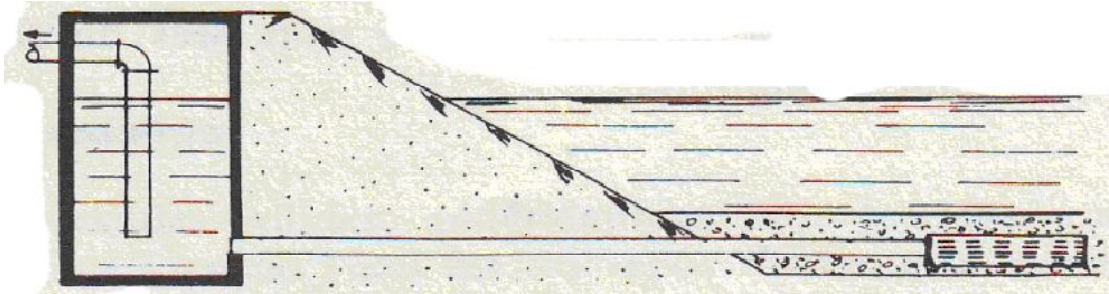


Figure 1.3 : Prise dans le fond du lit d'une rivière

- **Captage au milieu de la rivière**

C'est l'exécution en pleine eau d'un ouvrage analogue à une pile de pont, ainsi la protection des corps flottants de la prise est assurée par des grilles (**figure1.4**).



Figure1.4 : Prise au milieu d'une rivière

- **Captage sur la berge**

C'est un puisard projeté à proximité de la berge relié à la rivière, et protégé par un grille qui empêche le passage des graviers .on mettant une pompe dans le puisard (**figure1.5**).

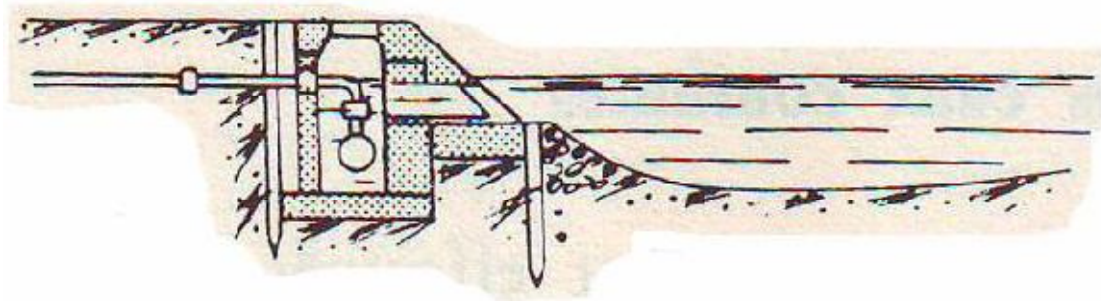


Figure 1.5 : Prise sur berge

B- Captages des eaux dormantes :

Le dispositif de captage des eaux doit être installé à une profondeur convenable pour éviter les dépôts de limon à craindre et éviter aussi les eaux les plus proches à la surface ou la température varie beaucoup sur quelques mètres, suivant les saisons, et pouvant rendre l'eau impropre à la consommation [19].

I.4.1.3. Captage des eaux de sources

Une eau de source est une eau d'origine souterraine, ayant subi une protection contre la pollution (la pollution est définie comme ce qui rend un milieu malsain. La définition varie selon le contexte, selon le milieu...), et n'ayant subi ni traitement, ni adjonction. Elle doit satisfaire les critères de potabilité (ce qui n'est pas forcément le cas d'une eau minérale naturelle). Pour objet de la protéger contre la pollution il faut mettre un ouvrage spécial

I.4.2 L'Adduction

L'adduction d'eau regroupe les techniques permettant d'amener l'eau depuis sa source à travers un Réseau de conduites ou d'ouvrages architecturaux (aqueducs) vers les lieux de consommation.

I.4.2.1 Types d'adduction

Il ya deux types d'adduction :

I.4.2.1.1 L'adduction gravitaire :

Où l'écoulement de l'eau à des pressions importantes est causé par la Différence des niveaux hydrauliques : l'altitude de la source est supérieure à l'altitude du point de Consommation, et se déplace donc grâce à la force de gravitation d'où son nom. C'est le principe du Château d'eau.

I.4.2.1.2 L'adduction par refoulement :

Où la pression sur le réseau et l'acheminement de l'eau se fait à l'aide de pompes à l'intérieur de stations de pompage.

- Constituer une réserve d'eau disponible même si le pompage est arrêté.
- Séparer le pompage de la distribution

I.4.3 les réservoirs :

Du point de vue hydraulique, un réservoir est un récipient capable de contenir une réserve d'eau. Il est généralement entre l'adduction et la distribution d'AEP.

Les réservoirs doivent maintenir l'eau à l'abri des risques de contamination, et autant que possible des fortes variations de température.

Il sert aussi à deux choses :

- Constituer une réserve d'eau disponible même si le pompage est arrêté.
- Séparer le pompage de la distribution.

A partir du réservoir, l'eau s'écoule dans les tuyaux par son propre poids, donc plus le réservoir sera plus haut, plus l'eau pourra aller loin et vite. C'est pour que certains réservoirs sont au sol mais que d'autres doivent être surélevés (château d'eau) pour que l'eau ait une pression suffisante pour alimenter tout le village. Les châteaux d'eau (**figure 1.6-a**) sont soit en métal (lorsqu'une petite capacité est nécessaire) soit en béton armé (pour les plus grosses capacités).

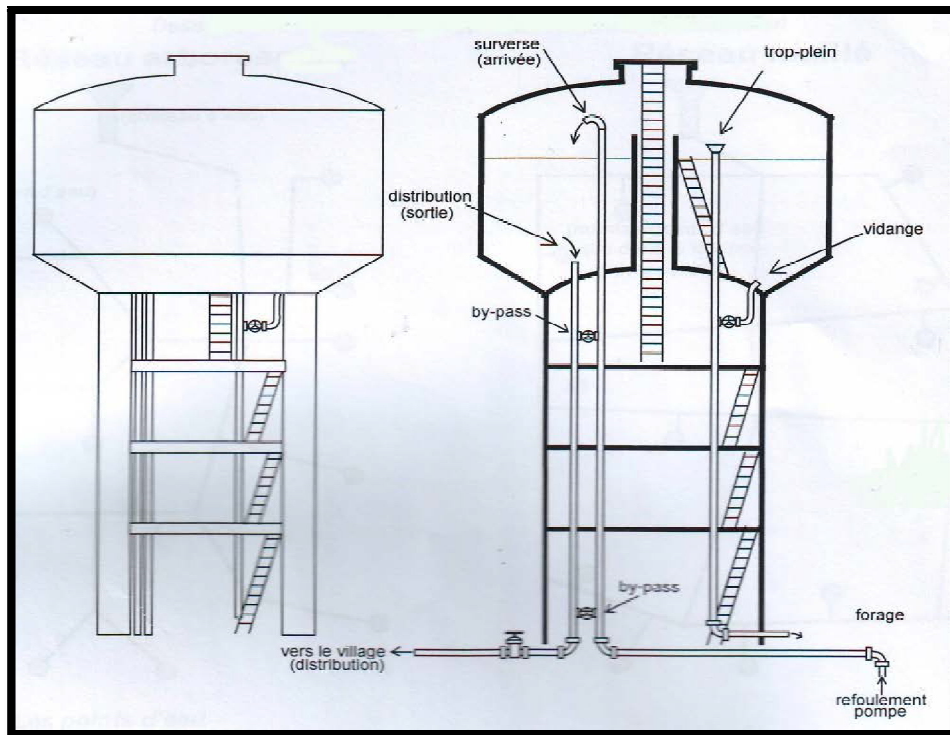


Figure 1.6.a Château d'eau

I.4.4 La distribution

Dans cette étape le transport de l'eau potable aux consommateurs se fait grâce au réseau de distribution qui peut être un réseau maillé, ramifié, étagé, combiné ou réseau à alimentation distincte [5]

I.5 Conclusion :

Nous avons défini au cours de ce chapitre un ensemble de notions permettant de comprendre le système d'alimentation en eau potable et fonctionnement du réseau, comme les conduites de distribution d'eau. Nous avons donné également, une généralité sur les systèmes géographiques qui peuvent être un outil impressionnant d'aide à la dans le domaine d'AEP.

Chapitre II. Présentation et situation de la commune

II.1 Introduction :

L'étude du site constitue un volet très important et prépondérant dans toute étude d'AEP et tout projet d'aménagement hydraulique. Notre présent travail consiste à dimensionner le futur réseau d'AEP du chef lieu de la commune de Haraza, Daïra de Mansourah dans la wilaya de B.B.A.

La commune de HARAZA se situe à l'Ouest de la wilaya de B.B.A, Son chef lieu de commune est l'agglomération de FEDHALA, au centre de la commune.

II.2 Limites administratives:

Cette commune de la wilaya de B.B.A se trouve limitée comme suit :

- Au Nord : par la wilaya de BOUIRA et la commune OULED SIDI BRAHIM;
- A l'Est : Par la commune d'EL MEHIR ;
- Au Sud : Par la commune de BEN DAOUD ;
- A l'Ouest : Par la wilaya de BOUIRA.

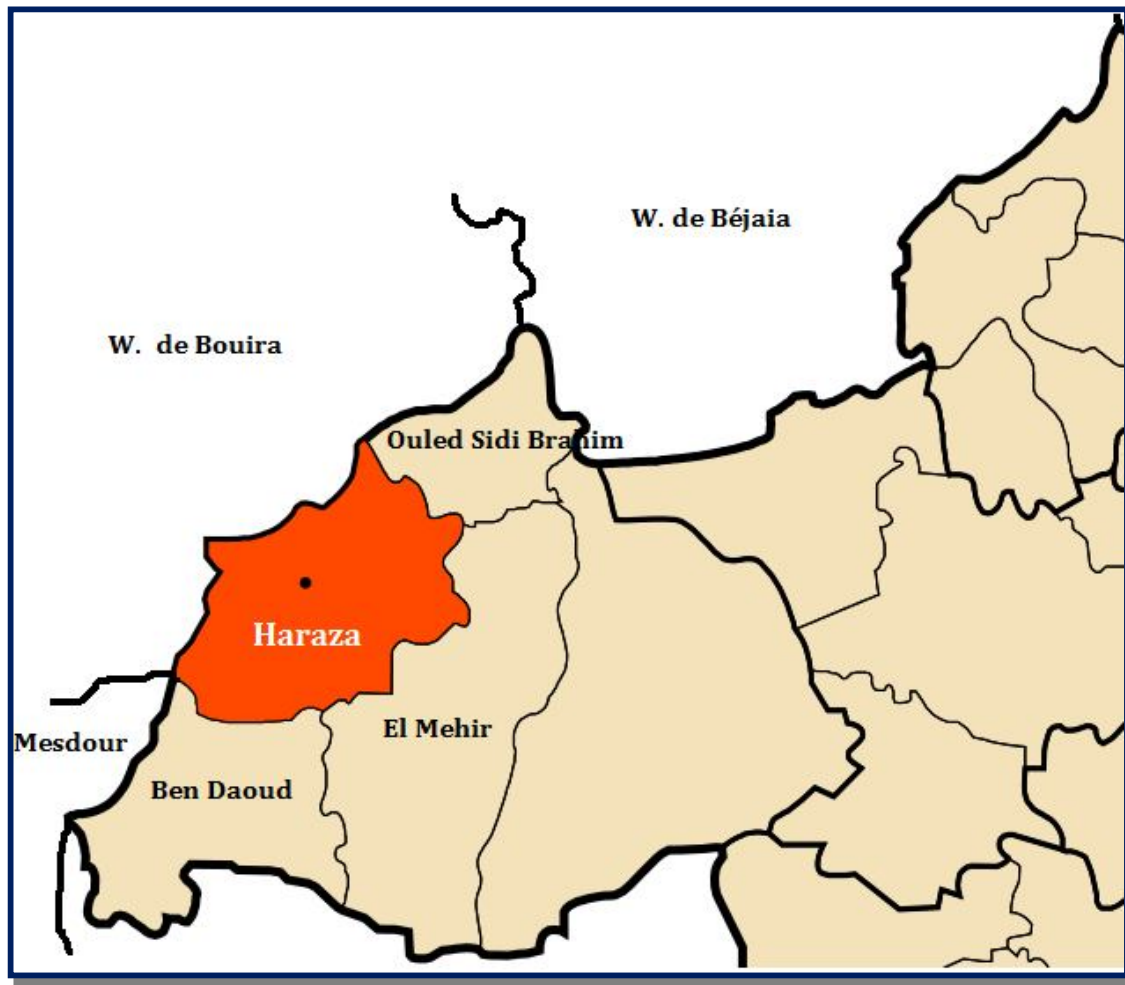


Figure II.1 La délimitation de la commune de HARAZA

II.3 Données naturelles :

II.3.1. topographie :

Le relief du territoire étudié est organisé suivant les mêmes règles que celles du schéma global des reliefs telliens. La carte topographique de Sour El Ghouzlane nous a permis de voir et de suivre l'organisation des reliefs de cette région développée à la limite occidentale des monts des Bibans. Les reliefs sont agencés suivant l'orientation générale de la topographie tellienne en allant du NE ay SW.

Le territoire est partagé entre deux grands systèmes morphologiques, l'un à un caractère montagneux, l'autre à un caractère déprimé représenté par des bassins et des couloirs intra montagneux

II.3.2 tectonique :

Il ressort de l'examen des différents affleurements qu'à l'exception des terrains appartenant au miocène moyen, supérieur et plio-quadernaire, la plus part des

affleurements de la zone sont fortement chahutés et portent le cachet d'une tectonique intense induite par une déformation à la fois souple et cassante.

En effet, le système des plis est très complexe, les terrains sont très déformés avec une succession d'anticlinaux.

Les principaux axes de la tectonique souple et cassante sont perceptible à travers des reliefs et des cours d'eaux dont la plupart suivent la direction des accidents affectant la région. Ce sont des variables, allant du NE au SW (N.40 à N.47°E) à une direction E-W (N90°E), comme il existe des accidents transverses NNE-SSW tournant autour de N.20°E ou NNW-SSE tournant autour de N.140°E. (Subdivision d'hydraulique de Mansourah)

II.3.3 Climatologie :

Le climat de la région de HARRAZA appartient au domaine méditerranéen semi-aride à localement subhumide, notamment sur les hauts reliefs dépassent les 1000m d'altitude. Les températures dans cette région sont, généralement, très élevées en été et basse en hiver, par contre les précipitations sont assez rares en hiver voir absente en été, mais nettement plus marquées en hiver. Ce sont des données qui, en se combinant, donnent à la zone, les caractères climatiques et pédo-phytoécologiques qui se manifestent à travers les paysages de cette région telliens.

II.3.4 Hydrographie :

Le réseau hydrographique est hiérarchisé suivant l'organisation générale des reliefs et des structures telliennes. Il est partagé en deux façades :

- ✓ Une façade nord qui draine l'essentiel du réseau hydrographique du secteur avec des écoulements hiérarchisés autour de deux principaux Oueds, affluents de deux principaux oueds, affluents de l'oued Sahel qui représente la partie amont de l'oued Soummam. Ce sont les oueds Azerou à l'Est qui draine l'oued de Mellez et l'Oued Kharkhar, l'oued el khémis, affluent de l'oued Zaiane au nord et l'oued Beni ouggag.

- ✓ Une façade Sud très réduite en ce qui concerne les Oueds du secteur étudié, tributaires des affluents drainés vers le Chott Hodna (sud). Les principaux écoulements de cette façade sont ceux de la partie amont des oueds Terga et El Guemmout, tous deux drainés vers le Chott Hodna. La superficie du territoire concerné par cette façade est inférieure à 10 % de la zone.

II.3.5 Les sols :

Les principaux sols développés au niveau de la zone d'étude sont classés suivant le degré d'altération et d'évolution de sols évolués développés sur les replats et sur les terrains subhorizontaux, à l'intérieur des bassins intra montagneux, et dans les vallées et les fonds d'Oueds. La zone dominée par les sols calcaires et les sols calciques.

II.3.6 La végétation :

L'état du territoire a été fortement et gravement modifié par l'anthropisation, du moment que le couvert végétal ne couvre que près de 40% de la superficie totale de la zone étudiée et qu'il ne persiste que dans les endroits accidentés et isolés du territoire.

II.4 Situation Démographique:

La commune de HARAZA est habitée par une population faible, maîtrisable par son volume et d'origine rurale locale

Selon les estimations du service technique de la commune de HARAZA, la population 774 en 2008.

II.4.1 Dispersion :

La dispersion de la population à travers le territoire communal nous permet de connaître la part de la population agglomérée au chef-lieu et en hors chef-lieu par rapport à la population totale.

Tableau II.1 Dispersion de la population de la commune de HARAZA

DISPERSION	Population en 2008	Population en 2014	Population en 2018	Taux d'accroissement
HARAZA	774	898	991	2.5%

II.5 Situation hydraulique :

II.5.1 Ressources en eaux :

II.5.1.1 Eaux Souterraines :

La commune de HARAZA, est approvisionnée en matière d'alimentation en eau potable à partir de la ressource souterraine depuis longtemps. Actuellement, elle bénéficie des eaux souterraines à partir d'un puits et un forage suivant :

Tableau II.2 Caractéristiques de la ressource souterraine

DISPERSION	Source	Débit (l/s)	Production (m ³ /j)	Heure de pompage (h)	Observation
HARAZA	Puit	0,5	14,4	12	abandonné
	HarrazaII	3	129,6	12	En service

Source : Subdivision d'hydraulique de Mansoura et service forage DRE W. BBA

II.5.1.2 Caractéristiques des forages :**Tableau II.3** Caractéristique des forages

Nom	Gestion	Nappe	Coordonnées Lambert			Caractéristique de Forage					Années mise en service	Etat
			X	Y	Z	Prof (m)	Débit exploité (l/s)	Heure de Pompage (h/j)	Jrs de Pompage	Cote de calage (m)		
Harraza	A.P.C	Mamo-cal albo aptien	638 700	319 00	1000	60	0,5	12	7	50	2002	Hors service
HarrazaII	A.P.C	Cal-gréseuse miocène	632 500	315 000	1050	75	3	12	7	60	-	En service

Source : Service forage DRE B.B.A

II.5.2. Etat des stations de pompage :

L'approvisionnement en eau potable de la commune de HARAZA est assuré par les forages et des stations de pompage, les caractéristiques de ces derniers sont mentionnées dans le tableau ci après :

Tableau II.4 Caractéristiques des stations de pompage

STP ou Forage	Caractéristiques de la pompe			Equipements	Puissance de l'armoire de commande (KWA)	Observation
	Débit (l/s)	HMT (m)	Côte de la pompe(m)			
F.Haraza	1,5	150	100	Débitmètre+ Manomètre	15	En service

Source : subdivision de Mansoura

II.5.3. Stockage:

On note l'existence dans la commune de Haraza d'un réservoir semi-enterré de capacité total (250 m³) répartie sur ses villages.

Les caractéristiques des réservoirs semi enterrés représentées sur le tableau ci après :

Tableau II.5 Caractéristiques de réservoir de stockage

Localité	Coordonnées (m)			Année de mise en service	Volume du réservoir (m ³)	Etat
	X	Y	Z			
Haraza	635,50	316,70	1 100,00	1992	250	Bon

Source : subdivision de Mansoura

II.5.4. Réseau de distribution

Le réseau de distributions d'eau potable du Haraza, se compose des tronçons ramifiés, conçus en grande partie en PEHD et en PVC.

Le réseau de distribution existant desservant cette zone, est du type ramifié. Il se caractérise par la vétusté de son état, et le sous dimensionnement des conduites. Il totalise un linéaire d'environ, de diamètres variant de 40 a 110 mm composés d'un matériau en PEHD et PVC.

Le tableau ci après montre les caractéristiques de l'adduction et du réseau de distribution :

Tableau II.6 Caractéristique de l'adduction et du réseau de distribution

Localité	Adduction (km)	Distribution (km)	Taux de raccordement	Etat de réseau	Taux de pertes estimé (%)
Haraza	3,755	7,745	95%	Moyen	20%

II.6 Conclusion :

Ayant défini les données concernant notre agglomération du point de vue géologique, topographique, géographique, climatologique, nous procédons à diagnostiquer le réseau existant puis à projeter un réseau d'AEP pour l'agglomération de Haraza capable de satisfaire la demande de la commune à long terme.

Chapitre III : Diagnostic et expertise du réseau existant

III.1 Introduction :

L'objet de ce diagnostic est de vérifier l'état du système actuel d'alimentation en eau de la ville Haraza et la détermination des défaillances du système de refoulement et de réseau de distribution.

III.2 Estimation des besoins journaliers actuels :

Les besoins journaliers sont calculé suit :

$$Q_{moyj} = \frac{Q_i \times N_i}{1000} \left[\frac{m^3}{j} \right] \quad (III.1)$$

Avec :

- Q_{moyj} : consommation moyenne journalière en m^3/j
- Q_i : dotation journalière pour chaque catégorie en $l/j/catégorie$
- N_i : nombre de consommateurs

III.3 Besoins en par catégorie :

III.3.1 Besoins domestique :

Tableau III.1 Evaluation des besoins domestiques

Horizon	Population (hab.)	Dotation (l/j/hab.)	Besoins (m^3/j)
2008	774	130	100.62
2014	898	130	116.74
2018	991	150	148.65
2045	1930	150	289.5

III.3.2 Besoins administratifs :**Tableau III.2** Evaluation des besoins administratifs

Equipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/)	Qmoyj (m³/j)
District forets	Employé	6	20	0,12
Parc Apc	Unité	1	500	0,50
Antenne Administrative	Employé	10	10	0,10
Total				0.72

III.3.3 Besoins scolaires :**Tableau III.3** Evaluation des besoins scolaires

Equipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/élève)	Qmoyj (m³/j)
Primaire	Elève	209	20	4,18
Total				4.18

III.3.4 Besoins sanitaires :**Tableau III.4** Evaluation des besoins sanitaires

Equipement	Unité	Nombre	Dotation(l/j/patient)	Qmoyj (m³/j)
Salle de soins	Patient	50	20	1,00
Totale				1.00

III.3.5 Besoins socioculturels et sportives :**Tableau III.5** Evaluation des besoins socioculturels et sportifs

Equipement	Unité	Nombre	Dotation(l/j/fidèle)	Qmoyj (m³/j)
Mosquée	Fidèle	450	10	4,50
Totale				4.50

III.3.6 besoins Commerciaux :**Tableau III.6** Evaluation des besoins commerciaux

Equipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/unité)	Qmoyj(m ³ /j)
Locaux professionnels	Unité	1	200	0,20
Totale				0.20

III.4 Récapitulation des besoins en eaux de Haraza sont :

Les besoins totaux en eaux de HARAZA sont récapitulés le tableau suivant :

Tableau III.7 Récapitulation des besoins en eaux de Haraza

Catégorie des besoins	Qmoyj (m³/j)
Besoins domestiques	148.65
Besoins administratifs	0.72
Besoins scolaires	4.18
Besoins sanitaires	1.00
Besoins socioculturels et sportives	4.50
besoins Commerciaux	0.20
Totale	159.25

D'après le tableau III.7 nous évaluons les besoins journalier de Haraza a :

$$Q_{moyj} = 159.25 \text{ m}^3/\text{j} = \mathbf{1.84 \text{ l/s}}$$

III.5 Détermination des débits du réseau :**III.5.1 Débit de pointe :**

La détermination de débit de pointe s'effaçons écrit tue en fonction du nombre d'habitants, du degré de développement de l'installation sanitaire et du régime de consommation, le débit de pointe est donné par suivante :

$$Q_p = Q_{moyj} * K_p \quad [l/s] \quad (III.2)$$

Tel que:

K_p : Coefficient de débit

$$K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{moy,j}}}$$

Si

$$Q_{moyj} \leq 2.81 \text{ l/s}$$

$$Q_{moyj} > 2.81 \text{ l/s}$$

Tableau III.8 Débit de point de Haraza

Année	Q_{moyj} (m ³ /j)	K_p	Q_p l/s
2018	159.25	3	5.529

III.5.2 Débit spécifique:

Pour calcul on admet l'hypothèse selon laquelle les besoins domestiques sont répartis régulièrement sur la longueur des réseaux de distribution, pour cette raison on a calculé le débit spécifique Q_{spi} qui est égal a :

$$Q_{spi} = \frac{Q_p}{\sum l_i} [l/s/ml] \quad (III.3)$$

$$Q_{spi} = 0.002 \text{ l/s/ml}$$

$$\sum l_i = 2817.54 \text{ m}$$

III.6 Description du réseau d'AEP existant :

Le réseau de distribution de la ville HARAZA couvre pratiquement la totalité de la ville et il est de type ramifié.

A partir des plans de recollement des différents tronçons réalisés et les visites de terrain (subdivision de l'Hydraulique de Mansoura W. BBA), nous avons pu retracer le plan du réseau existant (**figure III.11**)

III.7 Calcul hydraulique :

Nous avons simulé le réseau existant par le logiciel EPANET qui permet de calculer la vitesse dans chaque tuyau, et la pression dans chaque nœud et le niveau de l'eau dans les réservoirs.

III.7.1 Présentation du calcul par le logiciel (EPANET 2.0) :

EPANET 2.0 est un logiciel servant à l'analyse de systèmes de distribution d'eau potable. Cette analyse comprend la simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression (conduites). C'est un logiciel du domaine public qui a été développé pour l'agence de protection de l'environnement. On sait qu'un réseau est un composé de tuyaux, nœuds, pompes, vannes, bâches et réservoirs. Epanet peut calculer différentes variables comme la pression à chaque nœud, le niveau d'eau dans les réservoirs, ainsi que la concentration en substances chimiques dans les différentes parties du système.

Le logiciel Epanet permet une analyse hydraulique de réseau à partir des caractéristiques physiques des tuyaux et dynamiques des nœuds. Il peut être utilisé pour différents types d'application dans l'analyse de systèmes de distribution. Epanet offre aussi une aide à la recherche de stratégies alternatives pour gérer un réseau (modification du régime de pompage, précision d'usage des stations de chloration, planification des entretiens et des remplacements des éléments du réseau, etc.). Epanet propose de maintenir et d'améliorer la qualité d'eau distribuée aux consommateurs.

❖ Etape N1 :

Sur la boîte de dialogue qu'est représentée sur la figure III.1 on doit définir les paramètres suivants :

- Sélectionnez comme unité de débit (l/s).
- Choisir la formule de perte de charge :
 - Formule de Darcy-Weisbach
 - Formule de Hazen-Williams
 - Formule de Chezy-Manning

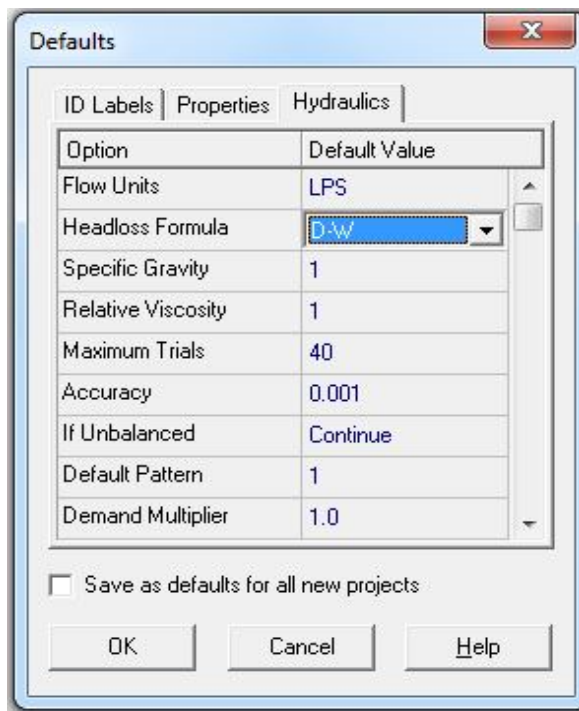


Figure III.1 Boite de dialogue

Etape 2

La rubrique navigateur des données permet l'accès aux différents objets du réseau classifiés par catégorie.

Les boutons du base de la fenêtre sont utilisés pour modifier, ajouter ou supprimer ces objets.

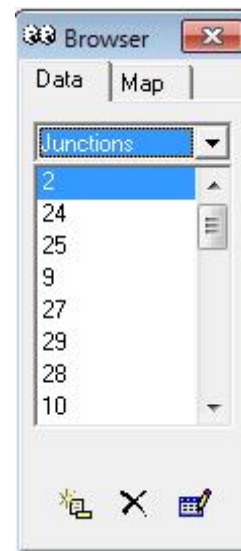
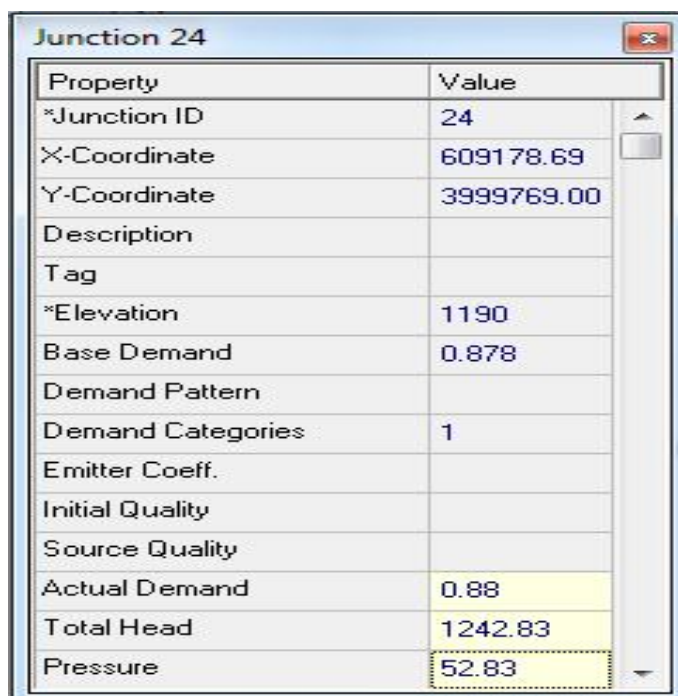


Figure III.2 La navigateur des données

a) Propriétés des nœuds de demande :

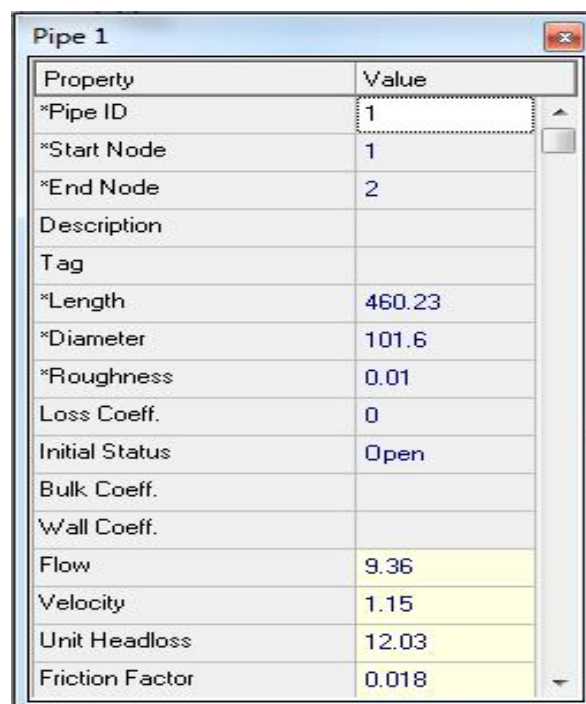


Property	Value
*Junction ID	24
X-Coordinate	609178.69
Y-Coordinate	3999769.00
Description	
Tag	
*Elevation	1190
Base Demand	0.878
Demand Pattern	
Demand Categories	1
Emitter Coeff.	
Initial Quality	
Source Quality	
Actual Demand	0.88
Total Head	1242.83
Pressure	52.83

Figure III.3 Propriétés des nœuds de demande

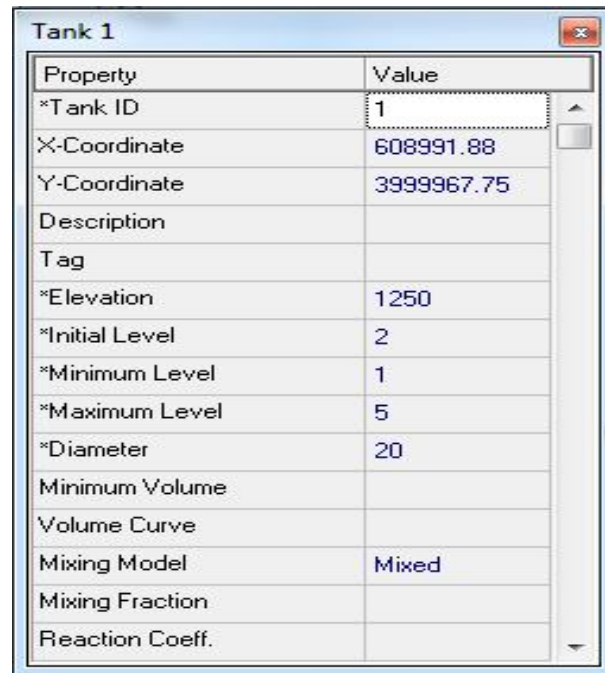
b) Propriétés des conduites :

- ❖ **Nœud initial** : Etiquette d'identification du nœud d'où le tuyau part. ce champ est obligatoire.
- ❖ **Nœud final** : Etiquette d'identification du nœud ou le tuyau arrive. Ce champ est obligatoire.
- ❖ **Longueur** : Longueur du tuyau en mètre. Ce champ est obligatoire.
- ❖ **Diamètre** : Diamètre du tuyau en (mm). Ce champ est obligatoire.
 - ❖ **Rugosité** : Coefficient de rugosité du tuyau. Ce champ est obligatoire.



Property	Value
*Pipe ID	1
*Start Node	1
*End Node	2
Description	
Tag	
*Length	460.23
*Diameter	101.6
*Roughness	0.01
Loss Coeff.	0
Initial Status	Open
Bulk Coeff.	
Wall Coeff.	
Flow	9.36
Velocity	1.15
Unit Headloss	12.03
Friction Factor	0.018

Figure III.4 Propriétés des tuyaux

c) Propriétés des réservoirs :

Property	Value
*Tank ID	1
X-Coordinate	608991.88
Y-Coordinate	3999967.75
Description	
Tag	
*Elevation	1250
*Initial Level	2
*Minimum Level	1
*Maximum Level	5
*Diameter	20
Minimum Volume	
Volume Curve	
Mixing Model	Mixed
Mixing Fraction	
Reaction Coeff.	

Figure III.5 Propriétés des Réservoirs**❖ Etape 3 : Affichage des résultats****a) Résultats au nœud :**

- Demande (débit de nœud) (l/s).
- La charge (m).
- Pression (m).

Node ID	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc 2	0.84	1246.46	56.46
Junc 24	0.88	1242.83	52.83
Junc 25	0.06	1242.82	55.82
Junc 9	0.43	1244.57	57.97
Junc 27	0.59	1240.06	53.26
Junc 29	0.18	1239.93	51.93
Junc 28	0.18	1239.88	52.88
Junc 10	0.56	1243.84	58.57
Junc 12	0.25	1243.35	58.39
Junc 11	0.21	1243.55	58.46
Junc 19	0.26	1239.75	55.87
Junc 17	0.65	1239.85	55.25
Junc 18	0.42	1237.96	54.96

Figure III.6 Exemple de tableau avec des résultats au nœud

b) Résultats au tronçon :

- Longueur (m)
- Diamètre (mm)
- Débit (l/s)
- Vitesse (m/s)
- Perte de charge (m/km)

Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km
Pipe 3	40.71	36	0.06	0.06	0.16
Pipe 29	83.55	36	0.18	0.18	1.59
Pipe 15	169.59	36	0.25	0.25	2.89
Pipe 16	70.16	36	0.73	0.71	18.16
Pipe 18	97.5	36	0.14	0.14	1.06
Pipe 17	112.42	36	0.17	0.17	1.42
Pipe 22	105.97	36	0.16	0.16	1.28
Pipe 24	28.25	36	0.04	0.04	0.11
Pipe 6	53.98	36	0.82	0.81	22.55
Pipe 7	195.88	36	0.29	0.29	3.70
Pipe 8	50.73	36	0.08	0.07	0.24
Pipe 5	43.68	101.6	6.64	0.82	6.45
Pipe 9	122.04	36	0.18	0.18	1.63
Pipe 1	460.23	101.6	9.36	1.15	12.03
Pipe 2	303.74	45.2	1.06	0.66	11.97
Pipe 4	83.1	36	0.12	0.12	0.85
Pipe 10	43.68	101.6	6.14	0.76	5.60
Pipe 11	97.98	83	5.93	1.10	13.98

Figure III.7 Exemple de tableau avec des résultats au tronçon (voire l'annexes1)

III.8 Résultats du calcul hydraulique :

III.8.1 Calcul de vitesse :

Tableau III.9 Les vitesses de tronçons

Vitesse (m/s)	0-0,1	0,1-0,5	0,5-1	1-2	Totale
La somme des longueurs	428,25	1820,79	293,86	0	2542,9
Pourcentage (%)	16,84	71,60	11,56	0	100

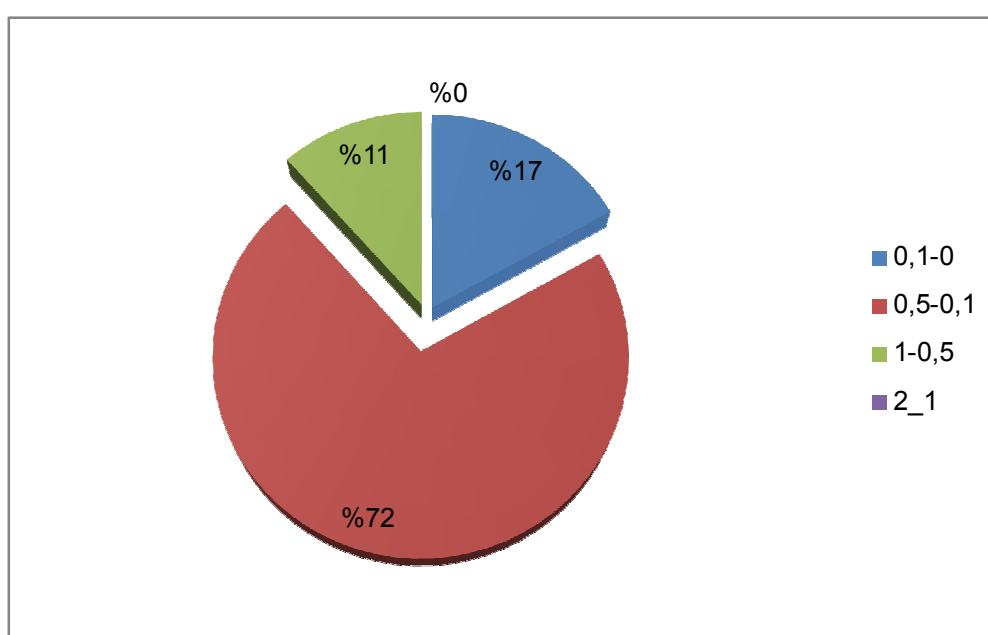


Figure III.8 Secteur de la vitesse pour le réseau existant

III.8.2 Les pertes de charge :

Tableau III.10 les pertes de charges de tous les tronçons

P.D.H(m/km)	0-5	5-10	10-20	Totale
La somme des longueurs	2390.94	53.98	97.98	2542.9
Pourcentage (%)	94.02	2.12	3.85	100

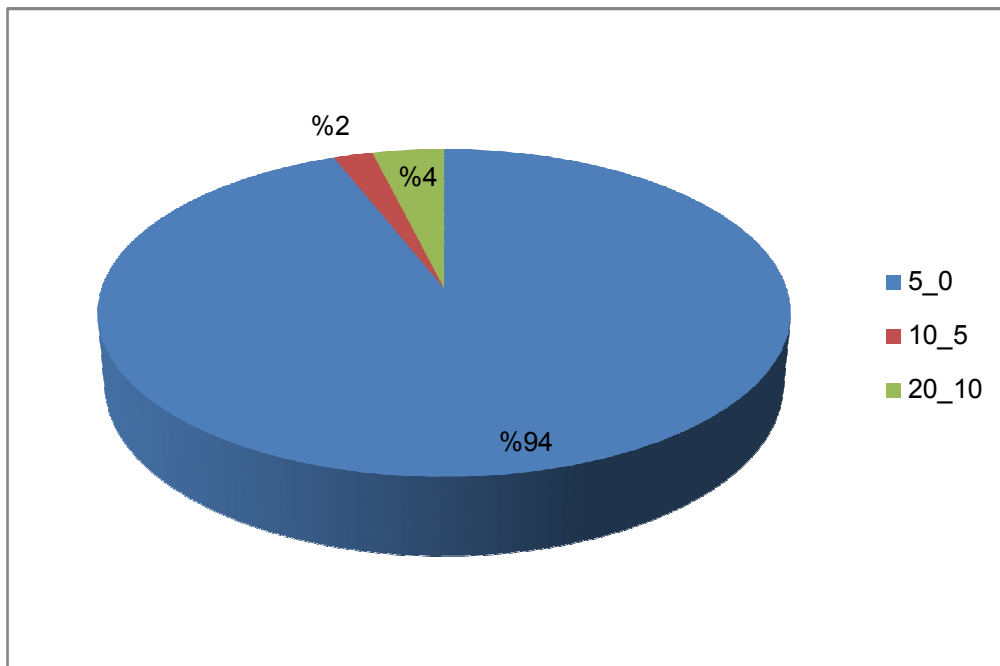
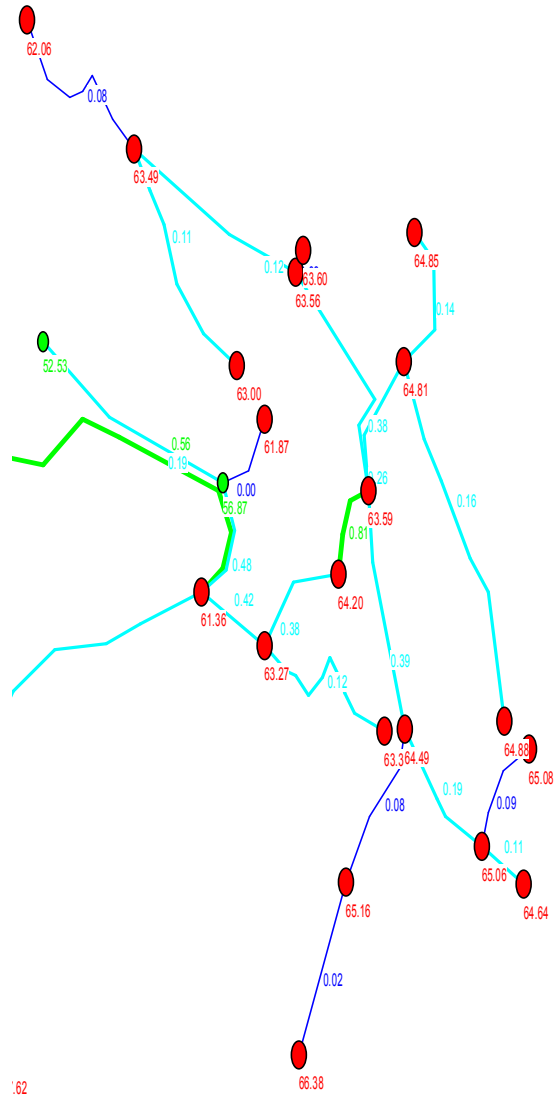


Figure III.9 Secteur de perte de charge

III.9 Examen des résultats et expertise

Le réseau de distribution de HARAZA présente un déséquilibre du point de vue vitesse et pression à cause des diamètres mal dimensionnés et mal raccordés.



du réseau existant de Haraza

III.10 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons étudié le réseau existant de ville de HARAZA

De coté matériaux la rénovation du réseau est indispensable, le PVC doit être remplacé par le PEHD.

De coté hydraulique : le réseau de Haraza ne fonctionne pas dans les normes (vitesse, pression). La correction de toutes les anomalies nécessite le changement de plusieurs tronçons, néanmoins, nous pouvons améliorer le fonctionnement du réseau en redimensionnant le minimum de tronçon possible.

Chapitre IV : Conception de réseau d'AEP de la ville HARAZA W de BBA à l'horizon futur

IV.1 Introduction :

Après avoir le réseau existant de l'alimentation en eau potable de la ville de Haraza, il s'avère nécessaire d'améliorer les conditions de distribution en projetant un nouveau schéma directeur tenant de l'extension urbaine de cette ville.

IV.2 La démographie :

L'étude concernant l'estimation des besoins en eau reste liée au développement démographique et a l'élévation du niveau de vie.

Donc l'estimation doit être faite en fonction de l'évaluation de la population à différents horizons.

IV.3 Estimation de la population a différents horizons :

En se basant sur le recensement générale de la population on pour a calculer la population des différents horizons par la formule suivante

$$P_n = P_0(1 + \tau)^n \quad [\text{hab}](\text{IV.1})$$

Avec :

P_n : population futur a l'horizon considéré

P_0 : population a l'année de référence (774 hab. de 2008)

τ : taux d'accroissement annuel de la population en %

n : nombre d'année séparant l'année de référence a l'horizon considéré

Tableau IV.1 Evaluation de la population pour différent horizon

Année	2008	2018	2048
Population (hab)	774	991	1930

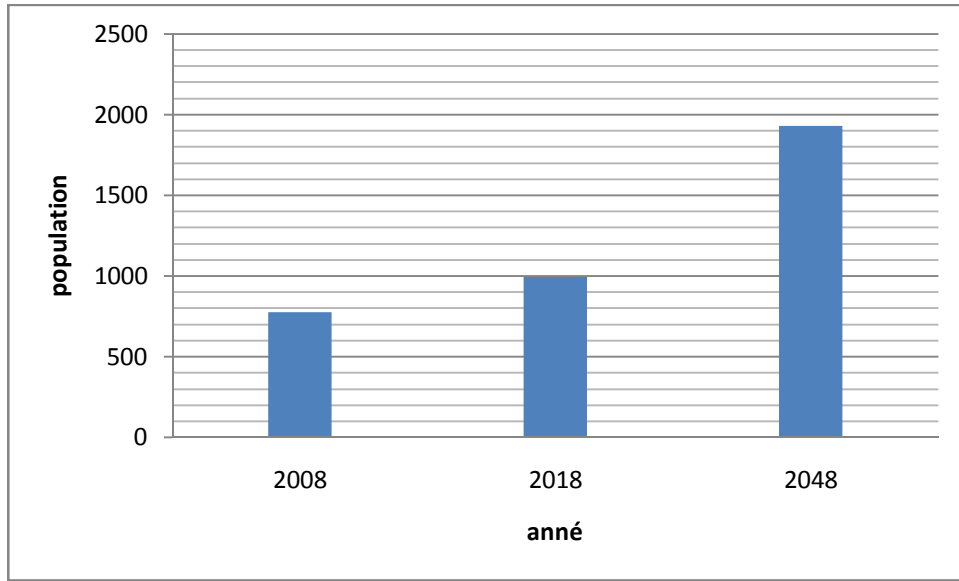


Figure IV.1 Accroissement de la population de HARAZA (2008-2048)

IV.4 Estimation des besoins journaliers :

Les besoins journaliers sont calculés comme suit :

$$Q_{moyj} = \frac{(Q_i \times N_i)}{1000} [\text{m}^3/\text{j}] \quad (\text{IV.2})$$

Avec :

Q_{moyj} : consommation moyenne journalière en m^3/j

Q_i : dotation journalière pour chaque catégorie en $\text{l}/\text{j}/\text{catégorie}$

N_i : nombre de consommateurs

IV.5 Besoins en eau par catégorie pour horizon 2048:

IV.5.1 Besoins domestiques :

La consommation en eau dépend du confort et des habitudes de la population. Dans notre cas, nous prenons la dotation égale à $150 \text{ l}/\text{hab}$

Tableau IV.2 Evaluation des besoins domestiques

Horizon	Population (hab)	Dotation (l/j/hab)	Besoins (m^3/j)
2048	1930	150	289.5

IV.5.2 Besoins administratifs :**Tableau IV.3** Evaluation des besoins administratif

Equipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/hab)	Qmoyj (m ³ /j)
District forets	Employé	6	20	0,12
Parc Apc	Unité	1	500	0,50
Antenne Administrative	Employé	10	10	0,10
Totale				0,7913

IV.5.3 Besoins scolaires :**Tableau IV.4** Evaluation des besoins scolaires

Equipement	Unité	Nombre	Dotation(l/j/élève)	Qmoyj (m ³ /j)
Primaire	Elève	209	20	4,18
Totale				4.251

IV.5.4 Besoins sanitaires :**Tableau IV.5** Evaluation des besoins sanitaires

Equipement	Unité	Nombre	Dotation(l/j/patient)	Qmoyj (m ³ /j)
Salle de soins	Patient	50	20	1,00
Totale				1.071

IV.5.5 Besoins socioculturel et sportif :**Tableau IV.6** Evaluation des socioculturel et sportif

Equipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/ fidèle)	Qmoyj (m ³ /j)
Mosquée	Fidèle	450	10	4,50
Totale				4.571

IV.5.6 Besoins Commerciaux :

Tableau IV.7 Evaluation des besoins Commerciaux :

Equipement	Unité	Nombre	Dotation(l/j/unité)	Qmoyj (m ³ /j)
Locaux professionnels	Unité	1	200	0,20
Totale				0,2713

IV.6 Récapitulation des besoins en eaux de HARAZA

Tableau IV.8 Récapitulation des besoins en eaux de HARAZA

Catégorie des besoins	Qmoyj (m ³ /j)
Besoins domestiques	323,48
Besoins administratifs	0,7913
Besoins scolaires	4,2513
Besoins sanitaires	1,0713
Besoins socioculturels et sportives	4,5713
besoins Commerciaux	0,2713
Totale	334,437

D'après le tableau IV.8, les besoins futur (2048) sont estimés à **334.437 m³/j**

IV.7 Variation de la consommation journalière :

IV.7.1 Coefficient d'irrégularité journalière maximum :

Le coefficient d'irrégularité journalière maximum(Kmax.j) tient compte des pertes d'eau dans le réseau et des gaspillages, il peut être obtenu du rapport de la consommation maximale journalière à la consommation moyenne journalière.

$$k_{max.j} = \frac{Q_{max,j}}{Q_{moy,j}} \quad (IV.3)$$

La valeur de Kmax.j varie entre [1,1—1,3]. (PDAU)

Pour notre cas on prend $K_{max,j} = 1,2$.

IV.7.2 Coefficient d'irrégularité minimale ($K_{min,j}$)

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

Ce coefficient permet de déterminer le débit minimum journalier. $K_{min,j}$ varie entre [0.7-0.9].

Pour notre cas on prend $K_{min,j} = [0.8]$

IV.7.3 Coefficient d'irrégularité maximale horaire ($K_{max,h}$) :

Ce coefficient représente l'augmentation de la consommation horaire dans la journée. Pour son calcul, on utilise la formule suivant :

$$K_{max,h} = \alpha_{max} \times \beta_{max} \quad (IV.5)$$

α_{max} : Coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et de régime du travail, il varie de [1,2—1,5] et dépend du niveau de développement local. Pour notre cas on prend $\alpha_{max} = 1,3$

β_{max} : Coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population

Le tableau IV.9 donne sa variation en fonction du nombre d'habitants.

Tableau IV.9 Le coefficient β_{max} en fonction du nombre d'habitants [PDAU]

Nombre d'habitants t *(10 ³)	< 1	1.5	2.5	4	6	10	20	30	100	300	>10 ³
β_{max}	2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.15	1.10	1.03	1.00

Pour notre cas on a un nombre d'habitant de 2048 hab., donc $\beta_{max} = 1,68$

$$K_{max,h} = 1.30 * 1.68 = 2,18 \Rightarrow K_{max,h} = 2.18$$

IV.7.4 Coefficient d'irrégularité minimale horaire ($K_{min,h}$)

Ce coefficient permet de déterminer le débit minimum horaire caractérisant une sous consommation :

$$K_{min,h} = \alpha_{min} \times \beta_{min} \quad (IV.6)$$

α_{min} : Coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et du régime de travail, varie de 0.4 à 0.6. Après le PDAU on prend $\alpha_{min} = 0.5$

β_{min} : Coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population. Le tableau IV.10 donne sa variation en fonction du nombre d'habitants.

Tableau IV.10 le coefficient β_{min} en fonction du nombre d'habitants [PDAU]

Habitant	<1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000	100000
β_{min}	0.1	0.1	0.1	0.2	0.25	0.4	0.5	0.6	0.7

Pour notre cas on a un nombre d'habitants de 2079. Donc $\beta_{min} = 0.1$

$$K_{min,h} = 0.5 * 0.1 = 0.05 \quad \Rightarrow \quad K_{min} = 0.05$$

IV.8 Détermination des débits journalière :

IV.8.1 Consommation maximale journalière ($Q_{max, j}$) :

Ce débit relatif au jour de plus grande consommation pendant l'année est utilisé comme élément de base dans le calcul du réseau de distribution et d'adduction, il nous permet de dimensionner le réservoir et la station de pompage.

Ce débit est donné par :

$$Q_{max,j} = K_{max,j} \times Q_{moy,j} \quad [m^3/j] \quad (IV.7)$$

- $Q_{max,j}$: débit maximum journalier en m^3/j
- $Q_{moy,j}$: débit moyen journalier en m^3/j
- $K_{max,j}$: coefficient d'irrégularité maximale journalière

$$\text{Donc : } Q_{max,j} = 1.2 * 334,437 = 401,324 m^3/j \Rightarrow Q_{max,j} = 401.324 m^3/j$$

IV.8.2 consommation minimal journalière ($Q_{min j}$)

$$Q_{min j} = K_{min j} * Q_{mo j} \quad [m^3/j] \quad (IV.8)$$

$$Q_{\min j} = 0.8 * 334.437 \Rightarrow Q_{\min j} = 267.55 \text{ m}^3/\text{j}$$

IV.9 Détermination de débit de pointe :

$$Q_p = Q_{\text{moy } j} * K_p \quad [l/s] \quad (\text{IV.9})$$

Avec :

- Q_p : Débit de pointe l/s
- K_p : coefficient de pointe

Ce coefficient permet de déterminer le débit de pointe, il est calculé par la formule suivante :

$$K_p = K_{\text{max } j} * K_{\text{max } h} \quad (\text{IV.10})$$

Donc : $K_p = 1.2 * 2.18 = 2,62 \quad \Rightarrow K_p = 2.62$

$$Q_p = 334,437 * 2.62 = 876,225 \quad \Rightarrow Q_p = 10,141 \text{ l/s}$$

IV.10 Détermination de débit horaire :

IV.10.1 Détermination de débit moyen horaire :

$$Q_{\text{moy,h}} = \frac{Q_{\text{max } j}}{24} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (\text{IV.11})$$

Avec :

- $Q_{\text{moy,h}}$: débit moyen horaire en m^3/h
- $Q_{\text{max } j}$: débit maximum journalier en m^3/h

Donc : $Q_{\text{moy,h}} = \frac{401.324}{24} = 16,722 \text{ m}^3/\text{h} \quad \Rightarrow Q_{\text{moy,h}} = 16,722 \text{ m}^3/\text{h}$

IV.10.2 Détermination de débit maximum horaire :

Ce débit joue un rôle très important dans différents calculs du réseau de distribution, il est déterminé par la relation suivante :

$$Q_{max\ h} = K_{max\ h} \times Q_{moyh} [m^3/j] \quad (IV.12)$$

- $Q_{moy, h}$: débit moyen horaire en m^3/h
- $K_{max, h}$: coefficient de pointe
- $Q_{max, h}$: débit max horaire en m^3/h

On a donc : $Q_{max, h} = 16,722 * 2,18 = 36,454m^3/h$

IV.11 Choix du matériau des conduites :

Le choix du matériau des conduites à utiliser est en fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol et de l'ordre économique (cout et disponibilité sur le marché) ainsi que la bonne jonction de la conduite avec les équipements auxiliaires (joint, coudes, vannes...etc.) (**André, 1981**).

Parmi les matériaux utilisés on peut citer : L'acier, la fonte, le PVC et le PEHD

IV.11.1 Tuyaux en PVC (polychlorure de vinyle non plastifié)

- Faible cout
- Facile de transporter
- Facilité de montage

Leur inconvénient est le risque de rupture

IV.11.2 Tuyaux en fonte :

- Extrême solidité
- Bonne résistance a la corrosion

L'inconvénient est les tuyaux en fonte sont très lourds

IV.11.3 Tuyaux en acier :

- Facile de montage et le démontage
- Plus économique
- Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement)

Leur inconvénient est la corrosion.

IV.11.4 Tuyaux en PEHD :

- Résistants à la corrosion
- Joints efficaces et performants
- Installation sans tranchée
- Respectueux de la nature

Leur inconvénient est la technique spéciale de montage

IV.12 Calcul du réseau de distribution :

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

-Cas de pointe plus incendie

En premier lieu nous ferons le calcul du réseau tel qu'il est, c'est-à-dire prendre les mêmes diamètres existants.

Les vitesses < 0.5 m/s sont considérées comme étant des vitesses faibles qui favorisent la formation des dépôts.

L'intervalle des pressions acceptables est limité entre 2 et 6 bars.

Les valeurs supérieures à 6 bars sont considérées comme des surpressions, donc il faut éviter ces pressions qui risquent de créer des fuites.

IV.13 Calcul des pertes de charge :

IV.13.1 Les pertes de charge linéaire :

Les pertes de charge linéaire sont déterminées à partir de la formule de DARCY-WEISBACH :

$$\Delta HL = \frac{L\lambda V^2}{2gD} \quad [m] \quad (IV.13)$$

V : est la vitesse moyenne de l'eau dans la section (m/s).

g : l'accélération de la pesanteur. (g = 9.81 m/s²).

D : diamètre intérieur de la conduite (m).

λ : Coefficient de frottement linéaire (coefficient de perte de charge), donné par la formule de COLBROOK

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{\lambda}} \right) \quad (IV.14)$$

Re : nombre de REYNOLDS

ε : rugosité absolue(mm) des conduites, pour PEHD on prend $\varepsilon=0.01$ mm

$$Re = \frac{VD}{\nu}$$

V : vitesse d'écoulement (m/s).

ν : Viscosité cinématique de l'eau, a 20°C $\nu=1.01 \times 10^{-6}$ m²/s

IV.13.2 Les pertes de charge singulières :

Dans le réseau de distribution on considère généralement que les pertes de charge singulières représentent 15% de pertes linéaires

$$\Delta H_s = 15\% \Delta H_L$$

IV.13.3 Les pertes de charge totale :

$$\Delta H_T = \Delta H_L + \Delta H_s = 1.15 \Delta H_L [m] \quad (IV.15)$$

IV.13.4 Calcul du coefficient de frottement linéaire :

$$\lambda = \left(1.14 - 0.86 \ln \frac{\varepsilon}{D} \right)^{-2} \quad (IV.16)$$

IV.14 Détermination des débits du réseau mixte :

IV.14.1 Débit spécifique :

Pour le calcul on admet l'hypothèse selon laquelle les besoins domestiques sont répartis régulièrement sur la longueur des réseaux de distribution, pour cette raison on a calculé le débit spécifique Q_{spi} comme suite :

$$Q_{spi} = \frac{Q_p}{\sum l_i} [l/s / ml] \quad (IV.17)$$

Avec

Q_p : Débit de pointe.

$\sum l_i$: Somme des longueurs des tronçons en route, elle est égale à 000000m.

IV.14.2. Calcul des débits en route

Le débit en route se définit comme étant le débit réparti uniformément le long d'un tronçon de réseau le débit en route est donné par la formule suivante :

$$Q_r = Q_{sp} * L_i \quad (IV.18)$$

Avec :

- Q_{ri} : débit en route dans le tronçon i (l/s).
- Q_{sp} : débit spécifique (l/s/m).
- L_i : longueur du tronçon (m).

IV.14.3 Débit aux nœuds :

C'est le débit concentré en chaque point de jonction des conduites du réseau, il est déterminé comme suit :

$$Q_{ni} = 0.5 \sum Q_r + \sum Q_{conc} [l/s] \quad (IV.19)$$

Avec

Q_{ni} : est débit au nœud

Q_r : Débit de route

$\sum Q_{conc}$: est la somme des débits concentrés au niveau du nœud considéré

Pour le cas de pointe, $Q_{conc} = 0$.

Les débits du réseau de distribution de la ville de HARAZA sont donnés dans les tableaux suivants :

Tableau IV.11 Calcul de calcul des débits des nœuds

Nœud	Longueur	Qspi	Qr	ΣQr	Qn
2	2	0,003	1,384	1,677	0,839
	5		0,131		
	6		0,162		
3	5		0,131	0,628	0,314
	9		0,366		
	10		0,131		
4	6		0,162	0,902	0,451
	7		0,588		
	8		0,152		
5	8		0,152	0,152	0,076
6	7		0,588	0,588	0,294
7	9		0,366	0,366	0,183
8	10		0,131	0,425	0,213
	11		0,294		
9	11		0,294	0,865	0,433
	12		0,347		
	13		0,192		
	26		0,032		
10	13		0,192	1,124	0,562
	14		0,423		
	15		0,509		
11	14		0,423	0,423	0,212
12	15		0,509	0,509	0,255
13	12		0,347	0,92	0,46
	16	0,21			
	19	0,363			
14	16	0,21	0,831	0,416	
	17	0,337			
	18	0,284			
15	17	0,337	0,337	0,169	
16	18	0,284	0,284	0,142	
17	19	0,363	1,302	0,651	
	20	0,105			
	21	0,834			
18	21	0,834	0,834	0,417	
19	20	0,105	0,522	0,261	
	22	0,318			
	23	0,099			
20	22	0,318	0,318	0,159	
21	23	0,099	0,562	0,281	
	24	0,085			

	25		0,378		
22	24		0,085	0,085	0,043
23	25		0,378	0,378	0,189
24	2		1,384	1,755	0,878
	3		0,122		
	4		0,249		
25	3		0,122	0,122	0,061
26	4		0,249	0,249	0,125
27	28		0,459	1,177	0,589
	29		0,364		
	30		0,354		
28	30		0,354	0,354	0,177
29	29		0,364	0,364	0,182
30	26		0,032	0,579	0,290
	27		0,088		
	28		0,459		
31	27		0,088	0,088	0,044

IV.15 Méthode de calcul :

La méthode utilisée dans les calculs du réseau de distribution est celle de HARDY CROSS effectuée par le logiciel de simulation EPANET. Ce dernier peut prendre en charge jusqu'à 31 nœuds, 30 tronçons et 2 ouvrages de stockage.

Les résultats des calculs sont indiqués dans la figure suivant

Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km
Pipe 3	40.71	36	0.06	0.06	0.16
Pipe 29	83.55	36	0.18	0.18	1.59
Pipe 15	169.59	53.6	0.25	0.11	0.44
Pipe 16	70.16	63.8	0.73	0.23	1.18
Pipe 18	97.5	36	0.14	0.14	1.06
Pipe 17	112.42	36	0.17	0.17	1.42
Pipe 22	105.97	36	0.16	0.16	1.28
Pipe 24	28.25	36	0.04	0.04	0.11
Pipe 6	53.98	63.8	0.82	0.26	1.46
Pipe 7	195.88	53.6	0.29	0.13	0.56
Pipe 8	50.73	53.6	0.08	0.03	0.04
Pipe 5	43.68	96.8	6.64	0.90	8.15
Pipe 9	122.04	36	0.18	0.18	1.63
Pipe 1	460.23	96.8	9.36	1.27	15.22
Pipe 2	303.74	45.2	1.06	0.66	11.97
Pipe 4	83.1	36	0.12	0.12	0.85
Pipe 10	43.68	79.20	6.14	1.25	18.72
Pipe 11	97.98	79.20	5.93	1.20	17.55
Pipe 21	277.86	53.6	0.42	0.18	1.02
Pipe 20	35	63.8	0.93	0.29	1.82
Pipe 23	32.96	63.8	0.51	0.16	0.64
Pipe 25	125.94	36	0.19	0.19	1.72
Pipe 30	117.97	36	0.18	0.17	1.54

Figure IV.2 calcul des tronçons par EPANET (voir l'annexe2)

Récapitulatif du réseau de distribution :

La longueur totale des tronçons pour le réseau d'AEP de la ville de HARAZA :

$$L_{totale} = 3580.16m$$

Les diamètres utilisés compris entre (40 -110) mm

Le tableau suivant représente les pourcentages des diamètres utilisés

Tableau IV.12 Les pourcentages des diamètres utilisés pour réseau projeté

Diamètre (mm)	40	50	63	90	110
Pourcentage	63,33	10	13,33	3,33	10

IV.16 Résultats de calcul hydraulique de réseau :

- Calcul de pression.
- Calcul de vitesse
- Calcul de pertes de charge

IV.16.1 Calcul de la pression

Tableau IV.13 Les résultats des pressions de HARAZA

Pression (bar)	0-2	2_55	5_6	>6	Totale
Nombre des nœuds	1	10	20	0	31
Pourcentage (%)	3,23	64,52	64,52	0	100

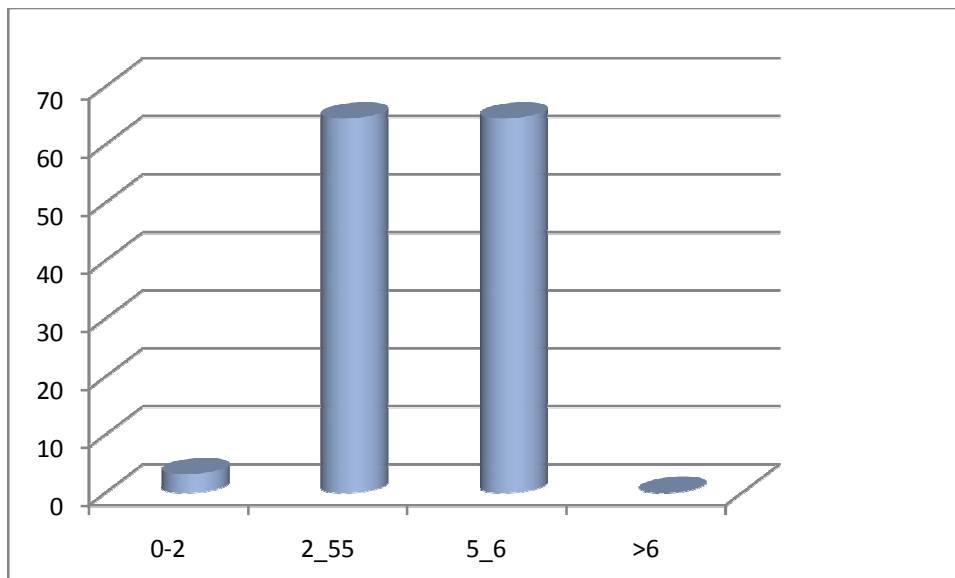


Figure IV.3 Histogramme de la pression de HARAZA

IV.17 Quantification des travaux :

IV.17.1 Les opérations pour la réalisation du réseau sont les suivant :

- Travaux de terrassement pour la réalisation des tranchées.

- Pose du sable
- Pose des conduites.
- Travaux de remblaiement de la tranchée.

IV.17.2 La profondeur (H_{tr}) :

La profondeur de la tranchée dépend du diamètre de la conduite, des charges roulantes (extérieurs) et de la température, elle est donnée par la relation suivante :

$$H_{tr} = D + h + h_1 \quad [m] \quad (IV.20)$$

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

D : diamètre de la conduite (m)

h : hauteur sur la génératrice supérieur de la conduite

h_1 : épaisseur du lit de pose $h_1 = 0.1m \Rightarrow H_{tr} = D + 1.1$ (m)

IV.17.3 Largeur de la tranchée :

La largeur de la tranchée doit permettre une pose correcte de conduite, faciliter les travaux et aussi permettre le compactage du remblai. Elle est calculée en fonction du diamètre de la conduite en laissant 30 cm d'espace de chaque cote de la conduite.

$$b = D + 0.6 \quad [m] \quad (IV.21)$$

b : largeur de la tranchée

D : diamètre de la conduite

IV.17.4 Calcul du volume de déblai :

Selon le godet de la pelle choisie, les volumes excavés pour chaque type de diamètre seront :

$$V_d = b \times H_{tr} \times L \quad [m^3] \quad (IV.22)$$

Avec :

H_{tr} : profondeur totale de tranchée (m)

b : largeur du fond de la tranchée (m)

L : la longueur de conduite (m)

Le tableau suivant résume le volume de déblai

Tableau IV.14 Calcul du volume de déblai

N°	Diamètre(m)	Longueur(m)	Htr (m)	b (m)	Vdéblai (m ³)
1	0.04	2059.02	1,14	0,64	1502,26
2	0.05	400.8	1,15	0,65	299,60
3	0.063	282.53	1,163	0,663	217,85
4	0.011	645.57	1,111	0,611	438,23
Volume totale					2457,94

IV.17.5 Calcul du volume de sable :

$$V_{ts} = \sum b_i \cdot e \cdot L_i \quad [m^3] \quad (IV.23)$$

Avec

$$e = 0.1m$$

A partir du suivant on tire la valeur du volume de sable

Tableau IV.15 calcul du volume de sable

N°	Diamètre(m)	Longueur(m)	b (m)	e (m)	V _{sable} (m ³)
1	0.04	2059.02	0,64	0.1	131,78
2	0.05	400.8	0,65	0.1	26,05
3	0.063	282.53	0,663	0.1	18,73
4	0.11	645.57	0,611	0.1	39,44
Volume totale de sable					216,01

IV.17.6 Calcul du volume du remblaiement des tranchées :

$$V_r = V_d - V_c - V_s \quad [m^3] \quad (IV.24)$$

D'où :

V_r : Volume total des remblais (m³).

V_d : Volume total des déblais (m³).

V_c : Volume total occupé par les conduites (m³).

V_s : Volume total de sable pour le lit de pose de la conduite (m³).

Avec : $V_c = S.L = \frac{\pi D^2}{4} . L \quad (D : \text{varie})$

Tableau IV.16 Calcul du volume de remblais

N°	Diamètre(m)	Longueur(m)	$V_{\text{déblai}}(m^3)$	$V_{\text{sable}}(m^3)$	$V_{\text{conduite}}(m^3)$	$V_{\text{remblais}}(m^3)$
1	0,04	2059,02	1502,26	131,78	2,586	1367,90
2	0,05	400,8	299,60	26,05	0,787	272,76
3	0,063	282,53	217,85	18,73	0,880	198,24
4	0,011	645,57	438,23	39,44	0,061	398,72
Volume totale			2457,94	216,01	4,314	2237,62

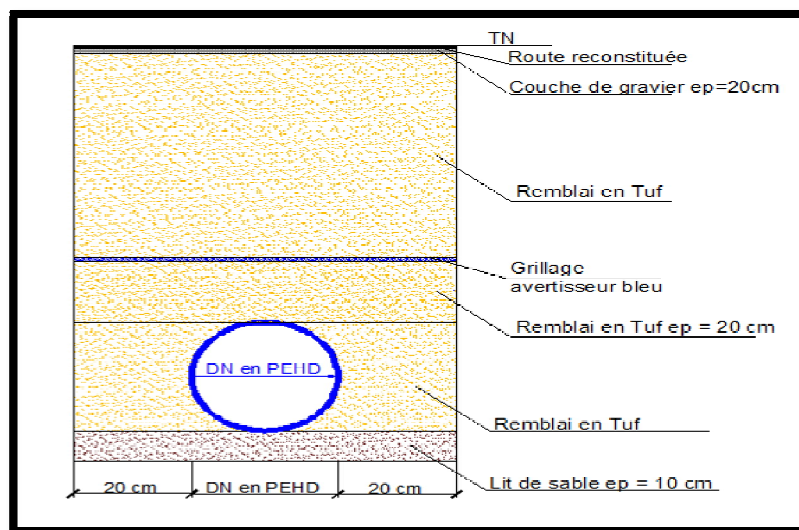


Figure IV.4 Coupe type de la tranchée

Tableau IV.17 Devis quantitatif du projet

Désignation	Unité	Quantité
1) Volume de déblai	m ³	2457.94
2) Volume de lit de sable	m ³	216.01
3) Volume de remblais	m ³	2237.62
4) Fourniture et pose des conduites		
DN 40mm	Ml	2059.02
DN 50mm	Ml	400.8
DN63mm	Ml	282.53
DN 110mm	Ml	645.57
DN 90mm	Ml	97.98

IV.18 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons dimensionné et simulé le réseau d'AEP de la ville de Haraza (W. de BBA) à l'horizon 2048 en se basant sur les besoins estimés à cet horizon. Le nouveau réseau est conçu pour satisfaire tous les besoins de la ville à cet horizon avec les normes de pression et de vitesse exigées.

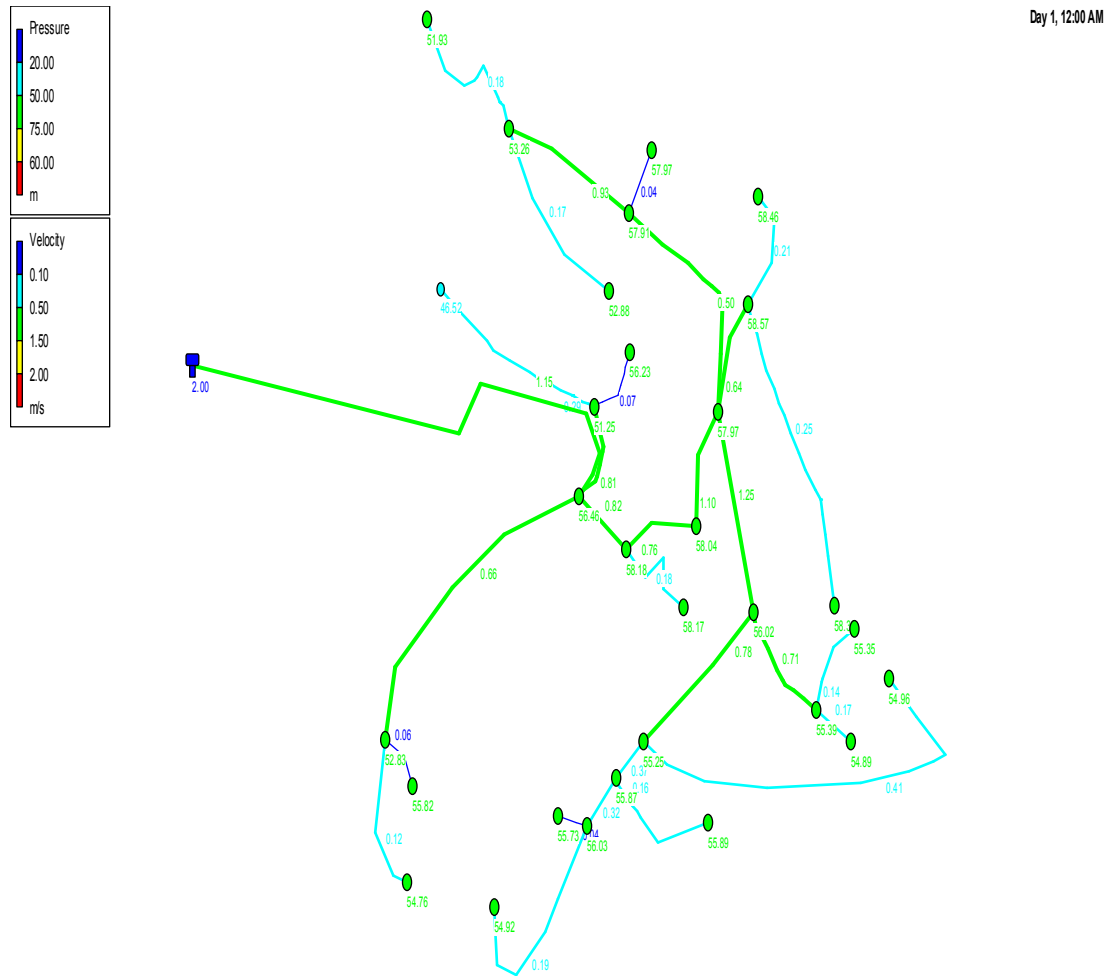


Figure IV.5 Schéma du réseau projeté de la ville de Haraza

Chapitre V : Elaboration d'un SIG d'aide à la gestion du réseau

V.1 Introduction :

L'exploitant d'un réseau d'eau potable ou d'assainissement a la charge de faire de sorte que l'eau provienne en quantité et en qualité au consommateur abonné.

Un gestionnaire de réseau, pour effectuer son travail, il doit disposer d'outils indispensables tels que les détecteurs de fuites, l'outillage de réparation...mais aussi, il doit connaître parfaitement le réseau dont il a la responsabilité.

De plus en plus, tous les agents deviennent conscients de la nécessité absolue de disposer des plans de réseaux complets, à jour, non seulement pour eux-mêmes, mais aussi pour les équipes qui viendront les seconder lors de campagnes de détection de fuites, de réparations pour aider au travail de ceux ne connaissant pas aussi bien le terrain.

C'est dans cette optique que s'inscrit ce travail, dont l'objectif est de mettre en place un système d'information géographique pour le réseau AEP du chef lieu de la commune de HARAZA.

V.2 Système d'Information Géographique (SIG) :

Très simplement, un SIG est un outil informatique qui permet d'intégrer, de localiser, d'analyser et de représenter des données spatiales du monde.

Un SIG est un système d'information permettant de rassembler, organiser, gérer, analyser, contrôler, élaborer et représenter des informations localisées dans le temps et dans l'espace. [12]

V.2.1 Définitions

Un système d'information géographique (SIG) est un ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir et extraire commodément des synthèses utiles à la décision.

Un (SIG) est un système d'informatique permettant à partir de diverses sources, de rassembler, d'organiser, de gérer, d'analyser, de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement contribuant notamment à la gestion de l'espace [20].

La troisième façon de définir un SIG renvoie à l'analyse systémique [Le Moigne, (1990)].

Un SIG englobe en général quatre sous-systèmes (figure I.7) [21] :

- Un sous-système pour l'acquisition des données géographiques qui peuvent être d'origines diverses (environnement de la conduite avec les caractéristiques des sols, la géologie, la sismique) ;
- Un sous-système de gestion de données pour le stockage, l'organisation et la recherche de données ;
- Un sous-système d'analyse spatiale pour le traitement et l'exploitation des données géographiques ;
- Un système de présentation des résultats, soit sous forme de carte par l'affichage graphique à l'écran ou par sorties cartographiques sur papier, soit sous forme de listes ou de tableaux.

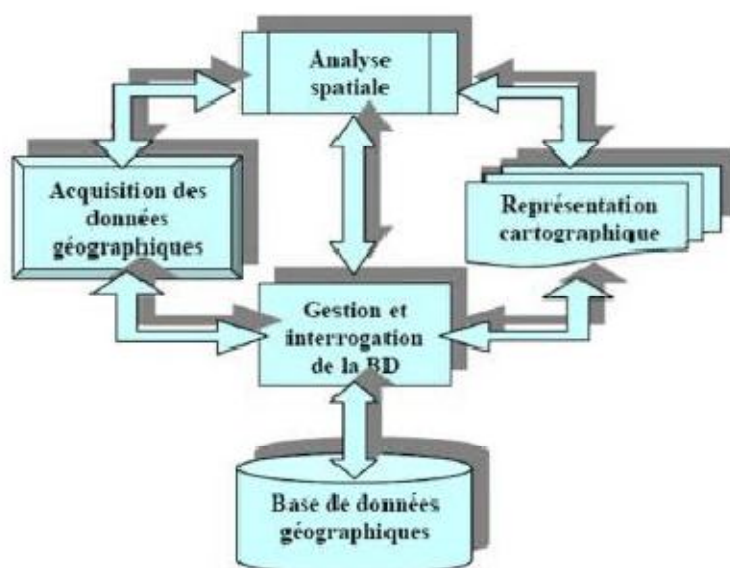


Figure I.7: Structure d'un Système d'Information Géographique [21]

V.2.2 Les composants d'un SIG

Un système d'information Géographique est constitué de 5 composants majeurs :

- **Matériel**

Le matériel informatique nécessaire pour faire tourner un SIG inclue des unités communes à n'importe quel système de gestion automatisé de base de données, un

ordinateur central, plusieurs unités de disques pour enregistrer des données et des programmes, un système de bandes magnétiques pour la sauvegarde de données, des unités de visualisation de graphique en couleur, et autres éléments périphériques commun aux ordinateurs.

Un SIG possède, en outre, plusieurs composantes spécifiques, incluant: un convertisseur analogique/numérique ou un scanner, qui est employé pour convertir l'information géographique des cartes sous forme numérique; un traceur, qui imprime les cartes et d'autres sorties graphiques du système, et pour finir, une table à digitalise a option (Esri, 2009).

- **Les logiciels**

Les logiciels SIG représentent l'élément le plus important de l'outillage géomatique et il est important de choisir ces logiciels avec un grand soin. Les plus répandus de ces logiciels actuellement sont ceux fournis par la société ESRI tel que Arc Gis Desktop et ses modules (Arc View, Arc Edit et Arc Info). D'autres, plus modestes ou moins répandus, tels qu'Idrissi, Map Info, Gress, Caris,... etc.

- ✓ **L'environnement Arc-Gis**

ArcGIS Desktop est un outil de création et de gestion d'informations destiné aux professionnels SIG. Il comprend une suite d'applications intégrées : ArcCatalog, ArcMap, ArcGlobe, ArcToolbox et Model Builder (Esri, 2009).

En utilisant conjointement ces applications et ces interfaces, on peut effectuer les principales tâches SIG, de la plus simple à la plus complexe, y compris la cartographie, l'analyse géographique, la gestion des données, la visualisation et le géotraitement. ArcGIS peut se décomposer en trois modules à fonctionnalités croissantes : ArcView, ArcEditor et ArcInfo

- **ArcView**

Offre des outils de cartographie, d'utilisation des données et d'analyse complète, accompagnés de fonctions de mise à jour et de géotraitement simples.

- **ArcEditor**

Propose des fonctions de mise à jour avancée pour les fichiers de formes et les géodatabases, en plus de toutes les fonctions d'ArcView.

- **ArcInfo**

C'est le fleuron d'ArcGIS Desktop qui regroupe l'ensemble des fonctions. Tout en reprenant les fonctionnalités d'ArcView et d'ArcEditor, il intègre le géotraitement avancé et reprend les anciennes applications d'ArcInfo Workstation

❖ **Principaux composants logiciels d'un SIG**

- Outils pour saisir et manipuler les informations géographiques
- Système de gestion de bases de données

Outils géographiques de requête, analyse et visualisation Interface graphique utilisateur pour une utilisation facile.

• **Données :**

Les données sont certainement les composants les plus importants des SIG. Les données géographiques et les données associées peuvent, soit être constituées en interne, soit acquises auprès de producteurs de données.

• **Les utilisateurs :**

Comme tous les utilisateurs de systèmes d'information géographique ne sont pas forcément des spécialistes, un tel système propose une série de boîtes à outils que l'utilisateur assemble pour réaliser son projet. N'importe qui peut, un jour ou l'autre, être amené à utiliser un SIG. Le niveau de compétences requis pour la conduite des opérations les plus basiques, est généralement celui de technicien supérieur. Mais afin d'assurer une bonne qualité d'interprétation des résultats de l'analyse des données et des opérations avancées, celles-ci sont généralement confiées à un ingénieur disposant d'une bonne connaissance des données manipulées et de la nature des traitements effectués par les logiciels. Enfin, des spécialistes sont parfois amenés à intervenir sur des aspects techniques précis (Saidi, 2013).

• **Les méthodes :**

La mise en œuvre et l'utilisation d'un SIG ne peut s'effectuer sans l'application de méthodes, de règles et de procédures. Ces méthodes permettent une utilisation rigoureuse et cohérente du matériel, des logiciels et des données du SIG par l'ensemble des utilisateurs et cela afin de répondre aux objectifs fixés au préalable dans tout projet (Didon, 1990).



Figure V.1 Composants d'un SIG (Anonyme, 2015)

V.3 Les modes de représentation de l'information géographique dans un SIG

V.3.1. Le mode raster

La structure des données raster est une abstraction du monde réel où les données spatiales sont divisées de manière régulière en ligne et en colonne. Un raster est une grille régulière qui se compose de cellules ou, dans le cas de l'imagerie, de pixels, il ya un nombre déterminé de lignes et de colonnes, chaque cellule a une valeur numérique et une certaine taille géographique (**Athan, 2010**).

La structure de données vecteur est une abstraction du monde réel où les données de position sont représentées sous forme de coordonnées.

Les SIG utilisent trois objets géométriques qui sont le point, la ligne et polygone.

V.3.2. Les points

Ils définissent des localisations d'éléments séparés pour des phénomènes géographiques trop petits pour être représentés par des lignes ou des surfaces qui n'ont pas desurface réelle comme les points cotés (**Habert, 2000**).

V.3.3. Les lignes

Les lignes représentent les formes des objets géographiques trop étroits pour être décrits par des surfaces (ex : rue ou rivières) ou des objets linéaires qui ont une longueur mais pas de surface comme les courbes de niveaux. (**Habert, 2000**)

V.3.4. Les polygones

Les polygones se sont des espaces clos. Ils représentent la forme et la localisation d'objet homogènes comme des pays, des parcelles, des types de sols (**Habert, 2000**)

V.4 Fonctionnalité d'un SIG

La conception et la mise en œuvre d'un système d'information impliquent la structuration d'un monde de réalité. C'est pour ça, nous devons disposer d'un ou de plusieurs langages composés chacun d'un vocabulaire, d'un répertoire des concepts fondamentaux, d'un ensemble de procédures pour communiquer et d'une syntaxe définissant les règles d'assemblage des concepts fondamentaux. Un SIG se caractérise par cinq fonctionnalités (**chergui, 2010**).

V.4.1. L'Acquisition de données

Il y a plusieurs sources d'acquisition de données, soit à partir des photos aériennes, de levés topographiques, de GPS, de cartes numériques. Si ces données sont incompatibles avec les logiciels de SIG, il faut les convertir et les rendre compatibles avec les autres ensembles des données. La superposition des couches d'informations ainsi que les autres fonctions de SIG ne sont possibles que lorsque toutes les couches des données spatiales sont référencées dans un même système de projection et de coordonnées. La façon la plus courante d'introduire des données dans un SIG est la numérisation des fonds des cartes imprimées avec une table à numérisation. Ces données peuvent être de quatre types différents: les données raster, les données vecteurs, les grilles ou MNT (Modèle Numérique de Terrain) et les données sans géométrie (**Smaida, 2008**)

V.5 Les phases de développement d'un SIG

La réalisation d'un projet SIG nécessite plusieurs étapes à fin de fournir un outil d'aide à la décision capable de répondre aux attentes des décideurs et des planificateurs intéressés par la l'application.

On peut résumer ces étapes en trois principales phases, à savoir l'analyse, la conception et la réalisation :

V.5.1.L'analyse

Cette étape nécessite la compréhension du monde réel, sans perdre de vue le système d'information que l'on veut établir, ainsi que les problèmes à résoudre avec ce système, avant de se lancer dans un tel développement.

V.5.2.La conception

Il s'agit dans cette étape de convertir les composantes du monde réel en un modèle conceptuel compréhensible par l'ordinateur. Cette transformation demande, par ailleurs, une recombinaison du résultat de l'analyse, dans un formalisme abstrait, guidé par la méthode de modélisation choisie, comme par exemple l'établissement d'un modèle relationnel.

V.5.3.La réalisation

Après la conception, on transforme le modèle conceptuel obtenu en une réalisation Informatique tel qu'un Système d'Information Géographique. Cette étape consiste à choisir des structures, à concevoir des programmes ou encore à intégrer d'autres.

V.6.Avantages et contraintes du SIG

V.6.1. Avantages

- Capacité de stockage, combinaison de données de sources différentes et rapidité de restitution des données ;
- Précision des processus cartographiques et facilité de mise à jour (outil de suivi) ;
- Analyse des relations spatiales (intégration, requête spatiale, combinaison et superposition de cartes) et production des cartes (**Zarouali, 2014**)

V.6.2. Contraintes

- Coût élevé et problèmes techniques pour l'acquisition des données fiables ;
- Non standardisation des formats de données
- Nécessité d'une mobilisation contenue des acteurs (**Zarouali, 2014**)

V.7 Principes de méthodologie :

- La conception de la base de données, réalisée indépendamment des composantes matérielles et logicielles.
- Génération de tables attributaire.

- Etablissement des liens entre les objets graphiques et les informations sémantique.
- Développement de requêtes selon les besoins de l'utilisateur. [2]

V.8 Présentation du logiciel utilisé « ArcGIS 10.3 » :

ArcGIS10.3 est une version complète de la plateforme ArcGIS. Cette version inclut de nouveaux produits, des fonctions optimisées et des améliorations en termes de stabilité.

Les sections suivantes récapitulent les modifications apportées dans différents domaines fonctionnels d'ArcGIS. La plupart des sections comprennent des liens vers des rubriques qui apportent des informations complémentaires sur ce domaine particulier du logiciel.

V.8.1 Présentation d'ArcGIS Desktop :

Arac GIS Desktop comprend une suite d'applications intégrées les aux autres :

- a) ArcCatalog** : il facilite l'organisation et la gestion de toutes les données SIG (cartes, jeux de données, modèles,...).
- b) ArcMap** : c'est l'application centrale d'ArcGIS Desktop. Elle se subdivise en deux interfaces : visualisation et traitement (analyse, édition,...) des données géographiques dans la fenêtre dataview et mise en passage de cartes dans la fenêtre lay out view.
- c) ArcGlobe** : il est similaire à ArcMap ; mais il permet une visualisation 3D des données sur lesquelles vous travaillez.
- d) ArcToolbox** : littéralement, la « boîte a outils » d'ArcGIS, regroupe l'ensemble des outils de géotraitement utiles pour réaliser des opérations sur les données géographiques. Elle est disponible a partir des trois applications présentées ci-dessus. Un langage de programmation visuel et facile d'utilisation, pour automatiser une suite de géotraitement.

Il est disponible à trois niveaux fonctionnels, du plus simple au plus perfectionné :

a) ArcView :

Offre des outils de cartographie, d'utilisation des données et d'analyse complète, accompagnés de fonctions de mise à jour et de géotraitement simples.

b) ArcEditor :

Propose des fonctions de mise à jour avancée pour les fichiers de formes et les géodatabases, en plus de toutes les fonctions d'ArcView.

c) ArcInfo :

C'est le fleuron d'ArcGIS Desktop qui regroupe l'ensemble des fonctions. Tout en reprenant les fonctionnalités d'ArcView et d'ArcEditor, il intègre le géotraitement avancé et reprend les anciennes applications d'ArcInfo Workstation.

V.9 Aperçu sur le SIG :

L'ArcGIS est un logiciel important parmi les logiciels qui sont dans le SIG et les traitements des données surtout ou il y a des encombrements des informations et difficulté de gestion, dans notre cas nous utilisons ce logiciel (ArcGIS) pour gérer et exploiter un réseau d'alimentation en eau potable de Haraza.

Notre cas et avant d'entamer notre travail sur l'ArcGIS, nous avons tracé tous les éléments (calques) principaux du réseau d'AEP de Haraza sur AutoCAD :les tronçons (tuyaux), les nœuds et les équipements pour faciliter leur exportation au logiciel ArcGIS.

V.10 Organisation et structure des données :

- Un SIG organise les informations géographique sous forme de couche (thèmes, calques, plans...).
- Chaque couche représente un ensemble de données similaires.

V.11 L'information géographique :

Désigne toute information sur des objets localisés à la surface de la terre.
L'information géographique aune double composante :

- 1) Une composante graphique :
 - Description de la forme de l'objet.
 - Localisation de l'objet (X, Y).
- 2) Une composante attributaire :
 - A chaque entité spatiale correspond des informations attributaires organisées dans une table.

V.11.1 Mode de représentation des données géographiques

Il existe deux modes de représentation des données spatiales :

- Le mode raster ;
- Le mode vecteur.

V.11.1.1. Mode de représentation raster

Le mode raster correspond à une division régulière de l'espace sous forme de cellules rectangulaires ou carrées. Il est fortement lié à la notion d'image. Chaque cellule (ou pixel) est référencée en ligne et en colonne. Elle contient une valeur qui correspond à une grande numérique (valeur radio métrique par exemple) ou alphanumérique (dans ce cas, on lui attribue un code correspondant à un attribut descriptif).

Il existe deux manières d'attribuer les valeurs aux cellules :

- méthode manuelle :
 - Cellule par cellule ;
 - Par chaîne de valeurs, quand les valeurs sont identiques, on saisit alors la longueur Puis la valeur.
- méthode automatique :
 - Par scénarisation de document ;
 - Par récupération de document numérique telles les images satellites.

V.11.1.2. Mode de représentation vecteur

Le mode vecteur permet la représentation des objets dans un espace continu, et non pas discrétisé. Les objets et leurs limites sont localisés avec précision dans un référentiel géographique ou cartésien. Cette structure de données est liée à la notion de carte.

En mode vecteur, les objets géographiques se ramènent à trois classes d'entités qui sont :

- Les points (un point d'eau) ;

- Les lignes (cour d'eau) ;
- Les surfaces (un bassin versant).

Le principe de la numérisation du modèle vecteur repose essentiellement sur l'utilisation de la digitalisation, c'est-à-dire on saisit les coordonnées x, y d'un objet graphique (parcelle, route, bâtiment) en parcourant sa forme géométrique à l'aide d'un curseur.

Ces deux modèles sont complémentaires. Le raster est mieux adapté à certains types d'applications qui se contente de scanner des fonds de plans, et le vecteur pour les types d'applications qui nécessite des définitions par formes géométriques, la gestion des données localisées et la manipulation des relations entre objets spatiaux.

Cependant, il existe des méthodes permettant le passage du modèle vecteur au modèle raster et vis versa.

V.11.2 Géoréférencement :

Le géoréférencement est utile pour positionner correctement dans l'espace un fichier, de type raster, non géoréférencé, par exemple une carte papier ou une image aérienne. [12]

Pour notre projet le système de coordonnées utilisé est WGS_1984_UTM_Zone_31N

V.12 La gestion des réseaux assistée du logiciel ArcMap :

Afin d'effectuer une gestion assistée par le SIG, des documents « mxd » ont été élaborés. Ce type de fichier constitue avec le « mxt » les formats utilisés par ArcMap :

- Le mxd : permet la configuration d'un document en choisissant les couches d'informations nécessaires à une thématique et les conditions de leur représentation (mode d'affichage, échelles d'affichage de la couche,...).
- Le mxt : est le fichier de mise en page des informations. Il permet la configuration des informations afin que celles-ci soient éditées.

V.13 Implantation et mise en œuvre des applications :

Les données associées sont organisées sous forme de tables. Les noms d'attributs sont introduits champ par champ selon leur types (caractère, entier, flottant, virgule fixe, date, logique). [11]

Chaque entité géométrique (conduite, nœuds, réservoirs...) est reliée à sa description exhaustive. Ce lien se fait au moyen d'un identifiant interne. La représente une partie du réseau d'AEP du chef lieu de la commune de HARAZA.

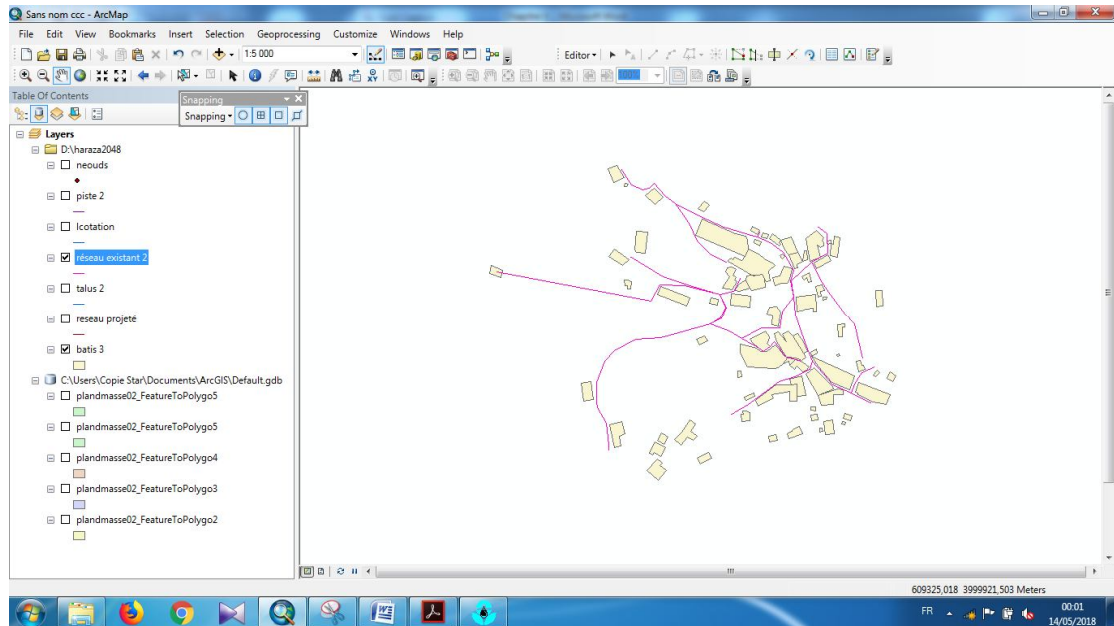


Figure V.2 Extrait du plan du réseau d'AEP existant de la ville de HARAZA

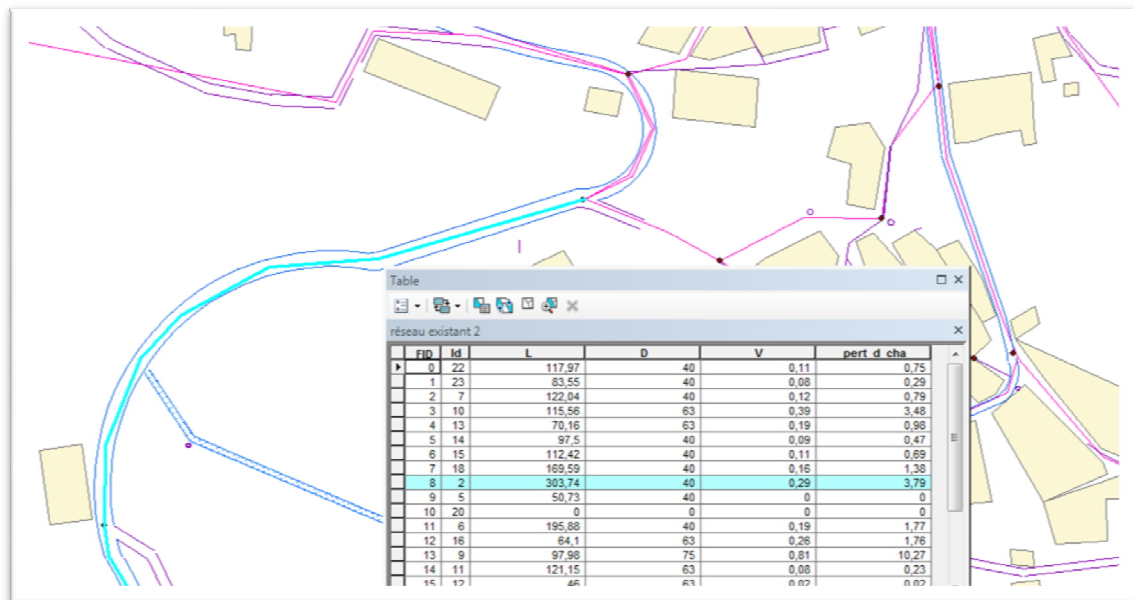


Figure V.3 Représentation sur ArcMap des caractéristiques de conduite du réseau existant (C. Haraza)

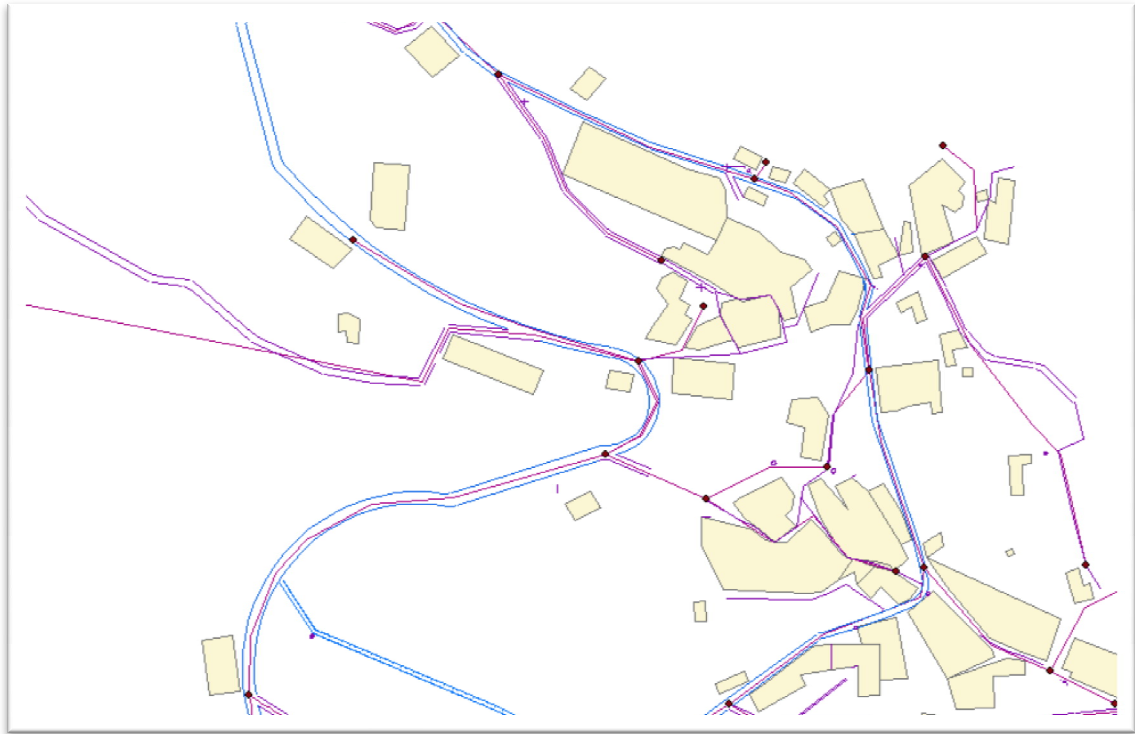


Figure V.4 Extrait du plan du réseau d'AEP projeté de la ville de HARAZA

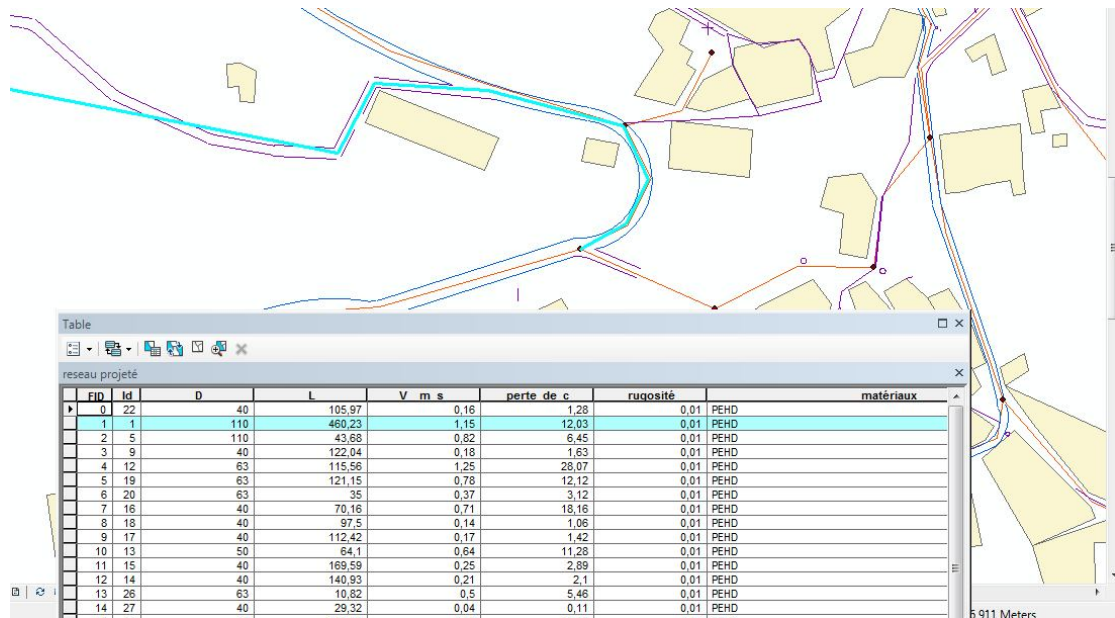


Figure V.5 Représentation sur ArcMap des caractéristiques des conduites pour le réseau d'AEP projeté (C. Haraza)

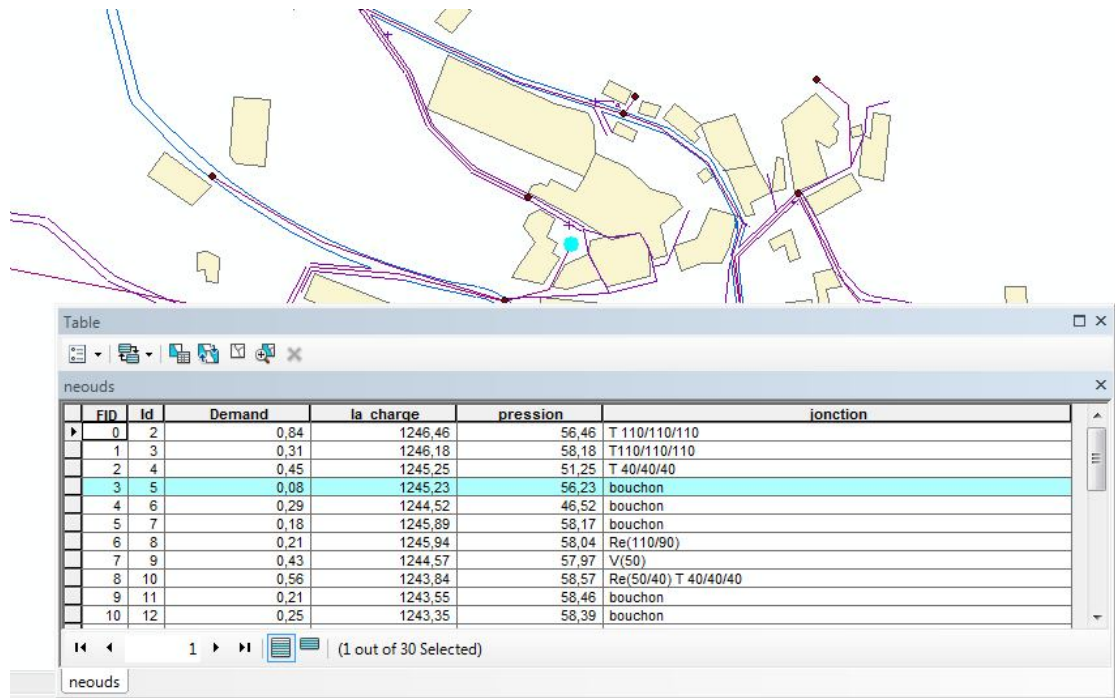


Figure V.6 Représentation sur ArcMap des caractéristiques des nœuds (n5)

V.14 Conclusion :

A travers ce chapitre nous avons donné une première démarche comme contribution à la mise en place d'un système information géographique pour le réseau d'alimentation en eau potable de la ville de HARAZA, nous avons utilisé le logiciel Arc-Gis, ce logiciel est le plus performants dans le domaine de SIG.

Le SIG de la ville de HARAZA permet un accès rapide au données et une analyse plus efficace de ces dernières, il représente aussi un outil d'aide à la décision aux responsables des ressources en eau, ce qui permet une gestion intégrer du réseau d'alimentation en eau potable et de satisfaire les déférents besoins en eau sur les divers horizons.

Chapitre VI : Gestion, entretien et exploitation des réseaux d'AEP

VI.1 Introduction :

La gestion est définie comme étant une politique, permettant de gérer un bien dans un état spécifié, ou en mesure d'assurer un service déterminé. Donc gérer, c'est les opérations qui permettent de conserver le potentiel du matériel, d'assurer la continuité de la production et entretenir les ouvrages et les équipements ; bien gérer

VI.2 But de la gestion :

La gestion du réseau d'alimentation en eau potable a pour objet d'assurer :

- ✓ La pérennité des ouvrages par des options de conservation.
- ✓ L'exploitation par la régulation des débits et la synchronisation, relevage, traitement, stockage et distribution.

VI.3 Méthodes et techniques de détection des fuites dans les réseaux d'AEP :

Au cours de cette dernière décennie, les méthodes de détections des fuites d'eau ont été passablement modifiées, d'une part grâce à l'apparition de nouveaux appareils et, d'autres parts, par le choix des techniques qui réduisent la part de travail de nuit qui entraînait des élevés du personnel (**Goudbane, 2010**).

Parmi Les méthodes de détection nous avons, les méthodes :

VI.3.1 L'écoute des bruits de fuite :

L'écoute des bruits de fuite a toujours été une méthode importante de localisation. Mais le bruit d'une fuite peut être difficile à discerner par exemple pour les raisons suivantes :

- La distance jusqu'à un point d'écoute accessible, le robinet vanne le plus proche, étant trop grand.
- Le matériau dont est faite la canalisation atténue le bruit de fuite, ce qu'est particulièrement valable pour les tuyaux en amiante-ciment.
- Les bruits de la circulation couvrant le bruit de fuite.

VI.4 Importance de l'entretien et de la maintenance :

Pour la qualité du service et son cout pour l'usager, le poids d'un entretien est d'une maintenance efficace est considérable. le cout de cette partie, face aux charges d'amortissement et de financement, peut varier de 25 % à plus de 50 % selon la durabilité des ouvrages, la nature des matériaux, et les conditions de financement.

L'expérience du gérant permet de limiter les couts, tout en maintenant l'efficacité et la sécurité à la desserte.

VI.4.1 Maintenance :

La maintenance est un ensemble de mesures servant à préserver l'état initial ainsi qu'à constater et évaluer l'état réel des dispositifs techniques, d'un système d'alimentation en eau potable ; en procédant régulièrement aux opérations d'entretien, d'inspection et de remise en état.

VI.4.2 Maintenance Préventive :

La maintenance préventive consiste à programmer les opérations qui susceptibles de se produire au fil du temps.

VI.4.3 Maintenances curative

Elle consiste à la remise en état d'un équipement ou d'une installation, à la suite d'une défaillance ou une mise hors service accidentelle totale ou partielle.

Pour gérer et exploiter correctement un champ de captage d'eau souterrain, ou superficielle, on doit impérativement considérer que se soit, le captage d'un forage ou d'un piquage, et la distribution seront indispensablement liés. On ne saurait en aucun cas gérer l'un d'eux sans l'autre.

Dans notre cas, il faut que le point de piquage soit équipé techniquement de :

- Un compteur d'eau
- Un robinet vanne a fermeture lente.
- Un nanomètre
- une prise d'échantillon pour l'analyse.

VI.4.4 L'entretien courant :

Cela concerne les opérations qui interfèrent les plus souvent avec le fonctionnement quotidien de l'installation telle que les mesures de surveillance, de contrôle et de détection des anomalies (bruits, fuites etc....).

VI.4.5 L'entretien préventif systématique :

Utilisation des effets électrochimiques qui a pour but de stopper ces phénomènes de corrosion qui sont directement liés à la corrosivité de sols et à l'influence des courants électriques parasites (courants vagabonds).

VI.5.3 Protection passive :

Couche de peinture et revêtement au tour du tuyau.

VI.5.4 protection anticorrosion

Deux possibilités fondamentales existant pour la protection contre la corrosion intérieure dans les conduites métalliques :

Donc le besoin d'une protection contre la corrosion externe, dépend de l'agressivité du sol.

Et le traitement des eaux devant être transporté, par les conduites, pour qu'elle ne soit pas corrosive et qu'une couche de protection contre la rouille se forme sur les parois des conduites pour empêcher la corrosion ultérieure.

VI.6 Gestion des ouvrages de stockages

Le problème d'exploitation ou de la gestion des réservoirs résulte, le plus souvent du manque d'entretien et de contrôle de ces derniers.

Les équipements susceptibles d'être installés dans un réservoir et leur fonction sont indiqués dans le tableau suivant (tableau VI.1)

Tableau VI.1 Equipements d'un réservoir

Fonctions	Equipements
Hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Clapet ➤ Vidange ➤ Vane a fermeture lente ➤ Equipement de trop plein ➤ Siphon pour réserve d'incendie ➤ Compteur ➤ Canalisation de liaison ➤ Purgeur d'air
Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Débit ➤ Equipement ➤ Niveau
Nettoyage	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Equipement spéciale pour nettoyage ➤ Trappes de visite pour le personnel et le matériel ➤ Pompe
Entretien	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eclairage ➤ Joint de montage ➤ Appareil de manutention

VI.6.1 Nettoyage des ouvrages de stockage

La désinfection des réservoirs comporte les diverses phases tel que :

- Décapage de dépôts
- Rinçage des parois et de radier avec un jet sous pression ; donc une bonne gestion des ouvrages nécessite l'application de tous les critères cités au paravent.

VI.7 Contrôle de la qualité de l'eau

La composition de l'eau est étudiée par le laboratoire qui effectue l'analyse à la suite de chaque prélèvement:

VI.7.1 Contrôle mensuel

- Ouvrage de croisement, étanchéité.
- Ouvrage en ligne ; état d'étanchéité de la fermeture des trappes, regards et des portes.

VI.7.2 Contrôle semestriel

- Organe et réducteurs de robinetterie à l'intérieur des regards, des couts d'exploitation.

VI.8 La surveillance et l'entretien courant des adductions et des réseaux

La surveillance des conduites d'adduction en milieu urbain, est associée au contrôle général du réseau de distribution, qu'effectue le responsable du secteur et le l'occasion de leur passage, sur la trace des conduites de ce réseau.

Par contre au milieu rural ou isolé, il est nécessaire de réaliser une vérification périodique particulière, permettent de contrôler l'évolution de la végétation a l'aplomb de la conduite.

Le respect de l'utilisation de la bande de certitude, créé au moment de la pose, le bon fonctionnement des matériels de fontainerie installés sur l'ouvrage de transport.

La première tache que nous devons adopter pur notre projet, est de suivre le fonctionnement des adductions et des réseaux, en tenant à jour l'historique des incidents et des interventions faites.

Cette surveillance systématique, s'appuiera sur les opérations faites lors de l'entretien courant des ouvrages, et sur l'interprétation des opérations faites a l'occasion de travaux de réparation ou de réclamations des usagers :

- Pour les tuyaux, elle concernera l'âge, les casses et leurs causes, l'état de revêtement intérieur et extérieur

- Pour les ouvrages spéciaux, elle portera sur les incidents survenus au matériel de fontainerie.

L'exploitant du débit maximum et la carte des pressions atteinte en différents points du réseau pour les débits globaux distribués maximaux, a fin de vérifier si la capacité réelle du réseau est égale a sa capacité initiale ou théorique. Notons aussi qu'un suivi rigoureux, est indispensable pour l'évolution du rendement et des pertes, au moyen de calcul et de modélisation.

Tableau VI.2 Eléments du cout d'entretien

Détection	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cout de surveillance (détection) ➤ Cout des compagnes de recherche de fuite ➤ Cout de fonctionnement des postes de protection cathodique
Entretien courant	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cout d'entretien des branchements ➤ Cout d'entretien de la fontainerie
Réparation	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cout de réparation des fuites

VI.9 Conclusion

Le rendement d'un réseau de distribution d'eau potable est la différence entre le volume entrant dans le réseau et les volumes consommés ou facturés.

Une meilleure gestion à pour objet de maintenir le réseau de distribution d'AEP en service avec un bon rendement.

Conclusion générale

Notre présent travail de mémoire avait pour objectif l'étude du réseau d'eau potable de la commune de Haraza. Le contexte, la problématique et l'analyse du réseau existant nous ont montré que le vieillissement des conduites peut se traduire par une augmentation des fuites dont les conséquences peuvent affecter le fonctionnement de tout le réseau. Il est alors nécessaire de diagnostiquer le réseau afin de proposer les actions à entreprendre pour le mettre à niveau et augmenter ainsi son rendement. Pour cet objectif, une méthodologie de diagnostic est adoptée, elle constituée des étapes suivantes :

- Saisie des plans et données du système existant,
- Calcul hydraulique du réseau existant,
- Constats et propositions des tronçons à maintenir, à rénover et à projeter
- Proposition d'un schéma directeur pour la réhabilitation et le rééquilibrage du réseau d'AEP.

L'examen de l'état existant du réseau de Haraza montre que plusieurs tronçons nécessitent, soit un redimensionnement, soit une rénovation pour satisfaire les normes hydrauliques et éliminer les fuites. A la lumière de ce diagnostic, un nouveau réseau est projeté pour améliorer le réseau existant et couvrir l'ensemble du territoire de la ville existant et projeté.

Pour aider le gestionnaire à bien exploiter le réseau et notamment de prendre la décision dans le temps qu'il faut, nous avons élaboré un SIG sous le logiciel ArcGIS regroupant toutes les cartes et les plans du réseau dans plusieurs couches superposables et avec l'ensemble des données nécessaires. Cet outil permet de consulter toutes les données du réseau sous une forme graphique. Le couplage du SIG avec l'outil de simulation nécessite un temps et un effort supplémentaire qui dépasse notre cadre de travail.

ANNEXES

N°noeud	N°T	longueur(m)	diamètre(mm)	Qspi i/s	Qr i/s	Qn l/s
2	2	303,74	40	0,002	0,596	0,394
	3	43,68	110		0,086	
	4	53,98	40		0,106	
3	2	303,74	40		0,596	0,298
4	4	53,98	40		0,106	0,295
	5	50,73	40		0,100	
	6	195,88	40		0,384	
5	5	50,73	40		0,001	0,001
6	6	195,88	40		0,384	0,192
7	3	43,88	110		0,086	0,209
	7	122,04	40		0,239	
	8	46,8	110		0,092	
8	7	122,04	40		0,239	0,120
9	8	46,8	110		0,092	0,142
	9	97,98	75		0,192	
10	9	97,98	75		0,192	0,2095
	10	115,56	63		0,227	
	16	64,1	63		0,126	
	19	10,82	63		0,021	
11	10	115,56	63		0,227	0,2325
	11	121,15	63		0,238	
	13	70,16	63		0,138	
12	11	121,15	63		0,238	0,164
	12	46	63		0,090	
13	12	46	63	0,090	0,045	
14	13	70,16	63	0,138	0,275	
	14	97,5	40	0,191		
	15	112,42	40	0,221		
15	14	97,5	40	0,191	0,096	
16	15	112,42	40	0,221	0,111	
17	16	64,1	63	0,126	0,368	
	17	140,93	40	0,277		
	18	169,59	40	0,333		
18	17	140,93	40	0,277	0,138	
19	18	169,59	40	0,333	0,166	
20	19	10,82	63	0,021	0,288	
	20	29,32	40	0,058		
	21	253,12	90	0,497		
21	20	29,32	40	0,058	0,029	
22	21	253,12	90	0,497	0,446	
	22	117,97	40	0,231		
	23	83,55	40	0,164		
23	22	117,97	40	0,231	0,116	
24	23	83,55	40	0,164	0,082	

Annexe 1

N°Nœud	N°T	Longueur(m)	Diamètre(mm)	Qspi i/s	Qr i/s	Qn l/s
2	2	303,74	40	0,002	0,596	0,394
	3	43,68	110		0,086	
	4	53,98	40		0,106	
3	2	303,74	40		0,596	0,298
4	4	53,98	40		0,106	0,295
	5	50,73	40		0,100	
	6	195,88	40		0,384	
5	5	50,73	40		0,001	0,001
6	6	195,88	40		0,384	0,192
7	3	43,88	110		0,086	0,209
	7	122,04	40		0,239	
	8	46,8	110		0,092	
8	7	122,04	40		0,239	0,120
9	8	46,8	110		0,092	0,142
	9	97,98	75		0,192	
10	9	97,98	75		0,192	0,2095
	10	115,56	63		0,227	
	16	64,1	63		0,126	
	19	10,82	63		0,021	
11	10	115,56	63		0,227	0,2325
	11	121,15	63		0,238	
	13	70,16	63		0,138	
12	11	121,15	63	0,238	0,164	
	12	46	63	0,090		
13	12	46	63	0,090	0,045	
14	13	70,16	63	0,138	0,275	
	14	97,5	40	0,191		
	15	112,42	40	0,221		
15	14	97,5	40	0,191	0,096	
16	15	112,42	40	0,221	0,111	
17	16	64,1	63	0,126	0,368	
	17	140,93	40	0,277		
	18	169,59	40	0,333		
18	17	140,93	40	0,277	0,138	
19	18	169,59	40	0,333	0,166	
20	19	10,82	63	0,021	0,288	
	20	29,32	40	0,058		
	21	253,12	90	0,497		
21	20	29,32	40	0,058	0,029	
22	21	253,12	90	0,497	0,446	
	22	117,97	40	0,231		
	23	83,55	40	0,164		

23	22	117,97	40		0,231	0,116
24	23	83,55	40		0,164	0,082

Annexe 2

N°nœud	N°T	longueur(m)	Diamètre mm	Qsp l/s	Qr l/s	0,5 Σ Qr l/s	Qn l/s
2	2	303,74	50	0,003	1,384	1,677	0,839
	5	43,68	110		0,131		
	6	53,98	40		0,162		
3	5	43,68	110		0,131	0,628	0,314
	9	122,04	40		0,366		
	10	43,68	110		0,131		
4	6	53,98	40		0,162	0,902	0,451
	7	195,88	40		0,588		
	8	50,73	40		0,152		
5	8	50,73	40		0,152	0,152	0,076
6	7	195,88	40		0,588	0,588	0,294
7	9	122,04	40		0,366	0,366	0,183
8	10	43,68	110		0,131	0,425	0,213
	11	97,98	90		0,294		
9	11	97,98	90		0,294	0,865	0,433
	12	115,56	63		0,347		
	13	64,1	50		0,192		
	26	10,82	63		0,032		
10	13	64,1	50		0,192	1,124	0,562
	14	140,93	40		0,423		
	15	169,59	40	0,509			
11	14	140,93	40	0,423	0,423	0,212	
12	15	169,59	40	0,509	0,509	0,255	
13	12	115,56	63	0,347	0,92	0,46	
	16	70,16	40	0,21			
	19	121,15	63	0,363			
14	16	70,16	40	0,21	0,831	0,416	
	17	112,42	40	0,337			
	18	97,5	40	0,284			
15	17	112,42	40	0,337	0,337	0,169	
16	18	97,5	0	0,284	0,284	0,142	
17	19	121,15	63	0,363	1,302	0,651	
	20	35	63	0,105			
	21	277,86	40	0,834			
18	21	277,86	40	0,834	0,834	0,417	
19	20	35	36	0,105	0,522	0,261	

	22	105,97	40	0,318		
	23	32,96	50	0,099		
20	22	105,97	40	0,318	0,318	0,159
21	23	32,96	50	0,099	0,562	0,281
	24	28,25	40	0,085		
	25	125,94	40	0,378		
22	24	28,25	40	0,085	0,085	0,043
23	25	125,94	40	0,378	0,378	0,189
24	2	303,74	50	1,384	1,755	0,878
	3	40,71	40	0,122		
	4	83,1	40	0,249		
25	3	40,71	40	0,122	0,122	0,061
26	4	83,1	40	0,249	0,249	0,125
27	28	153,12	40	0,459	1,177	0,589
	29	83,55	40	0,364		
	30	117,97	40	0,354		
28	30	117,97	40	0,354	0,354	0,177
29	29	83,55	40	0,364	0,364	0,182
30	26	10,82	63	0,032	0,579	0,290
	27	29,32	40	0,088		
	28	153,12	40	0,459		
31	27	29,32	40	0,088	0,088	0,044

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- [3] **BONNIN J. (1982)**. Aide mémoire d'hydraulique urbaine. Édition Eyrolles. France.
- [4] **BOUDOUKHA A. (2002)**. Cours hydrogéologie. Université de Batna. Bibliographie
- [31] www.wikipedia.com
- [5] **BLINDU I. (2004)**. Outil d'aide au diagnostic du réseau d'eau potable pour la ville de Chisinau par analyse spatiale et temporelle des dysfonctionnements hydrauliques. Thèse doctorat. Ecole nationale des mines Saint-Étienne. France
- [15] **GANGBAZO G. (2006)**. Guide pour l'élaboration d'un plan directeur de l'eau. Ingénieur, PHD. Direction des politiques de l'eau. France.
- [19] **BONNIN J. (1982)**. Aide mémoire d'hydraulique urbaine. Édition Eyrolles. France.
- [5] **Nafi 2006**, « la programmation pluriannuelle du renouvellement des réseaux d'eau potable », Mémoire de doctorat, Université Louis Pasteur, Strasbourg I, 2006.].
- [20] «**Abdelbaki Chérifa, 2014**, mdélisation du réseau d'alimentation en eau potable et contribution a sa gestion a l'aide d'un SIG –cas du groupement urbain TELEMEN », THESE DOCTORAT.
- [21] **LAURINI R., François M-R 1993** «les bases de données en géomatique », Paris : Edition Haremes,
- [1] **CECILE A., JEAN-MARC B., JEAN-LUC C. (2004)**. Réhabilitation / remplacement des réseaux d'eau potable en zone rurale. Document technique FNDAE. Hors série N- 10. Office international de l'eau SNIDE. France.
- [2] www.cceg.fr/jsp/site/Portal.jsp?page_id=167
- Tarfaya Chafai** : Approche méthodologique pour le diagnostic des réseaux d'eau, Thèse magister, Université Hadj Lakhdar-BATNA2012
- Goudbane M** : cours gestion du réseau, Université de M'sila 2010

Introduction General

CHAPITRE I

Etude Bibliographique

Des Systemes D'AEP

CHAPITRE II

Presentation Et Situation De la Commune

CHPITRE III

Diagnostic Et Expertise Du Reseau Existant

CHAPITRE IV

Conception De Reseau

D'AEP De La Ville Haraza

W De BBA A L'horizon

Futur

CHAPITRE V

Elaboration D'un SIG D'aide a La Gestion Du Reseau

CHAPITRE VI

Gestion, Entretien Et Exploitation Des Reseaux D'AEP

Conclusion

Generale

ملخص:

يواجه مستغل شبكة تزويد مياه الشرب عمومًا صعوبة معرفة الشبكة بدقة ، نظرًا لتنوعها ومداهها وعلاوة على ذلك من بين المشاكل المطروحة المستغل يجد تمزقات في عدة اماكن تضاف أيضا التسريبات و أخطاء التوصيلات.

إن تطور التكنولوجيا في تصميم ورسم الخرائط ومؤخرا في نظم المعلومات أعطى دفعة جديدة في مجال رسم الخرائط.

في هذا الصدد فان العمل ينص على معرفة بيانات شبكة الإمدادات بالمياه الصالحة للشرب لمدينة حرارة وعلى نمذجة الشبكة والمساهمة في إدارتها من خلال نظام المعلومات الجيوغرافية للحصول على البيئة الفعالة في النمذجة والقدرة على تحليل شبكة الإمدادات بالمياه الصالحة للشرب لمدينة حرارة.

Résumé :

L'exploitant d'un réseau d'alimentation en eau potable se trouve généralement confronté à la difficulté de connaître avec précision son réseau compte tenu de sa diversité (généralement de multiples tranches de travaux réalisées selon des techniques différentes et sur plusieurs années) et son étendue.

Par ailleurs, parmi les problèmes à résoudre quotidiennement, l'exploitant trouve des ruptures à plusieurs endroits. A ces problèmes s'ajoutent les fuites, les branchements illicites et la mise en oeuvre des extensions effectuées sur le réseau.

Le développement des techniques du dessin et de la cartographie assistée par ordinateur et plus récemment les systèmes d'information a donné une grande impulsion à la cartographie.

Dans ce sens, le présent travail consiste à avoir les données du réseau d'AEP de la ville de Haraza dans une base de données, à modéliser le réseau et à contribuer à la gestion de ce réseau à l'aide d'un SIG.

Le logiciel SIG pour bénéficier d'un environnement performant de modélisation et pouvoir analyser le réseau d'alimentation en eau potable de la ville de HARAZA.

Obstract:

A drinking water system operator has to deal with the difficulty of knowing precisely its network considering its diversity (generally multiple kinds of work are performed according to different techniques and over several years) and it's extended.

In addition, among the problems to be daily solved, the operator is faced to breaks located at several places. To these problems are added leaks, faulty connections that are not always without consequences on the flow of water and the implementation of extensions to be carried out on the network.

The development drawing techniques and computer-aided mapping and more recently systems of information has given great impulsion to the mapping.

In this sense, the present work consists to store data of the drinking water network of the city of Haraza in a database, to model the network and contribute to the management of this network using a GIS. GIS software computer code to take advantage of a powerful modeling environment and to analyze the supply network of drinking water to the city of Haraza

