

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

**Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf - Mila**  
**Institut des Sciences et de Technologie**  
**Département de sciences et Technique**



N° Ref :.....

**Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de**

**MASTER**

**Spécialité : Sciences Hydrauliques**

**DIAGNOSTIC ET REHABILITATION DU  
SYSTEME D'AEP DE BOUKERRANA  
- CHELGHOUM.LAID - MILA**

**Réalisé par :**

**- Sayoud YASSER**

**- Djouambi AMMAR**

**Soutenu devant le jury :**

Mme	L. KABOUR-CHEBBAH	M.A.A	CUAB MILA	Présidente
M.	S. BERRAHAL	M.A.A	CUAB MILA	Examineur
Mme	Z. CHEBBAH-ALLIA	M.A.A	CUAB MILA	Promoteur

**Année universitaire : 2015/2016**

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

اللّٰهُمَّ اِنِّیْ اَسْئَلُکَ الرَّحْمَةَ وَرِضْوَانَهُ،

وَکَافَیةَ اِحْتِیاجِیْ، وَکَافَیةَ اِحْتِیاجِیْ،

اللّٰهُمَّ بِرَحْمَتِکَ





## Remerciements

Au terme de la rédaction de ce  
mémoire

Je ne manque pas d'adresser mes  
s'incères remerciements à notre  
Dieu, qui a éclairé mon itinéraire  
du savoir.

C'est avec un grand plaisir que  
nous adressons nos sincères  
remerciements à notre professeur  
et encadrant Mme. ALLIA. Z qui  
n'a ménagé aucun effort pour la  
bonne réussite de ce travail.  
Nous ne saurions entamer ce  
sujet sans exprimer notre  
reconnaissance à toutes les  
personnes qui ont apportées leur  
attribution à la réussite de ce  
travail.

A decorative border surrounds the page, featuring a row of pearls at the top and bottom, and a vertical line of pearls on the right side. On the left side, there are several roses: a red one at the top, a large white one in the middle, and another white one at the bottom right. The text is enclosed in a dashed-line frame.

# Dédicace

*Je dédie ce succès à toute ma famille, Ma très chère mère **HAYAT** qui pense à moi toujours dans ma présence et mon absence, et à mon très chère père **SAID** Qui ma donné force pour continuer*

*Dont aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler, que dieu leur procure bonne santé et longue vie*

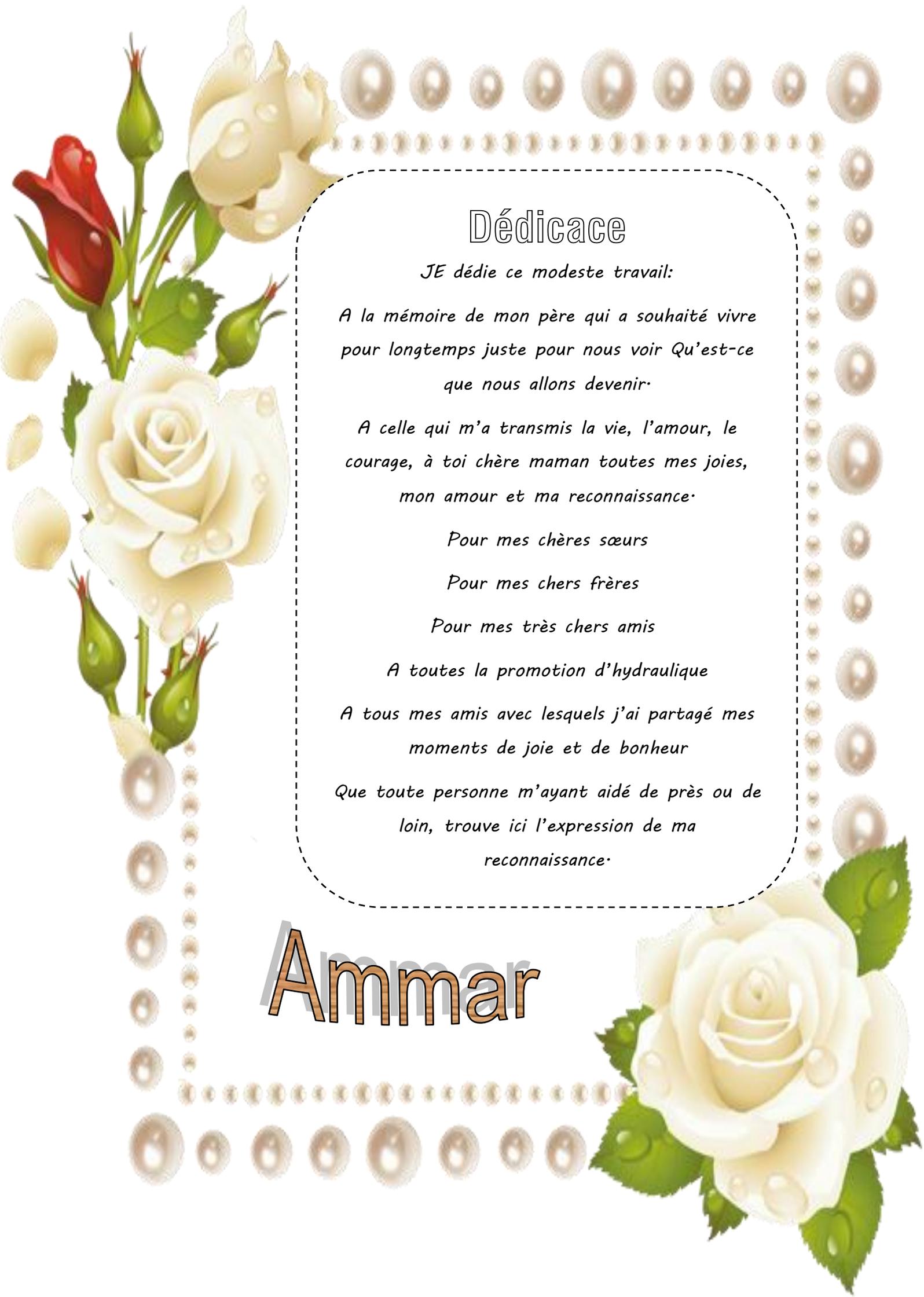
*A toute ma famille: **Maroiane - Luqman - Meriéme et Ikram**, sans oublier mon frère que j'appelle "Oncle **Samir**".*

*A mes camarades qui ont partagé mon temps, mes moments de joie et de tristesse: **Amar Djouwambi - Yakoub Saifi - Bilal - Ishaq et Hamza** . . . sons oublier la compagnon de ma vie lapine . . .*

*A Tout ce que je connaissais dans deuxième Universités **UGEL MILA***

*A tous ceux qui ont contribué de prés ou de loin pour que ce projet soit réalisé.*

# YASSER

A decorative border of pearls and roses surrounds the central text. The top and bottom borders consist of a row of large pearls, with a row of smaller pearls below it. The left and right borders consist of a vertical line of pearls. On the left side, there are several roses, including a large white one and a smaller red one. On the right side, there is a large white rose with green leaves.

## Dédicace

*JE dédie ce modeste travail:*

*A la mémoire de mon père qui a souhaité vivre  
pour longtemps juste pour nous voir Qu'est-ce  
que nous allons devenir.*

*A celle qui m'a transmis la vie, l'amour, le  
courage, à toi chère maman toutes mes joies,  
mon amour et ma reconnaissance.*

*Pour mes chères sœurs*

*Pour mes chers frères*

*Pour mes très chers amis*

*A toutes la promotion d'hydraulique*

*A tous mes amis avec lesquels j'ai partagé mes  
moments de joie et de bonheur*

*Que toute personne m'ayant aidé de près ou de  
loin, trouve ici l'expression de ma  
reconnaissance.*

**Ammar**

# **SOMMAIRE**

# SOMMAIRE

Remerciements	
Didicaces	
Sommaire .....	02
Liste des figures .....	06
Liste des tableaux .....	08
<b>Résumé</b> .....	09
<b>Introduction générale</b> .....	10
<b>CHAPITRE I : Présentation générale de la zone d'étude</b>	
Introduction .....	13
I-1- Situation géographique .....	13
I-2- Le cadre régional de la zone d'étude .....	14
I-3- Situation climatologique .....	15
I-4- La géologie de la région .....	18
I-5- Description du système d'AEP de Boukarrana .....	20
Conclusion .....	25
<b>CAHPITRE II : Estimation des besoins en eau</b>	
Introduction.....	27
II-1- La population.....	27
II-2- Taux d'accroissement.....	27
II-3- Période envisage pour l'étude.....	28
II-4- Population de référence de boukarrana.....	28
II-5- Accroissement de la population.....	29
II-6- La dotation.....	29
II-7- Les besoins en eau.....	30
II-8- La consommation moyenne journalière en (m <sup>3</sup> /j).....	34
II-9- La consommation moyen journalier majeure en (m <sup>3</sup> /j).....	35
II-10- Etude des variations des débits.....	36
Conclusion .....	39

## **CHAPITER III : Diagnostic du système d'AEP**

Introduction.....	41
III-1- Diagnostique des infrastructures existantes.....	41
III-1-1- Forage (Harcha) .....	41
III-1-2 Forage Ain Beida(01).....	48
III-2 Diagnostic des ouvrages de stockage.....	53
III-2-1- Le Réservoir 1000 m <sup>3</sup> .....	54
III-2-2 Le Réservoir 300 m <sup>3</sup> .....	57
III-3 Diagnostic du réseau de distribution.....	60
Conclusion.....	61

## **CHAPITRE IV : Synthèse bibliographique sur L'EPANET**

Introduction.....	63
IV-1- Modelisation du reseau .....	63
IV-2- Le modèle de simulation hydraulique .....	64
IV-2-1 Construction du modèle.....	64
IV-2-2- La modélisation du réseau sur le logiciel Epanet .....	65
IV-2-3- Les données nécessaires à la modélisation du réseau .....	67
IV-2-4- calage du modèle .....	70
IV-3- Le modèle de simulation de la qualité de l'eau .....	74
IV-3-1- Modélisation du transport.....	74
IV-3-2- Mélange dans les réservoirs.....	74
IV-3-4- Résultats des simulations.....	76
Conclusion .....	77

## **CHAPITRE V : Réhabilitation et dimensionnement du réseau**

Introduction.....	79
V- 1 - Les types des réseaux de distribution.....	79
V -2- Conception d'un réseau.....	80
V- 3- Principe du tracé du réseau.....	80
V- 4 - Choix du type de matériaux.....	80

V- 5 - Avantages et inconvénients de chaque type de matériau .....	81
V-6-dimensionnement d'un réseau d'alimentation en eau potable .....	82
V-7- CALCUL DU RESEAU PAR LOGICIEL « EPANET » .....	99
Conclusion .....	108

## **CHAPITRE VI : Réalisation d'un projet d'AEP**

Introduction .....	111
VI-1- Maturation d'un projet d'AEP.....	111
VI-2- Elaboration du marché ou du contrat de réalisation .....	114
VI-3- Organisation du chantier .....	116
VI-4- Contrôle des travaux par le chef de projet chargé de suivi de Réalisation .....	122
VI-5-Elaboration des attachements.....	123
VI-6- Elaboration des situations des travaux .....	123
VI-7- Elaboration des PV de réception .....	123
Conclusion .....	124

## **CHAPITRE VII : Gestion de système d'AEP**

Introduction .....	126
VII-1- Définition de la gestion .....	126
VII-2- But de la gestion .....	126
VII-3- Historique de la gestion des systèmes d'AEP en Algérie .....	126
VII-4- L'Algérienne Des Eaux (ADE) .....	127
VII-5- Gestion des forages .....	128
VI-6- Vieillessement des forages .....	128
VI-7- Gestion des ouvrages de stockage .....	129
VII-8- La gestion et l'exploitation du réseau d'AEP .....	131
VI-9- Gestion technique et suivi des installations.....	132
Conclusion.....	133
<b>Conclusion générale</b> .....	135
<b>Bibliographique</b> .....	137

# Liste des Figures

## Chapitre I : Présentation générale de la zone d'étude

<b>Figure 1</b> : Carte des limites administratives montrant les limites du secteur d'étude (Chelghoum-Laid) echelle1/2000 .....	14
<b>Figure 2</b> : La zone d'étude BOUKERRANA.....	14
<b>Figure 3</b> : Extrait de carte Etat-major de Chelghoum-Laid échelle 1/50.000..	15
<b>Figure 4</b> : La variation des précipitations moyennes mensuelles.....	16
<b>Figure 5</b> : Variations des températures.....	17
<b>Figure 6</b> : variation de l'humidité moyenne.....	18
<b>Figure 7</b> : Extrait de la carte géologique de l'Algérie à l'échelle 1/500000.....	19
<b>Figure 8</b> : Système d'adduction existant de BOUKARRANA.....	22
<b>Figure 9</b> : synoptique de système d'AEP actuel.....	23
<b>Figure 10</b> : représente le système de fonctionnement.....	24

## Chapitre II : Estimation des besoin en eau

<b>Figure 1</b> : Schéma de calcul de $\beta$ .....	38
---	----

## Chapitre III : diagnostic du système d'AEP

<b>Figure 1</b> : Forage HARCHA.....	41
<b>Figure 2</b> : Conduite d'arrivé.....	42
<b>Figure 3</b> : Chambre de commande.....	44
<b>Figure 4</b> : Robinet vanne.....	44
<b>Figure 5</b> : Clapet anti retour.....	45
<b>Figure 6</b> : Ventouse(DN100mm) en fonte.....	45
<b>Figure 7</b> : Compteur DN100mm.....	46
<b>Figure 8</b> : Manomètre en panne.....	46
<b>Figure 9</b> : Le réservoir d'eau javel.....	46
<b>Figure 10</b> : Pompe doseuse automatique (d'eau javel).....	47
<b>Figure 11</b> : Conduite de refoulement (DN200) vers le réservoir 1000m <sup>3</sup> .....	47
<b>Figure 12</b> : Forage d'Ain Beida(01).....	48
<b>Figure 13</b> : Conduite d'arrivé et conduite de refoulement.....	49
<b>Figure 14</b> : Chambre de commande (Forage Ain Beida).....	50

<b>Figure 15</b> : Robinet vanne DN 100 PN16 en fonte.....	51
<b>Figure 16</b> : Clapet anti retour DN 100 PN16 en fonte.....	51
<b>Figure 17</b> : Compteur DN100mm.....	52
<b>Figure 18</b> : Conduite de refoulement du forage Ain Beida (DN250 en fonte).	52
<b>Figure 19</b> : Placer des château d'eau 1000 m <sup>3</sup> et 300 m <sup>3</sup> .....	54
<b>Figure 20</b> : Réservoir 1000 m <sup>3</sup> .....	54
<b>Figure 21</b> : Les Conduites du réservoir 1000m <sup>3</sup> .....	55
<b>Figure 22</b> : les conduites dans la chambre de manœuvreR1000m <sup>3</sup> .....	56
<b>Figure 23</b> : Fuites à l'intérieur et à l'extérieur du réservoir.....	56
<b>Figure 24</b> : Réservoir 300 m <sup>3</sup> .....	57
<b>Figure 25</b> : Corrosion.....	59
<b>Figure 26</b> : Absence de nettoyage et d'entretien.....	59
<b>Figure 27</b> : Fuites à l'extérieur du réservoir 300m <sup>3</sup> .....	60

#### **Chapitre IV : Synthèse bibliographique sur L'EPANET**

<b>Figure 1</b> : Composants Physiques d'un Système de Distribution d'Eau	65
---	----

#### **CHAPITRE VI : Réalisation d'un projet d'AEP**

<b>Figure 1</b> : schéma pose de la canalisation.....	118
<b>Figure 2</b> : Lit correct.....	119
<b>Figure 3</b> : Lit incorrect.....	119
<b>Figure 4</b> : Pose des canalisations.....	120
<b>Figure 5</b> : Appui correct.....	121
<b>Figure 6</b> : Appui incorrect.....	121
<b>Figure 7</b> : Le Remblai Supérieur et le Remblai de Protection.....	122

# Liste des tableaux

## Chapitre I : Présentation générale de la zone d'étude

Tableau 1: Précipitation moyenne mensuelle .....	16
Tableau 2 : la température min, max, et moy .....	16
Tableau 3 : humidité moyenne de l'aire .....	17
Tableau 4 : Les Forages de l'eau dans la ville de Chelghoum-laid .....	20

## Chapitre II : Estimation des besoin en eau

Tableau 01 : présentation de la population de la commune de chalghoum-laid durant la période 1977/2008 .....	27
Tableau 02: Population de la commune de chalghoum-laid et la zone d'étude BOUKARRANA .....	28
Tableau 03 : Taux d'accroissement de la commune de chalghoum-laid .....	28
Tableau 04 : Evolution de la population pour les différents horizons .....	29
Tableau 05 : valeur de la dotation pour P>5000 .....	30
Tableau 06 : variation des besoins domestiques .....	31
Tableau 07 : Equipements existants dans la Zone de BOUKARRANA .....	31
Tableau 08 : Variation des besoins scolaires .....	32
Tableau 09 : Variation des besoins sanitaires .....	32
Tableau 10 : Variation des besoins administratifs .....	33
Tableau 11 : Variation des besoins Socioculturels .....	33
Tableau 12 : Variation des besoins sportifs à divers horizons .....	34
Tableau 13: la consommation moyenne journalière en (m <sup>3</sup> /j) .....	34
Tableau 14 : Tableau de la consommation moyenne journalière major habitant .....	35
Tableau 15 : Tableau de la consommation moyenne journalière major des équipements .....	35
Tableau 16 : Le débit maximal journalier en (m <sup>3</sup> /j) .....	36
Tableau 17 : Les valeurs de $\beta$ .....	37

## Chapitre III : diagnostic du système d'AEP

Tableau 1 : Caractéristiques techniques de la pompe du forage HARCHA .....	43
--	----

<b>Tableau 2</b> : Caractéristique de forage HARCHA .....	43
<b>Tableau 3</b> : caractéristiques de la conduite d'adduction de forage HARCHA vers le réservoir1000 m <sup>3</sup> .....	47
<b>Tableau 4</b> : Caractéristique de forage Ain Beida(01) .....	49
<b>Tableau 5</b> : Caractéristique de forage d'Ain Beida(01) .....	50
<b>Tableau 6</b> : caractéristiques de la conduite d'adduction de forage Ain Beida (01)- R300m <sup>3</sup> .....	53
<b>Tableau 7</b> : caractéristiques du réservoir1000m <sup>3</sup> .....	55
<b>Tableau 8</b> : les conduites dans la chambre de manuvre R1000m <sup>3</sup> .....	55
<b>Tableau 9</b> : caractéristiques du réservoir300m <sup>3</sup> .....	58
<b>Tableau 10</b> : les conduites dans la chambre de manuvre R300m <sup>3</sup> .....	58
<b>Tableau 11</b> : Caractéristiques du réseau de distribution .....	60

#### **Chapitre IV : Synthèse bibliographique sur L'EPANET**

<b>Tableau 1</b> : Formules de perte de charge totale pour toute la longueur de la canalisation en charge .....	68
---	----

#### **CHAPITRE V : Réhabilitation et dimensionnement du réseau**

<b>Tableau 1</b> : Calculs des débits réseau 01 .....	85
<b>Tableau 2</b> : Calcul des débits réseau 02 .....	89
<b>Tableau 3</b> : La gamme de Tubes PEHD PN 10 .....	92
<b>Tableau 4</b> : Vérification des vitesses réseau 01 .....	93
<b>Tableau 5</b> : Vérification des vitesses réseau 01 .....	97
<b>Tableau 6</b> : les noedes d'intersection de réseau 1 .....	101
<b>Tableau 7</b> : les noedes Extrimité de réseau 1 .....	103
<b>Tableau 8</b> : les noedes d'intersection de réseau 2 .....	106
<b>Tableau 9</b> : les noedes Extrimité de réseau 2 .....	107

#### **CHAPITRE VI : Réalisation d'un projet d'AEP**

<b>Tableau 1</b> : angle de frottement selon la nature du terrain .....	118
---	-----

#### **CHAPITRE VII : Gestion de système d'AEP**

<b>Tableau 01</b> : les équipements d'un réservoir .....	130
--	-----

## ملخص:

من هذه المدكرة التي قمنا بها لنهاية الدراسة , وهي تحت عنوان تشخيص نظام التزويد بالماء الصالح للشرب لوسط بوقرانة ومن اجل القيام بهذا الموضوع بطريقة جيدة , قمنا بإجراء نظرة عامة على مختلف المشاريع المنجزة و المعدة للإنجاز بما فيها مختلف المنابع المائية , و التوزيع و كذا مختلف المنشآت الهيدروليكية الكائنة وسط المدينة مع تقييم احتياجات السكان للماء حتى سنة 2045 .

وبعدها قمنا بتحديد كمية العجز في الماء و العجز في التخزين . ثم شخصنا نظام التزويد بالماء الشروب من المنابع وصولا الى شبكة التوزيع. كما قمنا باقتراح حلول للمشاكل المصادفة اثناء عملية التشخيص.

بعدها اقترحنا تنصيب شبكة توزيع للماء الشروب على جزء من المدينة بنظرة هيدروليكية كما قمنا بسرد مراحل انجاز مشروع التزويد بالماء الشروب .وفي الاخير تطرقنا الى ذكر التسيير المثالي لاستغلال مختلف منشآت الري على المقاييس العالمية.

## Résumé :

Dans ce mémoire de fin d'étude , fait sur le diagnostic et la réhabilitation du système d'alimentation en eau potable du centre BOUKERANNA pour élaborer ce projet , on a fait un aperçu général sur les projet réalisés et même qui sont projetés comportant les réseau d'adduction et de distribution et les infrastructures hydraulique dans ce centre avec estimation des besoins en eau jusqu'à l'horizon 2045. En suit e on a déterminés le déficit en eau dans la production et le stockage. Puis un diagnostic du système a été fait depuis les ressources jusqu'la distribution et les ouvrage de stockage on donnant des recommandations sur les anomalies constatées.

Une projection d'un nouveau réseau de distribution a été réalisé sur une zone du centre de la ville suivant un nouveau tracé d'une vue hydraulique, tout on citant les étapes de la réalisation d'un projet d'AEP.

En fin et pour une bonne gestion du réseau d'AEP on identifié les principales étapes a suivre selon les normes internationales.

## Abstract :

In this final dissertation, made on the diagnosis and rehabilitation of the system supply water potable for center BOUKERANNA to develop this project , we did an overview of the project and even made which are projected with the supply and distribution network and hydraulic infrastructures in this center with estimating water needs until 2045. In the following e was determined the water deficit in the production and storage. Then a system diagnosis has been done since the resources jusqu'la distribution and storage facility is providing recommendations on any discrepancies.

A screening of a new distribution network was carried out on an area of the city center on a new alignment of hydraulic view, everything is quoting stages of a project AEP.

Finally and for good management of water supply network we identified the main steps to follow to international standards.

# **Introduction Générale**

## **Introduction Générale :**

Actuellement, L'eau est considérée comme un paramètre de classification des pays et le degré de confort des peuples, mais aussi elle est considérée comme un indice d'indépendance des pays.

L'eau acquiert une autre importance dans le cadre des droits à l'eau de l'humanité et devient de plus en plus une richesse menacée à cause de la mauvaise gestion, surtout au niveau des réseaux d'alimentation en eau potable là où des grandes quantités sont perdues à cause des fuites dans le réseau ou par les consommateurs.

L'agglomération de Boukerrana est l'une des régions de la commune de (Chelghoum-Laid-) qui souffre de l'insuffisance de l'eau. Mais, pourquoi ce déficit en eau dans cette agglomération sachant que le système d'alimentation possède tous les ouvrages nécessaires ?

La question mérite d'être posée, mais pour répondre à cette dernière, une étude de diagnostic doit se faire pour établir les anomalies et les problèmes dans le système d'AEP.

Notre thème intitulé « Diagnostic et Réhabilitation du Système D'AEP du Centre Boukerrana » est divisé en 7 chapitres d'une façon à respecter toutes les phases d'un diagnostic, à savoir une étude des besoins et des caractéristiques de la consommation de la population actuelle et future suivie d'une enquête détaillée du système existant sanctionnée par une réhabilitation du réseau de distribution et une gestion sera l'objet du dernier chapitre..

**CHAPITRE I :**  
**Présentation**  
**générale de la zone**  
**d'étude**

**I- Introduction :**

La zone d'étude BOUKARRANA appartenant à le daïra de CHELGHOUUM LAÏD, la wilaya de Mila.

La ville de CHELGHOUUM LAÏD s'étend sur 258,2 km<sup>2</sup> et compte 82 560 habitants depuis le dernier recensement de la population. La densité de population est de 319,8 habitants par km<sup>2</sup> sur la ville.

Entourée par Ouled Khalouf, Aïn Mellouk et El Mechira, Chelghoum Laid est située à 14 km au sud-ouest d'Oued Athmania.

Située à 778 mètres d'altitude, la ville de Chelghoum Laid a pour coordonnées géographiques Latitude: 36° 10' 0" nord, Longitude: 6° 10' 0" est.

Dans le présent chapitre, nous nous intéressons à l'étude de différents facteurs influençables sur la conception de ce projet et connaître les différentes caractéristiques du lieu

**I-1- Situation géographique :**

L'Algérie est découpée administrativement en 48 Wilaya, notre zone d'étude La commune CHELGHOUUM LAID est localisée au niveau de la Wilaya de Mila qui se situe au Nord EST d'Algérie elle est délimitée: <sup>[1]</sup>

- au nord, par les wilayas de Jijel et de Skikda.
- à l'est, par la wilaya de Constantine.
- au sud, par les wilayas de Batna et d'Oum el Bouaghi .
- à l'ouest, par la wilaya de Sétif.

La commune de CHELGHOUUM LAID, chef-lieu de daïra issue du dernier découpage administratif est située à 60 km Est du chef-lieu de Wilaya Mila, est limitée par : <sup>[1]</sup>

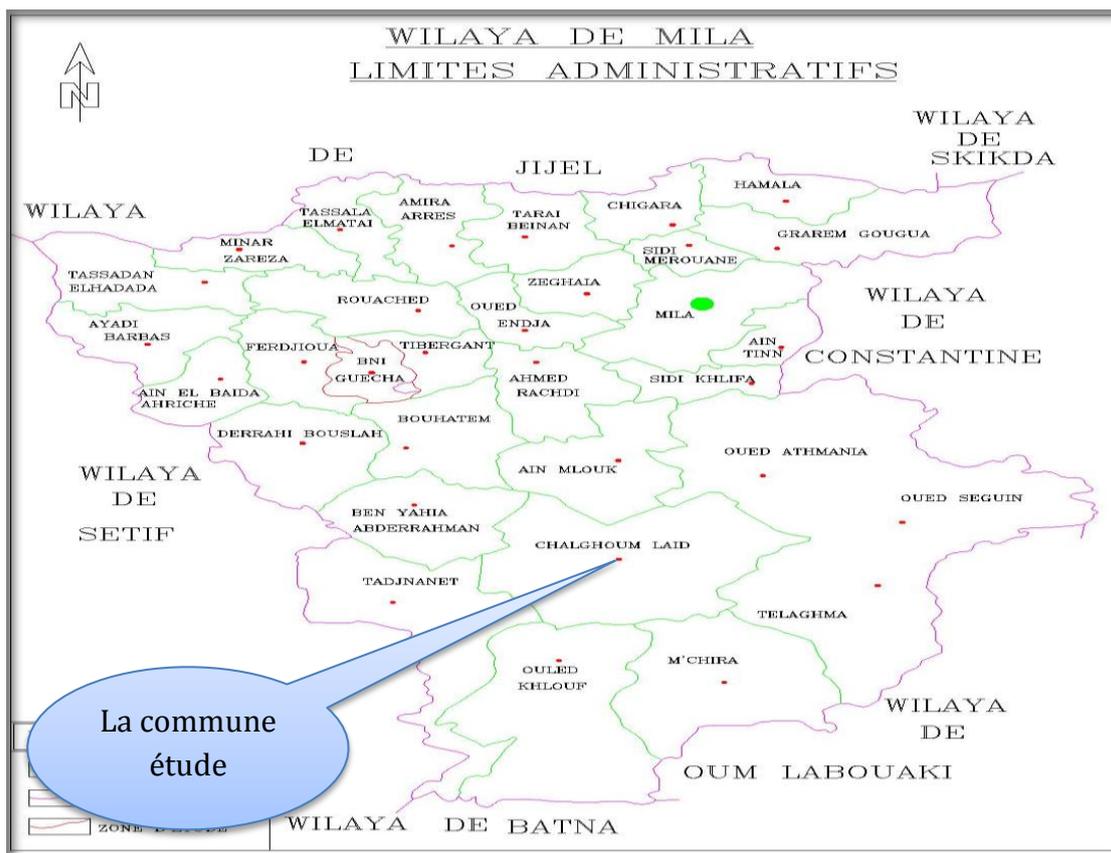


Figure 1 : Carte des limites administratives montrant les limites du secteur d'étude (Chelghoum-Laid) echelle1/2000

### I-2- Le cadre régional de la zone d'étude :

La zone d'étude est appelé **BOUKERRANA** dépend administrativement de la commune « **Chelghoum-Laid** » elle est située à environ **3km** au sud de son chef-lieu de la commune<sup>[2]</sup>

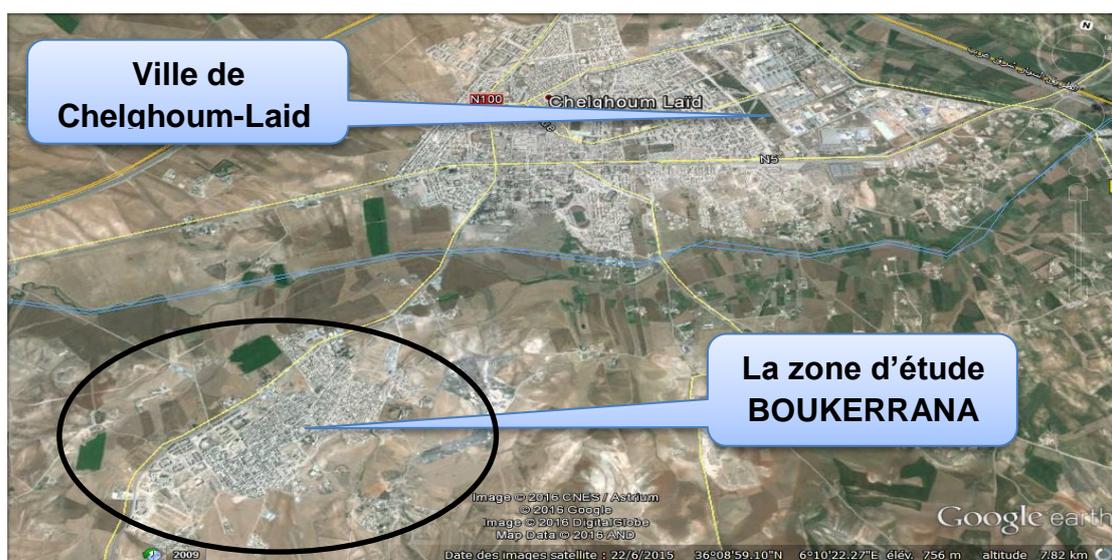


Figure 2 : La zone d'étude BOUKERRANA

Selon la carte d'état-major de Chelghoum Laid, le site d'étude dit BOUKARRANA est situé dans l'intervalle de coordonnées Lambert suivantes : [2]

- $X_1 = 810.$      $X_2 = 812.$
- $Y_1 = 320.$      $Y_2 = 323,500.$
- $Z_1 = 765.$      $Z_2 = 793.$

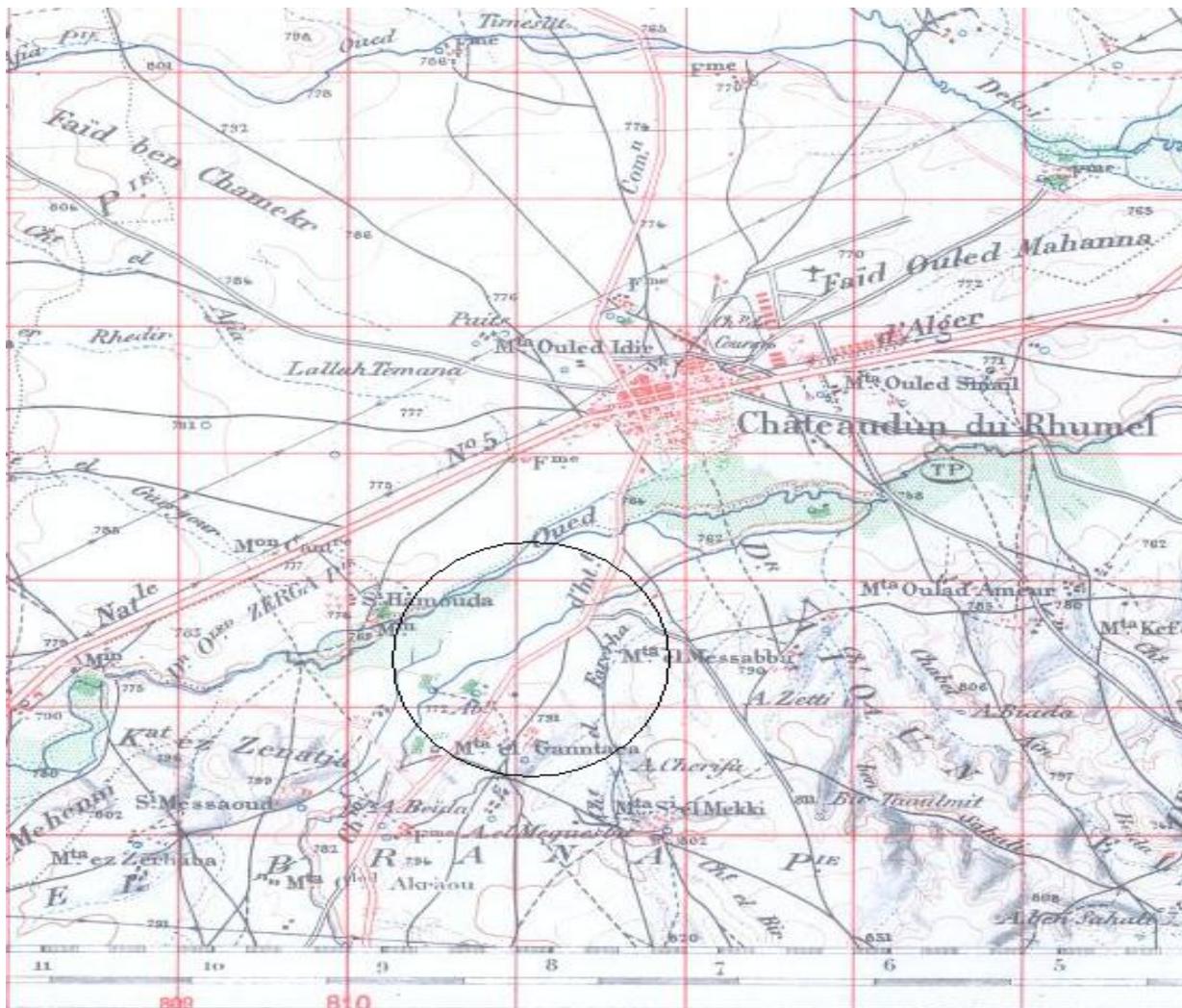


Figure 3 : Extrait de carte Etat-major de Chelghoum-Laid échelle 1/50.000.

### I-3- Situation climatologique :

#### I-3-1- Les précipitations :

Les précipitations constituent un phénomène physique qui représente l'élément le plus important du cycle hydrologique. La pluviométrie annuelle moyenne est de 724,7 mm, d'après les mesures prises au niveau de la station pluviométrique d'Ain Tine (MILA) nous avons les valeurs suivantes. [3]

Tableau 1: Précipitation moyenne mensuelle

Mois	sep	oct	Nov	dec	jan	fev	mar	avr	mai	juin	Juill	aut	Σ Mois
Moyenne mensuelle (mm)	26,3	82,7	96,6	85,8	130	45,3	62	25,1	117	15,1	3,7	35,3	60,4

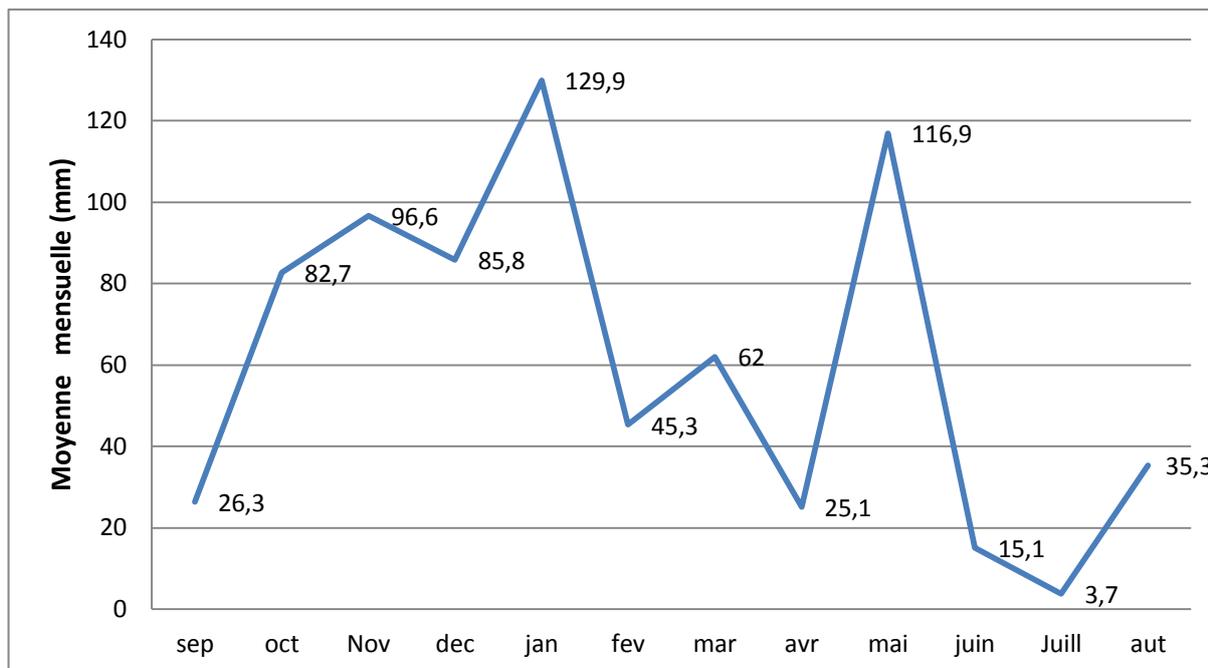


Figure 4 : La variation des précipitations moyennes mensuelles

D'après la **figure 4**, on peut bien voir que les mois les plus pluvieux dans cette région sont : novembre, janvier, et mai, et les mois les plus secs sont : avril, juin, et juillet.

### I-3-2- La température :

La connaissance des variations thermiques d'un milieu est très importante dans l'évolution du déficit d'écoulement qui rentre dans l'estimation du bilan hydrologique. <sup>[3]</sup>

Le tableau suivant représente la température minimale, maximale, et moyenne :

Tableau 2 : la température min, max, et moy

Mois	Jan	fev	mar	avr	mai	juin	juill	Aout	sep	oct	nov	dec	Moy ans
T min	5,6	6,8	7,8	9,7	10,4	15,4	20,5	20,4	16,8	13,8	9,8	6,2	11,9 C°
T max	12,5	14,9	16,9	20,3	22,3	28,9	34,8	34,3	28,4	23,4	16,9	14,1	22,3 C°
T moy	9	10,8	12,3	15	16,3	22,1	27,6	27,3	21,9	18,6	13,3	10,2	16,8 C°

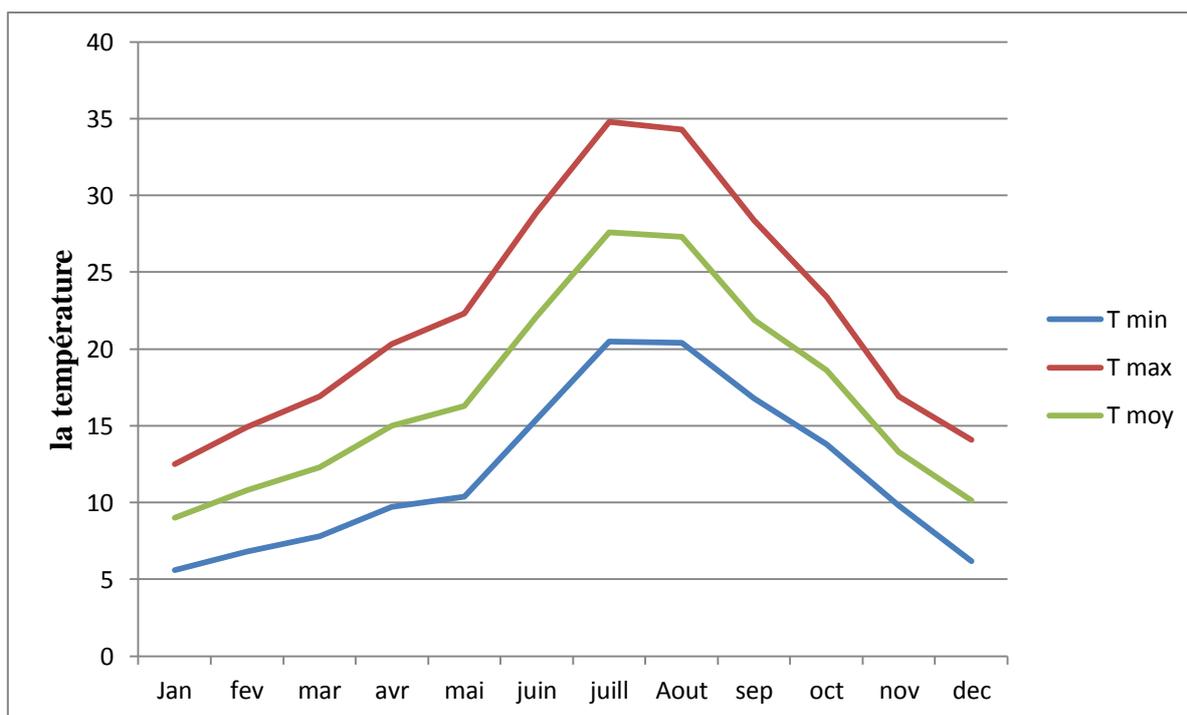


Figure 5 : Variations des températures.

Selon la courbe **Figure 5** la température moyenne annuelle est de 16,8 C°, la moyenne la plus élevée est enregistrée pendant la période sèche (juillet, et aout) avec un maximum de 27,6 C°, par contre la moyenne la plus basse se produit généralement en hiver avec 9 C°.

Il est à noter que la moyenne de températures maximums est de 22,3 C°, alors que celle des minimums est de 9,98 C°.

### I-3-3- Le vent :

Le vent est généralement à faible modération, parfois calme et parfois assez fort, sa direction est dans le secteur nord-ouest et quelque fois sud-ouest.<sup>[3]</sup>

La vitesse maximale est de (40km/h) à (70km/h).

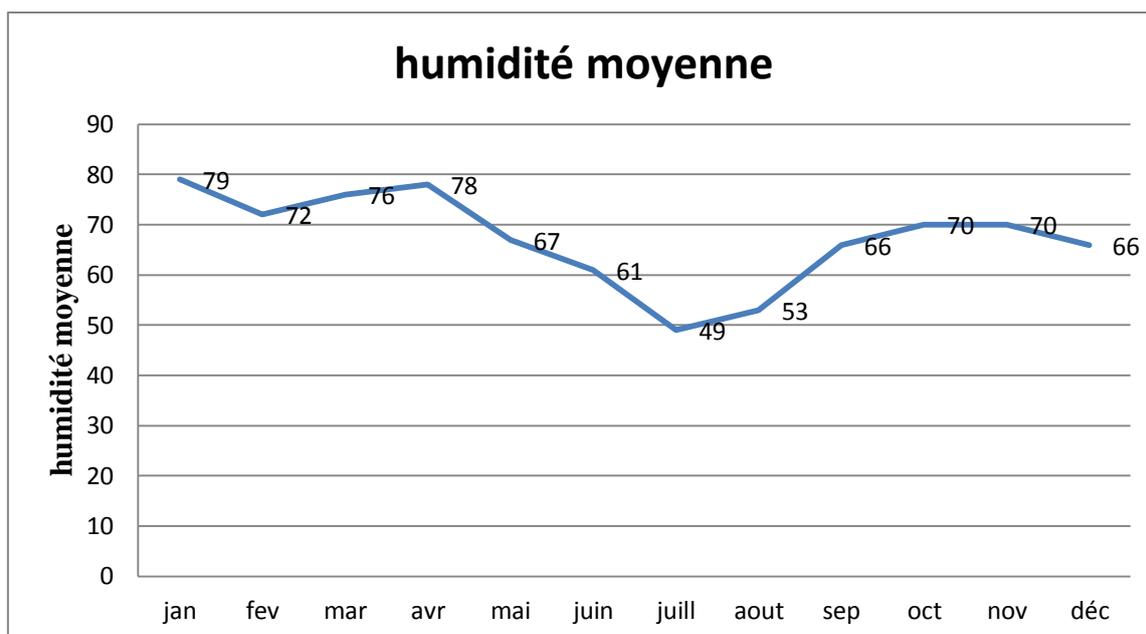
La vitesse minimale est de (10km/h) à (20km/h).

### I-3-4- L'Humidité de l'air :<sup>[3]</sup>

Elle représente le rapport exprimé en (%) de la tension de vapeur d'eau observée à la tension de saturation pour une température donnée, les valeurs de l'humidité mensuelle moyenne sont mentionnées dans le tableau suivant :

Tableau 3 : humidité moyenne de l'aire

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juill	aout	sep	oct	nov	déc	Moy géné
humidité moyenne	79	72	76	78	67	61	49	53	66	70	70	66	67%



**Figure 6 :** variation de l'humidité moyenne

L'humidité moyenne annuelle est de 67%, elle chute en été et atteint-les 49% au mois de juillet à cause des vents secs du sud.

**Remarques :** D'après la situation climatologique, la région de BOUKARRANA (Chlghoum-Laid) se caractérise par un climat semi-aride de type continental.

- En hiver le climat est froid et sec avec des températures parfois au-dessous de zéro.
- En été les températures sont très élevées avec une moyenne saisonnière de 34C°.
- Les précipitations des pluies sont relativement faibles, de l'ordre de 700 à 800 mm.
- En automne les orages sont forts et provoquent des crues.

#### I-4- La géologie de la région :

En analysant la carte géologique de l'Algérie à l'échelle 1/50000 nous remarquons que Chelghoum-Laid se situe dans les domaines géologiques des terrains sédimentaires d'Age villafranchien à quaternaire. [2]

L'extrait de la carte géologique avec sa légende (**Figure 7**) montre que la région de BOUKARRANA est installée dans une zone subsidence ayant favorisé la formation des dépôts quaternaire. Les reliefs assez éloignés constitués par des massifs de calcaire du crétacé sont le résultat d'une activité tectonique poste miocène.

La litho stratigraphie de la région notée sur la carte géologique et qui est facilement remarquable sur les différents affleurements est la suivante :

- Quaternaire (Q v).
- Pliocène à villafranchien (PV).
- Miocène (Mc).
- Miocène inférieur marin (Mi).
- Oligocène continentale (Oc).
- **Quaternaires** : Les terrains quaternaires couvrent de vastes surfaces.
- **Pliocène à villafranchien** : Ces formations concernent notre région d'étude et sont représentées par un faciès d'encroutement calcaire.
- **Miocène** : Il est également présent dans notre région mais de moindre importance.
- **Crétacé** : Par ces formations très caractéristiques par leur faciès carbonatés le crétacé forme l'essentiel des massifs montagneux. Il est représenté par ces étages marins et lagunaires.
- **Eocène** : En faibles affleurements l'éocène marque sa présence sur les massifs entourant la région.
- **Trias** : Très caractéristique par ses formations salifères le trias est présent en loupe.
- Eocène inférieur marin (E i).
- Crétacé supérieur marin (Cs).
- Crétacé moyen marin ou lagunaire (CM).
- Trias (T).

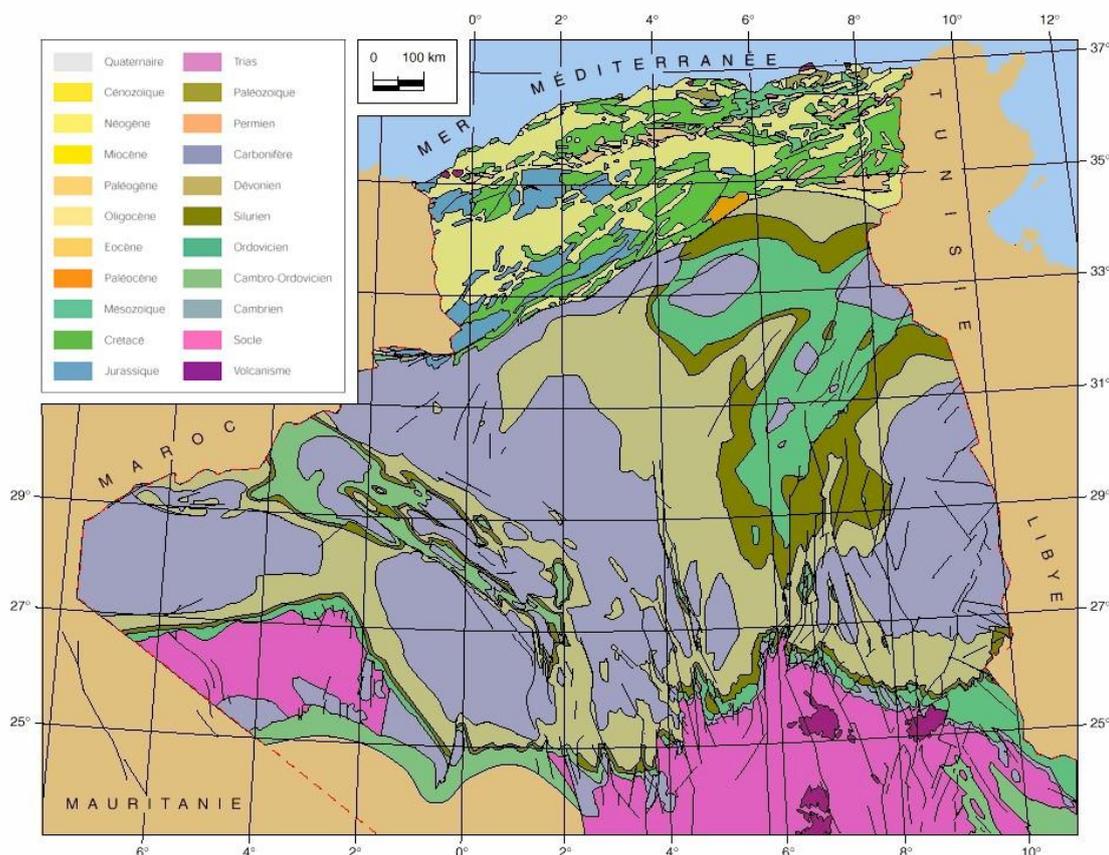


Figure 7 : Extrait de la carte géologique de l'Algérie à l'échelle 1/500000.

#### I-4-1- Sismicité :

La région de BOUKARRANA comme toutes les régions de la wilaya de MILA est située dans la zone sismique N°2 à activité sismique moyenne.

**I-4-2- Hydrogéologie et hydrologie :**

Le sol de notre région est un sol qui a les caractéristique du quaternaire du nord constantinois à savoir des argiles et des limons.

Le terrain est caractérisé par une géomorphologie en pente douce avec une orientation sud nord.

Les eaux des pluies ruissellent selon la pente du terrain et trouvent sur leur cheminement les talwegs situés au nord dont l'exutoire final est le rhumel. [2]

**I-5- Description du système d'AEP de Boukarrana :****I-5-1- Ressource :**

La ville de Chelghoum laid et la localité secondaire de BOUKARANA sont actuellement alimentées par une batterie de forages repartis en trois champs captant et résumés dans le tableau ci-dessous. [2]

Elle bénéficie également d'un apport conséquent à partir du barrage de Béni Haroun..

**Tableau 4 : Les Forages de l'eau dans la ville de Chelghoum-laid**

Forage	Destination	Débit d'exploitation (l/s)	Observation	Localisation
<b>SP1bis AIN BEIDA</b>	AEP Chelghoum-laid Et Boukarrana	30	En exploitation	Champ captant de AIN BEIDA
<b>HARCHA</b>	AEP Boukarrana	19	En exploitation	
<b>MESSDOUR A</b>	AEP Chelghoum-laid	18		Sud de Chelghoum Laid
<b>CHIKH ROUHO</b>	AEP Chelghoum-laid	13		
<b>MERIOUT 1</b>	AEP Chelghoum-laid	7		Plaine Nord-Ouest de Chelghoum
<b>MERIOUT 2</b>	AEP Chelghoum-laid	7		
<b>MERIOUT 3</b>	AEP Chelghoum-laid	12		
<b>Contribution du Barrage</b>	AEP Chelghoum-laid Et Boukarrana	180		Mila
Total		<b>286</b>		

La Zone d'étude BOUKARRANA est alimentée actuellement à partir de 2 forages :

**I-5-1-1- Le forage Ain-Beida(01) :**

Au niveau de la région d'Ain-Beida le forage {Ain-Beida (01)} il a un débit d'exploitation égal à (30 L/S).

Le fonctionnement : Le forage Ain Beida (01) refoule directement l'eau vers Chelghoum-Laid avec une durée de pompage de 20 h/j via une conduite en fonte de diamètre DN 250 mm. Sur cette dernière se trouve un piquage à 1000 ml vers le réservoir de secours 300 m<sup>3</sup> qui alimenter BOUKERRANA..<sup>[2]</sup>

**I-5-1-2- Le forage HARCHA :**

Au niveau de la région d'Ain Beida avec un débit exploité de l'ordre de (19 L/S).

Le fonctionnement : Le forage HARCHA refoule directement l'eau vers le réservoir 1000 m<sup>3</sup> de BOUKARRANA avec une conduite en PVC de diamètre DN 200mm, et une longueur de 2500 ml. La durée de pompage est de 20 h/j.<sup>[2]</sup>

**I-5-2- Equipements de pompage au niveau des forages :**

Ain-Beida: Le forage Ain-Beida(01) est équipé avec une pompe immergée, dans le débit de refoulement est de 22(L/s), avec une hauteur manométrique totale (HMT) de 171m.<sup>[2]</sup>



HARCHA: Le forage HARCHA est équipé avec une pompe immergée, dans le débit de refoulement est de 18L/s avec une hauteur manométrique totale (HMT) de 173m. Elle est calée à une cote de 120m.<sup>[2]</sup>



**I-5-3- Le réseau d'adduction :**

Le réseau d'adduction de BOUKARRANA est un réseau mixte dont la plupart du réseau est fait en PVC et en Fonte et A-Ciment et quelque nouveaux tronçon en PEHD. [2]

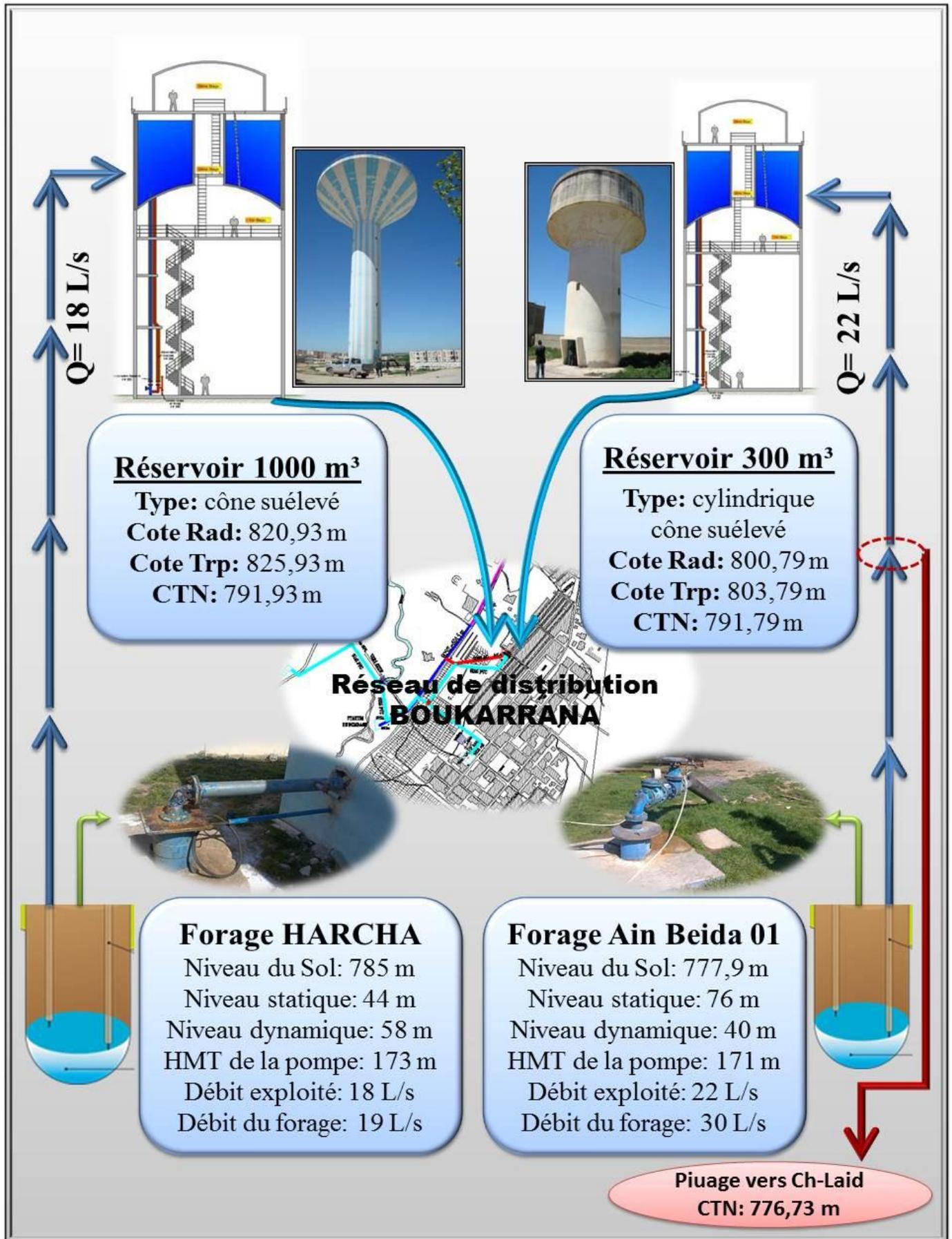


Figure 9 : synoptique de système d'AEP actuel

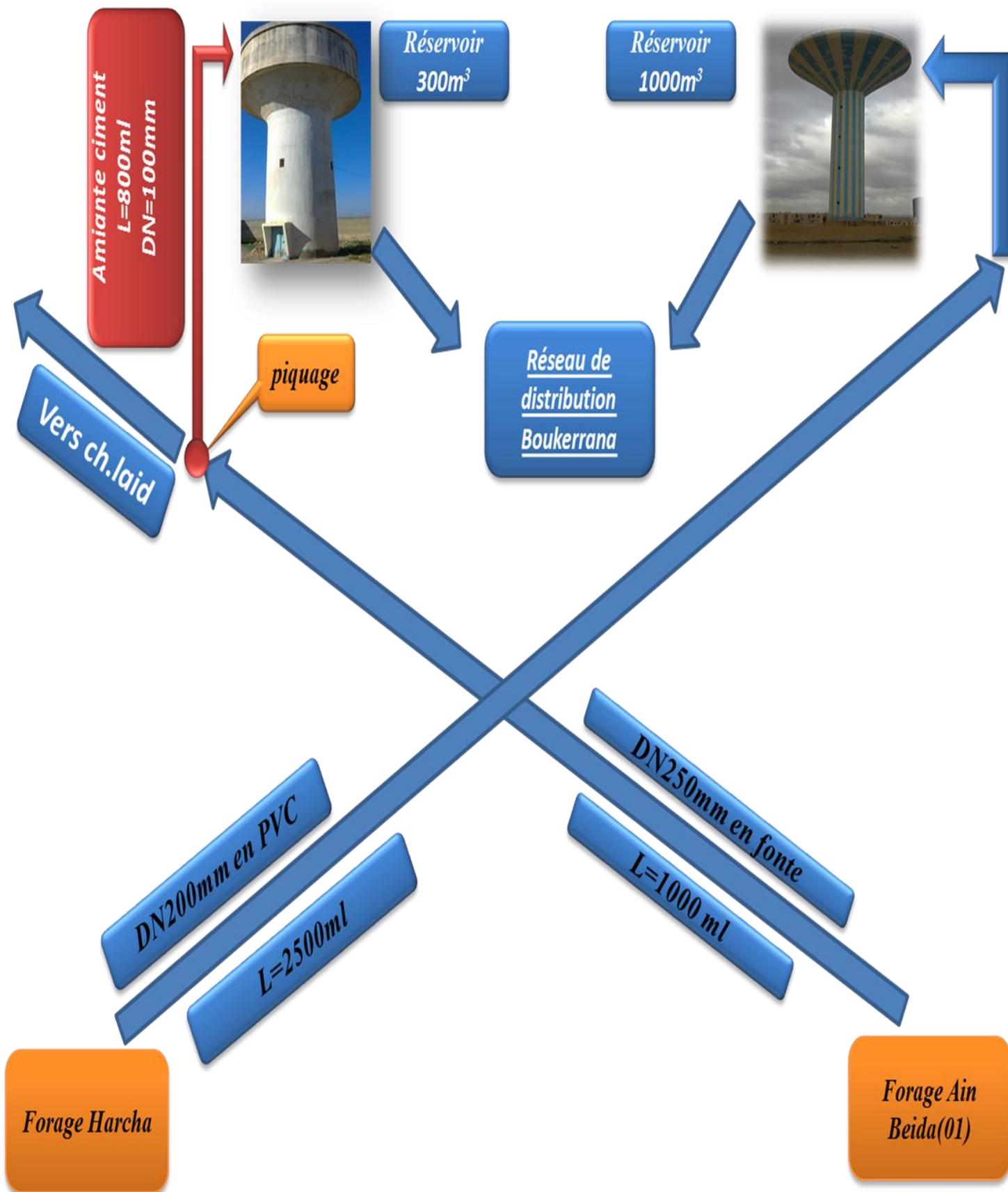


Figure 10: représente le fonctionnement de réseau d'adduction

**Conclusion**

Nous avons présenté dans ce chapitre notre zone d'étude du point de vue, géologie, géographie, climatologie, ainsi qu'une description détaillée du système hydraulique.

Nous constatant que la région d'étude est alimentée par deux réservoirs l'un de 300 m<sup>3</sup> et un autre de 1000 m<sup>3</sup>, notant que chaque réservoir connecté à un réseau de distribution et c'est ce qu'on va voir dans les prochains chapitres.

# **CAHPITRE II :**

## **Estimation des besoins en eau**

## II- Introduction:

Compte tenu de l'accroissement démographique de la population et l'augmentation du nombre d'habitants à différents horizons, il s'avère nécessaire d'évaluer les besoins en eau à long terme.

Et à fin de faire une étude démographique et calculer les besoins en eau en va déterminer dans ce chapitre les différentes paramètres nécessaires.

### II-1- La population:

La population est un paramètre statistique déterminant dans toute étude de planification et d'élaboration d'un projet d'alimentation en eau potable et donc son exploitation ultérieure, les besoins en eau varient non seulement avec l'évolution démographique et le niveau de vie de la population mais aussi avec la diversité des activités locales et les extensions.<sup>[4]</sup>

En raison de sa position stratégique et de son développement socio-économique plus au moins accéléré, la population de la commune de Chelghoum Laid a plus que doublé durant la période 1977/2008.<sup>[4]</sup>

**Tableau 01:** présentation de la population de la commune de chalghoum-laid durant la période 1977/2008.

Population de la commune	1977 RGPH	1987 RGPH	1998 RGPH	2002 RGPH	2003 DPAT	2005 DPAT	2008 RGPH
	32900	48172	66541	72370	73555	76084	82063

En 2008 la population de la ville a été estimée à 82063 hab. (RGPH).et la densité communale 320 hab /km<sup>2</sup>.

La population de l'ACL représente 63% de la population communale et celle de l'agglomération secondaire Boukarrana 17.3%.

### II-2- Taux d'accroissement:

Le Taux d'accroissement de la population (TAP) est l'augmentation du nombre d'habitants d'un pays au cours d'une période donnée, généralement d'un an, en pourcentage du chiffre de la population au début de la période. Il indique le nombre de naissances et de décès enregistrés pendant la période et le nombre de personnes qui ont émigré ou immigré.<sup>[2]</sup>

Sur la base de l'analyse démographique du PDAU pour les taux d'accroissement, l'évolution de la population de la ville de Chelghoum Laid pourra se présenter comme suit. [2]

**Tableau 02:** Population de la commune de chalghoum-laid et la zone d'étude BOUKARRANA

Année	Chelghoum Laid (ACL)	Boukerrana	
	Population	Population	Taux d'accroissement
<b>2005</b>	47933		2.52
<b>2008 RGP</b>	54431	<b>14263</b>	
<b>Total 2008</b>	68694		

Le taux d'accroissement de la commune a évolué comme suit:

**Tableau 03:** Taux d'accroissement de la commune de chalghoum-laid.

Période	1077-1987	1987- 1998	1998-2002	2002-2005	2004-2005	2005-2008
<b>Taux %</b>	3.88	2.98	2.12	1.68	2.63	2.52

D'après le tableau nous avons pris un taux d'accroissement moyen égale à T=2.63%

### **II-3- Période envisage pour l'étude:**

L'horizon prévu pour cette étude est l'an 2045 soit au bout de 30 ans. Au-delà de cet horizon, l'estimation devient grossière en raison des incertitudes sur l'évolution et la composition future de la population d'une part, et l'évolution économique de l'agglomération d'autre part. [2]

### **II-4- Population de référence de boukarrana:**

La population de référence qui sera prise dans notre étude est celle obtenue par le RGP 2008 qui égale à **P<sub>0</sub> = 14263** habitants et sur laquelle on se basera pour évaluer la population futur. [5]

## II-5- Accroissement de la population:

La ville de Chelghoum Laid connaît actuellement plusieurs phénomènes à savoir: <sup>[5]</sup>

- ✓ l'émigration
- ✓ l'expansion démographique.

On se basant sur le taux moyen d'accroissement global de (2.63 %), on fait nos calculs pour l'horizon prévu. La population future se calcul avec l'expression suivante: <sup>[5]</sup>

$$P_f = P_o \times (1+t/100)^n$$

Avec -  $P_f$ : Population future pour l'horizon considéré.

- $P_o$ : Population de référence.
- T : Taux d'accroissement (t=2.63 %).
- N: Nombre d'années entre les deux périodes.

### II-5-1- Evolution de la population de Boukerrana:

**Tableau 04:** Evolution de la population pour les différents horizons

Annee	Population	aug
2008	14263	
2015	17105	2842
2020	19476	2371
2025	22176	2699
2030	25249	3074
2035	28749	3500
2040	32733	3985
2045	37270	4537

## II-6- La dotation:

La dotation en eau potable diffère d'un horizon à un autre pour une même localité et ce c'est en raison de:

- L'accroissement de la population.
- Mode de vie.
- Du progrès dus à l'hygiène.

Tableau 05: valeur de la dotation pour P&gt;5000

Nombre d'habitant	Dotation l/j/habitant
5000 – 20.000	100 – 150
20.000 – 50.000	150 – 250
50.000 – 100.000	250 – 350
> 100.000	> 350

En Algérie la dotation varie entre 150 et 180 l/j/habitant quel que soit le nombre de population.

## II-7- Les besoins en eau:

Pour élaborer un projet d'alimentation en eau potable, et donc, son exploitation ultérieure, il faut savoir la quantité d'eau globale qu'on exige et le régime des consommations de cette quantité: donc il nous est nécessaire de procéder à un recensement de toutes les catégories de consommations rencontrées au niveau de ville.

Les besoins en eau potable seront déterminés d'après les données recueillies du PDAU, de l'enquête faite au niveau de l'APC de Chelghoum Laid:

On a pu dégager deux types de besoins en eau:

- ✓ Usage domestique.
- ✓ Usage public.
  - Besoins administratifs.
  - Besoins scolaires.
  - Besoins sanitaire.
  - Besoins socioculturels.

### II-7-1 Besoins domestiques en (m<sup>3</sup>/j):

La consommation moyenne journalière est obtenue par la formule suivante:

$$C_{moy j population} = D_i \times N_i / 1000. (m^3 / j).$$

Avec:

$C_{moy j}$ : Consommation moyenne journalière.

$D_i$ : Dotation journalière soit (180 L/J/habitant).

$N_i$ : Nombre d'habitants.

Les calculs des besoins domestique dépend de deux paramètres sont:

- Le nombre d'habitants.
- La dotation journalière.

Les besoins domestiques de la zone d'étude pour l'horizon de calcul sont obtenus en multipliant le nombre d'habitants par la dotation de ce dernier. Les résultats sont reportés sur le tableau suivant:

**Tableau 06:** variation des besoins domestiques

Année	2045
Population	37270
dotation (L/j/hab)	180
Besoin dom (m <sup>3</sup> /j)	6708,60

**II-7-2- Besoins publics en (m<sup>3</sup>/j):**

Les besoin public sont évoluer sur la base d'une dotation, soit par capacité de production, ou par unité de surface occupée, ou par le nombre d'usager et cela selon le cas et l'importance de l'établissement.

Les équipements existants dans le centre de BOUKARRANA sont résumés dans le tableau suivant:

**Tableau 07:** Equipements existants dans la Zone de BOUKARRANA

Equipements	Nombre
Lycée	1
CEM	3
Ecole primaire	4
Secteur sanitaire	1
Agence PTT	1
Sécurité urbaine	1
Garde communale	1
Mosquée	2
Bibliothèque	1
Stade	1

**II-7-2-1- Besoins scolaires:**

Les besoins en équipements scolaires dépendent du nombre d'élèves scolarisables (court, moyen, et long terme). Tableau suivant:

Tableau 08: Variation des besoins scolaires

Type d'équipement	Horizon de projection	Dotation (L/j/élève)	Nombre d'élèves	Nombre d'équipement
Lyceé	Existe	10	1000	1
CEM	Existe	10	1680	3
Ecole primaire	Existe	10	2200	4
<b>Besoins à l'horizon</b>				
ans	2045			
Besoins Lyceé	10			
Besoins CEM	50,4			
Besoins Primaire	88			

**II-7-2-2 Besoins sanitaires:**

Les besoins sanitaires sont évalués sur la base d'une dotation par unité de surface occupée. Les résultats sont représentés dans le tableau suivant:

Tableau 09: Variation des besoins sanitaires

Type d'équipement	Horizon de projection	Dotation (L/m <sup>2</sup> /j)	Surface (m <sup>2</sup> )	Nombre d'équipement
Secteur sanitaire	Existe	30	600	1
<b>Besoins à l'horizon</b>				
ans	2045			
Besoins Secteur sanit	18			

## II-7-2-3- Besoins administratifs:

Tableau 10: Variation des besoins administratifs

Type d'équipement	Horizon de projection	Dotation (L/m <sup>2</sup> /j)	Surface (m <sup>2</sup> )	Nombre d'équipement
Sécurité urbaine	Existe	5	1000	1
Garde communale	Existe	5	2150	1
PTT	Existe	5	500	1
<b>Besoins à l'horizon</b>				
ans	<b>2045</b>			
Besoins Sécurité urb	<b>5</b>			
Besoins Garde communale	<b>10,75</b>			
Besoins PTT	<b>2,5</b>			

## II-7-2-4- Besoins Socioculturels et sportifs:

Les besoins socioculturels sont évalués sur la base d'une dotation, devisée par le nombre d'utilisateurs ou fidèles, (Tableaux suivants II-11 et II-12).

Tableau 11: Variation des besoins Socioculturels

Type d'équipement	Horizon de projection	Dotation (L/j /fid)	Nombre d'utilisateur	Nombre d'équipement
Mosquée	Existe	30	2500	2
Bibliothèque	Existe	30	150	1
<b>Besoins à l'horizon</b>				
ans	<b>2045</b>			
Besoins Mosquée	<b>150</b>			
Besoins Bibliothèque	<b>4,5</b>			

Tableau 12: Variation des besoins sportifs à divers horizons

Type d'équipement	Horizon de projection	Dotation (L/j/m <sup>2</sup> )	Surface (m <sup>2</sup> )	Nombre d'équipement
Stade	Existe	2	9600	1
<b>Besoins à l'horizon</b>				
ans	2045			
Besoins Stade	19,2			

### II-8- La consommation moyenne journalière en (m<sup>3</sup>/j):

la consommation journalière moyenne est la somme des besoins journalier de l'ensemble des populations et des équipements actuelle et future pour une agglomération.

$$C_{moy j} = C_{moy j population} + C_{moy j équipement}$$

Tableau 13: la consommation moyenne journalière en (m<sup>3</sup>/j)

Types des besoins (m <sup>3</sup> /j)		Besoins à l'horizon (m <sup>3</sup> /j)
		2045
Besoins domestiques		6708,60
Besoins publics	Besoins administratifs	5
		10,75
		2,5
	Besoins scolaires	10
		50,4
		88
	Besoins sanitaires	18
	Besoins Socioculturels	150
4,5		
Besoins sportifs	19,2	
<b>La consommation moyenne journalière</b>		<b>7066,95</b>

**II-9- La consommation moyen journalier majeure en (m<sup>3</sup>/j):**

Généralement, les réseaux de distribution sont soumis au phénomène de vieillissement ainsi qu'aux éventuels accidents qui provoquent des pertes d'eau considérable qui ne peut pas être contrôlé qui se produisent dans le cadre de l'exploitation et la gestion (rupture des canaux, les réparations, pertes, la mauvaise fermeture à l'intérieur de soupape des bâtiments).

Afin d'assurer à la population la quantité d'eau nécessaire, on majore la valeur calculée précédemment (consommation journalière moyenne) avec des degrés divers (20% -50%), en fonction de la nature et les méthodes d'entretien du réseau.

- La maintenance du réseau est *Bonne*: 20 %
- La maintenance du réseau est *moyenne*: (25 – 30) %
- Vieux réseau : 50 %

$$C_{moy j maj} = C_{moy j} + \alpha C_{moy j}$$

Avec:

$C_{moy j maj}$ : la consommation moyen journalier majeure

$C_{moy j}$ : la consommation moyenne journalière

$\alpha$  : coefficient de majoration

on doit majorer le débit moy journalier des habitant ainsi que le débit moyen journalier des équipements

**a- le débit moy journalier major des habitant en (m<sup>3</sup>/j):**

$$C_{moy j maj hab} = C_{moy j hab} + \alpha C_{moy j hab}$$

**Tableau 14:** Tableau de la consommation moyenne journalière major habitant

C moy j hab	6708,6
$\alpha$ C moy j hab	1677,2
C moy j major hab	8385,75

**a- le débit moy journalier major des équipements en (m<sup>3</sup>/j):**

$$C_{moy j maj \acute{e}qui} = C_{moy j \acute{e}qui} + \alpha C_{moy j \acute{e}qui}$$

**Tableau 15:** Tableau de la consommation moyenne journalière major des équipements

C moy j \acute{e}qui	358,35
$\alpha$ C moy j \acute{e}qui	89,59
C moy j maj \acute{e}qui	447,94

**II-10- Etude des variations des débits:**

La consommation en eau est très variable dans le temps, ces variations de débit qui peuvent exister sont les suivantes:

- ✓ Les variations horaires: qui dépendent du régime de consommation de la population
- ✓ Les variations journalières: qui dépend de jour de la semaine ou la consommation est plus importante.
- ✓ Les variations mensuelles: qui dépendent de l'importance de la ville
- ✓ Les variations annuelles: qui dépendent de niveau de vie de la population

En raison de toutes ces variations, il y a lieu d'appliquer au débit moyen un coefficient de majoration, pour obtenir la valeur du débit de pointe du jour la plus chargé de l'année.

**II-10-1- Le débit maximal journalier  $Q_{\max j}$ :**

Le débit maximal journalier est défini comme étant le débit d'une journée où la consommation est maximale pendant une année.

$$Q_{\max j} = K_j Q_{\text{moy j maj habitant}} + Q_{\text{moy j maj équipement}}$$

Avec:

$Q_{\max j}$ : débit maximal journalier en ( $m^3/j$ )

$Q_{\text{moy j maj}}$ : le débit moyen journalier majeure en ( $m^3/j$ )

$K_j$ : Coefficient d'irrégularité journalier

- **Coefficient d'irrégularité journalier  $K_j$ :**

Il est défini comme étant le rapport entre la consommation de la journée la plus chargée (maximal) et la consommation de la journée moyenne.

$$K_j = \frac{\text{Consommation maximal journalière}}{\text{Consommation moyenne journalière}}$$

$K_j = (1.1 - 1.3)$  on prend généralement  $K_j=1.2$

**Tableau 16:** Le débit maximal journalier en ( $m^3/j$ )

C moy j major hab	8385,75
C moy j maj équi	447,94
$K_j$	1,2
Q max j ( $m^3/j$ )	10510,84

**II-10-2- Le débit de point  $Q_p$ :**

C'est le débit nécessaire l'heure de point, il se calcule par la formule suivant:

$$Q_p = K_p Q_{\text{moy j maj habitant}} + Q_{\text{moy j maj équipement}}$$

$K_p = \frac{K_{p1} + K_{p2} + K_{p3}}{3}$ : Coefficient d'irrégularité de point. il peut être calculé de l'un des relations suivantes:

**a- Première méthode:**

$$K_{p1} = K_h K_j$$

$K_j$ : Coefficient d'irrégularité journalier.

$K_h$ : Coefficient d'irrégularité horaire.

- Coefficient d'irrégularité horaire  $K_h$ :**

C'est le rapport entre le débit maximum horaire et le débit moyen horaire.

$$K_h = \frac{Q_{\text{max h}}}{Q_{\text{moy h}}} \quad K_h = (1.1 - 3)$$

Il peut aussi calculer par la formule suivante:

$$K_h = \alpha \beta$$

Avec:

$\alpha$ : coefficient varie en fonction du niveau de confort Coefficient (la nature des bâtiments hôtels, départements etc...)  $1.2 \leq \alpha \leq 1.4$  on prend une valeur  $\alpha = 1.3$

$\beta$ : coefficient varie en fonction de la population (voir tableau 16).

**Tableau 17:** Les valeurs de  $\beta$

population	500	1000	1500	2500	4.000	6.000	50.000	100.00
$\beta$	2.5	2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.15	1.1

**b- Deuxième méthode:**

$$K_{p2} = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{C_{\text{moy j maj hab}}}}$$

$C_{\text{moy j maj hab}}$ : le débit moyen journalier majeur de la population.

**c- Troisième méthode:**

$$K_{p3} = 2.6 - 0.4 \log_{10} \frac{N_p}{1000}$$

$N_p$ : nombre d'habitant.

**Note:**

- Pour les populations rurales on prend  $K_p = 3$ .
- En général  $k_p \leq 3$ .

AN:

- Calcul de  $K_p$  pour la première méthode:  
 Pour une population **37270 habitants**,  $\beta \{1,15 ; 1,4\}$ .

$$K_j = 1,2.$$

$$\alpha = 1,3.$$

$$\beta = ?$$

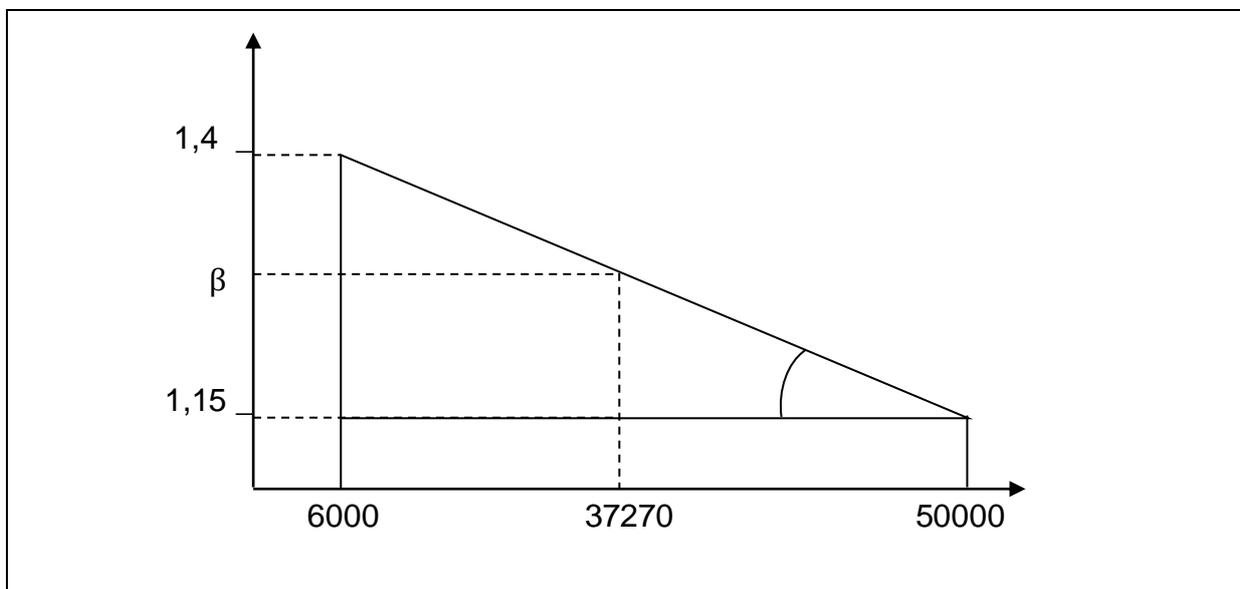
Dans ce cas on applique l'interpolation suivante:

On à:

$$6000 < 37270 < 50000.$$

Donc:

$$1,15 < \beta_{\max} < 1,4$$



**Figure 1:** Schéma de calcul de  $\beta$ .

$$\frac{1,4 - 1,15}{\beta - 1,15} = \frac{50000 - 6000}{37270 - 6000}$$

Donc

$$\frac{0,25}{\beta - 1,15} = \frac{44000}{31270}$$

$$\beta = \frac{0,25}{1,407099456} + 1,15$$

$$\beta = 1,327$$

Alors:

$$K_h = \alpha \times \beta$$

$$K_h = 1,3 \times 1,327 \quad K_h = 1,725$$

Alors:

$$K_{p1} = K_h \times K_j$$

$$K_{p1} = 1.725 \times 1.2$$

$$\mathbf{K_{p1} = 2.07}$$

- Calcul de  $K_p$  pour la Deuxième méthode:

$$K_{p2} = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{C_{\text{moy j maj hab}}}}$$

$$K_{p2} = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{8385.75}}$$

$$\mathbf{K_{p2} = 1.53}$$

- Calcul de  $K_p$  pour la Troisième méthode:

$$K_{p3} = 2.6 - 0.4 \log_{10} \frac{N_p}{1000}$$

$$K_{p3} = 2.6 - 0.4 \log_{10} \frac{37270}{1000}$$

$$\mathbf{K_{p3} = 1.97}$$

Calcul de La moyenne des méthodes de  $K_p$

$$K_p = (K_{p1} + K_{p2} + K_{p3}) / 3$$

$$K_p = (2.07 + 1.53 + 1.97) / 3$$

$$\mathbf{K_p = 1.856}$$

C'est le débit nécessaire l'heure de point, il se calcul par la formule suivant:

$$Q_p = K_p Q_{\text{moy j maj habitant}} + Q_{\text{moy j maj équipement}}$$

$$Q_p = 1.856 * 8385.75 + 447.94$$

$$\mathbf{Q_p = 16011.89 \text{ m}^3/\text{j}}$$

$$\mathbf{Q_p = 185.35 \text{ l/s}}$$

## II- Conclusion:

Dans ce chapitre, nous avons estimé les besoins de la population de centre BOUKARRANA à l'horizon de 30 année, et on à calculer les différents besoins ainsi que les différents débits pour qu'on puisse les utilisés dans les prochaines calculs et comme résultats nous avons trouvé les valeurs suivantes :  
 $Q_{\text{max}} = 10510.84 \text{ m}^3/\text{j}$  -  $Q_p = 185.35 \text{ l/s}$

**CHAPITER III :**  
Diagnostic du  
système d'AEP

### III- Introduction

Le diagnostic est une opération qui nous permet de vérifier l'état du système d'alimentation en eaux potable afin de détecter les anomalies sur ce système

Nous allons présenter dans ce chapitre les différentes étapes du système de notre zone d'étude – BOUKERRANA- et le diagnostic de chaqu'un après avoir faire des visites in-situ avec le personelle du service.

#### III-1- Diagnostique des infrastructures existantes :

##### III-1-1- Forage (Harcha) :

Le forage HARCHA est situé à l'ouest de l'agglomération de BOUKERRANA, (à environ 2km). Il a été réalisé en 2004, à une profondeur de 150 m, son niveau statique est de 44m avec un débit d'exploitation de 18 L/s. [2]

Le forage HARCHA est équipé par une pompe immergée. Le débit de refoulement est de 18L/s. La pompe est calée à une cote de 120m, avec une hauteur manométrique totale (HMT) de 173m, reliée a une conduite qui refoule l'eau vers R1000m<sup>3</sup>. [2]



Figure 1 : Forage HARCHA.

##### III-1-1-1- Le fonctionnement :

L'eau de ce forage est captée par une pompe de nature Rotary et marque (ROVATTI 8E2N/8C) dont est de le débit 18 L/S, et une hauteur manométrique totale de (Hmt) 173 m, l'eau est refoulée ensuite vers le réservoir 1000 m<sup>3</sup> par une conduite de DN 100. [2]



**Figure 2** : Conduite d'arrivé

### III-1-1-2- Lithologie

D'après la fiche technique de ce forage, la lithologie des formations traversées est :<sup>[2]</sup>

- Argile rouge de profondeur 6 m.
- Argile avec faible passage « cal » de profondeur 8 m.
- Argile rouge de profondeur 30 m.
- Argile et conglomérats de profondeur 6 m.
- Calcaire noir tendre de profondeur 28 m.
- Calcaire gris de profondeur 15 m.
- Calcaire noir tendre de profondeur 11 m.
- Calcaire gris de profondeur 5 m.
- Calcaire noir de profondeur 20 m.
- Calcaire gris de profondeur 11 m.
- Calcaire noir de profondeur 10 m.

III-1-1-3- la pompe du forage HARCHA.

Tableau 1 : Caractéristiques techniques de la pompe du forage HARCHA.

Débit (m <sup>3</sup> /h)	Type	Hmt (m)	Puissance moteur (KW)	Calage	Ampérage (Ampère)	La mise en marche
68	immergée	173	45	120	80	2011

III-2-1-4- Diagnostic de forage HARCHA

Tableau 2 : Caractéristique de forage HARCHA.

Forage HARCHA	Coordonnées			Année de mise en service	Profondeur(m)
	X	Y	Z		
	809,700	320,500	785	2004	150
	Niveau en (m)			Débit en L/s	
	Statique	Dynamique	Calage de la pompe	Forage	Exploité
	44	58	120	19	18
	Equipements	Caractéristiques		Observations	
	Manomètre	Type de bourdon		en panne	
	Clape Anti-retour	Ø=100mm / PN 16 bars		Mauvais état	
	Compteur	Ø=100mm / PN 16 bars		Bon état	
Vanne de réglage	Ø=100mm		Moyen état		
Armoire de commande	marque	Electro-industrie	Bon état		
	puissance	45 (kW)			
Ventouse	Nature	Fonte	Mauvais état		
	Diamètre	Ø =100mm			
	pression	PN 16 bars			

**A) La salle de commande :**

La chambre de commande est une salle qui protège les équipements, elle est constituée par une ossature en béton armée avec un remplissage en maçonnerie, la dalle de sol est aussi en béton armée. [2]

Elle a les dimensions suivantes:

Langueur: 3m

Largeur : 2,5m

Hauteur : 3 m



**Figure 3 :** Chambre de commande

**B) Les vannes :**

Ce sont des organes destinés pour le sectionnement et le réglage de débit.

La chambre de commande du forage HARCHA est équipée avec un robinet vanne (DN100mm-16bars) en fonte. [2]



**Figure 4 :** Robinet vanne

**C) Le clapet anti retour :**

Un clapet anti retour (DN100mm) en fonte est installé au niveau de la conduite de refoulement pour éviter le désamorçage (retour d'eau à la pompe). [2]



**Figure 5 :** Clapet anti retour

**D) Ventouse :**

**Figure 6 :** Ventouse(DN100mm) en fonte

## E) Le compteur :



Figure 7 : Compteur DN100mm

## F) Les manomètres :

Le manomètre est un appareil de mesure de la pression. A la chambre de commande du forage HARCHA, il y a 1manomètre(DN100mm), avec une gamme de 25 bars pour mesurer la pression, mais il est actuellement en panne. [2]



Figure 8 : Manomètre en panne

## G) La pompe doseuse (eau de javel) :



Figure 9 : Le réservoir d'eau javel.

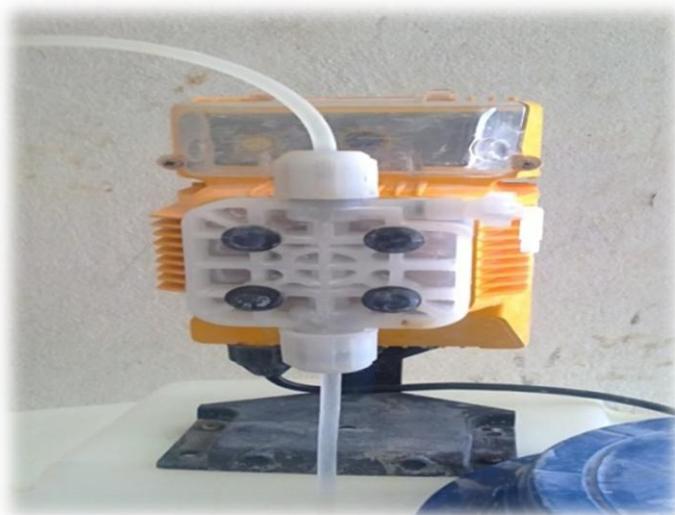


Figure 10 : Pompe doseuse automatique (d'eau javel)

III-1-1-4 La conduite d'adduction de forage HARCHA vers le réservoir 1000 m<sup>3</sup>:



Figure 11 : Conduite de refoulement (DN200) vers le réservoir 1000m<sup>3</sup>.

Tableau 3 : caractéristiques de la conduite d'adduction de forage HARCHA vers le réservoir 1000 m<sup>3</sup>

Caractéristiques	Longueur (ml)	Diamètre DN (mm)	Matière	L'état
Conduite	2500	200	PVC	bon état

III-1-1-5 Les anomalies :

Le forage HARCHA a un état moyen de protection:

- manque de l'éclairage à l'antérieur et à l'extérieure de la chambre de commande.
- Les câbles de l'électricité n'est pas protégés.
- Absence de la ventouse.

- Absence de manomètre.
- Inexistence de débitmètre.
- Absence de système de drainage.
- Absence d'une prise d'échantillon pour l'analyse d'eau.
- Manque d'entretien des appareils.
- Manque de nettoyage de la chambre de commande

#### III-1-1-6 Les recommandations :

- L'emplacement d'un nouveau manomètre au niveau de la salle des équipements.
- Installer un débitmètre.
- Assuré le bonne fonctionnement des appareils pour la protection des la conduites.
- La rénovation des équipements corrodés (ventouse).
- La fixation des câbles sur mur et les protéger avec des tubes.

#### III-1-2 Forage Ain Beida(01) :

Le forage Ain Beida(01) est situé juste à côté de l'agglomération BOUKERRANA (environ 200 m à l'ouest). [2]



Figure 12 : Forage d'Ain Beida(01).

#### III-1-2-1 Le fonctionnement :

L'eau de ce forage est captée par une pompe immergée de nature (battage), et marque (ROVATTI O9F72) avec un débit (22 L/S), et une hauteur manométrique totale (Hmt) de 171 m, l'eau est refoule en suit vers le Réservoir 300 m<sup>3</sup> après un piquage. [2]

#### Remarque :

- La conduite principale de Ce forage alimente aussi une partie de la ville de Chelghoum-Laid.
- Le débit qui alimente le réservoir 300m<sup>3</sup> de Boukerrana est égale 5 L/s.

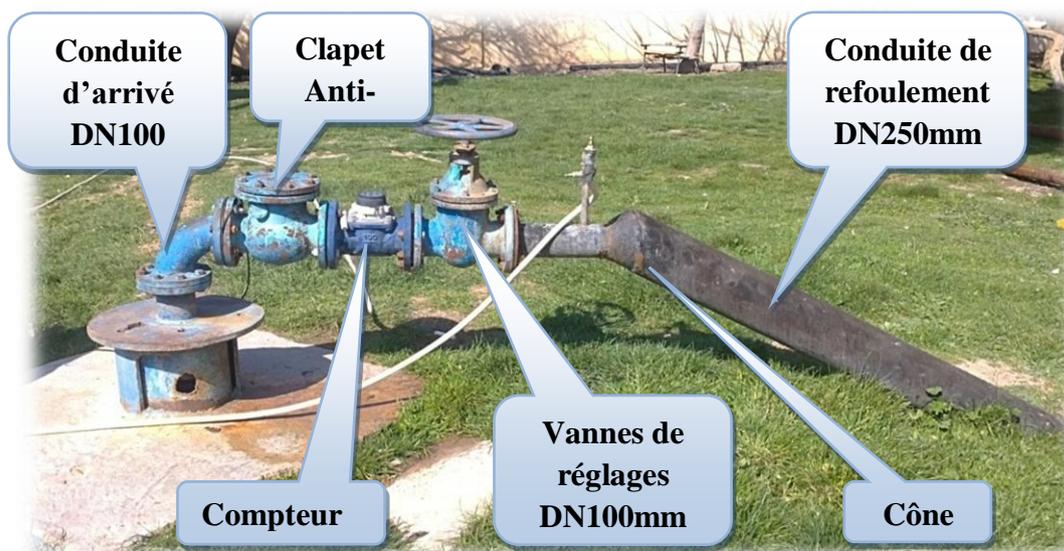


Figure 13 : Conduite d'arrivé et conduite de refoulement

III-1-2-2 Equipements existants :

- Pompe.
- Clapet anti retour.
- Robinet vanne.
- Compteur.
- Chambre de commande.
- Poste transformateur

III-1-2-3 Les caractéristiques techniques de la pompe :

Tableau 4: Caractéristiques techniques de la pompe du forage Ain Beida(01).

Débit (m <sup>3</sup> /h)	Type	Hmt (m)	Puissance moteur (KW)	Calage	Ampérage (Ampère)	La mise en marche
120	immergée	171	60	76	80	

III-1-2-4 Diagnostic de forage Ain Beida(01) :

Tableau 5 : Caractéristique de forage d'Ain Beida(01).

<b>Ain Beida(01)</b>	Coordonnées			Année de mise en service	profondeur (m)		
	X	y	z				
	810.5	322.75	799.9	1999	104		
	Niveau en (m)			Débit en L/s			
	statique	Dynamique	Calage de la pompe	Forage	Exploité		
				40	76	30	22
	équipements		caractéristiques		Observations		
	Clape anti-retour		Ø=100mm / PN 16 bars		Moyen état		
	Compteur		Ø=100mm / PN 16 bars Marque SENSUS		Bon état		
	Vanne de réglage		Ø=100mm		Moyen état		
Armoire de commande	marque	Electro-industrie		Bon état			
	puissance	60 (kW)					

A) Chambre de commande :

La chambre de commande est équipée par une armoire pour commander la pompe. [2]



Figure 14 : Chambre de commande (Forage Ain Beida)

**B) Robinet vanne :**

Le forage Ain Beida (01) est équipé avec un robinet vanne raccordé par un diamètre DN 100 en fonte.



**Figure 15 :** Robinet vanne DN 100 PN16 en fonte

**C) Clapet anti retour :**

Le clapet anti retour est installé au niveau de la conduite de refoulement de pour éviter le retour d'eau à la pompe).<sup>[2]</sup>



**Figure 16 :** Clapet anti retour DN 100 PN16 en fonte

## D) Compteur :



Figure 17 : Compteur DN100mm

III-1-2-5 la conduite d'adduction (forage Ain Beida(01) vers le R 300(m<sup>3</sup>) :

Figure 18 : Conduite de refoulement du forage Ain Beida (DN250 en fonte).

L'eau de forage Ain Beida (01) est refoulée directement vers Chelghoum-Laid, avec une conduite en fonte de diamètre DN 250 mm, sur laquelle se trouve un piquage à 1000 ml.

Le Réservoir 300 m<sup>3</sup> de BOUKERRANA est alimenté par une conduite en Amiante ciment de diamètre DN 100, et une longueur de 800 ml.

La longueur totale de la conduite qui alimente le Réservoir 300 m<sup>3</sup> égale 1800 ml, et les caractéristiques sont reportées sur le tableau suivant :

**Tableau 6** : caractéristiques de la conduite d'adduction de forage Ain Beida (01)- R300m3.

Caractéristiques	Longueur (ml)	Diamètre DN (mm)	Matière	L'état
Conduite 1	1000	250	Fonte	Bon état
Conduite 2	800	100	Amiante Ciment	Mauvais état
longueur total	1800			

### III-1-2-6 Les anomalies :

- Absence de clôture de protection de la chambre de manœuvre.
- Absence d'une prise d'échantillon pour l'analyse d'eau
- Manque de nettoyage de la chambre de commande.
- Les câbles de l'électricité n'est pas protégés.
- Absence de système de drainage.
- Manque d'entretien des appareils.
- Absence d'abri de forage
- Absence de manomètre.

### III-1-2-7 Les recommandations :

- Installer un débitmètre, et un manomètre.
- Installer une ventouse.
- Assuré le bonne fonctionnement des appareils pour la protection de la conduite.
- Nettoyage de l'environnement de forage et dans la chambre de commande.
- Charger un personnel qualifié pour l'exploitation de forage.

## III-2 Diagnostic des ouvrages de stockage :

Le stockage de l'eau potable à BOUKERRANA est assuré par deux réservoirs : R1000m<sup>3</sup> et R300m<sup>3</sup>. [2]



Figure 19 : L'emplacement des château d'eau 1000 m<sup>3</sup> et 300 m<sup>3</sup>

### III-2-1 Le Réservoir 1000 m<sup>3</sup> :

Ce réservoir de type (cône) est surélevé à 34 m de la terre, avec une cote radiée de 29m. L'arrivée d'eau à ce réservoir se fait à partir du forage HARCHA. <sup>[2]</sup>



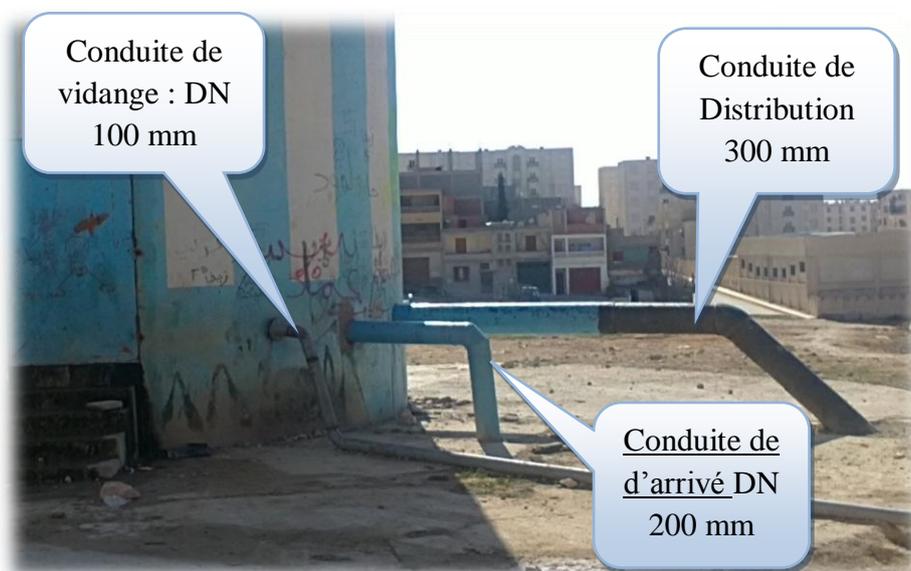
Figure 20 : Réservoir 1000 m<sup>3</sup>.

Il assure la distribution en eau potable d'une grande partie de BOUKERRANA.

**Tableau 7 : caractéristiques du réservoir 1000m<sup>3</sup>**

localisation	Type de réservoir	Capacité de stockage	Cote du radier
Centre Boukerrana	Châteaux d'eau (sur élevé)	1000m <sup>3</sup>	820.93
Cote du top plein	Hauteur du radier par rapport au sol	Ressource d'alimentation	Zone de distribution
825.93	29m	Forage Harcha	Boukerrana

**III-2-1-1 Equipements de réservoir 1000 m<sup>3</sup> :**



**Figure 21 : Les Conduites du réservoir 1000m<sup>3</sup>**

**Tableau 8 : les conduites dans la chambre de manœuvre R1000m<sup>3</sup>**

Equipements de réservoir	
<b>Conduite d'arrivée</b>	DN 200 mm en fonte.
<b>Conduite de distribution</b>	DN 300mm, en pvc
<b>Conduite de vidange</b>	DN 100 mm en fonte.
<b>Conduite de by passe</b>	DN200 mm en Fonte.

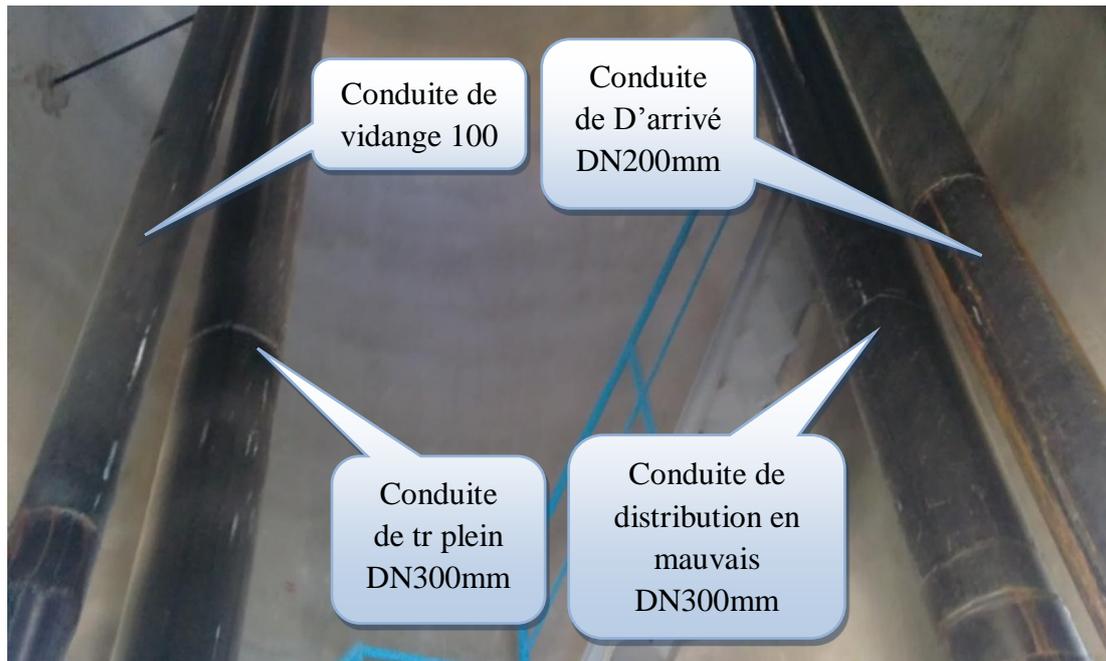


Figure 22 : les conduites dans la chambre de manœuvre R1000m<sup>3</sup>

### III-2-1-2 Les anomalies :

- Manque de capteur de niveau.
- Fuites au niveau des installations.
- Manque de l'éclairage à l'intérieur de la chambre des vannes.
- corrosion des conduites.
- Manque des accessoires.
- Absence de nettoyage.
- Manque d'entretien des installations.



Figure 23 : Fuites à l'intérieur et à l'extérieur du réservoir

**III-2-1-3 Les recommandations :**

- La mise des capteurs de niveau.
- Réhabilitation des conduites.
- L'investissement de l'éclairage dans la chambre des vannes.
- Le nettoyage.

**III-2-2 Le réservoir 300 m<sup>3</sup> :**

Ce réservoir de type (cylindrique) est surélevé à (12m) de la terre (cote tropl), l'arrivée d'eau à ce réservoir se fait à partir du forage Ain Beida(01).<sup>[2]</sup>



**Figure 24 : Réservoir 300 m<sup>3</sup>.**

Tableau 9 : caractéristiques du réservoir 300m<sup>3</sup>.

localisation	Type de réservoir	Capacité de stockage	Cote du radier
Centre Boukerrana	Châteaux d'eau (sur élevé)	300 m <sup>3</sup>	800.97
Cote du top plein	Hauteur du radier par rapport au sol	Ressource d'alimentation	Zone de distribution
803.97	9 m	Forage AinBeida(01)	Boukerrana

III-2-2-1 Equipements du Réservoir 300 m<sup>3</sup> :Tableau 10 : les conduites dans la chambre de manœuvre R300m<sup>3</sup>

Equipements de réservoir	
Conduite d'arrivée	DN 200 mm en fonte.
Conduite de distribution	DN 300mm, en pvc
Conduite de vidange	DN 100 mm en fonte.
Conduite de by passe	DN200 mm en Fonte.

## III-2-2-2 Les anomalies :

- Le regard de vidange est rempli par le sable.
- La chambre de manœuvre est très sale.
- Les vannes et les conduites sont corrodées.

## III-2-2-3 Les recommandations :

- Le nettoyage du regard de vidange pour permettre une bonne évacuation de l'eau.
- Le nettoyage périodique de la salle de manœuvre.
- Le changement des vannes et des conduites corrodés.



Figure 25 : Corrosion

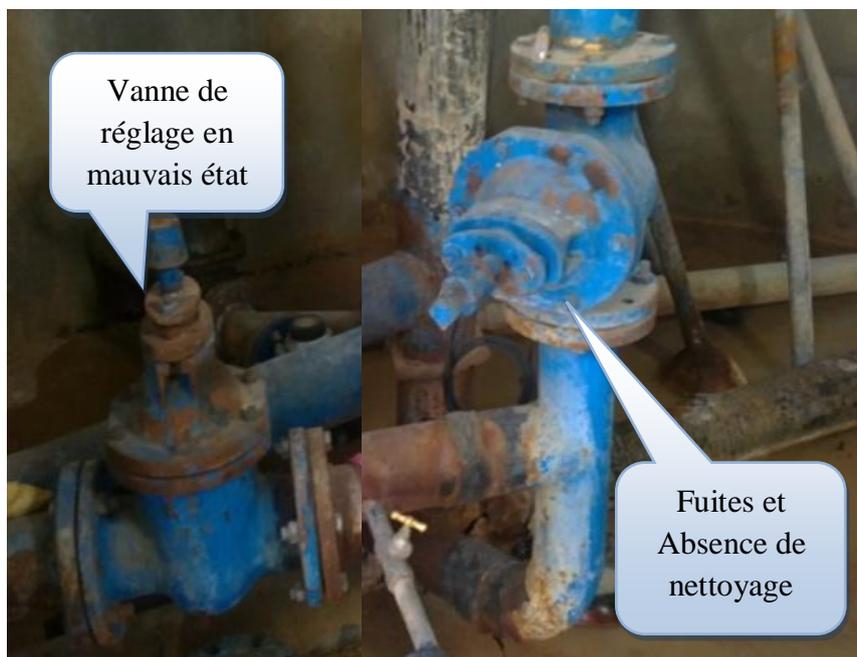


Figure 26 : Absence de nettoyage et d'entretien.



Figure 27 : Fuites à l'extérieur du réservoir 300m<sup>3</sup>.

### III-3 Diagnostic du réseau de distribution:

Tableau 11 : Caractéristiques du réseau de distribution

Conduite	longueur (m)	diamètre (mm)	PN(bar)	Type de la conduite	Etat
1	580	200	6	PVC	Mauvais
2	560	160	6	PVC	Mauvais
3	1000	110	6	PVC	Mauvais
4	730	90	6	PVC	Mauvais
5	1000	63	6	PVC	Mauvais
6	3740	40	6	PVC	Mauvais
7	320	315	10	PVC	Mauvais
8	1500	250	10	PVC	Mauvais
9	310	160	10	PVC	Mauvais
10	700	63	10	PVC	Mauvais
<b>TOTAL</b>	<b>10440</b>				

Le tableau montre que le réseau de distribution existant de la commune de Boukarrana est construite par des conduites en matières de PVC et qu'elles sont toutes en mauvaises états c'est que nécessite une réhabilitation.

**III- Conclusion**

Nous avons présenté dans ce chapitre le système d'alimentation en eau potable de l'adduction jusqu'au réseau avec un diagnostic détaillé de chaque étape et nous avons constaté qu'il y'a des anomalies et des défaillances sur tous le système qui nous a conduit à proposer des solutions et des remèdes pour les forages et les réservoirs.

Pour les deux réseaux de distribution nous avons vu la nécessité de faire une réhabilitation afin d'assurer une distribution normale de l'eau pour les abonnés et changer la matière du conduites de PVC en PEHD et c'est ce qu'on va le faire en détail dans le chapitre de réhabilitation.

**CHAPITRE IV :**  
**Synthèse**  
**bibliographique**  
**sur L'EPANET**

**IV- INTRODUCTION**

Après avoir étudié de façon théorique l'ensemble du réseau d'alimentation des eaux potable projeté, nous avons voulu en faire une simulation afin de tester la satisfaction des demandes en eau, la vitesse d'écoulement, et la pression de service. La modélisation du fonctionnement du réseau doit décrire le comportement réel du réseau. Pour ce faire, nous avons choisi le logiciel EPANET pour plusieurs raisons. Tout d'abord, ce logiciel est gratuit et facile d'utilisation. Par ailleurs, il est très utilisé dans le monde industriel.

**IV-1- Modélisation du réseau :**

En fonction de la modélisation suivie, un niveau de détail doit être défini. Le modèle ne considérera que certaines conduites du réseau et certains abonnés seront rassemblés sur des nœuds afin de simplifier la modélisation. Il n'existe pas de règles précises pour la simplification de réseau, mais certaines sont fréquemment utilisées :<sup>[6]</sup>

- Suppression des conduites de petits diamètres ou de petites longueurs.
- Suppression des conduites en antenne.
- Suppression des nœuds intermédiaires.
- Agglomération de plusieurs abonnés en un même nœud.
- Concaténation de conduites de même diamètre et même matériau.
- Distinction entre abonnés de natures différentes : domestique, industriel, autres.

Une multitude de logiciels permettent de simuler le fonctionnement du réseau d'eau potable et des ouvrages de stockage, de production et de régulation, sur une période donnée, en tenant compte de la répartition des consommations domestiques, et éventuellement industrielles et artisanales, au cours de la journée : Epanet (Agence de Protection de l'Environnement EPA – U.S.A) illustre un exemple type pour la modélisation, le dimensionnement, l'équilibrage et la simulation du fonctionnement des réseaux d'A.E.P (maillé et/ou ramifié).<sup>[6]</sup>

**IV-2- Le modèle de simulation hydraulique :**

Le modèle hydraulique de simulation d'EPANET calcule l'évolution des charges hydrauliques dans les nœuds et l'écoulement dans les arcs, en fonction des niveaux initiaux des réservoirs, des variations dans le temps des niveaux des bâches et des demandes en eau aux nœuds de demande. [7]

La détermination des charges et des débits à un instant donné implique de résoudre simultanément les équilibres de masse dans les nœuds et les pertes de charges dans chaque arc du réseau. Ce procédé, appelé équilibre hydraulique du réseau, utilise une technique itérative pour résoudre les équations non linéaires en jeux.

**IV-2-1 Construction du modèle :**

La construction du modèle sera effectuée par l'intermédiaire d'un traçage d'objets interactifs représentant chacun un élément de réseau. Chaque objet comporte un modèle de compilation de données (MCD) associé. Ce MCD peut varier selon le logiciel utilisé pour la modélisation. Ce sont l'ensemble des MCD qui vont alimenter le calcul hydraulique. Un des composants du MCD pourra être choisi comme paramètre de calage (exemple de la rugosité pour les canalisations): [6]

- Canalisations : longueur, rugosité... etc.
- Réservoirs : volume, courbe volume/hauteur d'eau.
- Station de pompage, de surpression, débit, HMT.
- Organes particuliers : (vannes, stabilisateurs).

Sur cette ossature, les consignes de fonctionnement sont à entrer dans les MCD.

- Niveaux de fonctionnements.
- Consignes des régulateurs de pressions/limiteurs de débits.
- État d'ouverture / fermeture des vannes.

Des nœuds de consommations sont ajoutés entre deux arcs (canalisations). Ces nœuds représentent des points de puisage (abonnés, poteaux incendies, bouches de lavage)... [6]

Il faut mettre en évidence la distinction entre le réseau tel qu'il existe réellement et la modélisation hydraulique. Cette modélisation doit être attentive à l'étude de la

détérioration structurelle des conduites qui s'articule sur une définition plus détaillée qui correspond plus au réseau réel. Nous devons trouver un niveau de description du réseau assurant un compromis entre l'étude de la détérioration structurelle et hydraulique. Cela nécessite l'adaptation des données disponibles et une définition appropriée des conduites du réseau. [6]

#### IV-2-2- La modélisation du réseau sur le logiciel Epanet

##### A) Le logiciel Epanet : Fonctionnement et spécificités

L'EPA (US Environmental Protection Agency) a été chargée de développer des techniques permettant de mieux appréhender les écoulements et les transformations de l'eau dans un réseau d'adduction d'eau potable. [6]

Depuis 1993, le logiciel est disponible gratuitement pour tous les bureaux d'études et les sociétés d'affermage qui souhaitent l'utiliser. Afin d'augmenter la convivialité du logiciel pour les sociétés francophones, la Compagnie Générale des Eaux a financé la version française sur laquelle nous avons travaillé. [6]

Enfin, le logiciel a connu des améliorations depuis sa création. La figure ci-dessous indique les liaisons entre les différents objets formant le réseau. [6]

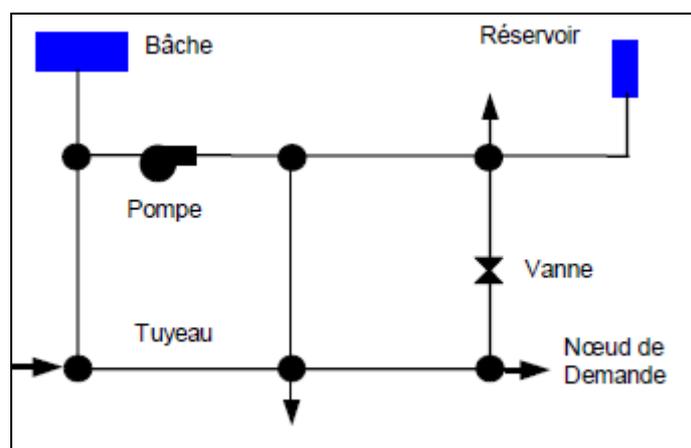


Figure 1 : Composants Physiques d'un Système de Distribution d'Eau

**B) Potentialités du logiciel :**

Le logiciel Epanet est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau dans les réseaux d'eau potable. Un réseau d'eau potable sur un logiciel se définit par des tuyaux (tronçons sur le logiciel), des nœuds (intersection de deux tuyaux et extrémité d'une antenne) mais également d'autres organes (réservoirs, pompes, clapets, différents types de vannes.....).<sup>[9]</sup>

Le logiciel permet de calculer le débit parcourant chaque tuyau, la pression a chacun des nœuds mais également le niveau de l'eau a n'importe quel moment de la journée et quelle que soit la période de l'année où on se situe. Le moteur de calcul hydraulique intègre permet de traiter des réseaux de taille illimitée. Il dispose de plusieurs formules de calcul de pertes de charges, il inclut les différentes pertes de charge singulières et modélise les pompes à vitesse fixe et variable.<sup>[9]</sup>

En résumé, le logiciel présente tous les outils pour remplir les objectifs suivants:

- Régulation des pressions dans le réseau.
- Détection des zones de fonctionnement déficitaire.
- Dimensionnement de réseaux.
- Amélioration de la gestion des équipements d'eau.

Le logiciel présente également un module qualité qui permet de calculer les concentrations en substances chimiques, les temps de séjour de l'eau dans différentes parties du réseau. Il permet également de suivre l'origine de l'eau.

**C) Spécificités du logiciel :**

Le logiciel Epanet présente une convivialité au niveau de son interface qui permet de le rendre assez facilement accessible.<sup>[9]</sup>

On peut également travailler un réseau saisi sur Autocad avec le logiciel Epanet grâce à une passerelle permettant le transfert des fichiers (EPACAD).<sup>[9]</sup>

EPACAD est un logiciel gratuit qui convertit facilement un fichier AUTOCAD dans un EPANET.<sup>[9]</sup>

**IV-2-3- Les données nécessaires à la modélisation du réseau :**

La première étape de saisie du réseau est de diviser la localité en divers quartiers et d'attribuer un code aux différents nœuds (nœuds de maillage ou nœuds extrémité d'antenne) et différents tronçons. Il serait ainsi plus facile de se repérer dans le réseau. <sup>[6]</sup>

**A) Caractéristiques des tronçons :****• Le linéaire de conduites :**

La construction du réseau est facilitée par le fait qu'il est possible d'importer un fichier représentant le réseau et se comportant comme un fond d'écran. Ensuite, la longueur de chaque tronçon est obtenue à partir du fichier SIG ou le fichier Autocad déjà opérationnel à ce stade de l'étude. <sup>[6]</sup>

**• Les diamètres de conduites :**

On peut considérer que le diamètre nominal des conduites en fonte est égal au diamètre intérieur tandis que pour les conduites en PVC le diamètre nominal est égal au diamètre extérieur. Or, le diamètre utilisé pour le calcul est le diamètre intérieur. <sup>[6]</sup>

**• Les rugosités :**

La dernière caractéristique à saisir pour décrire un tronçon est le paramètre « rugosité ». Dans un premier temps, nous attribuons une rugosité arbitraire de 0,1mm aux conduites en fonte et de 0,05mm aux conduites en PVC. La rugosité permet de refléter l'état intérieur de la conduite. Ce paramètre variant suivant l'âge, la nature de la canalisation et les sollicitations subies par les conduites. <sup>[6]</sup>

Enfin, il est préférable d'intégrer les pertes de charge dans le paramètre « rugosité » et ne pas les attribuer de façon systématique à chaque singularité. <sup>[6]</sup>

**• Les pertes de charges :**

La perte de charge ou charge hydraulique perdue à cause du frottement de l'eau avec les parois du tuyau peut être calculée en utilisant une de ces trois formules :

- . Formule de Hazen-Williams.
- . Formule de Darcy-Weisbach.
- . Formule de Chezy-Manning.

La formule de Darcy-Weisbach est théoriquement la plus correcte et est la plus largement utilisée en Europe. Elle s'applique à tous les régimes d'écoulement et à tous les liquides. La formule de Darcy-Weisbach est sélectionnée par défaut. Pour cette formule, EPANET utilise différentes méthodes pour calculer le facteur de friction  $f$  selon le régime d'écoulement : [6]

- La formule de Hagen Poiseuille est utilisée pour un écoulement laminaire ( $Re < 2000$ ).
- L'approximation de Swamee et Jain dans l'équation de Colebrook-White est utilisée pour un écoulement entièrement turbulent ( $Re > 4000$ ).
- L'interpolation cubique du diagramme de Moody est utilisée pour un écoulement transitoire ( $2000 < Re < 4000$ ).

**Tableau 1 :** Formules de perte de charge totale pour toute la longueur de la ; canalisation en charge (la perte de charge est exprimée en m.c.e. et le débit en  $m^3/s$ ).

Formule	Perte de charge totale (A)	Exposant du débit (B)
Hazen-Williams	$10.674C^{-1.852}d^{-4.871}L$	1.852
Darcy-Weisbach	$0.0827f(e;d;q)d^{-5}L$	2
Chezy-Manning	$10.294n^2d^{-5.33}L$	2

Avec :

- C = coefficient de rugosité de Hazen-Williams.
- $\epsilon$  = coefficient de rugosité de Darcy-Weisbach (m).
- f = facteur de friction (dépend de  $\epsilon$ , d, et q).
- n = coefficient de rugosité de Manning.
- d = diamètre du tuyau (m).
- L = longueur du tuyau (m).
- q = débit ( $m^3/s$ ).

- Pertes de charge singulières

Ils sont provoqués notamment par la croissance de la turbulence qui se produit au niveau des coudes, des tés et des vannes. L'importance d'inclure ou non de telles pertes dépend du genre de réseau et de l'exactitude exigée. [6]

$$h_L = K \left( \frac{v^2}{2g} \right)$$

Où K est le coefficient de perte de charge singulière, v la vitesse d'écoulement (distance/temps), et g l'accélération de la pesanteur (distance/temps<sup>2</sup>).

### B) Caractéristiques des ouvrages spéciaux :

- Les stabilisateurs de pression aval :

Sur Epanet, les stabilisateurs avals sont considérés comme des tronçons. On doit donc spécifier les nœuds amont et aval du stabilisateur ainsi que la pression de consigne du stabilisateur. La pression de consigne est la pression que l'on fixe de telle sorte que quel que soit la pression amont, la pression en aval du stabilisateur ne peut excéder la pression de consigne. L'acquisition de la pression de consigne s'est faite par une mesure sur le terrain à l'aide d'un manomètre. [6]

- Les réservoirs :

On doit connaître différentes altitudes pour définir un réservoir : la cote de trop plein, le radier, les niveaux minimaux, maximaux et initiaux de l'eau. Les données réservoirs seront transmises par le gestionnaire du réseau. [6]

### C) Caractéristiques des nœuds de demande :

- Les cotes au sol :

Afin de pouvoir connaître la pression en tout nœud, il est nécessaire de renseigner la case indiquant l'altitude ou cote au sol du nœud.

- Les demandes aux nœuds :

La deuxième donnée inhérente à un nœud est la demande ou débit sortant à ce nœud. Cette donnée est influente dans le calcul hydraulique. Elle s'exprime en litres par seconde. La difficulté réside dans le fait que d'une part, il faut identifier et situer les abonnés géographiquement dans la commune puis leur attribuer une consommation et d'autre part, il s'agit de les répartir de façon adéquate au niveau de ces nœuds. Il s'agit donc de procéder à : [6]

- L'identification des abonnés.
- La répartition de ces abonnés autour des nœuds.

#### **IV-2-4- calage du modèle**

Le modèle, une fois construit, ne peut donner de résultats satisfaisants sans une adaptation des caractéristiques hydrauliques de ses tronçons à la réalité. En effet, l'usure des conduites avec le temps diminue leurs capacités hydrauliques. Il convient donc de procéder à un calage des diamètres et des rugosités à partir de données de terrain. <sup>[6]</sup>

Le calage est le processus qui permet de vérifier et d'ajuster les grandeurs simulées par le modèle établi aux données de la campagne de mesures. Le modèle devient donc une image du fonctionnement du réseau sur la durée de la campagne de mesures. <sup>[6]</sup>

Le calage est la partie la plus importante de la modélisation. Il a pour objet d'ajuster le modèle à la réalité de terrain afin d'assurer la meilleure représentativité du fonctionnement réel du réseau analysé. Cette étape clé ne peut être réalisée qu'à l'issue d'une analyse pertinente de la campagne de mesures. <sup>[6]</sup>

La connaissance parfaite du réseau en collaboration avec le gestionnaire, lors des étapes précédentes, est indispensable au bon déroulement du calage. <sup>[6]</sup>

#### **Méthodologie de calage :**

Un modèle est toujours construit à partir d'une image du fonctionnement du réseau pour une période donnée. Le calage d'un modèle est réalisé en quatre étapes successives : <sup>[6]</sup>

- le calage en volume (débits de consommation, de transit, de pompage...).
- le calage en niveau (réservoirs).
- le calage en pression.
- le calage en qualité (éventuel),

Le choix d'une période de mesures (1 journée ou plus) et d'un pas de temps de calage (1h par exemple) est effectuée suivant une analyse multicritère justifiée par la

disponibilité et continuité des mesures, la représentativité des mesures (phénomènes ponctuels), etc....<sup>[6]</sup>

Le cycle de 24 h utilisé pour réaliser le calage sera choisi de manière à optimiser les deux critères suivants :

- journée ayant le plus de données disponibles et exploitables ;
- journée de plus forte consommation (cette journée permettra de caler plus précisément les rugosités).

**N.B :** Le calage sera effectué à partir des résultats d'essais débits-pressions effectués sur les poteaux incendies (PI) à divers endroits du réseau. Ces essais seront sélectionnés en fonction de leur localisation et sur chaque zone du réseau.

- **Le calage en volume :**

La répartition des débits de puisage dans l'espace (volumes de base attribués aux nœuds) et dans le temps (courbes de modulation) est l'un des paramètres déterminant de la représentativité du modèle et joue un rôle clé dans la simulation des marnages des réservoirs et dans la simulation de la répartition des débits entre les différentes branches d'un réseau maillé ou non.<sup>[6]</sup>

- **Le débit de consommation :**

Pour caler le débit de consommation sur la période retenue, il est nécessaire d'élaborer une courbe de modulation. Cette courbe de modulation correspond au rapport : débit lié à la consommation sur consommation moyenne du secteur concerné (débit de base, assigné aux nœuds du secteur considéré, issu du fichier de facturation). C'est cette courbe qui va permettre au logiciel de calculer pour chaque pas de temps la variation de consommation (et donc les variations de débit dans le réseau, vitesses, pressions.).<sup>[6]</sup>

- **Le débit de fuite :**

Le débit de fuite peut être considéré comme constant au cours d'une simulation entre  $T = 0$  et  $T = 24h$ . (On ignore dans la majorité des modélisations les variations de débit de fuites liées aux évolutions de la pression régnant dans le réseau).<sup>[6]</sup>

En conséquence, la courbe de modulation des fuites sera constante tout au long de la durée de simulation retenue (coefficient multiplicateur  $C=1$ ). [6]

#### - Validation du calage en débit :

Après avoir lancé la simulation, utiliser le tableau de valeur pour l'objet de suivi (arc dans le cas d'un calage en débit, nœud dans le cas d'une pression...). Copier les données et les coller dans un tableur afin de superposer les données. [6]

- **Le calage en niveau**

Le calage du niveau de réservoir passe par :

- Le renseignement de la valeur initiale de niveau (à  $T=0$ ).
- Le diamètre équivalent du réservoir (courbe de volume si réservoir de forme particulière).
- L'établissement des contrôles (niveaux des remplissages).

Lorsque les débits amont et aval (entrée/sortie) du réservoir sont calés, que le fonctionnement lié aux commandes est correct, le niveau du réservoir se cale automatiquement. [6]

- **Le calage de la pression**

Cette partie du calage vise à faire correspondre au plus les résultats de la simulation retournés par le logiciel de modélisation avec les enregistrements de pression effectués sur le réseau. Le calage s'effectue en intervenant essentiellement sur la rugosité des conduites, l'introduction de singularités en certains points du réseau (perte de charge singulière éventuellement non répertoriée). [6]

- **Données clé de construction du modèle**

Les hypothèses de construction du modèle influant sur les résultats de pression sont :

- ✓ L'altimétrie des nœuds du réseau : altimétrie issues du MNT, courbes IGN.
- ✓ Le diamètre de canalisations (issues du SIG, plans papier ou investigations de terrain).
- ✓ Les valeurs de régulations au niveau des organes spécifiques : stabilisateurs, régulateurs de débit, réducteurs de pression.
- ✓ L'état des vannes sur le réseau : ouvertes / fermées.

- ✓ Les consignes de fonctionnement des ouvrages de stockage et de transfert.

En cas d'enregistrement de pression avec une amplitude importante, les rugosités dans les canalisations seront ajustées dans les limites acceptables (limites fournies par la littérature) jusqu'à ce que la simulation reproduise au mieux les courbes mesurées. Cette démarche nécessite de faire l'hypothèse que le secteur est bien défini hydrauliquement. <sup>[6]</sup>

En cas d'enregistrement de pression avec un profil « plat » (peu de variations de pression), pour définir les rugosités dans les canalisations deux stratégies à employer :

- Par symétrie avec un autre secteur pour lequel les amplitudes de pression ont permis de caler au mieux les rugosités (à même date de pose, même matériau et même diamètre), les rugosités seront reportées d'une canalisation d'un secteur calé à l'autre. <sup>[6]</sup>
- Par données de littérature, si la première stratégie ne peut être appliquée (les diamètres, matériaux et âges des canalisations issus des données du client seront employés) .

Ponctuellement, les couples de données de débits et de pressions mesurés lors des essais aux poteaux incendie seront employés. Cette stratégie nécessite que le fonctionnement hydraulique des secteurs de distribution au cours des mesures ponctuelles soit identique à celui en place au cours de la campagne de mesures. Cette hypothèse peut se révéler difficile à vérifier dans certains cas. <sup>[6]</sup>

- **Autres cas particuliers :**

Pour les cas spécifiques tel que la modélisation :

- d'un robinet à flotteur (vannes à pertes de charge variables...) .
- supprimeur, systèmes asservis, ...etc. .
- défense incendie (poteau par poteau où à l'aide de fireflow2 – logiciel disponible) ...

Il s'agira de vérifier et proposer les méthodes disponibles auprès des divers référents.

### IV-3- Le modèle de simulation de la qualité de l'eau :

Le simulateur de la qualité de l'eau d'EPANET utilise une approximation lagrangienne pour suivre, à intervalles définis, ce qui se passe dans des portions d'eau discrètes, lorsqu'elles circulent dans les tuyaux et se mélangent aux nœuds de demande. Ces intervalles de calcul sont normalement beaucoup plus courts que les intervalles utilisés pour calculer le comportement hydraulique (par exemple, plutôt des minutes que des heures), parce que le temps de séjour de l'eau dans un tuyau peut être très court. Néanmoins, les résultats sont affichés uniquement pour les instants déterminés par l'utilisateur, tout comme dans le cas de l'analyse hydraulique<sup>[8]</sup>

#### IV-3-1- Modélisation du transport

Cette méthode suit la concentration et les dimensions d'une série de volume élémentaire d'eau qui circulent dans le réseau sans se mélanger. À mesure que l'eau entre dans le tuyau en amont et sort en aval: <sup>[8]</sup>

- la taille du volume élémentaire le plus en amont augmente.
- la taille du volume élémentaire le plus en aval diminue d'autant.
- la taille des autres volumes élémentaires de l'arc reste inchangée.

A tout moment du calcul de la qualité, le contenu de chaque élément de volume d'eau est soumis à des réactions. La masse et le volume qui entrent dans le nœud sont calculés, les caractéristiques et les positions des segments sont mises à jour à chaque pas de temps de calcul. <sup>[8]</sup>

Au début de la simulation, chaque tuyau du réseau contient un unique élément de volume d'eau, dont la qualité est égale à la qualité attribuée au nœud en amont. Dans le cas où il se produirait une inversion de l'écoulement, les volumes élémentaires seront réordonnés dans le nouveau sens. <sup>[8]</sup>

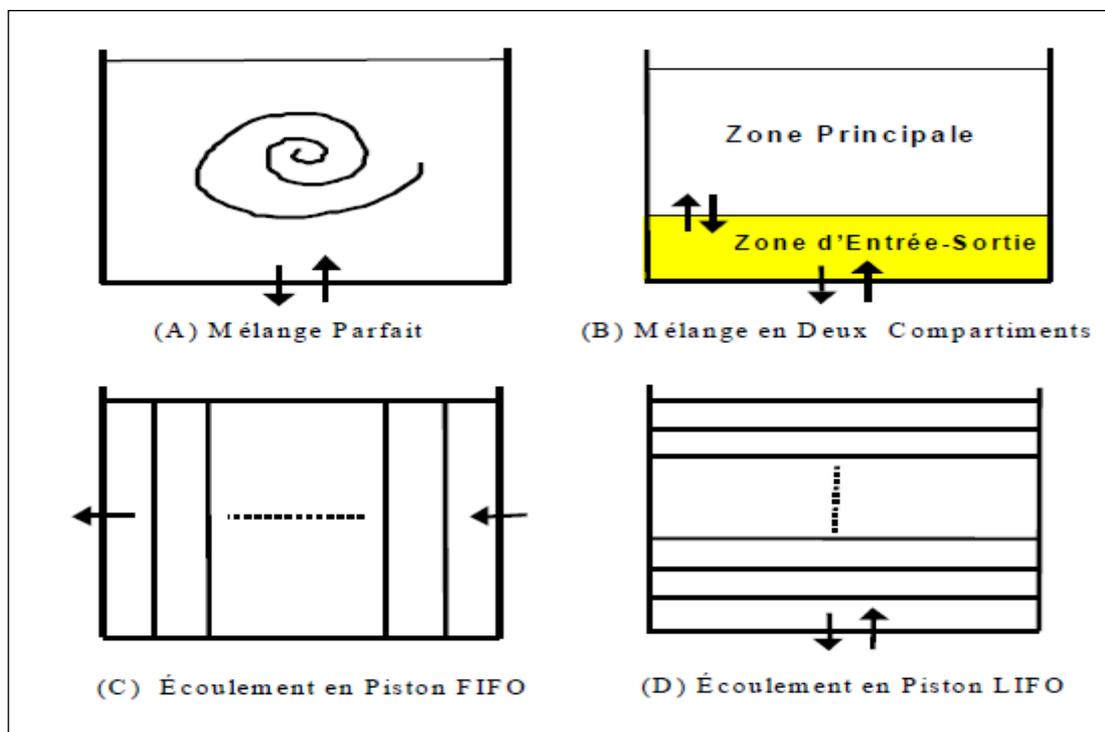
#### IV-3-2- Mélange dans les réservoirs

EPANET peut utiliser quatre modèles différents pour caractériser le mélange dans les réservoirs de stockage, comme le montre la Figure III.5:

- Mélange Parfait.
- Mélange en deux compartiments.

- Écoulement en piston type FIFO.
- Écoulement en piston type LIFO.

Différents modèles peuvent être utilisés pour les différents réservoirs d'un réseau



**Figure 2** : Modèles de mélange dans un réservoir.

Le Modèle de Mélange Parfait (**figure 2 A**) suppose que toute l'eau qui entre dans un réservoir est instantanément et complètement mélangée avec l'eau déjà dans le réservoir. C'est le comportement de mélange le plus simple à supposer, il n'exige la saisie d'aucun paramètre supplémentaire, et a priori, s'applique à un grand nombre d'équipements.

Le Modèle de Mélange en Deux Compartiments (**figure 2 B**) divise le volume dans un réservoir en deux compartiments, dont tous les deux sont supposés entièrement mélangés. On suppose que les tuyaux d'entrée et de sortie du réservoir sont connectés au premier compartiment.

Le premier compartiment peut représenter un court-circuit entre l'apport et la sortie d'eau, tandis que le deuxième compartiment peut modéliser les zones mortes du réservoir. L'utilisateur ne doit fournir qu'un seul paramètre, la Fraction de Mélange, qui est la fraction du volume total du réservoir occupée par le premier compartiment.

Le Modèle d'Écoulement en Piston Type FIFO (First Input is First Output) (**Figure 2 C**) suppose que l'eau ne se mélange pas dans le réservoir. Des tranches d'eau passent par le réservoir séparément, et la première tranche qui entre est également la première qui sort. Du point de vue physique, ce modèle est approprié pour simuler l'écoulement dans les réservoirs équipés de cloisons dans lesquels l'écoulement est continu. Il n'est pas nécessaire de définir de paramètres particuliers.

Le Modèle d'Écoulement en Piston Type LIFO (Last Input is First Output) (**Figure 2 D**) suppose également qu'il n'y a pas de mélange entre les tranches d'eau qui entrent dans le réservoir. Contrairement au type FIFO, les tranches d'eau s'accumulent et l'eau entre et sort du réservoir au même niveau. Ce type d'écoulement peut s'appliquer aux châteaux d'eau, hauts et étroits, avec un seul tuyau d'entrée et sortie au radier, et avec peu de quantité de mouvement entrant.

#### **IV-3-4- Résultats des simulations:**

Les scénarios étudiés et les insuffisances relevées seront présentés et commentés comme suit <sup>[8]</sup>

- Les scénarios concernant les besoins actuels seront simulés en prenant en compte la mise en service prochaine de nouvelles infrastructures hydrauliques.

- Les scénarios concernant l'évolution future des besoins (horizon 2035 ou plus) prendront en compte la recherche d'une ressource supplémentaire.

Ils porteront sur :

- Réseau dans son état actuel.
- Jour moyen actuel.
- Jour de pointe actuel.
- Jour de pointe à l'horizon étudié.

Simulations prenant en compte des pistes de projection d'aménagements (PDAU, POS...)

**IV- CONCLUSION**

Ce chapitre expose les principes de base du travail du logiciel Epanet, au niveau des objets physiques constituant le réseau et les méthodes de calcul utilisés.

L'objectif était donc d'étudier le comportement du réseau: débit, pression, marnage, temps de séjour, et qualité de l'eau, et aider à une meilleure décision pour le choix du mode de fonctionnement, de redimensionnement, d'extension, et d'interconnexion (Marnage de réservoir, vannage, désinfection...etc).

Le calage est le processus qui permet de vérifier et d'ajuster les grandeurs simulées par le modèle établi aux données de la campagne de mesures. Le modèle devient donc une image du fonctionnement du réseau sur la durée de la campagne de mesures.

**CHAPITRE V :**  
Réhabilitation et  
dimensionnement  
du réseau

**V Introduction:**

Après avoir évalué les besoins en eau d'une agglomération quelconque on doit faire le choix convenable du réseau pour distribuer l'eau aux différentes catégories de consommateurs recensés au niveau de l'agglomération.

Le but de la mise en place de ce dernier est de parvenir à satisfaire la demande des consommateurs en débit et en pression. Pour cela les différents tronçons des canalisations du réseau doivent avoir des diamètres optimums et ils seront dimensionnés en conséquence.

Dans ce chapitre, nous avons choisis le type de réseau utilisé dans notre étude, la méthode de calcul hydraulique, ainsi que leur dimensionnement.

**V-1- Les types des réseaux de distribution:**

Suivant la structure et l'importance de l'agglomération on distingue les différents types des réseaux de distribution dont:

- Réseau ramifié.
- Réseau étagé
- Réseau maillé.
- Réseau combine.

**V-1-1- Le réseau ramifié**

Le réseau ramifié est constitué par une conduite principale et des conduites, secondaires branchées tout le long de la conduite principale. C'est un réseau arborescent qui n'assure aucune distribution du retour, il suffit qu'une panne se produit sur la conduite principale, toute la population à l'aval sera privée d'eau.

**V-1-2-Le Réseau étagé**

Le réseau étagé est caractérisé par des différences de niveau très importantes, ce qui fait la distribution de l'eau par le réservoir donne des fortes pressions aux points les plus bas (normes de pressions ne sont pas respectées)

En effet, ce système nécessite l'installation d'un réservoir intermédiaire, alimenté par le premier qui permet de régulariser la pression dans le réseau.

**V-1- 3 -Le réseau maillé**

Un réseau maillé est constitué d'une série des tronçons, disposés de telle manière qu'il soit possible, de décrire une ou plusieurs boucles fermées, en suivant son tracé. Contrairement aux réseaux ramifiés ; le réseau maillé assure une distribution de retour en cas de panne d'un tronçon.

Ils sont utilisés généralement dans les zones urbanisées et tendent à se généraliser dans les agglomérations rurales, sous forme associés à des réseaux ramifiés (limitation de nombres de mailles en conservant certaines ramifications).

Pour notre étude, nous avons un réseau maillé constitué sous forme des boucles fermées. Ce réseau présente les avantages suivants :

- une alimentation de retour
- isolation du tronçon accidenté par un simple manœuvre robinet.

### **V- 1- 4 - réseau combiné**

C'est un réseau intermédiaire comportant à la fois les deux types cités précédemment. Il offre globalement les mêmes avantages hydrauliques que le réseau maillé. Cependant grâce à la réduction des pièces spéciales utilisées au niveau des intersections telles que les croix et les Tés, on aboutit généralement à des coûts de construction moins élevés que précédemment.

### **V -2- Conception d'un réseau.**

Pour concevoir un réseau de distribution, nous sommes appelés à prendre en compte un certain nombre des facteurs, qui peuvent influencer sur le réseau parmi lesquels, nous avons :

- L'emplacement de la région
- L'emplacement des consommateurs
- Le relief
- Le souci d'assurer un service souple et précis.

### **V- 3- Principe du tracé du réseau**

Le tracé du réseau exige un certain nombre des conditions qu'il faut respecter.

- ✓ Tout d'abord, il faut repérer les endroits où les besoins sont importants, c'est-à-dire les quartiers ayant une forte densité de population.
- ✓ Déterminer l'itinéraire (sens) principal pour assurer la distribution aux consommateurs.
- ✓ Tracer les conduites principales, parallèlement entre elles et doivent être situées sur les côtes géodésiques les plus élevées pour bien répartir l'eau.
- ✓ Les conduites principales doivent être reliées entre elles, par des conduites secondaires pour former des boucles à fin d'alimenter l'intérieur des quartiers.

### **V- 4 - Choix du type de matériaux:**

Dans le but du bon choix du type de matériau, on prend en compte les paramètres suivants:

- Le diamètre.
- La pression de service à supporter par le matériau.
- Les conditions de pose.
- Le prix de la conduit.
- La durée de vie du matériau.
- La disponibilité de Ce dernier sur le marché

Dans notre cas nous avons opté pour les conduites en acier.

### **V- 5 - Avantages et inconvénients de chaque type de matériau :**

#### **V-5-1- Tuyaux en fonte :**

Présentent plusieurs avantages :

- Bonne résistance aux forces internes.
- Bonne résistance à la corrosion.
- Très rigides et solides.

L'inconvénient est que les tuyaux en fonte sont très lourds, rigides (non adaptés dans les terrains escarpés), très chers et ne sont pas disponibles sur le marché national.

#### **V-5-2-Tuyaux en acier :**

Les avantages de la conduite en acier sont résumés ci-dessous :

- Soudure aisée, par les techniques de soudage bout à bout ou par électro fusion permettant d'obtenir une canalisation parfaitement étanche ;
- Manipulation et installation aisée grâce à sa flexibilité.
- Possibilité de souder les tubes hors de la tranchée diminuant ainsi la largeur de la tranchée.
- Résistance aux mouvements de terrain (affaissement en zones minières et au séisme)

L'inconvénient majeur de l'acier réside dans la corrosion en effet le matériau résiste mal en milieu agressif (terrains présentant des minéraux agressifs ; gypse, sulfates) et également quand l'eau véhiculée présente un PH légèrement acide.

#### **V-5-3-Tuyaux en PEHD (polyéthylène haute densité):**

Les tuyaux en polyéthylène présentent des avantages certains à savoir :

- Une bonne résistance.
- Une bonne étanchéité, en effet la jonction par soudure par électro fusion et la légèreté du matériau permet la pose de tronçon de tuyau d'assez grande longueur, en terrain rectiligne.
- La longévité (durée de vie supérieure à 50 ans).
- Résistance aux mouvements de terrain (affaissement et glissement de terrain en zones minières et en cas de séisme)
- Résistance à la corrosion interne, externe et microbiologique.

- Bonne caractéristique hydraulique (Parois très lisses donnant lieu à moins de frottement).
- Sans danger pour l'environnement.

**V-6-dimensionnement d'un réseau d'alimentation en eau potable :**

**V-6- 1- détermination des débits du réseau :**

**A) 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  $Q_{spi}$  qui est égal à :

$$Q_{spi} = \frac{Q_{ph}}{\sum l_i} (l / s / ml) \dots\dots\dots 01$$

Avec :

$Q_{spi}$  : débit spécifique en l/s/ml.

$\sum l_i$  : Somme des longueurs des tronçons en (m).

$Q_{ph}$  : Débit de pointe horaire.

Notons que notre plan de masse est composé de deux réseaux séparés

**Réseau 01**

$$Q_{spé 1} = \frac{Q_{p1}}{\sum L_i} (L/s/ml)$$

$$Q_{p1} = 70\% Q_{p total}$$

$$Q_{p1} = \frac{70 \times 185.355}{100}$$

$$Q_{p1} = 129,745 \text{ L/s}$$

La longueur totale de réseau qui est alimenté par le château d'eau 1000 m3 égal **8185,02 m**, donc :

$$Q \text{ spé } 1 = \frac{129.745}{8185.02}$$

$$Q \text{ spé } 1 = 0,01585 \text{ L/s/ml}$$

## Réseau 02

$$Q \text{ spé } 2 = \frac{Q_{p2}}{\sum L_i} \text{ (L/s/ml)}$$

$$Q_{p2} = 30\% Q_{p \text{ total}}$$

$$Q_{p2} = \frac{30 \times 185.355}{100}$$

$$Q_{p2} = 55,605 \text{ L/s}$$

La longueur totale de réseau qui est alimenté par le château d'eau 300 m<sup>3</sup> égal **5239,44 m** donc :

$$Q \text{ spé } 2 = \frac{55.605}{5239.44}$$

$$Q \text{ spé } 2 = 0,01061 \text{ L/s/ml}$$

## B) Débit en route Q r :

Le débit en route de chaque tronçon est le débit uniformément réparti sur son parcours, il est donné par la formule suivante :

$$Q_r = Q_{\text{spi}} \times L \dots\dots\dots 02$$

Avec :

**Q<sub>r</sub>** : Débit en route en (l/s).

**Q<sub>sp</sub>** : Débit spécifique en (l/s/ml).

**L** : la longueur du tronçon en (m)

Exemple pour le calcul de débit en route de tronçon T1-T2

$$Q_r = Q_{\text{spi } 2} \times L_{(T1-T2)}$$

$$Q_r = 0.01061 \times 119,71$$

$$Q_r = 1,269 \text{ L/s}$$

**C) Débit des Nœuds  $Q_n$  :**

Le débit nodal d'un nœud est donné par la formule suivant :

$$Q_n = \frac{\sum Q_r \text{ amont} + \sum Q_r \text{ aval}}{2}$$

$Q_n$  : le débit du nœud (L/s)

$Q_{r \text{ amont}}$  : le débit en route avant le nœud.

$Q_{r \text{ aval}}$  : le débit en route après le nœud.

**D) Débit des Tronçons  $Q_{tr}$  :**

Le débit de tronçon est calculé par le formule suivante :

$$Q_{tr} = Q_{aval} + 0.55 \times Q_r$$

$Q_{tr}$  : Débit de tronçon L/s.

$Q_{aval}$  : c'est le débit total des débits en route qui passe après un tronçon L/s.

$Q_r$  : Le débit en route L/s.

**App:** pour le calcul de débit de tronçon T1-T3

$$Q_{tr} = Q_{aval} + 0.55 \times Q_r$$

$$Q_{aval (T1-T3)} = \sum Q_r (T3-T55)$$

$$Q_{aval (T1-T3)} = 54,028 \text{ L/s}$$

**Réseau 01**

**Tableau 1 : Calculs des débits réseau 01**

Tronçon	Longueur	$Q_{spé 1}$	$Q_r$	$Q_{aval}$	$Q_{tronçon (l/s)}$
RE-N01	31,4	0,01585	0,498	129,398	129,672
N01-N02	71,76		1,139	9,277	9,903
N02-N03	91,29		1,449	2,410	3,207
N03-N04	86,41		1,371	0,000	0,754
N03-N05	65,43		1,038	0,000	0,571
N02-N06	118,23		1,876	3,542	4,574

N06-N07	91,66		1,455	2,088	2,888
N07-N08	42,74		0,678	0,000	0,373
N07-N09	88,8		1,409	0,000	0,775
N01-N10	105,05		1,667	117,315	118,232
N10-N11	45,09		0,716	38,336	38,729
N11-N12	99,89		1,585	2,176	3,048
N12-N13	38,74		0,615	0,000	0,338
N12-N14	98,35		1,561	0,000	0,858
N11-N15	201,51		3,198	31,377	33,136
N15-N16	50,94		0,808	15,889	16,334
N16-N17	216,12		3,430	0,000	1,886
N16-N18	48,06		0,763	11,697	12,116
N18-N19	73,4		1,165	0,000	0,641
N18-N20	147,59		2,342	0,000	1,288
N18-N21	45,3		0,719	7,471	7,866
N21-N22	83,13		1,319	1,939	2,664
N22-N23	86,46		1,372	0,000	0,755
N22-N24	35,69		0,566	0,000	0,312
N21-N25	46,07		0,731	3,482	3,884
N25-N26	66,17		1,050	0,000	0,578
N25-N27	25,36		0,402	2,029	2,251
N27-N28	22,78		0,362	0,000	0,199
N27-N29	31,54		0,501	1,167	1,443
N29-N30	23,98		0,381	0,000	0,209
N29-N31	49,57		0,787	0,000	0,433
N15-N32	46,26		0,734	13,945	14,349
N32-N33	40,35		0,640	0,000	0,352

N32-N34	38,63	0,613	12,692	13,029
N34-N35	42,35	0,672	0,000	0,370
N34-N36	62,04	0,985	3,354	3,896
N36-N37	81,08	1,287	0,000	0,708
N36-N38	44,51	0,706	1,361	1,750
N38-N39	40,13	0,637	0,000	0,350
N38-N40	45,65	0,724	0,000	0,398
N34-N41	44,29	0,703	6,978	7,364
N41-N42	42,79	0,679	1,285	1,659
N42-N43	37,38	0,593	0,000	0,326
N42-N44	43,61	0,692	0,000	0,381
N41-N45	43,75	0,694	4,319	4,701
N45-N46	80,53	1,278	0,000	0,703
N45-N47	54,75	0,869	2,172	2,650
N47-N48	81,06	1,286	0,000	0,708
N47-N49	55,8	0,886	0,000	0,487
N10-N50	24,88	0,395	77,869	78,086
N50-N51	32,43	0,515	12,429	12,712
N51-N52	165,86	2,632	0,000	1,448
N51-N53	33,34	0,529	9,268	9,559
N53-N54	163,76	2,599	0,000	1,429
N53-N55	37,2	0,590	6,079	6,403
N55-N56	172,79	2,742	0,000	1,508
N55-N57	36,45	0,578	2,758	3,076
N57-N58	173,79	2,758	0,000	1,517
N50-N59	239,68	3,804	61,121	63,213
N59-N60	34,93	0,554	5,137	5,442

N60-N61	50	0,794	0,000	0,436
N60-N62	36,57	0,580	3,763	4,083
N62-N63	52,08	0,827	0,000	0,455
N62-N64	36,44	0,578	2,359	2,677
N 64-N65	53,69	0,852	0,000	0,469
N64-N66	38,69	0,614	0,893	1,230
N66-N67	56,24	0,893	0,000	0,491
N59-N68	75,01	1,190	54,239	54,894
N68-N69	67,2	1,066	29,938	30,525
N69-N70	47,28	0,750	5,909	6,321
N70-N71	101,84	1,616	0,000	0,889
N70-N72	26,28	0,417	3,875	4,105
N72-N73	145,12	2,303	0,000	1,267
N72-N74	99,08	1,572	0,000	0,865
N69-N75	130,82	2,076	5,522	6,664
N75-N76	158,12	2,509	3,013	4,393
N76-N77	45,36	0,720	0,000	0,396
N76-N78	63,21	1,003	1,290	1,841
N78-N79	40,13	0,637	0,000	0,350
N78-N80	41,14	0,653	0,000	0,359
N75-N81	54,04	0,858	14,823	15,295
N81-N82	125,16	1,986	0,000	1,092
N81-N83	42,95	0,682	12,155	12,530
N83-N84	160,27	2,543	0,000	1,399
N83-N85	145,09	2,303	7,309	8,576
N85-N86	181,51	2,881	0,000	1,584
N85-N87	41,48	0,658	3,771	4,133

N87-N88	59,84		0,950	2,821	3,343
N88-N89	86,13		1,367	0,000	0,752
N88-N90	91,62		1,454	0,000	0,800
N68-N91	37,54		0,596	22,639	22,966
N91-N92	63,22		1,003	0,000	0,552
N91-N93	20,54		0,326	21,309	21,489
N93-N94	62,78		0,996	0,000	0,548
N93-N95	130,28		2,068	0,000	1,137
N93-N96	33,81		0,537	17,709	18,004
N96-N97	64,18		1,019	0,000	0,560
N96-N98	219,23		3,479	0,000	1,914
N96-N99	19,7		0,313	12,899	13,071
N99-N100	319,17		5,065	0,000	2,786
N99-N101	17,56		0,279	7,555	7,708
N101-N102	64,31		1,021	0,000	0,561
N101-N103	18,61		0,295	6,239	6,401
N103-N104	67,2		1,066	0,000	0,587
N103-N105	11,06		0,176	4,997	5,093
N105-N106	314,86		4,997	0,000	2,748

**Réseau 02**

**Tableau 2 : Calcul des débits réseau 02**

Tronçon	Longueur	Q <sub>spé 2</sub>	Q <sub>r</sub>	Q <sub>aval</sub>	Q <sub>tronçon (l/s)</sub>
TR-T01	11,49	0,0106	0,122	55,538	55,605
T01-T02	119,71		1,269	0,000	0,698
T01-T03	11,22		0,119	54,028	54,094
T03-T04	323,65		3,431	50,598	52,485
T04-T05	68,51		0,726	21,026	21,425

T05-T06	12,81		0,136	7,519	7,594
T06-T07	131,42		1,393	0,000	0,766
T06-T08	66,8		0,708	5,418	5,808
T08-T09	69,64		0,738	0,000	0,406
T08-T10	50,19		0,532	4,148	4,440
T10-T11	72,06		0,764	0,000	0,420
T10-T12	113,55		1,204	2,180	2,842
T12-T13	58,46		0,620	0,000	0,341
T12-T14	147,24		1,561	0,000	0,858
T05-T15	52,31		0,554	12,816	13,121
T15-T16	160,46		1,701	0,000	0,935
T15-T17	37,33		0,396	10,720	10,938
T17-T18	158,73		1,683	0,000	0,925
T17-T19	40,18		0,426	8,611	8,846
T19-T20	156,27		1,656	0,000	0,911
T19-T21	68,36		0,725	6,230	6,629
T21-T22	147,66		1,565	0,000	0,861
T21-T23	100,81		1,069	3,597	4,184
T23-T24	128,93		1,367	0,000	0,752
T23-T25	96,95		1,028	1,202	1,767
T25-T26	113,42		1,202	0,000	0,661
T04-T27	54,5		0,578	28,268	28,586
T27-T28	94,44		1,001	0,000	0,551
T27-T29	23,52		0,249	27,017	27,155
T29-T30	114,69		1,216	0,000	0,669
T29-T31	43,46		0,461	25,341	25,594
T31-32	40,7		0,431	0,000	0,237

T31-T33	226,85		2,405	22,505	23,828
T33-T34	150,57		1,596	3,952	4,830
T34-T35	91,53		0,970	0,000	0,534
T34-T36	51,8		0,549	2,433	2,735
T36-T37	106,53		1,129	0,000	0,621
T36-T38	123		1,304	0,000	0,717
T33-T39	40,86		0,433	16,524	16,762
T39-T40	105,47		1,118	0,000	0,615
T39-T41	27,76		0,294	15,111	15,273
T41-T42	172,94		1,833	1,746	2,755
T42-T43	96,69		1,025	0,000	0,564
T42-T44	68,06		0,721	0,000	0,397
T41-T45	14,45		0,153	11,379	11,463
T45-T46	37,83		0,401	2,543	2,764
T46-T47	179,93		1,907	0,000	1,049
T46-T48	60,01		0,636	0,000	0,350
T45-T49	144,21		1,529	2,287	3,127
T49-T50	93,27		0,989	0,000	0,544
T49-51	122,45		1,298	0,000	0,714
T45-T52	18,78		0,199	4,420	4,529
T52-T53	234,96		2,491	0,000	1,370
T52-T54	108,16		1,146	0,783	1,413
T54-T55	73,86		0,783	0,000	0,431

### V-6- 2- calcul des diamètres :

Pour calculer le diamètre on utilise la relation suivant :

$$Q=V \times S$$

Avec :

Q : débit de tronçon m<sup>3</sup>/s.

V : la vitesse en m/s.

S : la section de la conduite en m<sup>2</sup>.

La vitesse dans un réseau de distribution doit être comprise entre 0.5 et 1.5 Donc :

$$0.5 \leq v \leq 1.5$$

$$Q_{tr} = V \times \frac{\pi D^2}{4}$$

Donc

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q_{tr}}{\pi \times V}}$$

Donc notre cas on prend la vitesse moyenne pour nos calculs V=1m/s.

Exemple pour le calcul du diamètre du tronçon N1-N2.

On a :

$$D = 1000 \times \sqrt{\frac{4 \times \frac{9.903}{1000}}{3.14 \times 1}}$$

$$D = 112.32 \text{ mm}$$

A partir de la gamme des diamètres standards commercialisés on va standardiser les diamètres calculés par le tableau suivant : <sup>[17]</sup>

**Tableau 3** : La gamme de Tubes PEHD PN 10 <sup>[14]</sup>

D commercial	Epais - min -	Epais - max -	D intérieur
20	2	2,3	15,4
25	2	2,3	20,4
32	2,4	2,8	26,4
40	3	3,5	33
50	2,7	4,2	41,6

63	4,7	5,3	52,4
75	5,6	6,3	62,4
90	5,4	6,1	77,8
110	6,6	7,4	95,2
125	7,4	8,3	108,4
160	9,5	10,6	138,8
200	11,9	13,2	173,6
250	14,8	16,4	217,2
315	18,7	20,7	273,6
400	23,7	26,2	347,6
500	29,7	32,8	434,4

Le diamètre calculer de tronçon N1-N2 égale 112.32 mm , après la standardisé en va choisir le diamètre commercial compatible : 125 mm .

#### V-6- 3- Vérification de la vitesse :

Après avoir standardisé de diamètre on va recalculer la vitesse en fonction de ces diamètres avec la relation suivant :

$$Q_{tr} = V \times \frac{\pi D^2}{4}$$

$$V = \frac{4Q_{tr}}{\pi D^2}$$

Exemple pour calcul la vitesse du tronçon N1-N2.

On a :

$$V = \frac{4 \times \frac{9.903}{1000}}{3.14 \times \left(\frac{108.4}{1000}\right)^2}$$

$$V = 1.0736 \text{ m/s}$$

Les résultats de cette étape sont donc les tableaux suivants :

### Réseau 01

**Tableau 4 : Vérification des vitesses de réseau 01**

Trançon	D calculer (mm)	D comercial (mm)	D interieur (mm)	V (m/s)
RE-N01	406,432	500	434,400	0,8754
N01-N02	112,320	125	108,400	1,0736
N02-N03	63,912	75	62,400	1,0490
N03-N04	30,997	40	33,000	0,8823
N03-N05	26,973	40	33,000	0,6681
N02-N06	76,334	90	77,800	0,9627
N06-N07	60,650	63	52,400	1,3397
N07-N08	21,800	32	26,400	0,6819
N07-N09	31,423	40	33,000	0,9067
N01-N10	388,090	400	347,600	1,2465
N10-N11	222,119	250	217,200	1,0458
N11-N12	62,307	75	62,400	0,9970
N12-N13	20,755	32	26,400	0,6180
N12-N14	33,069	40	33,000	1,0042
N11-N15	205,454	250	217,200	0,8948
N15-N16	144,249	160	138,800	1,0800
N16-N17	49,021	63	52,400	0,8752
N16-N18	124,237	160	138,800	0,8012
N18-N19	28,568	32	26,400	1,1710
N18-N20	40,510	50	41,600	0,9483
N18-N21	100,103	110	95,200	1,1057
N21-N22	58,256	63	52,400	1,2360
N22-N23	31,006	32	26,400	1,3794

N22-N24	19,921	32	26,400	0,5694
N21-N25	70,340	75	62,400	1,2707
N25-N26	27,125	32	26,400	1,0557
N25-N27	53,545	63	52,400	1,0442
N27-N28	15,915	25	20,400	0,6086
N27-N29	42,868	50	41,600	1,0619
N29-N30	16,329	25	20,400	0,6407
N29-N31	23,477	40	33,000	0,5061
N15-N32	135,199	160	138,800	0,9488
N32-N33	21,182	32	26,400	0,6437
N32-N34	128,830	160	138,800	0,8615
N34-N35	21,700	32	26,400	0,6756
N34-N36	70,449	75	62,400	1,2746
N36-N37	30,026	40	33,000	0,8279
N36-N38	47,213	50	41,600	1,2881
N38-N39	21,124	32	26,400	0,6402
N38-N40	22,530	32	26,400	0,7283
N34-N41	96,856	110	95,200	1,0351
N41-N42	45,969	50	41,600	1,2211
N42-N43	20,387	32	26,400	0,5964
N42-N44	22,021	32	26,400	0,6957
N41-N45	77,383	90	77,800	0,9893
N45-N46	29,924	32	26,400	1,2848
N45-N47	58,100	63	52,400	1,2294
N47-N48	30,022	32	26,400	1,2932
N47-N49	24,909	40	33,000	0,5697
N10-N50	315,393	400	347,600	0,8233

N50-N51	127,256	160	138,800	0,8406
N51-N52	42,944	50	41,600	1,0657
N51-N53	110,349	125	108,400	1,0363
N53-N54	42,672	50	41,600	1,0522
N53-N55	90,317	110	95,200	0,9000
N55-N56	43,832	50	41,600	1,1102
N55-N57	62,600	63	52,400	1,4272
N57-N58	43,959	50	41,600	1,1166
N50-N59	283,772	315	273,600	1,0757
N59-N60	83,263	90	77,800	1,1454
N60-N61	23,579	40	33,000	0,5105
N60-N62	72,116	75	62,400	1,3357
N62-N63	24,064	32	26,400	0,8309
N62-N64	58,393	63	52,400	1,2418
N 64-N65	24,433	40	33,000	0,5482
N64-N66	39,588	40	33,000	1,4391
N66-N67	25,007	32	26,400	0,8972
N59-N68	264,440	315	273,600	0,9342
N68-N69	197,193	200	173,600	1,2903
N69-N70	89,737	90	77,800	1,3304
N70-N71	33,651	40	33,000	1,0398
N70-N72	72,312	75	62,400	1,3429
N72-N73	40,170	50	41,600	0,9324
N72-N74	33,192	40	33,000	1,0116
N69-N75	92,137	110	95,200	0,9367
N75-N76	74,807	75	62,400	1,4372
N76-N77	22,458	32	26,400	0,7237

N76-N78	48,434	50	41,600	1,3555
N78-N79	21,124	32	26,400	0,6402
N78-N80	21,388	32	26,400	0,6563
N75-N81	139,586	160	138,800	1,0114
N81-N82	37,305	40	33,000	1,2779
N81-N83	126,342	160	138,800	0,8285
N83-N84	42,214	50	41,600	1,0298
N83-N85	104,521	110	95,200	1,2054
N85-N86	44,925	50	41,600	1,1662
N85-N87	72,557	75	62,400	1,3520
N87-N88	65,260	75	62,400	1,0938
N88-N89	30,947	32	26,400	1,3741
N88-N90	31,918	32	26,400	1,4617
N68-N91	171,045	200	173,600	0,9708
N91-N92	26,513	32	26,400	1,0086
N91-N93	165,451	200	173,600	0,9083
N93-N94	26,421	32	26,400	1,0016
N93-N95	38,060	40	33,000	1,3302
N93-N96	151,444	160	138,800	1,1905
N96-N97	26,714	32	26,400	1,0239
N96-N98	49,372	50	41,600	1,4086
N96-N99	129,037	160	138,800	0,8643
N99-N100	59,573	63	52,400	1,2925
N99-N101	99,092	110	95,200	1,0834
N101-N102	26,741	32	26,400	1,0260
N101-N103	90,302	110	95,200	0,8997
N103-N104	27,335	32	26,400	1,0721

N103-N105	80,550	90	77,800	1,0720
N105-N106	59,169	63	52,400	1,2750

## Réseau 02

Tableau 5 : Vérification des vitesses de réseau 02

Trançon	D calculer (mm)	D comercial (mm)	D interieur (mm)	V (m/s)
TR-T01	266,147	315	273,6	0,946
T01-T02	29,817	40	33	0,816
T01-T03	262,506	315	273,6	0,921
T03-T04	258,572	315	273,6	0,893
T04-T05	165,207	200	173,6	0,906
T05-T06	98,355	110	95,2	1,067
T06-T07	31,241	40	33	0,896
T06-T08	86,012	90	77,8	1,222
T08-T09	22,742	32	26,4	0,742
T08-T10	75,211	90	77,8	0,935
T10-T11	23,134	32	26,4	0,768
T10-T12	60,174	63	52,4	1,319
T12-T13	20,837	32	26,4	0,623
T12-T14	33,068	40	33	1,004
T05-T15	129,287	160	138,8	0,868
T15-T16	34,521	40	33	1,094
T15-T17	118,039	125	108,4	1,186
T17-T18	34,334	40	33	1,083
T17-T19	106,153	110	95,2	1,243
T19-T20	34,067	40	33	1,066
T19-T21	91,894	110	95,2	0,932
T21-T22	33,115	40	33	1,007

T21-T23	73,009	75	62,4	1,369
T23-T24	30,944	50	41,6	0,553
T23-T25	47,451	50	41,6	1,301
T25-T26	29,023	40	33	0,774
T04-T27	190,827	200	173,6	1,208
T27-T28	26,484	40	33	0,644
T27-T29	185,989	200	173,6	1,148
T29-T30	29,185	40	33	0,782
T29-T31	180,567	200	173,6	1,082
T31-32	17,386	25	19,4	0,803
T31-T33	174,223	200	173,6	1,007
T33-T34	78,441	90	77,8	1,017
T34-T35	26,072	40	33	0,624
T34-T36	59,026	63	52,4	1,269
T36-T37	28,128	40	33	0,727
T36-T38	30,224	40	33	0,839
T33-T39	146,125	160	138,8	1,108
T39-T40	27,987	40	33	0,719
T39-T41	139,486	160	138,8	1,010
T41-T42	59,237	63	52,4	1,278
T42-T43	26,797	40	33	0,659
T42-T44	22,483	32	26,4	0,725
T41-T45	120,841	125	108,4	1,243
T45-T46	59,337	63	52,4	1,282
T46-T47	36,555	40	33	1,227
T46-T48	21,111	32	26,4	0,639
T45-T49	63,118	75	62,4	1,023

T49-T50	26,319	40	33	0,636
T49-51	30,156	40	33	0,835
T45-T52	75,961	90	77,8	0,953
T52-T53	41,773	50	41,6	1,008
T52-T54	42,434	50	41,6	1,040
T54-T55	23,421	32	26,4	0,787

**V-7- CALCUL DU RESEAU PAR LOGICIEL « EPANET » :**

Après avoir saisi les données requises par le programme l'EPANET et après la simulation ont à obtenu les résultats présentés dans les tableaux suivants :

**Réseau 1 :**

les résultats de simulation par l'EPANET pour le réseau 01

**Tableau 6:** Les nœuds d'intersections de réseau 1

Noe	Trançon avon N	L (m)	Qs	Qr	Qn	Φ (mm)	Q (l/s)	V (m/s)	ΔH (m)	I	CTN	Q (L/s)	CP (m)	P (mce)
Re	Re-N1	71,76	0,0159	1,137	0,000	434.4	129.36	0.87	1.31	0.015	791.93	129.36	822.43	30.50
N1	N1-N2	71,76	0,0159	1,137	1,401	108.400	-9.84	1.07	9.57	0.018	791,70	1,40	822,39	30,69
	N1-N10	105,05	0,0159	1,665		347.60	118.13	1.24	3.28	0.014				
N2	N2-N3	91,29	0,0159	1,447	2,229	62.40	3.13	1.02	16.93	0.020	792,00	2,23	821,70	29,70
	N2-N6	118,23	0,0159	1,874		62.4	-4.48	1.46	32.80	0.019				
N3	N3-N4	86,41	0,0159	1,370	1,927	33	0.69	0.80	22.59	0.023	799,42	1,93	820,16	20,74
	N3-N5	65,43	0,0159	1,037		33	0.52	0.61	13.51	0.024				
N6	N6-N7	91,66	0,0159	1,453	1,663	52.40	-2.81	1.30	32.48	0.020	792,20	1,66	820,38	28,18
N7	N7-N8	42,74	0,0159	0,677	1,769	26.40	0.34	0.62	18.21	0.025	793,10	1,77	817,40	24,30
	N7-N9	88,8	0,0159	1,407		33	0.70	0.82	23.76	0.023				
N10	N10-N11	45,09	0,0159	0,715	1,387	217.20	39.77	1.07	4.31	0.016	791,49	1,39	822,04	30,59
	N10-N50	24,88	0,0159	0,394		347.60	-76.97	0.81	1.48	0.015				
N11	N11-N12	99,89	0,0159	1,583	2,746	62.4	2.96	0.97	32.41	0.042	790,66	2,75	821,85	31,19
	N11-N15	201,51	0,0159	3,194		217.20	34.06	0.92	3.23	0.016				
N12	N12-N13	38,74	0,0159	0,614	1,878	26.40	0.31	0.56	15.15	0.025	791,70	1,88	818,61	26,91
	N12-N14	98,35	0,0159	1,559		33	0.78	0.91	28.66	0.022				
N15	N15-N16	50,94	0,0159	0,807	3,713	138.80	16.27	1.08	15.46	0.036	789,10	3,71	821,20	32,10
	N15-N32	216,12	0,0159	3,426		138.80	14.07	0.93	5.57	0.018				
N16	N16-N17	216,12	0,0159	3,426	2,497	52.40	1.71	0.79	12.97	0.021	790,07	2,50	820,41	30,34
	N16-N18	48,06	0,0159	0,762		138.80	12.06	0.80	4.19	0.018				
N18	N18-N19	73,4	0,0159	1,163	2,491	33	0.58	0.68	16.71	0.023	792,70	2,49	820,06	27,36
	N18-N20	147,59	0,0159	2,339		41.60	1.17	0.86	19.71	0.022				
	N18-N21	45,3	0,0159	0,718		95.20	7.82	1.10	11.78	0.018				
N21	N21-N22	83,13	0,0159	1,318	1,383	52.40	2.60	1.20	27.99	0.020	792,52	1,38	819,53	27,01
	N21-25	46,07	0,0159	0,730		62.40	3.84	1.26	24.73	0.019				
N22	N22-N23	86,46	0,0159	1,370	1,627	33	0.69	0.80	22.59	0.023	791,52	1,63	817,20	25,68
	N22-N24	35,69	0,0159	0,566		26.4	0.28	0.52	13.03	0.025				
N25	N25-N26	66,17	0,0159	1,049	1,090	33	0.52	0.61	13.75	0.024	792,24	1,09	818,39	26,15
	N25-N27	25,36	0,0159	0,402		62.4	2.23	0.73	9.01	0.021				
N27	N27-N28	22,78	0,0159	0,361	0,631	20.4	0.18	0.55	20.00	0.026	792,61	0,63	818,38	25,77
	N27-N29	31,54	0,0159	0,500		52.4	1.42	0.66	9.12	0.022				
N29	N29-N30	23,98	0,0159	0,380	0,833	20.40	0.19	0.58	21.87	0.026	792,09	0,83	817,50	25,41
	N29-N31	49,57	0,0159	0,786		33	0.39	0.46	8.07	0.025				
N32	N32-N33	40,35	0,0159	0,640	0,993	26.4	-0.32	0.58	16.36	0.025	786,79	0,99	820,94	34,15
	N32-N34	38,63	0,0159	0,612		138.8	12.76	0.84	4.65	0.018				
N34	N34-N35	42,35	0,0159	0,671	1,484	26.8	-0.36	0.64	19.20	0.024	790,17	1,48	820,76	30,59
	N34-N36	62,04	0,0159	0,983		62.4	3.69	1.21	22.95	0.019				
	N34-N41	44,29	0,0159	0,702		95.20	7.22	1.01	10.16	0.018				
N36	N36-N37	81,08	0,0159	1,285	1,334	33	-0.64	0.75	20.09	0.023	790,75	1,33	819,33	28,58
	N36-N38	44,51	0,0159	0,705		41.6	1.71	1.26	39.92	0.021				
N38	N38-N39	40,13	0,0159	0,636	1,033	26.4	-0.32	0.58	16.17	0.025	791,47	1,03	817,55	26,08
	N38-N40	45,65	0,0159	0,724		26.4	0.36	0.66	20.56	0.024				
N41	N41-N42	42,79	0,0159	0,678	1,037	41.6	1.52	1.12	32.11	0.021	790,51	1,04	820,31	29,80
	N41-N45	43,75	0,0159	0,693		77.8	4.66	0.98	12.07	0.019				
N42	N42-N43	37,38	0,0159	0,592	0,981	26.4	-0.25	0.45	10.05	0.026	792,01	0,98	818,94	27,93
	N42-N44	43,61	0,0159	0,691		26.4	0.30	0.54	14.16	0.025				
N45	N45-N46	80,53	0,0159	1,276	1,419	26.40	-0.64	1.17	58.72	0.022	790,94	1,52	819,78	28,84
	N45-N47	54,76	0,0159	0,868		52.4	2.60	1.21	28.15	0.020				

N47	N47-N48	81,06	0,0159	1,285	1,519	26.4	-0.64	1.17	59.41	0.022	791,57	1,52	818,24	26,67
	N47-N49	55,8	0,0159	0,884		33	0.44	0.52	10.04	0.024				
N50	N50-N51	32,43	0,0159	0,514	2,354	138.80	-12.67	0.84	4.59	0.018	791,62	2,35	822,01	30,39
	N50-N59	239,68	0,0159	3,799		273.6	61.95	1.05	3.18	0.015				
N51	N51-N53	33,34	0,0159	0,528	1,836	108.4	-9.52	1.03	9.01	0.018	792,88	1,84	820,86	28,98
	N51-N52	165,86	0,0159	2,629		41.6	1.31	0.97	24.43	0.021				
N53	N53-N55	37,2	0,0159	0,590	1,857	95.2	-6.37	0.89	8.05	0.019	793,34	1,86	821,56	28,22
	N53-N54	163,76	0,0159	2,596		41.6	1.30	0.95	23.88	0.021				
N55	N55-N56	172,76	0,0159	2,738	1,953	41.6	1.37	1.01	26.36	0.021	792,90	1,95	820,26	28,36
	N55-N57	36,45	0,0159	0,578		77.8	3.04	0.64	5.48	0.020				
N57	N57-N58	173,79	0,0159	2,755	1,666	41.6	1.38	1.01	26.64	0.021	788,56	1,67	821,06	32,50
N59	N59-N60	34,93	0,0159	0,554	2,772	77.80	-5.41	1.14	15.93	0.019	789,32	1,77	821,25	31,93
	N59-N68	75,12	0,0159	1,191		273.60	54.76	0.93	2.53	0.016				
N60	N60-N61	50,02	0,0159	0,793	0,966	33	-0.40	0.46	8.19	0.025	799,06	0,97	820,69	21,63
	N60-N62	36,91	0,0159	0,585		62.4	-4.05	1.32	27.28	0.019				
N62	N62-N63	52,08	0,0159	0,825	0,994	26.4	-0.41	0.75	26.24	0.024	791,53	0,99	819,69	28,16
	N62-N64	36,44	0,0159	0,578		52.40	-2.64	1.23	28.98	0.020				
N64	N64-N65	53,69	0,0159	0,851	1,021	33	-0.42	0.50	9.33	0.024	791,18	1,02	818,63	27,45
	N64-N66	38,69	0,0159	0,613		33	1.20	1.40	63.61	0.021				
N66	N66-N67	56,24	0,0159	0,891	0,752	26.4	-0.45	0.81	30.26	0.024	791,02	0,75	816,17	25,15
N68	N68-N69	67,2	0,0159	1,065	1,425	173.6	30.43	1.29	7.82	0.016	788,90	1,43	821,06	32,16
	N68-N91	37,54	0,0159	0,595		173.6	-22.91	0.97	4.62	0.017				
N69	N69-N70	47,28	0,0159	0,749	1,944	77.80	6.28	1.32	20.95	0.018	787,72	1,94	820,53	32,81
	N69-N75	130,82	0,0159	2,073		138.8	22.21	1.47	12.98	0.016				
N70	N70-N71	101,84	0,0159	1,614	1,390	33	-0.81	0.94	30.60	0.022	786,87	1,39	819,54	32,67
	N70-N72	26,28	0,0159	0,417		62.4	4.08	1.33	27.62	0.019				
N72	N72-N73	145,12	0,0159	2,300	2,144	41.6	-1.15	0.85	19.09	0.022	787,62	2,14	818,81	31,19
	N72-N74	99,08	0,0159	1,570		33	0.79	0.92	29.08	0.022				
N75	N75-N76	158,12	0,0159	2,506	2,718	62.4	4.26	1.39	29.96	0.019	789,03	2,72	818,83	29,80
	N75-N81	54,04	0,0159	0,857		138.8	15.23	1.01	6.45	0.017				
N76	N76-N77	45,36	0,0159	0,719	2,114	26.4	0.36	0.66	20.25	0.024	790,59	2,11	814,10	23,53
	N76-N78	63,21	0,0159	1,002		41.6	1.79	1.32	43.27	0.020				
N78	N78-N79	40,13	0,0159	0,636	1,145	26.4	-0.32	0.58	16.17	0.025	789,62	1,14	811,36	21,74
	N78-N80	41,14	0,0159	0,652		26.4	0.33	0.60	16.93	0.025				
N81	N81-N82	125,16	0,0159	1,984	1,761	33	-0.99	1.16	44.85	0.022	789,18	1,76	818,48	29,30
	N81-N83	42,95	0,0159	0,681		138.8	12.48	0.82	4.46	0.018				
N83	N83-N84	160,27	0,0159	2,540	2,760	41.6	1.27	0.93	22.94	0.021	788,20	2,76	818,29	30,09
	N83-N85	145,09	0,0159	2,300		95.2	8.45	1.19	13.60	0.018				
N85	N85-N86	181,51	0,0159	2,877	2,917	52.4	1.44	0.67	9.38	0.022	788,57	2,92	816,31	27,75
	N85-N87	41,48	0,0159	0,657		62.40	4.09	1.34	27.83	0.019				
N87	N87-N88	59,84	0,0159	0,948	0,803	62.4	3.29	1.08	18.57	0.020	788,68	0,80	815,16	26,48
N88	N88-N89	86,13	0,0159	1,365	1,883	33	0.68	0.80	22.47	0.023	790,00	1,88	814,05	24,05
	N88-N90	91,62	0,0159	1,452		33	0.73	0.85	25.16	0.023				
N91	N91-N92	63,22	0,0159	1,002	0,961	26.4	-0.50	0.92	37.53	0.023	789,20	0,96	820,88	31,68
	N91-N93	20,54	0,0159	0,326		173.6	-21.44	0.91	4.09	0.017				
N93	N93-N94	62,78	0,0159	0,995	1,961	26.4	-0.50	0.91	37.11	0.023	789,66	1,96	820,80	31,14
	N93-N95	130,28	0,0159	2,065		33.00	1.03	1.21	48.26	0.021				
	N93-N96	33,81	0,0159	0,536		138.80	-17.95	1.19	8.75	0.017				

N96	N96-N97	64,18	0,0159	1,017	2,670	26.4	-0.51	0.93	38.65	0.023	790,09	2,67	820,50	30,41
	N96-N98	219,23	0,0159	3,475		41.6	1.74	1.28	40.97	0.020				
	N96-N99	19,7	0,0159	0,312		138.80	-13.04	0.86	4.84	0.018				
N99	N99-N100	319,17	0,0159	5,059	2,825	52.4	2.53	1.17	26.63	0.020	790,29	2,83	820,41	30,12
	N99-N101	17,56	0,0159	0,278		95.20	7.68	1.08	11.41	0.018				
N101	N101-N102	64,31	0,0159	1,019	0,796	26.40	-0.51	0.93	38.79	0.023	790,50	0,80	820,21	29,71
	N101-N103	18,61	0,0159	0,295		77.8	6.38	1.34	21.60	0.018				
N103	N103-N104	67,2	0,0159	1,065	0,768	26.4	-0.53	0.97	42.09	0.023	790,67	0,77	819,81	29,14
	N103-N105	11,06	0,0159	0,175		77.80	5.08	1.07	14.15	0.019				
N105	N105-N106	314,86	0,0159	4,991	2,583	52.4	-2.49	1.16	26.03	0.020	790,85	2,58	819,65	28,80

Tableau 7: les nœuds d'extrémité de réseau 1

Noe	Trançon avon N	L (m)	Qs	Qr	Qn	CTN	Q (L/s)	CP (m)	P (mce)
N4	N3-N4	86,41	0,0159	1,370	0,685	788	0,69	818,20	30,20
N5	N3-N5	65,43	0,0159	1,037	0,519	792,3	0,52	819,27	26,97
N8	N7-N8	42,74	0,0159	0,677	0,339	792,7	0,34	816,62	23,92
N9	N7-N9	88,8	0,0159	1,407	0,704	788,5	0,7	815,29	26,79
N13	N12-N13	38,74	0,0159	0,614	0,307	790,89	0,31	818,03	27,14
N14	N12-N14	98,35	0,0159	1,559	0,779	789,1	0,78	815,79	26,69
N17	N16-N17	216,12	0,0159	3,426	1,713	791,63	1,71	817,46	25,83
N19	N18-N19	73,4	0,0159	1,163	0,582	791,41	0,58	816,42	25,01
N20	N18-N20	147,59	0,0159	2,339	1,170	791,39	1,17	817,15	25,76
N23	N22-N23	86,46	0,0159	1,370	0,685	792,03	0,69	811,41	19,38
N24	N22-N24	35,69	0,0159	0,566	0,283	792,1	0,28	816,73	24,63
N26	N25-N26	66,17	0,0159	1,049	0,524	792,07	0,52	815,69	23,62
N28	N27-N28	22,78	0,0159	0,361	0,181	792,24	0,18	817,93	25,69
N30	N29-N30	23,98	0,0159	0,380	0,190	792,15	0,19	816,97	24,82
N31	N29-N31	49,57	0,0159	0,786	0,393	792,31	0,39	817,1	24,79
N33	N32-N33	40,35	0,0159	0,640	0,320	789,79	0,32	820,28	30,5
N35	N34-N35	42,35	0,0159	0,671	0,336	790,33	0,36	819,96	29,63
N37	N36-N37	81,08	0,0159	1,285	0,643	790,84	0,64	817,7	26,86
N39	N38-N39	40,13	0,0159	0,636	0,318	790,9	0,32	816,9	26
N40	N38-N40	45,65	0,0159	0,724	0,362	791,63	0,36	816,61	24,98
N43	N42-N43	37,38	0,0159	0,592	0,296	791,13	0,3	818,41	27,28
N44	N42-N44	43,63	0,0159	0,692	0,346	791,18	0,25	818,5	27,32
N46	N45-N46	80,53	0,0159	1,276	0,638	791,06	0,64	815,06	23,99
N48	N47-N48	81,06	0,0159	1,285	0,642	771,73	0,64	813,43	41,7
N49	N47-N49	55,8	0,0159	0,884	0,442	791,92	0,44	817,68	25,76
N52	N51-N52	165,86	0,0159	2,629	1,314	790,96	1,31	817,81	26,85
N54	N53-N54	163,76	0,0159	2,596	1,298	791,4	1,3	817,65	26,25
N56	N55-N56	172,76	0,0159	2,738	1,369	791,51	1,37	816,7	25,19
N58	N57-N58	173,79	0,0159	2,755	1,377	791,27	1,38	816,41	25,14
N61	N60-N61	50,02	0,0159	0,793	0,396	791,7	0,4	820,29	28,59
N63	N62-N63	52,08	0,0159	0,825	0,413	791,16	0,41	818,32	27,16
N65	N64-N65	53,69	0,0159	0,851	0,425	791,57	0,42	818,13	26,56
N67	N66-N67	56,24	0,0159	0,891	0,446	791,14	0,45	814,47	23,33
N71	N70-N71	101,84	0,0159	1,614	0,807	785	0,81	816,42	31,42
N73	N72-N73	145,12	0,0159	2,300	1,150	783,93	1,15	816,04	32,11
N74	N72-N74	99,08	0,0159	1,570	0,785	787,22	0,79	815,93	28,71

N77	N76-N77	45,36	0,0159	0,719	0,359	790,7	0,36	813,18	22,48
N79	N78-N79	40,13	0,0159	0,636	0,318	790	0,32	810,71	20,71
N80	N78-N80	41,14	0,0159	0,652	0,326	788,58	0,33	810,66	22,08
N82	N81-N82	125,16	0,0159	1,984	0,992	787,2	0,99	812,87	25,67
N84	N83-N84	160,27	0,0159	2,540	1,270	788,55	1,27	814,62	26,07
N86	N85-N86	181,51	0,0159	2,877	1,438	791,64	1,44	811,08	19,44
N89	N88-N89	86,13	0,0159	1,365	0,683	789,98	0,68	808,32	18,34
N90	N88-N90	91,62	0,0159	1,452	0,726	792,41	0,73	807,22	14,81
N92	N91-N92	63,22	0,0159	1,002	0,501	789,93	0,5	818,51	28,58
N94	N93-N94	62,78	0,0159	0,995	0,498	791,02	0,5	818,47	27,45
N95	N93-N95	130,28	0,0159	2,065	1,032	788,9	1,03	814,51	25,61
N97	N96-N97	64,18	0,0159	1,017	0,509	791	0,51	818,02	27,02
N98	N96-N98	219,23	0,0159	3,475	1,737	789,49	1,74	811,52	22,03
N100	N99-N100	319,17	0,0159	5,059	2,529	788,45	2,53	811,91	23,46
N102	N101-N102	64,31	0,0159	1,019	0,510	790,9	0,51	817,71	26,81
N104	N103-N104	67,2	0,0159	1,065	0,533	790,5	0,53	817	26,5
N106	N105-N106	314,86	0,0159	4,991	2,495	788,77	2,49	811,45	22,68

**Réseau 2 :**

Les résultats de simulation par l'EPANET pour le réseau 02:

Tableau 8: Les nœuds d'intersections de réseau 2

Noe	Trançon avon N	L (m)	Qs	Qr	Qn	Φ (mm)	Q (l/s)	V (m/s)	ΔH (m)	I	CTN	Q (L/s)	CP (m)	P (mce)
Re	Re-T1	11,49	0,01061	0	0	273,6	55,35	0,94	2,58	0,016	791,79	55,35	816,29	24,5
T1	T1-T2	119,71	0,01061	1,270	0,695	33	0,63	0,74	19,63	0,023	790,3	0,69	816,26	25,96
	T1-T3	11,22	0,01061	0,119		273,6	54,02	0,92	5,23	0,033				
T3	T3-T4	323,65	0,01061	3,434	1,776	273,6	52,24	0,89	2,32	0,016	790,54	1,78	816,2	25,66
T4	T4-T5	68,51	0,01061	0,727	2,370	173,6	-21,39	0,9	4,07	0,017	788,95	2,37	815,45	26,5
	T4-T27	54,5	0,01061	0,578		173,6	28,48	1,2	6,92	0,016				
T5	T5-T6	12,81	0,01061	0,136	0,709	95,2	7,59	1,07	11,16	0,018	788,5	0,71	815,17	26,67
	T5-T15	52,31	0,01061	0,555		138,8	-13,09	0,86	4,87	0,018				
T6	T6-T7	131,42	0,01061	1,394	1,120	33	-0,7	0,81	23,33	0,023	788,3	1,12	815,03	26,73
	T6-T8	66,8	0,01061	0,709		77,8	5,78	1,22	17,97	0,019				
T8	T8-T9	69,64	0,01061	0,739	0,990	26,4	-0,37	0,67	21,3	0,024	788,6	0,99	813,82	25,22
	T8-T10	50,19	0,01061	0,533		77,8	4,42	0,93	10,94	0,019				
T10	T10-T11	72,06	0,01061	0,765	1,251	26,4	-0,38	0,7	22,71	0,024	788,3	1,25	813,27	24,97
	T10-T12	113,55	0,01061	1,205		52,4	2,79	1,29	31,9	0,02				
T12	T12-T13	58,46	0,01061	0,620	1,694	26,4	0,31	0,57	15,43	0,025	786	1,69	809,6	23,6
	T12-T14	147,24	0,01061	1,562		33	0,78	0,91	28,8	0,022				
T15	T15-T16	160,46	0,01061	1,702	1,327	33	-0,85	0,99	33,76	0,022	787,8	1,33	814,91	27,11
	T15-T17	37,33	0,01061	0,396		108,4	-10,91	1,18	11,59	0,018				
T17	T17-T18	158,73	0,01061	1,684	1,238	33	0,84	0,98	33,11	0,022	786,86	1,24	814,48	27,62
	T17-T19	37,33	0,01061	0,396		95,2	-8,83	1,24	14,75	0,018				
T19	T19-T20	156,27	0,01061	1,658	1,405	33	0,83	0,97	32,17	0,022	786,37	1,41	813,89	27,52
	T19-T21	68,36	0,01061	0,725		95,2	6,59	0,93	8,59	0,019				
T21	T21-T22	147,66	0,01061	1,567	1,681	33	0,78	0,92	28,94	0,022	784,3	1,68	813,3	29
	T21-T23	100,81	0,01061	1,070		62,4	4,13	1,35	59,93	0,04				
T23	T23-T24	128,93	0,01061	1,368	1,733	41,6	0,68	0,5	7,29	0,024	782,79	1,73	807,26	25,47
	T23-T25	96,95	0,01061	1,029		41,6	1,71	1,26	39,97	0,021				
T25	T25-T26	113,42	0,01061	1,203	1,112	33	-0,6	0,7	17,78	0,023	776,72	1,11	803,38	26,66
T27	T27-T28	94,44	0,01061	1,002	0,915	33	0,5	0,59	12,66	0,024	784,22	0,91	815,07	30,85
	T27-T29	23,52	0,01061	0,250		173,6	27,07	1,14	6,29	0,016				
T29	T29-T30	114,69	0,01061	1,217	0,962	33	0,61	0,71	18,11	0,023	780,89	0,96	814,93	34,04
	T29-T31	43,46	0,01061	0,461		173,6	25,5	1,08	5,63	0,017				
T31	T31-T32	40,7	0,01061	0,432	1,650	19,4	0,22	0,73	35,44	0,025	770,8	1,65	814,68	36,88
	T31-T33	226,85	0,01061	2,407		173,6	23,63	1	4,89	0,017				
T33	T33-T34	150,57	0,01061	1,598	2,219	77,8	4,76	1	12,53	0,019	771,4	2,22	813,57	42,17
	T33-T39	40,86	0,01061	0,434		138,8	16,66	1,1	7,61	0,017				
T34	T34-T35	91,53	0,01061	0,971	1,559	33	-0,49	0,57	11,96	0,024	768,69	1,56	811,68	42,99
	T34-T36	51,8	0,01061	0,550		52,4	2,71	1,26	30,33	0,02				
T36	T36-T37	106,53	0,01061	1,130	1,492	33	0,56	0,66	15,81	0,023	768,9	1,49	810,11	41,21
	T36-T38	123	0,01061	1,305		33	0,65	0,76	20,68	0,023				
T39	T39-T40	105,47	0,01061	1,119	0,924	33	0,56	0,65	15,56	0,024	771,2	0,92	813,26	42,06
	T39-T41	27,76	0,01061	0,295		138,8	15,7	1	6,41	0,017				
T41	T41-T42	172,94	0,01061	1,835	1,141	52,4	2,66	1,24	29,41	0,02	770,98	1,14	813,08	42,1
	T41-T45	14,45	0,01061	0,153		108,4	11,37	1,23	12,51	0,018				
T42	T42-T43	96,69	0,01061	1,026	1,791	33	0,51	0,6	13,22	0,024	778,96	1,79	808	29,04
	T42-T44	68,06	0,01061	0,722		26,4	0,36	0,66	20,45	0,024				
T45	T45-T52	18,78	0,01061	0,199	1,142	77,8	4,52	0,95	11,42	0,019	770,96	1,04	812,9	41,94
	T45-T46	37,83	0,01061	0,401		52,4	2,75	1,27	31,12	0,02				
	T45-T49	144,21	0,01061	1,530		62,4	3,05	1	16,16	0,02				
T46	T46-T47	179,93	0,01061	1,909	1,474	33	0,96	1,12	41,8	0,022	773,3	1,48	811,72	38,42
	T46-T48	60,01	0,01061	0,637		26,4	0,32	0,58	16,17	0,025				

T49	T49-T50	93,27	0,01061	0,990	1,909	33	0,5	0,58	12,38	0,024	768,4	1,91	810,57	42,17
	T49-T51	122,45	0,01061	1,299		33	0,65	0,76	20,5	0,023				
T52	T52-T53	234,76	0,01061	2,491	1,919	62,4	-1,25	0,41	3,07	0,023	770,86	1,92	812,69	41,83
	T52-T54	108,16	0,01061	1,148		41,6	1,36	1	25,97	0,021				
T54	T54-T55	73,86	0,01061	0,784	0,966	26,4	0,39	0,72	23,83	0,024	770,09	0,97	809,88	39,79

**Tableau 9:** les nœuds d'extrémité de réseau 2

Noe Extr	Trançon avon N	Longueur	Qs	Qr	Qn	CTN (m)	Φ (mm)	CP (m)	P (mce)
T7	T6-T7	131,42	0,01061	1,394	0,697	788	0,7	811,96	23,96
T9	T8-T9	69,64	0,01061	0,739	0,369	788,7	0,37	812,34	23,64
T13	T12-T13	58,46	0,01061	0,620	0,310	785,63	0,31	808,69	23,06
T14	T12-T14	147,24	0,01061	1,562	0,781	787	0,78	805,35	18,35
T16	T15-T16	160,46	0,01061	1,702	0,851	784,75	0,85	809,49	24,74
T18	T17-T19	158,73	0,01061	1,684	0,842	785,76	0,84	809,22	23,46
T20	T19-T20	156,27	0,01061	1,658	0,829	785,8	0,83	808,86	23,06
T22	T21-T22	147,66	0,01061	1,567	0,783	783	0,78	809,02	26,02
T26	T25-T26	113,42	0,01061	1,203	0,602	773,04	0,6	801,37	28,33
T28	T27-T28	94,44	0,01061	1,002	0,501	784,95	0,5	813,88	28,93
T32	T31-T32	40,7	0,01061	0,432	0,216	777,8	0,22	813,24	35,44
T35	T34-T35	91,53	0,01061	0,971	0,486	769,27	0,49	810,59	41,32
T37	T36-T37	106,53	0,01061	1,130	0,565	769,61	0,56	808,43	38,82
T38	T36-T38	123	0,01061	1,305	0,653	770,3	0,65	807,57	37,27
T40	T39-T40	105,47	0,01061	1,119	0,560	773,72	0,56	811,62	37,9
T43	T42-T43	96,69	0,01061	1,026	0,513	784,43	0,51	806,73	22,3
T47	T46-T47	179,93	0,01061	1,909	0,955	781,68	0,96	804,2	22,52
T48	T46-T48	60,01	0,01061	0,637	0,318	772,64	0,32	810,75	38,11
T50	T49-50	93,27	0,01061	0,990	0,495	769	0,5	809,42	40,42
T51	T49-T51	122,45	0,01061	1,299	0,650	768,52	0,65	808,06	39,54
T53	T52-T53	234,76	0,01061	2,491	1,245	768,9	1,25	811,97	43,07
T55	T54-T55	73,86	0,01061	0,784	0,392	773,51	0,39	808,12	34,61

**Conclusion :**

A travers ce chapitre, nous avons dimensionné le réseau de distribution comparativement au réseau existant en utilisant le logiciel EPANET. La simulation du réseau à travers ce logiciel, nous a permis de dégager les différents diamètres susceptibles d'assurer un bon fonctionnement du réseau ; en assurant une pression minimale de **14.81 m.c.e** au niveau de tous les nœuds, et en restant dans un intervalle **[1.5 – 4.5 ] bar** à cause de la forte consommation. Pour les vitesses, nous avons obtenu des valeurs qui se situent entre la marge de **0.5 à 1.5 m/s** « pendant l'heure de pointe » et cela pour éviter : l'accumulation des dépôts solides, l'érosion des conduites et l'effet de régime transitoire. En fin il faut savoir que les diamètres utilisés pour notre réseau varient entre **25 mm à 500 mm** .

**CHAPITRE VI :**  
Réalisation d'un  
projet d'AEP

**VI- Introduction :**

Après avoir présenté les problèmes faisant obstacle à une bonne alimentation en eau potable de CENTRE BOUKARRANA, il s'avère nécessaire d'améliorer les conditions de distribution qui consistent la réhabilitation du système d'alimentation

**VI-1- Maturation d'un projet d'AEP:**

Les décisions pour la réalisation d'un projet d'AEP ne sont pas une simple coïncidence, avec les problèmes relatés par la population et la société, mais plus tôt ces décisions murissent après plusieurs causes :<sup>[11]</sup>

- ✓ Selon les diverses projections faites sur les instruments de travail, appelés plans directeur d'aménagement et de l'urbanisme (PDAU) et plan d'occupation du sol (POS).
- ✓ Sur la demande des autorités locales qui veillent sur les diverses difficultés du citoyen, du secteur public et de l'industrie en cette denrée vitale qu'est l'eau.
- ✓ Après requête de citoyen relatant un manque flagrant en eau potable Ou en absence totale de réseau d'AEP.

Les diverses requêtes et soucis des autorités sont transmises à la DHW pour individualisation des projets de réalisation aux fins d'une alimentation en eau potable.

La DHW aura établi dans ce sens une fiche technique d'inscription des projets soit d'étude soit de réalisation.<sup>[11]</sup>

Les fiches techniques, seront transmises à leur tour au ministère des ressources en eau et à la wilaya afin de prendre toutes les dispositions administratives et financières permettant l'inscription de ces projets.

L'opération ne peut devenir mure qu'après enquête de la part du ministère de tutelle et des services de la wilaya et ceci bien avant la remise d'arbitrage.

Le jour d'arbitrage sera programmé au niveau du ministère des finances, en présence des services de la direction de la planification et de l'aménagement de territoire, des services de la direction de l'hydraulique, des services de la wilaya et les services du ministère des ressources en eau.

A la lumière de cette réunion un certain nombre de projet seront dégagés sous forme d'opération et ceci par priorité. L'enveloppe financière de chaque projet est arrêtée compte tenu de la fiche technique transmise auparavant dans le cadre du plan de développement.<sup>[11]</sup>

Les suites à cette réunion seront sanctionnés par l'accord de ces projets transmis par le ministère à la DHW de la wilaya, sous forme d'intitulée d'opération et d'enveloppe financière arrêtée en commun accord lors de la réunion d'arbitrage

Il sera ensuite établi au niveau de la DHW des fiches techniques afférentes aux projets retenues et ceci pour la 2<sup>ème</sup> fois et qui vont permettre l'inscription définitive de ces opérations. Ces fiches seront transmises à la DPAT.

Des décisions d'inscription signés par le wali de la wilaya constituent pour les services de l'hydraulique les actes de naissances de telle ou telle opérations elles comportent : l'intitulée de l'opération, le numéro de l'opération et le cout de

l'investissement ventile sous forme de rubrique tel que étude, bâtiment, travaux publics et équipements indemnisation et appel d'offre. <sup>[11]</sup>

L'opération ensuite prend effet actif par l'élaboration de cahier de charge avant toute activité par l'administration en 12 exemplaires et il comprend :

- la lettre de soumission.
- la déclaration à souscrire.
- le cahier des prescriptions spatiales.
- le cahier des prescriptions techniques.
- e bordereau des prix unitaires.
- le devis quantitatif et estimatif.
- le planning des travaux.

**VI-1-1- Lettre de soumission :**

Établie en conformité des dispositions de l'article 51 du décret présidentiel n° 10.236 du 07 octobre 2010 portant réglementation des marchés publics<sup>[11]</sup>.

**VI-1-2- Déclaration à souscrire :**

Établie en conformité des dispositions de l'article 51 du décret présidentiel n° 10.236 du 07 octobre 2010 portant réglementation des marchés public. <sup>[11]</sup>

**VI-1-3- Cahier des prescriptions spéciales :**

Il est composé de plusieurs articles permettant la prise de charge administrative du projet et ceci conformément à la réglementation en rigueur.ces articles sont énumérés ci-après : <sup>[11]</sup>

- objet du marché.
- mode de passation.
- pièces contractuelles.
- délai de garantie.
- cas des forces majeures.
- nantissement.
- actualisation du marché ou de la convention.
- révision des prix.
- mise en vigueur du marché.
- banque domiciliaire.
- rendez-vous sur chantier.
- critères généraux pour l'exécution des travaux.
- intérêts sur retard de paiement.
- responsabilité civile.
- règlements appliqué au marché ou à la convention.

**VI-1-4-cahier des prescriptions techniques :**

Il présente l'organisation du chantier, les prestations techniques à exécuter, les essais de contrôle, les essais de mise en service, et la remise des lieux à l'état initial, sous forme d'articles réglementent techniquement aussi la réalisation d'un projet. L'élaboration de ce chantier est faite administrativement et techniquement et conformément à la réglementation en vigueur tel que le décret présidentiel n°02-250 du 24/07 /2002 portant réglementation des marchés de l'opérateur public modifié est complété par les décrets présidentiel 03/301 du 11/09/2003 et 08/338 du 26/10/2008<sup>[11]</sup>

**VI-1-5- Bordereau des prix unitaires :**

Il représente la définition du prix des travaux à l'unité en hors taxes et un descriptif des travaux à fournir. <sup>[11]</sup>

**VI-1-6- le devis quantitatif et estimatif :**

Il représente l'estimation du projet du point de vue quantité et du point de vue financière, en toutes taxes comprises depuis l'installation du chantier jusqu'à la dernière présentation à réaliser avant réception du projet. <sup>[11]</sup>

**VI-1-7- planning des travaux :**

La planification et la coordination sont en général assurées à l'aide d'un <<planning à barres>>, dit aussi <<planning Gantt>> c'est un planning à grosses mailles. Il est conçu de la manière suivante :<sup>[11]</sup>

A gauche et verticalement, de haut en bas ou inversement, on inscrit la désignation des phases de travaux dans l'ordre technique de leur déroulement traditionnel. En face de chaque tâche est horizontalement, on dessine un trait ou un rectangle, dont la longueur et proportionnelle à la durée de l'intervention selon une échelle de temps convenue. <sup>[11]</sup>

Les plannings Gantt sont d'une utilité contestable, pour les entreprises et d'un faible secours pour la direction du chantier. Dès l'avancement des travaux ne doit presque plus rien au planning, remplacé par la bonne volonté de tous et souvent l'improvisation résultant des dernières données du moment.

Ces plannings permettent d'effectuer un pointage à un moment donné, mais n'autorisent pas à envisager des modifications en appréciant toutes les conséquences sur les différents corps d'état .ils se révèlent de ce fait peu opérationnels. <sup>[11]</sup>

es plannings peuvent même être conçus comme document de contrôle de l'avancement : pochage des lignes d'activités au jour le jour, indication dans les cases réservées à cet effet du nombre réel d'hommes utilisées ou d'heures travaillées. <sup>[11]</sup>

**VI-2- Elaboration du marché ou du contrat de réalisation :****VI-2-1- Mode de passation des marchés publics :**

En application des dispositions, les marchés publics sont passés selon la procédure d'appel d'offres qui constitue la règle générale ou la procédure de gré à grés. <sup>[12]</sup>

**VI-2-1-1 L'appel d'offre :**

L'appel d'offre est la procédure visant à obtenir les offres de plusieurs soumissionnaires entrant en concurrence et à attribuer le marché au soumissionnaire présentant les offres jugées les plus favorables. <sup>[12]</sup>

L'appel d'offre peut-être national et/ou international, il peut se faire sous l'une des formes suivantes :

- l'appel d'offre ouvert.
- l'appel d'offre restreint.
- la consultation sélective.
- l'adjudication.
- le concoure.

L'avis d'appel d'offre est rédigé en langue nationale, et au moins dans une langue étrangère. Il est publié obligatoirement dans le bulletin officiel des marchés de l'opération public(BOMOP) et au moins dans deux quotidiens nationaux. <sup>[12]</sup>

L'avis d'appel d'offre doit comporter les montions obligatoires suivantes :

- la raison sociale et l'adresse du service contractant.
- le mode d'appel d'offre (ouvert ou restreint national et/ou international)
- L'adjudication ou le cas échéant le concoure.
- l'objet de l'opération.
- les pièces exigées des candidats par le service contractant.
- La date et le lieu de dépôt des offres.
- l'obligation de caution, s'il y a lieu.
- la présentation sous double plis cacheté avec mention "a ne pas ouvrir" et
- Les références de l'appel d'offre.
- le prix de la documentation, "le cas échéant".

La date de dépôt des offres est fixée en fonction d'éléments tels que la complexité de l'objet du marché projeté et le temps normalement nécessaire pour la présentation des offres et l'acheminement des soumissions. <sup>[12]</sup>

En tous états de cause, la date fixée doit permettre à la concurrence, la plus large possible, de jouer pleinement. <sup>[12]</sup>

**VI-2-1-2- La commission d'ouverture des plis :**

L'ouverture est faite en séance publique, des plis techniques et financiers, en présence de l'ensemble des soumissionnaires, préalablement informés, intervient à la date limite de dépôt des offres prévue. <sup>[12]</sup>

Les résultats de l'évaluation des offres techniques et financières sont communiqués par avis d'attribution provisoire du marché sur les mêmes journaux ayant annoncé l'appel d'offre. <sup>[12]</sup>

- la commission d'ouverture des plis a pour mission :
- de constater la régularité de l'enregistrement des offres sur un registre.
- de dresser la liste des soumissionnaires dans l'ordre d'arrivée, avec l'indication du contenu et des montants des propositions.
- de dresser une description détaillée des pièces constitutives de chaque offre.
- de dresser une séance tenante le procès-verbal signé par tous les membres présents de la commission, qui doit contenir les réserves éventuelles formulées par les membres de la commission.

**VI-2-1-3- La commission d'évaluation des offres :**

La qualité des membres de la commission d'évaluation des offres, est incompatible avec celle des membres de la commission d'ouverture des plis.

Cette commission élimine les offres non conformes à l'objet du marché et au contenu des cahiers de charge. <sup>[12]</sup>

Elle procède à l'analyse des offres restantes en deux phases sur la base de critères et de la méthodologie prévue dans le cahier des charges.

Elle établit dans une première phase, le classement technique des offres et élimine les offres qui n'ont pas obtenu la note minimale prévue au cahier des charges.

Les offres financières des soumissionnaires pré-qualifiés, seront dans une deuxième phase, examinées pour retenir conformément au cahier des charges soit l'offre la moins-disant, lorsque il s'agit de prestations courantes, soit l'offre économiquement la plus avantageuse, lorsqu'il s'agit de prestations techniquement complexes. <sup>[12]</sup>

**VI-2-1-4- Avis d'attribution provisoire du marché :**

L'avis d'attribution provisoire du marché est inséré dans les organes qui ont assuré la publication de l'avis d'appel d'offre, en précisant le prix, les délais de réalisation et tous les éléments qui ont permis le choix de l'attributaire du marché. <sup>[12]</sup>

Le soumissionnaire qui conteste le choix opéré par le service contractant dans le cadre d'un avis d'appel d'offre, peut introduire un recours dans les dix(10) jours à compter de la publication de l'avis d'attribution provisoire du marché, auprès de la commission des marchés compétente. <sup>[12]</sup>

## **CHAPITRE VI: Etapes pour la réalisation d'un projet d'AEP**

---

Une fois le délai passé sans qu'il y est recours de la part d'un des soumissionnaires, le projet sera considéré attribuer, définitivement à son détenteur provisoire. <sup>[12]</sup>

A partir de cette date, l'administration aura à établir les marchés afférents au projet au nom de l'entreprise retenue par la commission de jugement des offres.

Elle aura ensuite à transmettre ce marché à la commission des marchés de la wilaya pour approbation. <sup>[12]</sup>

### **VI-2-2- Elaboration de l'ordre de service :**

Après approbation du marché par le comité de wilaya et après levée de la réserve émise par ce contrôle externe, ce marché est engagé auprès du contrôleur financier de la wilaya chargé des paiements. Puis l'entrepreneur est avisé du démarrage des travaux par l'établissement d'une pièce administrative appelée "ordre de service de démarrage des travaux"<sup>[12]</sup>

L'entrepreneur est tenu d'exécuter les ordres et les consignes qui lui seront communiquées par le responsable du projet et régulariser toutes les anomalies qui seront constatées le long des travaux. <sup>[12]</sup>

### **VI-3- Organisation du chantier :**

Le début de l'ordre d'exécution (mise en œuvre de l'O.D.S) se matérialise par l'installation du chantier.

L'entrepreneur effectuera toutes les démarches et assurera tous les travaux pour l'alimentation en eau du chantier, l'installation des WC provisoire, la vidange et la désinfection périodique de ces installations, la clôture provisoire, l'éclairage et le gardiennage ainsi que l'enlèvement de tous les déchets. <sup>[12]</sup>

#### **VI-3-1-Les étapes des travaux sur chantier :**

Les étapes des différents travaux au niveau des chantiers pour la réalisation d'un réseau d'AEP sont : <sup>[12]</sup>

- implantation du tracé des tranchées sur terrain.
- excavation des tranchées.
- pose des conduites.
- Essai des canalisations.

#### **VI-3-2- Implantation du tracé des tranchées sur terrain :**

##### **VI-3-2-1- Travaux préliminaires :**

Avant de commencer le chantier de pose il faut :

- faire sur le terrain le tracé et le profil en long des canalisations
- reporter la position de tous les ouvrages enterrés existants tel que réseau d'assainissement, câbles électroniques et PTT, canalisation de gaz.

Pour un repérage précis on peut exécuter des sondages de reconnaissances, perpendiculairement aux tracés des canalisations indiqués sur les plans du projet.

**VI-3-2-2- Nivellement :**

Le nivellement est la mesure des différences d'altitudes entre deux ou plusieurs points situés sur une pente uniforme. Le nivellement a pour but de définir le relief d'un terrain en fixant l'altitude d'un certain nombre de points. Toutes les cotes sont données par rapport à un niveau de base, appelé plan de comparaison. Lorsque le terrain présente des obstacles, on procède au nivellement par cheminement et par un simple calcul, on détermine la hauteur de chaque point ainsi que la profondeur de la tranchée en ce point. <sup>[12]</sup>

**VI-3-3- Excavation des tranchées :**

Lorsque la tranchée doit être sur un voie de circulation il est conseillé de découper la chaussée au moyen d'un scie au d'un marteau piqueur afin de ne pas dégrader les partie voisines et de ne pas déposer le déblai près de la fouille. <sup>[12]</sup>

Le terrassement est ensuite réalisé dans les terrains meubles avec les engins classique tels que pelle mécanique à pneus au à chenilles pour les travaux compagne, il est conseillé de mener le terrassement de l'aval vers l'amont, cette position permet une auto évacuation d'eau du fond de fouille. <sup>[12]</sup>

Le fond de la fouille doit présenter une sur largeur de part et d'autre de 0.3m .Aux droit des joints il peut être nécessaire de pratiquer au fond de la tranchée des niches.

En général la profondeur de tranchée est telle que l'épaisseur du remblai au-dessus de la génératrice supérieure des conduites soit de l'ordre de 0.80 à 1,00 m

**VI-3-3-1- confection du lit de pose :**

Le lit de pose a pour fonction première d'assurer une répartition uniforme des charge sur la zone d'appui soit:

- des actions de l'effet latéral des terres.
- des transmissions continues des charges sur le tuyau.
- des actions ponctuelles résultant de présence de corps dur à sa périphérie.

En général l'épaisseur du lit de pose en sable est de 0.1 m au-dessous de la génératrice inférieure du tuyau.

**VI-3-3-2- La profondeur (Htr):**

La profondeur de la tranchée dépend du diamètre de la conduite .Elle est donnée par la relation suivante :

$$H_{tr} = D + h + h_1$$

Htr : profondeur de la tranchée (m).

D : diamètre de la conduite (m).

## CHAPITRE VI: Etapes pour la réalisation d'un projet d'AEP

$h$  : hauteur de la génératrice supérieure de la conduite à la surface du sol.

En générale entre 0.8m a 1m

$h_1$  épaisseur du lit de pose  $h_1 = 0,1$  m.

### VI-3-3-3- Largeur de la tranchée :

Le largeur de la tranchée sera calculée en fonction du diamètre de la conduite on laisse 30 cm d'espace de chaque côté de la conduite.

$$b = D + 0,6 \text{ m.}$$

$b$  : largeur de la tranchée (m).

$D$  : Diamètre de la conduite (m).

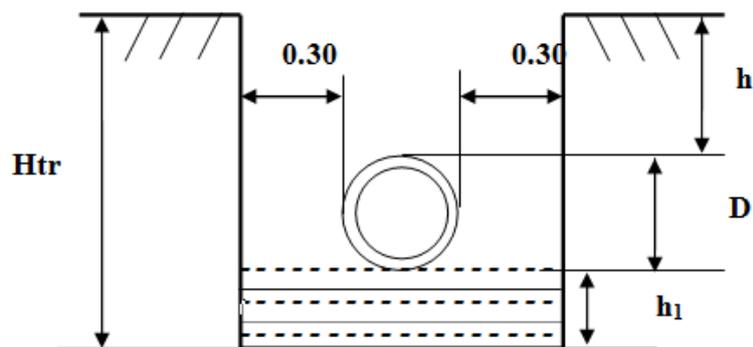


Figure 1: schéma pose de la canalisation

### VI-3-3-4-Talutage :

Rarement employé au milieu urbain en raison des surfaces nécessaires, il consiste à donner aux parois une inclinaison appelée << angle de talutage >> qui doit être voisin de l'angle de frottement inférieur du terrain. Cet angle varie avec la nature des terrains rencontrés.

Tableau 1 : angle de frottement selon la nature du terrain.

Nature de terrain	angle de frottement en terrain sec
Rocher dur	80 à 90
Rocher tendue	55
Débris rocheux	45
Terre végétal	45
Mélange sable et argile	45
Argile, marne	40
Gravier	35
Sable fin	30

**VI-3-3-5- Remblayage des tranchées :**

Le remblayage des tranchées comporte en général deux phases principales :<sup>[15]</sup>

- A. remblai d'enrobage.
- B. remblai supérieur.

**A) Remblai d'enrobage :**

L'enrobage est une opération délicate pour la stabilité du tuyau elle assure son calage et la transmission régulière de l'effet latéral des terres, il comprend :<sup>[15]</sup>

- le lit de pose.
- l'assise.
- le remblai de protection.

**le lit de pose :**

Le lit de pose a pour fonction première d'assurer une répartition uniforme des charges sur les zones d'appui et qui sont :<sup>[15]</sup>

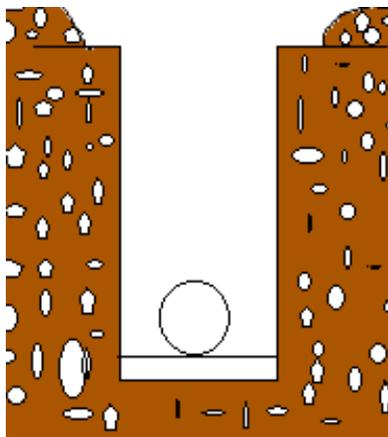
- Des actions de l'effet latéral des terres.
- Des transmissions continues des charges sur le tuyau.
- Des actions ponctuelles résultant de présence de corps durs à sa périphérie.

Le fond des tranchées est dressé soigneusement aux cotes prévues au projet, et compacté si nécessaire.<sup>[15]</sup>

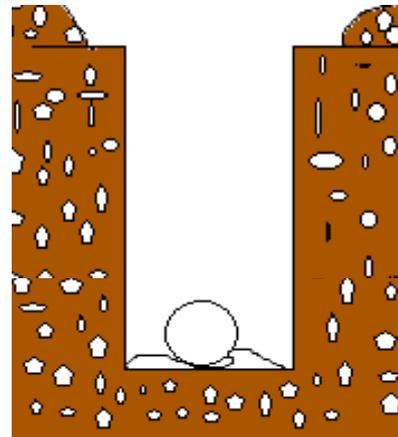
Il convient de mettre soigneusement le niveau du fond de fouille et de le dégager de tous objets tranchants, arrêtes et pierres.

Si ce n'est possible, il convient d'importer des matériaux appropriés et de les déposer en un lit de 0.1m d'épaisseur minimum.<sup>[15]</sup>

Le lit de pose a une hauteur minimale de 10 cm. On peut trouver des matériaux convenables pour le lit de pose de l'enrobage en sélectionnant les déblais naturels.



**Figure 2: Lit correct**



**Figure 3: Lit incorrect**

- **Pose des canalisations :**

Les tuyaux sont ensuite descendus soigneusement dans la tranchée par des dispositifs de levage tel que pelle mécanique, grue. <sup>[15]</sup>

Avant la descente des conduites en fouille, on procède à un triage des conduites de façon à écarter celle qui sont subies un choc et aussi pour les débarrasser de tous corps étranger. Les conduites seront par la suite posées lentement à l'aide d'une pose tube dans le fond de fouille. Cette pose s'effectuera par tronçon successif. Au cours de la pose on vérifie régulièrement l'alignement des tuyaux. Pour opérer correctement on utilise des niveaux. <sup>[15]</sup>



**Figure 4:** Pose des canalisations

A chaque arrêt de la pose, on bouche les extrémités du tronçon de la conduite.

- **Essai des canalisations :**

- **Préparation de l'essai :**

Le matériel d'épreuve devra être installé dans la mesure du possible au point le plus bas du profil de la conduite afin de faciliter l'expulsion de l'air lors du remplissage de la conduite. <sup>[15]</sup>

Les longueurs des tronçons à éprouver dépendent du diamètre de la conduite et des conditions de chantier. Pour les conditions de grande dimension, les épreuves se feront par section de 500 m de longueur au maximum. La longueur optimale pour les essais devra se situer de préférence entre 300 et 500 mètres. Avant de remplir la conduite, il convient de s'assurer que tous les robinets d'arrêt et tous les systèmes de purge d'air sont ouverts. <sup>[15]</sup>

L'eau utilisée pour les épreuves doit être de préférence de l'eau potable. A défaut, on utilisera une eau qui ne soit pas susceptible d'apporter une contamination à l'eau potable qui sera ultérieurement véhiculée par conduite. <sup>[15]</sup>

- **Mise en eau :**

La mise en eau de la conduite est réalisée à l'aide d'un dispositif de raccordement provisoire ; elle est effectuée progressivement.

Remplir la canalisation en laissant la purge amont ouverte pour laisser l'air sortir entièrement de la canalisation.

Dans l'essai la canalisation remplie au moins pendant 1 heure avant le déroulement de l'essai, afin de la stabiliser complètement. <sup>[15]</sup>

Ne pas dépasser la pression d'essai.

Les poches d'air résiduelle se dissolvent dans l'eau de façon réversible pendant l'épreuve et provoquent une chute de la pression.

#### - Mise en pression :

Après une mise en pression préalable de 5 minutes faite à la pression d'épreuve, il est procédé à l'ouverture des purges disposées à l'autre extrémité du tronçon d'essai par rapport au manomètre, afin de vérifier qu'il n'existe aucun obstacle (robinet vanne fermé) à la montée en pression sur la totalité du tronçon éprouvé. <sup>[15]</sup>

La pression est rétablie par la suite à la pression d'épreuve, toutes précautions étant prises pour éviter les coups de bélier. Pour cela, le réseau sera rempli lentement. <sup>[15]</sup>

#### - Exécution de l'essai :

Les épreuves sont réalisées comme suit :

Appliquer une pression d'épreuve (STP) égale à la pression maximale de calcul (MDP) de la maintenir 30 minutes en pompant pour l'ajuster.

Ramener la pression à 3 bars à l'aide de purge, fermer la vanne pour isoler le tronçon à essayer.

Enregistrer ou noter les valeurs de pression aux différents temps.

#### a) l'assise :

Au-dessus du lit de pose et jusqu'à la hauteur de l'axe de la canalisation, le matériau de remblai est poussé sous les flancs de la canalisation et compacté de façon à éviter tout mouvement de celle-ci et lui constituer l'assise prévue.

L'ensemble de lit de pose et de l'assise constituent l'appui.

#### b) remblai de protection :

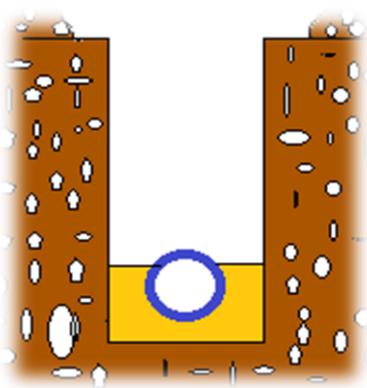


Figure 5: Appui correct

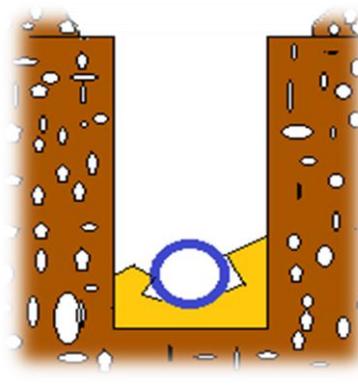


Figure 6: Appui incorrect

Au-dessus de l'assise, le remblai et son compactage sont poursuivis par couches successives, symétriquement puis uniformément jusqu'à obtenir une couverture du tube et des assemblages d'au moins 10 cm. Un remblayage de qualité est nécessaire pour assurer d'une part, la transmission régulière des charges agissant sur la canalisation, et d'autre part sa protection contre tout dégât lors de l'exécution du remblai supérieur.

### c) -Remblai supérieur :

L'exécution du remblai supérieur peut comporter la réutilisation des déblais d'extraction de la fouille, si le maître de l'ouvrage l'autorise. <sup>[15]</sup>

Ceux-ci seront toutefois expurgés des éléments de dimension supérieure à 10 cm, des débris végétaux et animaux, des vestiges de maçonnerie, tous éléments pouvant porter atteinte à la canalisation. <sup>[15]</sup>

Le compactage doit être particulièrement soigné dans la zone de remblai constituant l'enrobage de la canalisation. Afin d'obtenir la densité voulue du matériau d'enrobage, les méthodes suivantes sont recommandées : damage, utilisation de plaques vibrante ou de rouleaux.

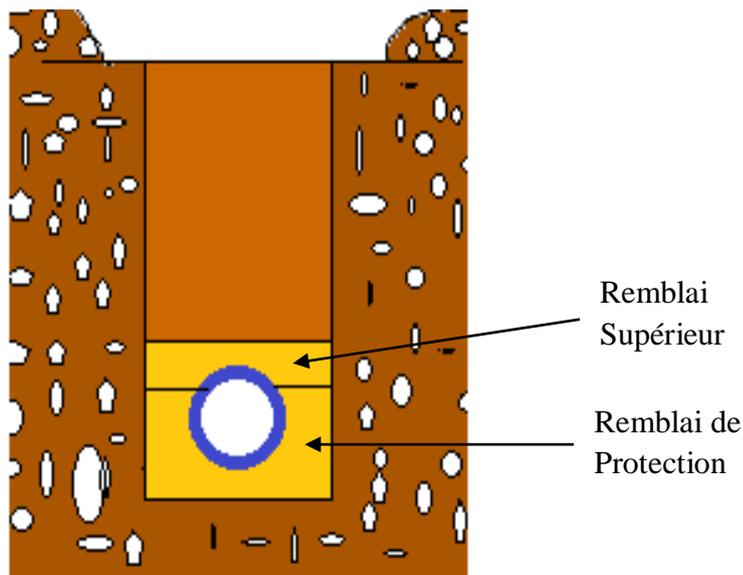


Figure 7: Le Remblai Supérieur et le Remblai de Protection

### VI-4- Contrôle des travaux par le chef de projet chargé de suivi de Réalisation :

Au démarrage des travaux, il est désigné un agent ayant le grade de technicien ou ingénieur selon la complexité des travaux de suivre leur réalisation durant le délai réservé à leur exécution. Cet agent représente le maître de l'ouvrage lors des réunions afférentes au projet. Par ailleurs ce chargé du suivi et appelée aussi chef de projet représentant de l'administration dans le suivi technique et administrative jusqu'à la clôture du projet. <sup>[16]</sup>

**VI-5-Elaboration des attachements :**

L'entrepreneur est tenu d'établir des attachements mensuels des travaux réalisés, tous le 25 du mois et en présence du maitre de l'ouvrage. L'attachement des travaux sera établi conformément au contrat et à la réglementation en vigueur. Un délai de 10 jours sera donné à l'entrepreneur pour signer l'attachement. Passé ce délai, l'attachement sera considéré accepté sans réserves. <sup>[16]</sup>

**VI-6- Elaboration des situations des travaux :**

La régularisation financière des travaux objet du marché représenté par le devis descriptif, sera faite par paiement bancaire et elle se fera sur la base de l'avancement des travaux. La situation des travaux sera présentée par l'entrepreneur et sera vérifiée par le chargé du suivi du projet. Le maitre de l'ouvrage approuvera en dernier lieu cette situation. <sup>[16]</sup>

L'entrepreneur est tenu de présenter mensuellement les situations des travaux réalisés, en 12 exemplaires et qui seront déposées au niveau de l'administration le 15 du mois comme délai maximum. <sup>[16]</sup>

L'entrepreneur jouit d'un délai de 10 jours pour contrôler et vérifier l'exactitude de la situation par rapport au devis contractuel. <sup>[16]</sup>

Le contrôleur financier jouit d'un délai de 20 jours pour vérifier, et contrôler convenablement la situation des travaux qui sera transmise après avoir vérifié sa conformité et informer le maitre de l'ouvrage chargé d'informer l'entrepreneur. <sup>[16]</sup>

**VI-7- Elaboration des PV de réception :****VI-7-1- Réception provisoire :**

La réception provisoire des travaux ne peut être annoncée qu'après contrôle de l'exécution totale des travaux du projet en question et avoir constaté la conformité vis-à-vis de l'étude sans anomalies préalables. <sup>[17]</sup>

Lors des premières visites du chantier, des réserves peuvent être émises à l'entreprise réalisatrice du projet. Par ailleurs la réception provisoire de ces travaux ne peut être annoncée qu'après contrôle et constatation de l'exécution totale des travaux conformément à l'étude sans aucune anomalie préalable ; les réserves principales émises auparavant doivent être levées avant l'annonce de cette réception. <sup>[17]</sup>

L'entrepreneur doit demander la réception provisoire pour son propre compte et au moyen d'un courrier recommandé avec accusé de réception, une fois les travaux sont achevés ;

L'administration doit fixer dans délai de 10 jours, la date de la réception ne dépasser pas les 20 jours après réception de la demande de l'entrepreneur. <sup>[17]</sup>

En cas de non réception du maitre de l'ouvrage (administration dans les délais cités plus haut sauf en cas de refus ; la réception est considéré acquise en profit de

l'entrepreneur. Le procès-verbal de réception provisoire doit être signé par toutes les parties engagées dans le projet. <sup>[17]</sup>

**VI-7-2- Réception définitive :**

La réception définitive est annoncée dans les conditions que la réception provisoire et ceci après achèvement du délai de garantie stipulé dans le contrat et après levé des réserves mentionnées lors de la réception provisoire. <sup>[17]</sup>

Lors du délai de garantie qui est fixe à 12 mois, l'entrepreneur reste responsable envers les travaux réalisés dans le cadre de son projet, et doit veiller sur leur protection et la réfection des anomalies qui peuvent surgir. <sup>[17]</sup>

**VI-7-3- Elaboration du décompte générale définitif :**

Après 30 jours de l'élaboration du PV de réception provisoire du projet, il sera présenté un projet de décompte général et définitif de tous les paiements reçus conformes à tous les travaux de réalisation accompagné de toutes les pièces nécessaires pour vérifier son exactitude. <sup>[17]</sup>

L'entrepreneur sera convoqué pour signer le D.G.D approuvé par l'administration, dans un délai ne dépassant pas les 30 jours. Toutes les redevances de l'entrepreneur seront régularisées dans un délai de 60 jours après la date de signature du D.G.D. <sup>[17]</sup>

**Conclusion :**

Exécution d'un projet d'alimentation en eau potable .passe par plusieurs étapes ,élaboration de la fiche technique d'inscription, à l'appel d'offre au marché ,et cela nécessite des moyens humains, financiers et matériels, et des dispositions réglementaires, technique, d'hygiène et de sécurité à suivre et à mettre en place .

**CHAPITRE VII :**  
Gestion de  
Système d'AEP

**VII- Introduction :**

Une eau potable ; saine est la responsabilité de chacun ; la gestion appropriée des approvisionnements en eau potable, de la source d'eau au robinet du consommateur ; exige beaucoup de connaissances et de coordination de l'apport des divers intervenants, qu'il s'agisse des gouvernements, des entreprises et des personnes qui s'ajoutent à des compétences de spécialistes.

La mise en œuvre d'une gestion technique efficace des installations de protection et de distribution d'eau est un enjeu majeur pour l'APC, elle passe par la recherche d'une adéquation permanente entre ressources en eau et besoins.

L'exploitation des ouvrages de production et de distribution d'eau doit anticiper sur l'évolution de la demande pour être en mesure de prendre rapidement que possible les décisions de gestion adéquats afin d'assurer le bon fonctionnement du réseau.

**VII-1- Définition de la gestion :**

La gestion est une politique permettant de gérer et d'effectuer des opérations permettant la conservation du matériel, et l'assurance de la continuité et la qualité de la production d'eau, telle que la maintenance des installations, l'entretien et la bonne exploitation des ouvrages et des équipements. Bien gérer c'est donc effectuer les opérations suscitées avec un minimum de charges possibles.

Exerçant son activité, l'opérateur est amène à développer au niveau de la station (sou poste), la mise en œuvre d'action individuelles et collectives : de communication et de médiation entre les différent intervenants (agences de l'eau et institutions)

**VII-2- But de la gestion :**

La gestion des systèmes d'alimentation en eau potable a pour objet d'assurer :

- L'entretien courant du réseau d'AEP, des ouvrages des équipements hydromécaniques et électriques par des interventions de nettoyage, de dépannage et de maintenance ;
- Le bon fonctionnement de l'ensemble du système hydraulique ;
- L'exploitation par la régulation des débits et la synchronisation de la chaîne d'exploitation (relevage, traitement, stockage, distribution).
- Facturation de l'eau (pose des compteurs)

**VII-3- / Historique de la gestion des systèmes d'AEP en Algérie :**

En 1962, l'alimentation en eau potable concernait essentiellement les grandes villes. Les populations qui bénéficiaient de ces services sont des populations qui ont des revenus satisfaisants, ce qui n'était pas le cas de la majorité de la population algérienne. C'est pourquoi les autorités politiques ont pris un certain nombre de mesures pour remédier à cette situation.

La gestion des systèmes de production et de distribution d'eau potable étaient jusqu'à la fin des années 60 assurées par la commune

En 1970, le monopole du service public de l'eau potable, a été confié à la société SONADE.

En 1990, la loi 98-08 du 7 avril 1990 relative à la commune précisent clairement les prérogatives de la commune en matière de service public de l'eau. L'article 107 de la loi du 07 avril 1990 stipule : « la commune a la charge de la préservation de l'hygiène publique notamment en matière de distribution d'eau potable » de même que l'article 123 de la même loi précise que « la commune crée des services publics communaux en vue de satisfaire les besoins collectifs de ses citoyens, notamment en matière d'eau potable, d'assainissement et d'eaux usées »

En 2001, création de l'établissement responsable de la gestion de l'AEP : l'Algérienne des eaux (ADE).

#### **VII-4- L'Algérienne Des Eaux (ADE) :**

L'Algérienne Des Eaux (ADE) est un établissement public national à caractère industriel et commercial doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Il a été créé par le décret exécutif n° 01-101 du 27 Moharem 1422 correspondant au 21 Avril 2001. L'établissement est placé sous la tutelle du ministre chargé des ressources en eau, et son siège social est fixé à Alger.

##### **VII-4-1- Missions de l'ADE:**

Dans le cadre de la politique nationale de développement :d'assurer sur tout le territoire national, la mise en œuvre de la politique nationale de l'eau potable à travers la prise en charge des activités de gestion des opérations de production, de transport, de traitement, de stockage, d'adduction, de distribution et d'approvisionnement en eau potable et industrielles ainsi que le renouvellement et le développement des infrastructures s'y rapportant ;

A ce titre, il est chargé, par délégation :

de la normalisation et de la surveillance de la qualité de l'eau distribuée; d'initier toute action visant l'économie de l'eau, notamment par l'amélioration de l'efficacité des réseaux de transfert et de distribution; l'introduction de toute technique de préservation de l'eau; la lutte contre le gaspillage en développant des actions d'information, de formation, d'éducation et de sensibilisation en direction des usagers, la conception avec les services publics éducatifs, de programmes scolaires diffusant la culture de l'économie de l'eau; de planifier et mettre en œuvre les programmes annuels et pluriannuels d'investissements.

**VII-5- Gestion des forages :**

Il y' a trois conditions essentielles pour gérer et exploiter correctement les forages :

**VII-5-1- Adaptation de la pompe au captage :**

La pompe est un élément essentiel du captage du captage, elle doit être dimensionnée en fonction de nombreux critère :

- La hauteur d'élévation totale.
- Le débit refoule.
- La vitesse de rotation de la pompe.

**VII-5-2- La connaissance des paramètres patrimoniaux :**

La connaissance des données patrimoniales est essentielle pour une bonne gestion, les paramètres d'exploitation de l'ouvrage doivent absolument être mis à la disposition des exploitants.

La base des données qui permet de disposer de l'ensemble des paramètres patrimoniaux regroupe notamment :

- La coupe technique de l'ouvrage.
- Les principales caractéristiques physico-chimiques de l'eau.
- La position du niveau statique et niveau dynamique à différents débits.
- Le débit spécifique de l'ouvrage.
- Le débit maximum d'exploitation à ne pas dépasser.

Un exploitant ne peut pas gérer correctement ces ouvrages sans avoir connaissance de ces informations patrimoniales.

**VII-5-3- Les équipements techniques :**

Il faut avoir les équipements suivants :

- Un compteur d'eau.
- Un compteur horaire par pompe.
- Un ampère mètre par pompe.
- Un voltmètre.
- Un manomètre.
- Un dispositif de protection des pompes contre le désamorçage.
- Une prise d'échantillon pour analyse.

**VI-6- Vieillessement des forages :**

Le vieillissement des forages est un phénomène inéluctable qui s'accompagne de plusieurs effets :

**VI-6-1- phénomène de corrosion :**

La corrosion est un phénomène complexe attribuable aux causes suivantes:

- présence de l'eau corrosive à l'intérieur et à l'extérieur d'un puits.
- existence des bactéries sidérolites ou sulfatés ductiles.

- effets galvaniques entre les différentes parties d'un même ensemble métallique de composition différente au contact d'eau.

Pour lutter contre ce phénomène on procède comme suit:

**A) Protection active:**

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

**B) Protection passive:**

Couche de peinture et revêtement au tour du tuyau.

**C) Protection anti –corrosion:**

Deux possibilités existent pour la protection contre la corrosion intérieure dans les conduits métalliques:

- une protection contre la corrosion externe dépend de l'agressivité du sol.
- le traitement des eaux devant être transportées par conduites pour qu'elle ne soit pas corrosive, et qu'une couche de protection contre la rouille se forme sur les parois des conduites empêchant une corrosion ultérieurement.

**VI-6-2- phénomène de colmatage :**

- colmatage mécanique.
- Colmatage chimique.
- Colmatage biologique.

**VI-7- Gestion des ouvrages de stockage :**

Les réservoirs sont des ouvrages de stockage dont la durée de vie est généralement longue (50 ans minimum)

Les problèmes d'exploitation où d'entretien peuvent concerner les réservoirs qui trouvent le plus souvent leur origine dans les insuffisances au niveau de la conception.

Donc il faut : prévenir la détérioration, améliorer et restaurer l'état de l'ouvrage pour éviter toute contamination des eaux stockée.

**VII-7-1- Equipement du réservoir:**

Les équipements susceptibles d'être installées dans un réservoir et leurs fonctions sont indiqués dans le tableau suivant:

Tableau 01 : les équipements d'un réservoir

Fonction	Equipements
<b>Hydraulique</b>	Clapet Equipement de trop plein Vidange Siphon pour réserve d'incendie Canalisation de liaison Compteur Clapet à rentre d'air Purgeur d'air
<b>Exploitation</b>	Niveau Poste de javellisation électrique Débitmètre Télécommande Equipement de télétransmission
<b>Nettoyage</b>	Trappes de visite pour les personnels et le matériel Equipements spéciaux pour le nettoyage Pompe d'alimentation en eau
<b>Entretien</b>	Appareils de manutention Joints de montage éclairage

Les réservoirs constituent un élément important des réseaux de distribution puisque ce sont des ouvrages qui assurent la régulation et la sécurité de distribution.

#### VI-7-2- Aspects liés à l'exploitation des réservoirs :

Les réservoirs sont des ouvrages qui nécessitent des interventions régulières (opération courant de surveillance, entretien et nettoyage) ou occasionnelle.

Les réservoirs doivent être conçus pour permettre ces interventions avec le maximum de facilité et de sécurité.

Parmi les opérations de contrôle et d'inspection sur les ouvrages de stockage on site :

##### VI-7-2-1- Contrôle hebdomadaire :

- Etat de propreté, fenêtre et accès, étanchéité de la fermeture.
- Aération, obstruction et détérioration des grilles de protection.
- Turbidité de l'eau.

**VI-7-2-2- Contrôle semestriel :**

- Etat de l'ouvrage, fissuration.
- Trop plein et vidange, fonctionnements des clapets, nettoyage et écoulement d'eau dans la conduite de drainage.
- Contrôle des appareils de mesure.

**VI-7-2-3- Nettoyage :**

Les opérations de nettoyage et de désinfection des réservoirs comportent des diverses phases, comme le décapage des dépôts et rinçage des parois des poteaux et du radier avec un jet sous pression, on prend soin de ne pas détériorer les revêtements éventuels.

**VII-8- La gestion et l'exploitation du réseau d'AEP :**

Afin d'assurer une bonne gestion de réseau d'adduction et de distribution, il faut que ce dernier soit bien conçu en respectant les diverses normes et les conditions de pose des conduites, et d'équiper le réseau de différents organes et accessoires en adaptant les matériaux aux appropriés que facilitera sa gestion et son entretien.

**VII-8-1- Prévention, contrôle et surveillance de la qualité de l'eau :**

Le maintien de la qualité de l'eau pendant sa distribution nécessite un suivi de contrôle et de prévention, il est indispensable de procéder à des analyses périodiques sur la majorité du réseau pour obtenir une cartographie de la qualité sur les paramètres tels que : chlore, la bactériologie, la turbidité.

**VII-8-2- Les actions de réduction des pertes d'eau :**

Elles portent généralement en priorité sur la recherche de fuite du réseau et sur le comptage.

**VII-8-2-1- La recherche systématique des fuites :**

La fuite engendre des vibrations acoustiques, ces dernières ont une fréquence audible variable de 100 à 3500 Hz, et se propagent avec une atténuation plus ou moins rapide le long de la conduite et dans le sol.

Les méthodes employées depuis très longtemps pour rechercher des fuites consistent à écouter et analyser les bruits captés au niveau de la conduite ou du sol.

**A) Les amplificateurs mécaniques :**

Ils sont composés d'une tige métallique servant de capteur d'une membrane vibrante et d'une cloche métallique formant caisse de résonance reliée à une paire d'écouteurs, ces écouteurs isolant partiellement des bruits transmis par l'air.

**B) Les amplificateurs électriques :**

Ces appareils sont identiques aux précédents dans leur principe, mais le capteur est constitué d'un microphone. Ce sont les appareils les plus utilisés actuellement.

**VII-8-2-2- Le comptage :**

Pour l'exploitation rationnelle d'un système d'AEP, il est impératif de connaître avec précision les volumes d'eau en différents points des installations (au prélèvement, de traitement et de distribution.....).

Le choix du compteur est basé sur les critères suivants : le débit, le diamètre, la précision, la fiabilité et la pression de service.

**VII-8-3- La lutte contre le vieillissement des conduites :**

Le vieillissement d'une conduite correspond à sa dégradation dans le temps. Celui-ci est dû, soit au mauvais fonctionnement hydraulique du réseau (chute de pression, chute de rendement du réseau et coupures). Soit à d'autres dommages (dégradation de la qualité de l'eau).

**VI-9-4- Rendement du réseau :**

Le rendement du réseau de distribution d'eau potable mesure l'écart entre le volume entrant dans le réseau et les volumes consommés ou facturés.

Donc c'est un élément important pour le gestionnaire de service et il doit lui porter une attention constante.

**VI-9- Gestion technique et suivi des installations :**

La gestion d'un forage ou d'un champ captant nécessite un suivi général des installations et des équipements qui les composent, pour cela les opérations de contrôle de suivi et d'inspection seront détaillées dans ce qui suit :

**VI-9-1- Contrôle hebdomadaire :**

- Etanchéité de la fermeture des trappes.
- Etanchéité de la fermeture de tête de puits.
- Mesure des niveaux statiques et dynamiques.

**VI-9-2- Contrôle semestriel :**

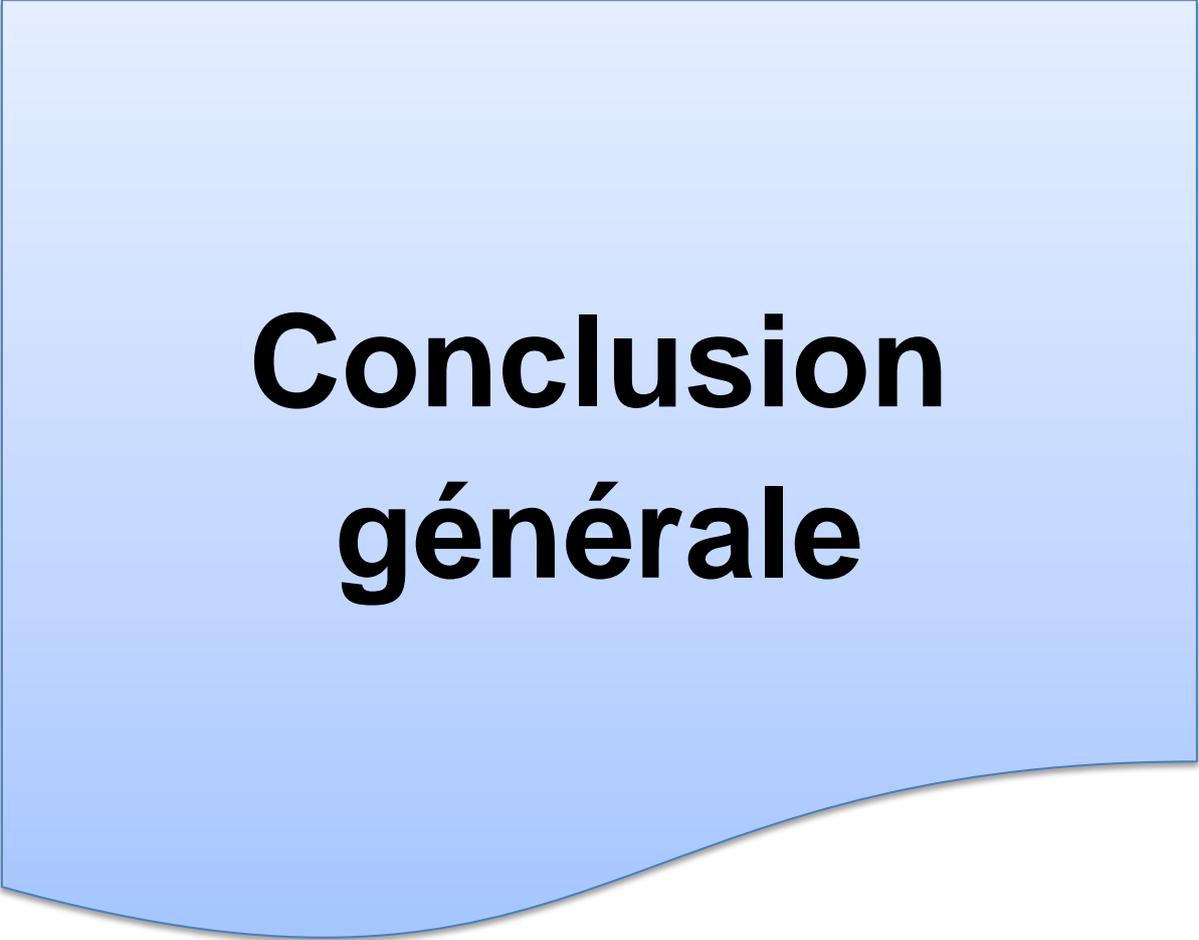
- Affaissement de terrains contournant les forages.
- Comparaison du niveau de forage et du niveau d'eau et du piézomètre de contrôle.
- Mesure des prélèvements et niveaux.
- Etat de fonctionnement de l'installation.

**Conclusion**

Dans la commune de BOUKERANNA, l'APC est le responsable de la gestion et l'exploitation des différents ouvrage hydraulique à cause de l'absence d'un secteur de l'ADE sur son territoire.

Après avoir consulté l'APC de BOUKARRANA afin de savoir tous ce qui concerne la gestion et l'exploitation du système d'alimentation d'eau potable en a trouvé que :

- La maintenance des ouvrage (forages, puits, stockage, distribution, ... etc) ne se fait pas sauf en cas de panne.
- Les abonnées n'ont pas des compteurs, les factures de la consommation sont en forfait de 100 DA par abonné.
- Les totalités des habitas son liés en eau potable.



**Conclusion  
générale**

## Conclusion générale

De jeter un travers l'étude que nous avons présentée nous avons amenée en premier lieu un aperçu général sur les problèmes qui contiennent le système d'alimentation en eau potable du boukeranna .

Dans ce cadre nous avons cité toutes les anomalies existantes au niveau des forages, des adductions, des ouvrages de stockage du réseau de distribution.

Afin de corriger ces problèmes destinés à améliorer la distribution s'imposent dans ce cadre une étude de réhabilitation a été faite avec un changement des diamètres et les valeurs de pressions et avec des conduites en PEHD, ainsi que des propositions pour installer des nouveaux accessoires hydrauliques afin de corriger les défaillances remarquées.

Compte tenu de difficultés liées à la gestion à moyen et long terme d'un tel réseau ainsi aux contraintes de distribution dans une perspective de développement durable il est nécessaire d'adapter une méthode répondant aux points suivants :

- ✓ Une gestion cohérente et actualisée des données, des infrastructures du réseau.
- ✓ L'aide au processus de renouvellement du réseau.
- ✓ L'aide au diagnostic de l'état des dysfonctionnements du réseau.

Enfin, nous souhaitons que cet humble travail que nous avons mise en revu à travers ce mémoire, servira comme base à l'évolution du procédé de distribution de l'eau potable et comme un référence pour les futures étudiants.

# **Bibliographique**

## Bibliographique

- [1] : DPAT : Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire de la wilaya de MILA
- [2] : D H W MILA : étude d'actualisation du réseau d'AEP du centre de chelghoum laid et ses cites périphériques
- [3] : Station de Ain-Tine MILA
- [4] : rapport du PDAU 2010 de chalghoum l'aide
- [5] : RGPH : Recensement général de la Population et de l'Habitat
- [6] : Litatni, 2011 : "guide méthodologique pour le diagnostic des réseaux distribution d'eau potable " ; 2011.
- [7] : INPE, Maîtrise du logiciel EPANET, 2013.
- [8] : S.Guilsou , "modélisation sur le logiciel EPANET du réseau d'eau potable de la commune d'urrugne " ; juin 2007.
- [9] : Rossman, Simulation hydraulique et qualité pour réseaux d'eau sous pression " , 2003.
- [11] : mémoire de fin d'étude , réalisation de système d'AEP de centre Oulad Khlouf (INSFP de Mila) en 2011
- [12] : guide méthodologique des projets d'alimentation en eau potable
- [14] : groupe Chiali PEHD de réseau de distribution

## WEBOGRAPHIE

- [15] : <http://www.strpepp.org/index.php?page=assainissement-mise-en-oeuvre>
- [16] : [http://emploi.donkiz-dz.com/offre\\_emploi/realisation\\_des\\_travaux\\_et\\_suivi\\_des\\_projet\\_algerie.htm](http://emploi.donkiz-dz.com/offre_emploi/realisation_des_travaux_et_suivi_des_projet_algerie.htm)
- [17] : <http://www.avocats-criscenzo.be/fr/-106.html>