

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



**UNIVERSITE DE GHARDAIA**

N° d'ordre :  
N° de série:

**FACULTE DE SCIENCE ET TECHNOLOGIE  
DEPARTEMENT DE SCIENCE ET TECHNOLOGIE**

**Projet de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de**

**MASTER**

**Domaine : Science et Technologie**

**Filière : Hydraulique**

**Spécialité : Science de L'eau et de L'environnement**

**PAR :**

**M<sup>r</sup>: Daoud ABBAS**

**THEME:**

**ETUDE DU RESEAU D'ALIMENTATION EN EAU  
POTABLE DE BOUHRAOUA (WILAYA DE GHARDAIA)**

**Soutenu publiquement le :**

**Jury:**

**M<sup>r</sup> : A. KIFOUCHE**

Maitre Assistant A Univ. Ghardaia

**Président**

**M<sup>r</sup> : M.H. BOUTELLI**

Maitre Assistant B Univ. Ghardaia

**Examineur**

**M<sup>r</sup> : B. MECHRI**

Maitre Assistant A Univ. Ghardaia

**Examineur**

**M<sup>r</sup>: Lotfi BENADDA**

Maitre Assistant A Univ. Ghardaia

**Encadreur**

**ANNEE UNIVERSITAIRE: 2014/2015**

# DEDICACE

Je dédie ce modeste travail à :

Ma chère mère

qu'elle m'a protégé pendant toute ma vie,  
et qu'elle a fait tout pour que je deviens ce que je suis.

Mon père qui m'a tant aidé et encouragé.

Tous mes frères et sœurs.

Mes chers amis : Z. Mohammed, S. Hammou.

Tous mes amis, surtout de la 2<sup>ème</sup> année mastère Hydraulique.

Toutes personnes qui a contribué de près ou de loin à ma réussite.

Tous mes amis sans exception

*DAOUD.A*

# REMERCIEMENT

Nous tenons en premier de remercier notre seigneur miséricorde DIEU de nous avoir aidé et donné le courage à fin de mener au bon terme ce travail.

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

- ✚ A Ma chère famille de leurs aides morale et financière.
- ✚ A Mon encadreur Mr. BENADDA L. pour ses conseils et ses consultations qui m'ont aidé a la réalisation de mon projet.
- ✚ Aux membres de Jury qui, malgré leurs occupations, ont bien voulu examiner et discuter mon travail ; je les en Remercie vivement.
- ✚ A Mr. OULED BELKHIR C. pour ses aides et suggestions.
- ✚ Touts les enseignants de département de l'Hydraulique que nous ont suivis durant notre cycle d'étude.
- ✚ Je tiens à remercier aussi mes amis de leurs aides.

MERCI A VOUS TOUS

*DAOUD.A*

الملخص

- مشروعنا لمذكرة التخرج يشمل كل النقاط التي لها علاقة بشبكة المياه الصالحة للشرب لمدينة بوهراوة (ولاية غرداية)، لتلبية الاحتياجات المستقبلية لسكان المنطقة. ولذلك قمنا بجمع كل المعلومات المتعلقة بالمنطقة محل الدراسة، وتطبيق أنجع الطرق لنجاح المشروع. وقد تمحور العمل في النقاط التالية:
- عموميات.
  - معطيات عامة حول المنطقة محل الدراسة.
  - تقدير الاحتياجات المائية للسكان والمرافق.
  - تصميم شبكة التوزيع باستعمال برامج حاسوبية مثل AutoCAD و Epanet.
  - حساب القيم الحقيقية للتدفق والسرعة والضغط في قنوات الشبكة.
  - تقويم شبكة توزيع المياه

RESUME

Notre mémoire de fin d'étude consiste à englober tous les points de dimensionnement du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de BOUHRAOUA, afin de répondre qualitativement et quantitativement aux besoins futurs.

Pour cela nous avons regroupé toutes les informations relatives à la zone d'étude en prenant en considération toutes les méthodes pour l'étude du projet.

Notre travail est constitué de :

- Généralités.
- Présentation général de la zone d'étude.
- Estimation des besoins en eau de l'agglomération.
- Dimensionnement de réseau de distribution en utilisant certains logiciels tel que AutoCAD et Epanet.
- Détermination des paramètres hydraulique du réseau (débit, vitesse, pression ...).

SUMMARY

Our memory of end of study, is to encompass all of the supply network design points of drinking water of the city of Bouhraoua, to meet qualitatively and quantitatively future needs.

For this we have gathered all the information about the study area taking into consideration all methods for the study of the project.

Our work consists of:

- Generality.
- General Presentation of the study area.
- Estimation of water needs of the city.
- Distribution network dimensioning, using some software such as AutoCAD and Epanet.
- Determination of hydraulic parameters of the network (flow, velocity, pressure ...).

# SOMMAIRE

INTRODUCTION .....	1
--------------------	---

## CHAPITRE I PRESENTATION DU SITE DE LA VILLE

1.1. INTRODUCTION.....	5
1.2. SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	5
1.3. SITUATION TOPOGRAPHIQUE.....	6
1.4. SITUATION GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE.....	6
1.4.1. GEOLOGIE.....	6
1.4.2. HYDROGEOLOGIE.....	7
1.5. SITUATION CLIMATOLOGIQUE.....	7
1.5.1. CLIMAT.....	7
1.5.2. TEMPERATURES.....	7
1.5.3. HUMIDITE.....	8
1.5.4. EVAPOTRANSPIRATION.....	8
1.5.5. PLUVIOMETRIE.....	9
1.5.6. LES VENTS.....	10
1.6. PRESENTAION HYDRAULIQUE.....	10
1.7. ESTIMATION DE LA POPULATION.....	10
1.8. ESTIMATION DE LA POPULATION.....	11

## CHAPITRE II ESTIMATION DES BESOINS EN EAUX

2.1. INTRODUCTION.....	13
2.2. CONSOMATION MOYEN JOURNALIERE.....	13
2.3. BESOINS EN EAU PAR CATEGORIE.....	13
2.3.1. BESOINS DOMESTIQUE.....	13
2.3.2. BESOINS ADMINISTRATIF.....	14
2.3.8. RECAPITULATION DES BESOINS EN EAUX DE LA VILLE ..	16
2.4. COEFFICIENT D'IRREGULARITE.....	17

2.4.1.	COEFFICIENT D'IRREGULARITE MAXIMALE ( $K_{MAX.J}$ ).....	17
2.4.2.	COEFFICIENT D'IRREGULARITE MINIMALE ( $K_{MIN.J}$ ).....	17
2.4.3.	COEFFICIENT D'IRREGULARITE MAXIMALE HORAIRE ( $K_{MAX.H}$ ).....	17
2.4.4.	COEFFICIENT D'IRREGULARITE MINIMALE ( $K_{MIN.H}$ ).....	18
2.5.	DETERMINATION DES DEBIT JOURNALIERS.....	19
2.5.1.	CONSOMATION MINIMAL JOURNALIERE( $Q_{MIN.J}$ ).....	19
2.5.2.	CONSOMATION MAXIMAL JOURNALIERE ( $Q_{MAX.J}$ ).....	19
2.5.3.	DETERMINATION DES DEBIT HORAIRE.....	20
2.5.4.	DEBIT MOYEN HORAIRE.....	20
2.5.5	DETERMINATION DU DEBIT MAXIMAL HORAIRE.....	20
2.6.	EVALUATION DE LA CONSOMATION HORAIRE EN FONCTION DU NOMBRE D'HABITANT.....	20
2.7.	COMPARISON ENTRE LES RESSOURCES ET LES BESOINS.....	23
2.8.	CONCLUSION.....	24

### **CHAPITRE III RESEAU DE DUSTRIBUTION**

3.1.	INTRODUCTION.....	26
3.2.	CHOIX DU TYPE DE RESEAU DE DISTRIBUTION.....	26
3.3.	CHOIX DU TYPE DE MATERIAUX.....	26
3.4.	LE CHOIX DE VARIANT.....	26
3.5.	LES LOGICIELS UTILISANT.....	28
3.5.1.	LOGICIEL AUTOCAD.....	28
3.5.2.	LOGICIEL EPANET.....	28
3.6.	DETERMINATION DES DEBITS.....	29
3.6.1.	DEBIT SPECIFIQUE.....	29
3.6.2.	DEBIT DE TRANCON.....	29
3.7.	CONCLUSION.....	38

### **CHAPITRE IV ORGANISATION DE CHANTIER**

4.1.	INTRODUCTION .....	40
4.2.	REALISATION DU RESEAU D’AEP .....	41
4.3.	EXECUTION DES TRAVAUX .....	41
4.4.	LES ETAPES PRINCIPAL DU POSE DES CONDUITES .....	41
4.4.1.	INTRODUCTION .....	41
4.4.2.	PROFONDEUR DE LA TRANCHEE .....	42
4.4.3.	AMENAGEMENT DU LIT DE POSE .....	43
4.4.4.	LA MISE EN PLACE DES CANALISATIONS .....	44
4.4.5.	ASSEMBLAGE DES CONDUITES .....	44
4.4.6.	REMBLAI DES TRANCHEES .....	44
4.4.7.	AMENAGEMENT DU LIT DE POSE DES CONDUITES .....	45
4.5.	COMMENT POSE DES CONDUITES .....	45
4.5.1.	NETTOYAGE DES CONDUITES .....	46
4.5.2.	TRAVERSEE DES ROUTES .....	46
4.6.	SURVELLANCE ET ENTRETIEN DU RESEAU .....	46
4.6.1.	DESINFECTION .....	46
4.6.2.	DETECTION DES FUITES D’EAU .....	47
4.7.	DETERMINATION DES DIFFERENTES VOLUMES .....	47
4.7.1.	VOLUMES DES DEBLAIS DES TRANCHEES .....	47
4.7.2.	FORME RECTANGULAIRE .....	47
4.7.3.	VOLUME DU DECOUVERT .....	48
4.7.4.	VOLUME OCCUPE PAR LE LIT DE POSE .....	48
4.7.5.	VOLUME DE LA CONDUITE .....	48
4.8.	LES ACTIONS REÇUES PAR LES CONDUITES .....	49
4.9.	CONCLUSION .....	49

## **CHAPITRE V PROTECTION DES CONDUITES**

5.1.	INTRODUCTION .....	51
5.2.	PHENOMENE ANTI DE BELIER .....	51
5.3.	MOYEN DE PROTECTION DES INSTLATION .....	52
5.3.1	VOLANT D'INERTIE .....	52
5.3.2	SOUPAPE DE DECHARGE .....	52

5.3.3	RESERVOIR D'AIR.....	52
5.3.4	CHEMINEE D'EQUILIBRES .....	52
5.4.	LA CORROSION DES CONDUITES .....	53
5.4.1	GENERALITES .....	53
5.4.2	LES FACTEURS DE LA CORROSION .....	53
5.4.3	LA CORROSION ELECTROCHIMIQUE.....	54
5.4.4	MECANISME DE LA CORROSION .....	54
5.4.5	FONCTIONNEMENT D'UNE PILE DE CORROSION .....	54
5.4.6	CORROSION PAR FORMATION DE PILLE .....	55
5.5.	LA CORROSION EXTERNE .....	56
5.6.	LA CORROSION INTERNE DES CANALISATIONS .....	56
5.7.	PROTECTION CATHODIQUE .....	57
5.7.1	PROTECTION CATHODIQUE PAR ANODE REACTIVE .....	57
5.7.2	PROTECTION CATHODIQUE PAR SOUTIRAGE DE COURANT .....	58
5.8.	LES REVETEMENTS .....	59
5.8.1	REVETEMENTS A PROTECTION PASSIVE .....	59
5.8.2	REVETEMENT A PROTECTION ACTIVE .....	60
5.9.	CONCLUSION .....	60

## **CHAPITRE VI PROTECTION ET SECURITE DE TRAVAIL**

6.1.	INTRODUCTION .....	62
5.2.	LES CAUSES DES ACCIDENTS DE TRAVAIL DANS UN CHENTIER HYDRAULIQUE.....	62
6.2.1	LES FACTEURS HUMAINS .....	63
6.2.3	LES FACTEURS DES MATERIELS .....	63
6.3.	LISTE DES CONDITIONS DANGERUSES .....	63
6.4.	LISTE DES ACTIONS DANGEREUSES .....	64
6.5.	MESURES PREVENTIVES POUR EVITER LES CAUSES DES ACCIDENTS .....	64
6.5.1	PROTECTION INDIVIUELLE.....	64
6.5.2	AUTRE PROTECTIONS .....	64
6.5.3	PROTECTION COLLECTIVE .....	65
6.6.	CONCLUSION .....	65

## **CHAPITRE VII GESTION ET EXPLOITATION**

7.1.	INTRODUCTION .....	67
7.2.	BUT DE LA GESTION .....	67
7.3.	MAINTENANCE .....	67
7.3.1.	LA MAINTENANCE PREVENTIVE .....	67
7.3.2.	LA MAINTENANCE CURATIVE .....	68
7.4.	GESTION DES FORAGES .....	68
7.4.1.	ADAPTATION DE LA POMPE DE CAPTAGE .....	68
7.4.2.	LA CONNAISSANCE DES PARAMETRES PATRIMONIAUX .....	69
7.4.3.	LES EQUIPEMENTS TECHNIQUES .....	69
7.4.4.	GESTION TECHNIQUE ET SUIVIE GENERAL DES INSTALATIONS (POUR UN CAPTAGE PAR FORAGE) .....	69
7.5.	GESTION DES OUVRAGES DE STOCKAGES .....	70
7.5.1.	EQUIPEMENT DES RESERVOIRS .....	70
7.5.2.	NETOYAGE DES OUVRAGES DE STOCKAGES .....	71
7.5.3.	GESTION ET EXPLOITATION DES RESERVOIRS. ....	72
7.5.4.	CONTROLE DE LA QUALITE D'EAU .....	72
7.6.	GESTION DU RESEAU DE DISTRIBUTION .....	72
7.6.1.	RENDEMENT DU RESEAU .....	73
7.6.2.	LA LUTTE CONTRE LE VIELLISSEMENT DES CONDUITES 73	
7.7.	CONCLUSION .....	74

## **CHAPITRE VIII DEVIS ESTIMATIF**

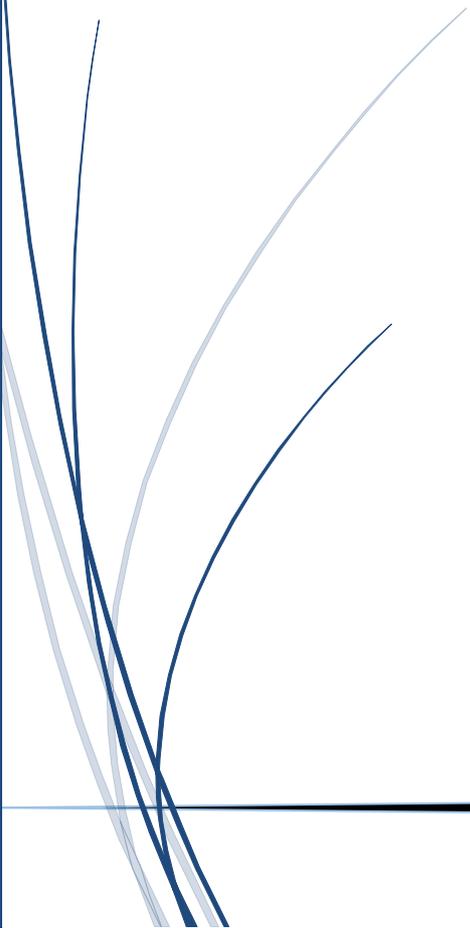
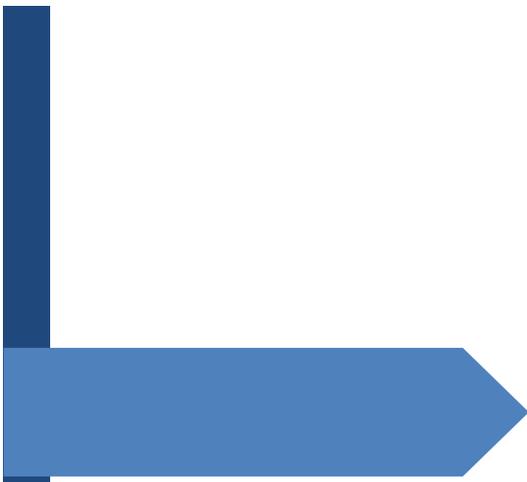
8.1.	INTRODUCTION .....	76
8.2.	LES OPERATIONS DE REALISATION DU RESEAU .....	76
8.3.	DEVIS ESTIMATIF .....	77
8.4.	CONCLUSION .....	79
	CONCLUSION .....	80
	ANNEXES .....	
	BIBLIOGRAPHIES .....	

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Evaluation de la population .....	11
Tableau 2: Besoins domestiques .....	14
Tableau 3: Evaluation des besoins administratifs.....	14
Tableau 4: Evaluation des besoins scolaires .....	14
Tableau 5: Evaluation des besoins sanitaires .....	15
Tableau 6: Evaluation des besoins socioculturels .....	15
Tableau 7: Evaluation des besoins commerciaux.....	15
Tableau 8: Evaluation des besoins d'arrosage .....	16
Tableau 9: Récapitulation des besoins en eaux de la ville .....	16
Tableau 10: $\beta$ max en fonction du nombre d'habitants.....	18
Tableau 11: $\beta$ min en fonction du nombre d'habitants .....	18
Tableau 12: Calcul de la consommation maximale journalière .....	19
Tableau 13: Répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants	21
Tableau 14 : Variation des débits horaires de la ville de BOUHRAOUA.....	22
Tableau 15: Les débits mobilisés et exploités de chaque forage.....	24
Tableau 16: Calcul le Q, D, V .....	30
Tableau 17: Calcul $\Delta H$ et P .....	34
Tableau 18: Les valeurs de « a » .....	43
Tableau 19: Calcul du volume du déblai .....	49
Tableau 20: Le potentiel normal des métaux .....	55
Tableau 21: Les équipements d'un réservoir.....	71
Tableau 22: Eléments du coût d'entretien .....	73
Tableau 23: Devis estimatif.....	77

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Cartographie de BOUHRAOUA .....	5
Figure 2 : Situation de la ville de BOUHROUA .....	6
Figure 3 : Variation mensuelles de la température .....	8
Figure 4 : Variation mensuelle de l'évaporation .....	9
Figure 5 : précipitation mensuelle .....	10
Figure 6 : Le graphique de consommation .....	23
Figure 7 : La courbe intégrale .....	23
Figure 8 : Le schéma de réseau (1) .....	27
Figure 9 : Le schéma de réseau (2) .....	27
Figure 10 : réseau d'AEP sur EPANET .....	29
Figure11 : Schéma d'une tranchée .....	42
Figure 12 : Section type de tranchée .....	43
Figure 13 : Pose de la conduite dans la tranchée.....	46
Figure 14 : Le fer est protégé, Le Mg est attaqué.....	54
Figure 15 : Corrosion par formation de pile .....	56
Figure 16 : Soutirage de courant .....	58
Figure 17 : protection cathodique par anode réactive .....	59



## **INTRODUCTION**

L'eau source de la vie et de développement compte parmi les richesses naturelles les plus précieuses, ayant une importance considérable pour le développement sociale et économique des pays.

L'expansion démographique et l'élévation du niveau de la vie ont engendrés une demande en eau potable sans cesse.

La politique du développement du secteur hydraulique telle qu'elle a été menée à ce jour n'a pas donné les résultats escomptes malgré les gros investissements engagés dans cette voie.

À cet effet plusieurs régions de l'Algérie souffrent d'une insuffisance dans l'approvisionnement en eau potable, parmi la région de Bouhraoua (ville de Ghardaïa).

Lorsqu'une collectivité est confrontée à des problèmes de gestion, de fonctionnement ou encore de planification de son système de réseau en générale en eau potable, il est fortement conseillé d'entamer une démarche de diagnostique pour corriger les parties non conformes aux normes d'art de réalisation et celles qui ne répondent pas aux exigences de l'écoulement en matière d'AEP.

Les étapes du diagnostique peuvent s'organiser de la façon suivante :

- Analyse des données de production et de consommation.
- Description fine du patrimoine, mise à jour des plans.
- Proposition d'un schéma de sectorisation du réseau.

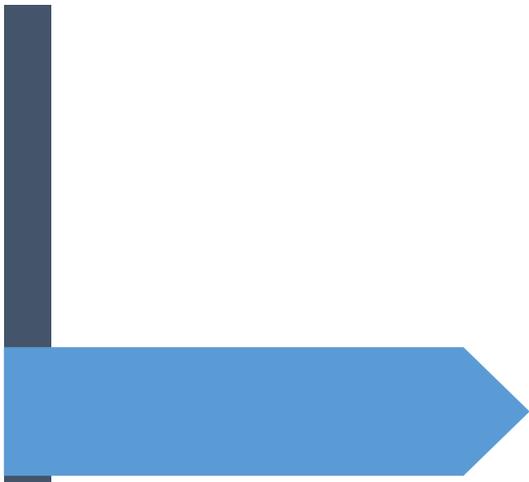
L'objet de notre étude consiste de faire une étude approfondie sur le réseau existant, détecter ces failles et le corriger par la projection d'un

nouveau réseau au niveau des zones vétustes. Enfin, d'estimer le coût du réseau projeté.

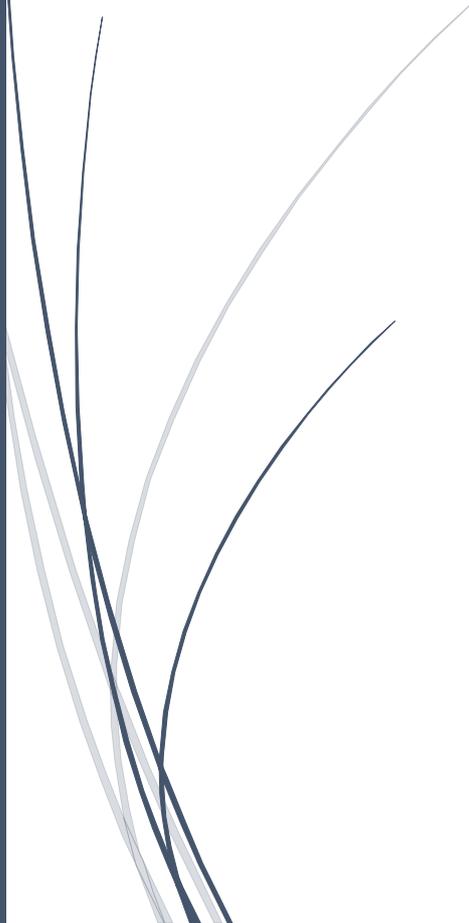
Pour cela nous allons procéder tout d'abord à :

- Présentation du système actuel d'alimentation en eau potable.
- Diagnostic hydraulique tout en détectant les défaillances existantes.
- Préconiser des solutions pour y remédier aux parties considérées vétustes.

Enfin, estimer le coût du projet et proposer des solutions pour une bonne gestion et une exploitation du système.



**CHAPITRE I**  
**PRÉSENTATION DE SITE DE LA VILLE**



## 1.1. INTRODUCTION

La wilaya de Ghardaïa, à laquelle se rattache le présent projet, se situe dans la zone septentrionale du Sahara Algérien. Elle s'étend sur plus de 86 000 km<sup>2</sup> et est bordée au Nord par les wilaya de Laghouat et de Djelfa, à l'Est par la wilaya d'Ouargla, à l'Ouest par les wilaya d'Adrar et d'El Bayadh et au Sud par la wilaya de Tamanrasset.

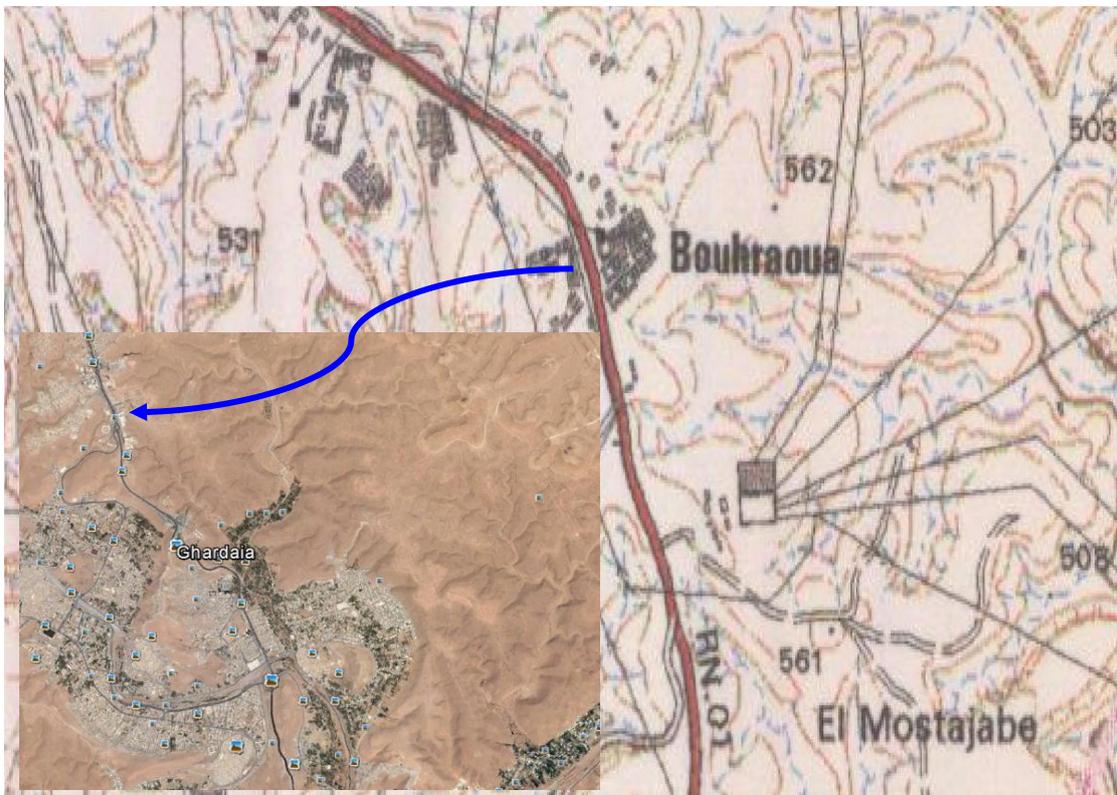
## 1.2. SITUATION GEOGRAPHIQUE

La ville de BOUHROUA se trouve au sud d'Algérie à 600 Km d'Alger la capitale et 3 Km de Ghardaïa chef-lieu de la wilaya.

Elle est limitée au Nord par la commune de Berriane, au sud par le centre ville de la commune de Ghardaïa, à l'ouest par le quartier de Mermad et à l'Est par la commune de Bounoura.

La ville s'étend sur une superficie de 355 ha.

La figure suivant présente la partie la zone de Bouhraoua :



**Fig. 1 : cartographie de Bouhraoua**

**(Extrait de la carte d'état majeure Chouikhat 1 – NI 31 – IV – 4 1)**

### **1.3. SITUATION TOPOGRAPHIQUE**

L'agglomération de BOUHROUA présente un relief uniforme avec une faible pente (0 à 1) % dont les altitudes varient de 485 m à 525 m.

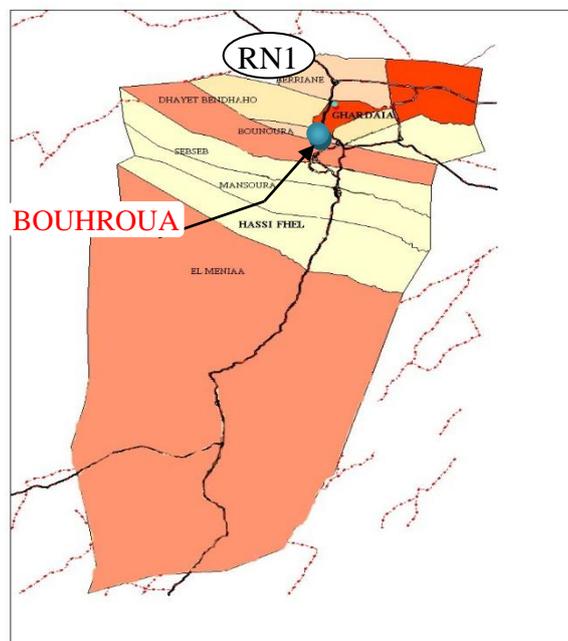
### **1.4. SITUATION GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE**

#### **1.4.1. GEOLOGIE**

La wilaya de Ghardaïa est située sur les bordures occidentales du bassin sédimentaire secondaire du Bas - Sahara, les terrains affleurant sont en grande partie attribués au Crétacé supérieur.

Du point de vue lithologique, ces affleurements sont de type :

- Argiles verdâtres et bariolées à l'Ouest et le Sud-ouest attribués au Cénomaniens.
- Calcaires massifs durs ; blanc grisâtre au centre, attribués au Turonien.
- Calcaires marneux et argiles gypseuses à l'Est, attribués au Sénonien.
- Sables rougeâtre consolidés à l'Est et au Nord-est attribués au Mio-pliocène.
- Alluvions quaternaires tapissant le fond des vallées des oueds.



**Fig. 2 : Situation de la ville de BOUHROUA**

### **1.4.2. HYDROGEOLOGIE**

Les principales ressources en eau de la wilaya sont d'origine souterraine. Elles sont contenues dans trois types d'aquifères ; les nappes phréatiques superficielles d'Inferé-flux, et la nappe profonde captive du Continental Intercalaire dite albiennaise et la nappe complexe terminal

- **Les nappes phréatiques :**

Elles sont abritées dans les alluvions des vallées des oueds de la région. L'alimentation et le comportement hydrogéologique sont étroitement liés à la pluviométrie. La profondeur du niveau d'eau varie entre 10 et 30 m.

Ces nappes sont captées par des centaines de puits traditionnels, et destinées essentiellement, pour irriguer les palmeraies des vallées.

- **La nappe du Continental Intercalaire (CI) :**

Elle représente la principale ressource en eau de la région. L'aquifère est composé de sables, grés et d'argiles sableuses d'âge Albiennaise. Selon la région, elle est captée à une profondeur allant de plus de 2000 m.

Suivant l'altitude de la zone et la variation de l'épaisseur des formations postérieures au CI, exploitée par pompage à des profondeurs variant de 80 m à 170 m dans la zone de Ghardaïa.

- **La nappe du Complexe Terminal (CT) :**

La nappe du Complexe Terminal s'étend sur une superficie de 350000 km<sup>2</sup>, la profondeur de la nappe est relativement faible allant de 100 à 400 mètres. Elle est artésienne dans la plus grande partie de son étendue, elle est captive dans le centre du bassin et libre sur les bordures.

## 1.5. SITUATION CLIMATOLOGIQUE

### 1.5.1. CLIMAT

La ville de BOUHROUA et toute la région de Ghardaïa est caractérisée par un climat saharien aride.

### 1.5.2. TEMPERATURE

L'écart de la température de l'été et celle de l'hiver est très élevé. Janvier représente le mois le plus froid de 10,7°C. Quelquefois, elles peuvent chuter jusqu'à 0°C, par contre juillet est le mois le plus chaud de 36°C ; avec des pics occasionnels de 46°C.

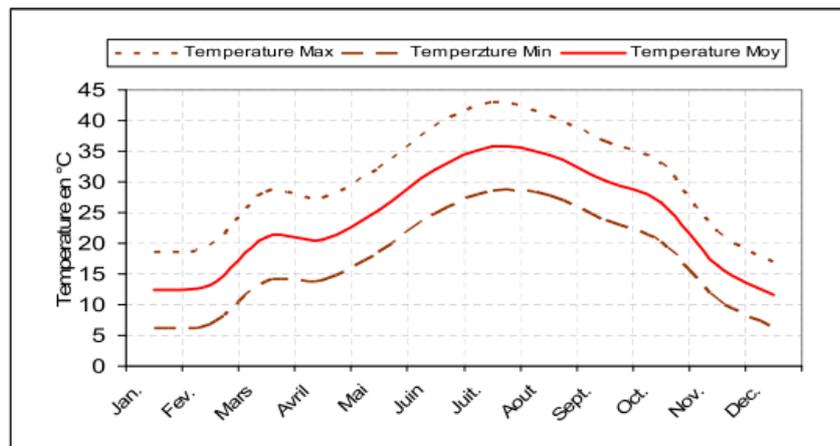


Fig3 Variations mensuelles de la température

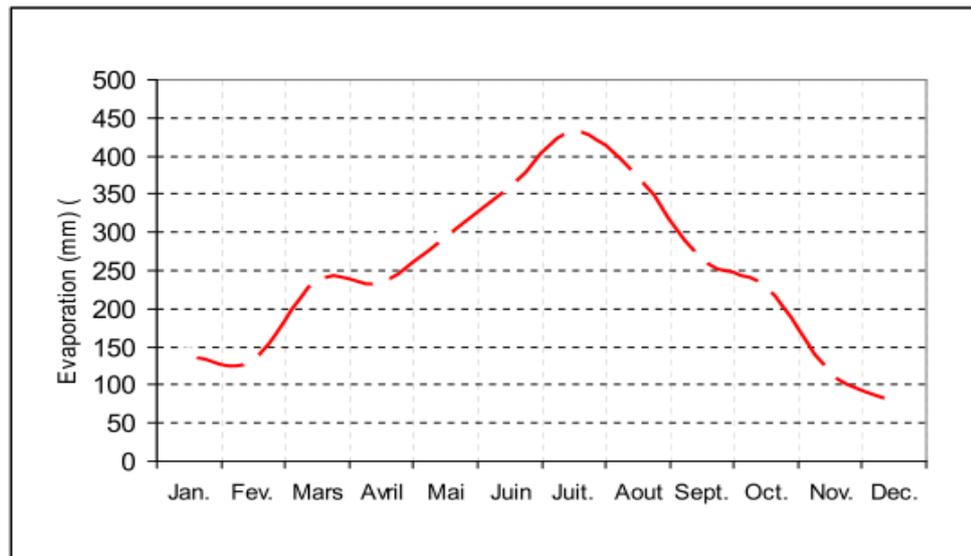
Source : ANRH Secteur de Ghardaïa

### 1.5.3. HUMIDITE

En hiver les valeurs d'humidité relative moyenne sont de l'ordre de 58%. Les taux minimaux sont compris entre 39% et 49%, les taux maximaux peuvent atteindre 85% voire 88%. Les hivers les plus secs sont caractérisés par des valeurs d'humidité relative n'excédant pas les 22% et 28%. Mais en été, il est relativement faible ; il varie entre 23% et 27%. Durant certaines périodes de sécheresse, il peut atteindre des taux minimaux compris entre 2 et 6%.

#### 1.5.4. EVAPOTRANSPIRATION

Le pouvoir d'évaporation est grand, il atteint son maximum en juillet de 432 mm, alors que le minimum est constaté au cours du mois de décembre de 79,3 mm.



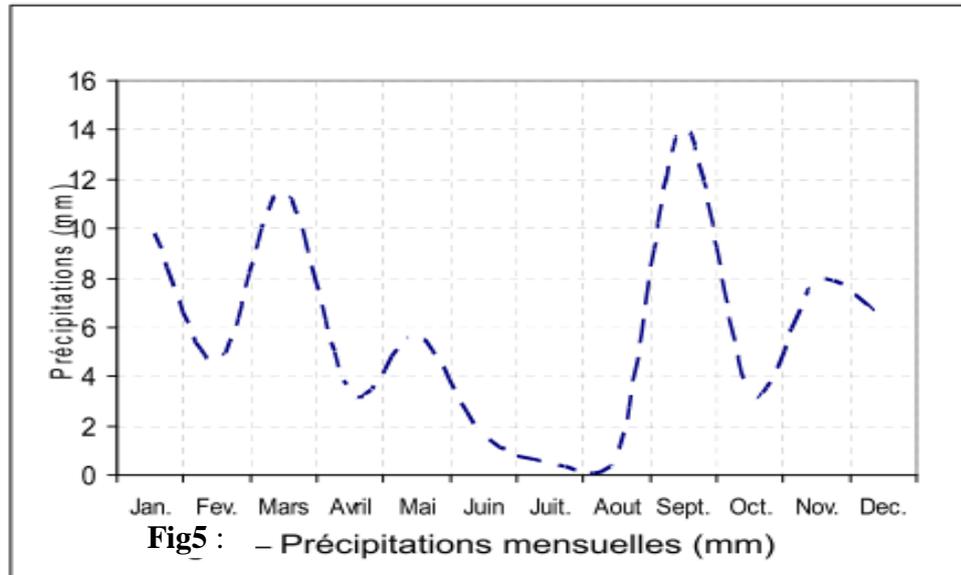
**Fig. 4 :** – Variations mensuelles de l'Evaporation

Source : ANRH Secteur de Ghardaïa

#### 1.5.5. PLUVIOMETRIE

La ville de BOUHROUA et tout la région de Ghardaïa à des hauteurs de précipitations annuelles de moins de 100 mm ; La pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de 60mm.

Cette valeur moyenne de la pluviométrie n'a pas une grande signification car les pluies peuvent faire défaut pendant plusieurs années consécutives et que deux à trois jours de pluies peuvent apporter 50 à 80 mm, engendrant Parfois des importantes crues avec des débits considérables, qui peuvent atteindre 1000 m<sup>3</sup>/s.



Source : ANRH Secteur de Ghardaïa

### **1.5.6. LES VENTS**

Les vents sont saisonniers ; en hiver sont froids et humides de direction Nord-ouest et nord-ouest-ouest. Par contre en été sont secs et chauds de direction Nord-est.

### **1.6. PRESENTATION HYDRAULIQUE**

La consommation d'eau des habitants de la ville est assurée par une château d'eau avec une capacité de stockage de 1500 m<sup>3</sup>. [8]

La ville de BOUHROUA est alimentée des forages sont : Bouhraoua N1 (police), Bouhraoua N2 (zone économique), Bouhraoua N3 (SonalGaz), Bouhraoua N4 (Ziadi). [5]

### **1.7. ESTIMATION DE LA POPULATION**

En 2013 la population de la ville de BOUHROUA a été estimée à 11774 habitants, pour l'année 2063, la population sera calculée par la relation suivante : [6]

$$P_n = P_0 [1 + \tau]^n$$

Avec :

$P_n$  : population future prise à l'horizon quelconque (hab).

$P_0$  : population de l'année de référence (hab).

$\tau$  : taux d'accroissement annuel de la population (Égal à 2.51%).

$n$  : années séparant l'année de référence a l'horizon considéré.

Le tableau suivant présente le nombre d'habitant pour les différents horizons :

**Tableau 1 : Evaluation de la population**

Années	Evaluation de la population [Hab]
2013	11774
2015	12372
2063	40667

### **1.8. Conclusion**

La ville de BOUHRAOUA a un climat saharien arides, une bonne topographie (reliefs pratiquement plats) et surtout, une bonne situation hydrogéologique (vue la présence des forages).

Capacité de château d'eau existant (1500 m<sup>3</sup>).



# **CHAPITRE II**

## **ESTIMATION DES BESOINS EN EAU**



## **2.1. INTRODUCTION**

Le calcul des besoins en eau d'alimentation pour une agglomération exige une fixation impérative des normes pour chaque catégorie de consommateur. Ces normes doivent rester valables tant que les critères qui ont contribué à l'établissement de ces derniers restent inchangés.

La norme unitaire est définie comme un rapport entre le débit journalier et le nombre unité de consommateur.

Pour l'essentiel, on peut dire que l'évaluation des besoins en eau d'alimentation vise la satisfaction d'un niveau sanitaire générale une étroite relation et dépendance avec le développement socio-économique du pays (l'évolution de la population, l'équipement sanitaires, niveau de vie de la population....).

## **2.2. CONSOMMATION MOYENNE JOURNALIERE**

La consommation moyenne journalière est le produit de la norme unitaire moyenne journalière, exprimé en mètre cube par jour.

$$Q_{\text{moy},j} = (Q_i \times N_i) / 1000 \text{ m}^3/\text{j}$$

Avec :

- $Q_{\text{moy},j}$  : consommation moyenne journalière en m<sup>3</sup>/j ;
- $Q_i$  : dotation moyenne journalière en l/j/hab ;
- $N_i$  : nombre de consommateurs ;

## **2.3. BESOINS EN EAU PAR CATEGORIE**

### **2.3.1. BESOINS DOMESTIQUES**

Dans une agglomération donnée, la consommation en eau dépend essentiellement de développement sanitaire et les habitudes de la population. Pour les petites agglomérations la dotation varie de 60 à 100 l/j/hab.

Pour notre projet et d'après l'A.P.C, et comme notre agglomération est grande, les besoins seront estimés sur la base de la dotation de 150 l/j/hab.

**Tableau 2 : Besoins domestiques**

Horizon	Population	Dotation (l/j/hab)	Q <sub>moy,j</sub> (m <sup>3</sup> /j)
2013	11774	150	1766.1
2015	12372	150	1909.8
2063	40667	150	6100.05

**2.3.2. BESOINS ADMINISTRATIFS**

Les besoins administratifs sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau 3 : évaluation des besoins administratifs**

Equipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/unité)	Q <sub>moy,j</sub> (m <sup>3</sup> /j)
Annexe A.P.C <sub>1</sub>	m <sup>2</sup>	1875	5	9.375
Annexe A.P.C <sub>2</sub>	m <sup>2</sup>	1465	5	7.325
Agence postale	m <sup>2</sup>	1694	5	8.47
Agence de banque	m <sup>2</sup>	2190	5	10.95
Palais de Justice	m <sup>2</sup>	9500	5	47.5
Assurance	m <sup>2</sup>	1370	5	6.85
Direction de la culture	m <sup>2</sup>	1895	5	9.475
Siège de la Douane	m <sup>2</sup>	1962	5	9.81
Siege de la police judiciaire	m <sup>2</sup>	5000	5	25
Siège de la Sûreté urbaine	m <sup>2</sup>	1500	5	7.5
Gendarmerie	m <sup>2</sup>	2000	5	10
Garde communale	m <sup>2</sup>	1317	5	6.575
			Total	158.83

Quant-aux besoins scolaires sont résumés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 4 : évaluation des besoins scolaires**

Equipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/unité)	Q <sub>moy,j</sub> (m <sup>3</sup> /j)
Ecole primaire (semi-interne)	élève	2800	20	56
C.E.M (semi-interne)	élève	2400	20	48
Lycée (semi-interne)	élève	1800	20	36
C.F.P.A (interne+externe)	élève	500	50	25
Crèches	enfant	360	10	3.6
			Total	168.6

Les besoins sanitaires sont résumés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 5 : évaluation des besoins sanitaires**

Equipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/unité)	Q <sub>moy,j</sub> (m <sup>3</sup> /j)
Centres de santé	m <sup>2</sup>	2500	5	12.5
Salles de soin	m <sup>2</sup>	2050	5	10.25
Dispensaire	m <sup>2</sup>	1158	5	5.79
Hôpital	Lit	500	300	150
Maternité	Lit	60	300	18
			Total	196.54

Les besoins socioculturels sont résumés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 6 : évaluation des besoins socioculturels**

Equipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/unité)	Q <sub>moy,j</sub> (m <sup>3</sup> /j)
Mosquée	Fidèles	4200	5	21
Centre culturel et sportif	m <sup>2</sup>	1700	5	8,5
Bibliothèque	m <sup>2</sup>	1250	5	6.25
Résidence sportive	Résident	150	180	27
Complexe culturel	m <sup>2</sup>	2900	5	29
Complexe sportif de proximité	m <sup>2</sup>	6350	5	31.75
Complexe sportif communal	m <sup>2</sup>	32000	5	160
			Total	283.5

Les besoins d'arrosage sont résumés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 7 : évaluation des besoins d'arrosage**

Equipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/unité)	Q <sub>moy,j</sub> (m <sup>3</sup> /j)
Jardin publique	m <sup>2</sup>	3500	6	21
Rues	m <sup>2</sup>	10000	4	40
			Total	61

Les besoins commerciaux sont résumés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 8 : évaluation des besoins commerciaux**

Equipement	Unité	Nombre	Dotation (l/j/unité)	Q <sub>moy,j</sub> (m <sup>3</sup> /j)
Marché	m <sup>2</sup>	13455	5	67.275
Supermarché	m <sup>2</sup>	5910	5	29.55
Boutique	m <sup>2</sup>	4000	5	12
Hôtel	Lit	300	180	54
Boulangerie	unité	13	500	16,5
Boucherie	unité	12	50	19,5
Bain maure	unité	3	36000	108
Douche publique	unité	4	27000	108
Abattoir	unité	1	4500	4.5
Station service	unité	2	6000	12
			Total	431.325

### **2.3.3. RECAPITULATION DES BESOINS EN EAUX DE LA VILLE**

Les besoins totaux en eaux de la ville de BOUHROUA sont donnés par le tableau ci-dessous :

**Tableau 9 : Récapitulation des besoins en eaux de la ville**

Catégorie des besoins	Q <sub>moy,j</sub> (m <sup>3</sup> /j)
Domestiques	6100.05
Administratifs	158.83
Scolaires	168.6
Sanitaires	196.54
Commerciaux	431.325
Socioculturels	283.5
Arrosage	61
Total	10822.395

Donc :

$$Q_{\text{moy.j}} = 10822.395 \text{ m}^3/\text{j}$$

## 2.4. COEFFICIENT D'IRREGULARITE

### 2.4.1. COEFFICIENT D'IRREGULARITE MAXIMAL (K<sub>MAX,J</sub>)

Du fait de l'existence d'une irrégularité de la consommation horaire au cours de la journée, on doit tenir compte de cette variation en déterminant le rapport :

$$K_{\max,j} = \frac{Q_{\max,j}}{Q_{\text{moy},j}}$$

Qui exprime de combien le débit maximum journalier dépasse le débit moyen journalier.

La valeur de  $K_{\max,j}$  varie entre 1,1 et 1,3. Pour notre cas on prend  $K_{\max,j} = 1,3$  pour les besoins domestiques, par contre pour les besoins d'arrosage on prend  $K_{\max,j} = 1$ .

Ce coefficient consiste à prévenir les fuites et les gaspillages au niveau du réseau.

### 2.4.2. COEFFICIENT D'IRREGULARITE MINIMAL (K<sub>MIN,J</sub>)

Il est défini comme étant le rapport de la consommation moyenne journalière, donné par la relation suivante :

$$K_{\min,j} = \frac{Q_{\min,j}}{Q_{\text{moy},j}}$$

Ce coefficient permet de déterminer le débit minimum journalier envisageant une sous consommation.  $K_{\min,j}$  varie de 0,7 à 0,9.

### 2.4.3. COEFFICIENT D'IRREGULARITE MAXIMAL HORAIRE (K<sub>MAX,H</sub>)

Ce coefficient représente l'augmentation de la consommation horaire pour la journée. D'une manière générale, ce coefficient peut être décomposé en deux autres coefficients :  $\alpha_{\max}$  et  $\beta_{\max}$  ; tel que :

$$K_{\max,h} = \frac{Q_{\max,h}}{Q_{\text{moy},h}} = \alpha_{\max} \beta_{\max}$$

Avec :

$\alpha$  max: coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et de régime du travail, varie de 1,2 à 1,5 et dépend du niveau de développement local. Pour notre cas on prend :  $\alpha$  max = 1,3.

$\beta$  max: coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population. Le tableau II-10 donne Sa variation en fonction du nombre d'habitants.

**Tableau 10 :  $\beta$  max en fonction du nombre d'habitants**

Habitant	<1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	50000
$B_{\max}$	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15

Pour notre cas on a un nombre d'habitants de 40667 hab, donc :

$$\beta \text{ max} = 1,15, \text{ d'où la valeur de } K_{\text{max,h}} = 1,56$$

#### **2.4.4. COEFFICIENT D'IRREGULARITE MINIMAL HORAIRE ( $K_{\text{MIN,H}}$ )**

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

$$K_{\text{min,h}} = \frac{Q_{\text{min,h}}}{Q_{\text{moy,h}}} = \alpha_{\text{min}} \beta_{\text{min}}$$

Avec :

$\alpha$  min: coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et du régime de travail, varie de 0,4 à 0,6. Pour notre cas on prend  $\alpha$  min = 0,5.

$\beta$  min: coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population. Le tableau II-10 donne sa variation en fonction du nombre d'habitants.

**Tableau 11 :  $\beta_{\text{min}}$  en fonction du nombre d'habitants**

Habitant	<1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	50000
$\beta_{\text{min}}$	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6

Donc pour notre cas  $\beta_{\text{min}} = 0,5$  ; d'où la valeur de  $K_{\text{min,h}} = 0,25$ .

## 2.5. DETERMINATION DES DEBITS JOURNALIERS

### 2.5.1. CONSOMMATION MINIMALE JOURNALIERE (Q MIN,J)

C'est le débit de jour de faible consommation pendant l'année :

$$Q_{\min,j} = Q_{\text{moy},j} K_{\min,j}$$

On prend  $K_{\min,j} = 0,8$  d'où  $Q_{\min,j} = 5919.845 \text{ m}^3/\text{j}$

### 2.5.2. CONSOMMATION MAXIMALE JOURNALIERE (Q MAX,J)

Ce débit relatif au jour de plus grande consommation pendant l'année est utilisé comme élément de base dans les calculs de dimensionnement du réseau de distribution et d'adduction, il nous permet de dimensionner toute la chaîne de distribution.

Ce débit est calculé ainsi :

$$Q_{\max,j} = Q_{\text{moy},j} K_{\max,j}$$

Avec :

$Q_{\max,j}$  : débit maximum journalier en  $\text{m}^3/\text{j}$  ;

$Q_{\text{moy},j}$  : débit moyen journalier en  $\text{m}^3/\text{j}$  ;

$K_{\max,j}$  : coefficient d'irrégularité maximale journalière.

**Tableau 12 : Calcul de la consommation maximale journalière**

Nature des Consommations	Débit moyen journalier $Q_{\text{moy}} [\text{m}^3/\text{j}]$	Coefficient d'irrégularité $[K_j]$	Débit maximum journalier $Q_{\max,j} [\text{m}^3/\text{j}]$
1- Agglomération domestique	7399.485	1.3	9619.3305
Administratifs	158.83	1.3	206.479
Scolaires	168.6	1.3	219.18
Sanitaires	196.54	1.3	255.502
Commerciaux	431.325	1.3	560.723
Socioculturels	283.5	1.3	368.55
<u>2- Arrosages</u>			
Jardins	61	1	61
Rues		1	
		<b>Total</b>	<b>11290.7645</b>

Donc :  $Q_{\max,j} = 11290.7645 \text{ m}^3/\text{j}$

### **2.5.3. DETERMINATION DES DEBITS HORAIRE**

Généralement on détermine les débits horaires en fonction du développement, des habitudes de la population et du régime de consommation probable.

### **2.5.4. DEBIT MOYEN HORAIRE**

Le débit moyen horaire est donné par la relation suivante :

$$Q_{\text{moy,h}} = Q_{\text{max,j}}/24 \text{ m}^3/\text{h}$$

Avec :

$Q_{\text{moy,h}}$  : débit moyen horaire en  $\text{m}^3/\text{h}$

$Q_{\text{max,j}}$  : débit maximum journalier en  $\text{m}^3/\text{j}$  ;

Donc :

$$Q_{\text{moy,h}} = 470,4485 \text{ m}^3/\text{h}$$

### **2.5.5. DETERMINATION DU DEBIT MAXIMUM HORAIRE**

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

$$Q_{\text{max,h}} = K_{\text{max,h}} \times Q_{\text{moy,h}} \text{ m}^3/\text{h}$$

Avec :

$Q_{\text{moy,h}}$  : débit moyen horaire en  $\text{m}^3/\text{h}$  ;

$K_{\text{max,h}}$  : coefficient d'irrégularité maximale horaire ;

On a donc :

$$Q_{\text{max,h}} = 915.0223 \text{ m}^3/\text{h}$$

## **2.6. EVALUATION DE LA CONSOMMATION HORAIRE EN FONCTION DU NOMBRE D'HABITANT**

Le débit horaire d'une agglomération est variable selon l'importance de cette dernière.

La variation des débits horaires d'une journée est représentée en fonction du nombre d'habitants dans le tableau suivant :

**Tableau 13: réparation des débits horaires en fonction du nombre  
d'habitants**

Heures (h)	Nombre d'habitants				
	Moins de 10000	10001 à 50000	50001 à 100000	Plus de 100000	Agglomération de type rurale
0-1	01	1.5	03	3.35	0.75
1-2	01	1.5	3.2	3.25	0.75
2-3	01	1.5	2.5	3.3	01
3-4	01	1.5	2.6	3.2	01
4-5	02	2.5	3.5	3.25	03
5-6	03	3.5	4.1	3.4	5.5
6-7	05	4.5	4.5	3.85	5.5
8-9	6.5	6.25	4.9	5.2	3.5
9-10	5.5	6.25	4.6	5.05	3.5
10-11	4.5	6.25	4.8	4.85	06
11-12	5.5	6.25	4.7	4.6	8.5
12-13	07	05	4.4	4.6	8.5
13-14	07	05	4.1	4.55	06
14-15	5.5	5.5	4.2	4.75	05
15-16	4.5	06	4.4	4.7	05
16-17	05	06	4.3	4.65	3.5
17-18	6.5	5.5	4.1	4.35	3.5
18-19	6.5	05	4.5	4.4	06
19-20	5.0	4.5	4.5	4.3	06
20-21	4.5	04	4.5	4.3	06
21-22	03	03	4.8	3.75	03
22-23	02	02	4.6	3.75	02
23-24	01	1.5	3.3	3.7	01

**Remarque :**

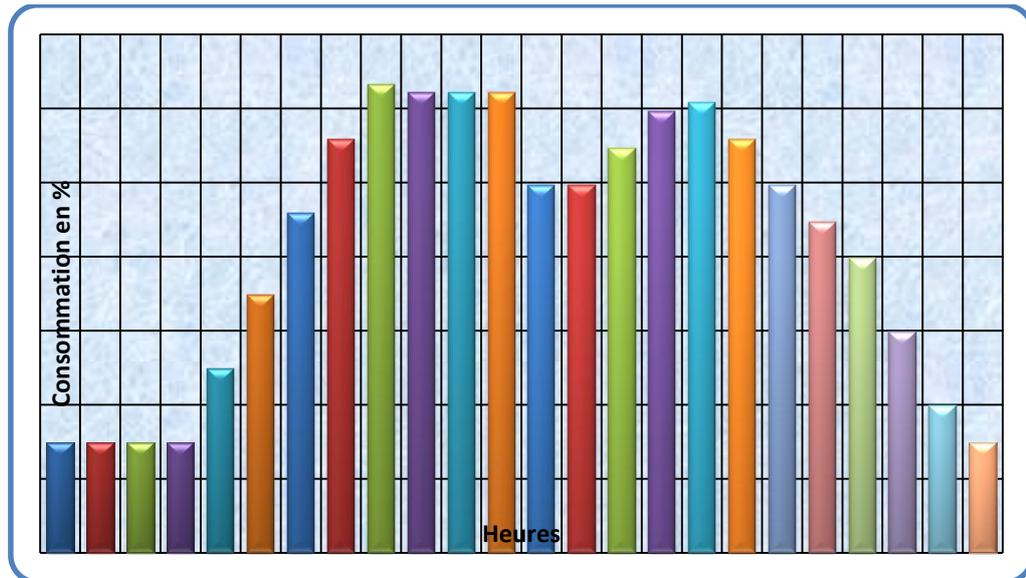
Cette variation des débits horaires est exprimée en pourcentage (%) par rapport au débit maximal journalier de l'agglomération.

Pour notre cas on choisie la répartition variant entre [10000, 50000] hab. (puisque le nombre d'habitants à l'année 2050 sera 63484 hab.) ; la durée d'arrosage pendant la journée est prévue cinq (5) heures.

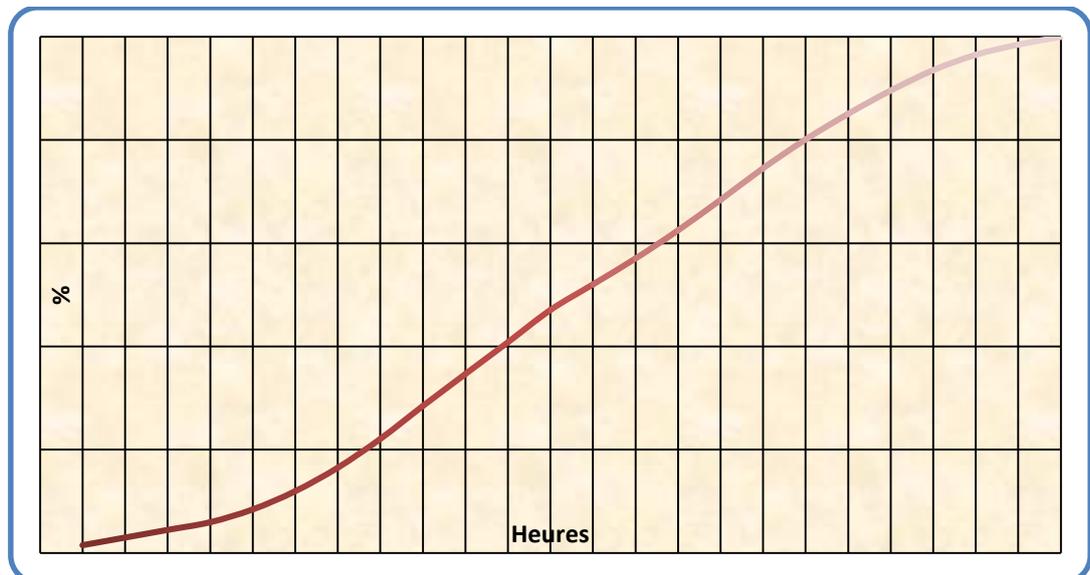
Les résultats de calcul sont obtenus dans le tableau suivant :

**Tableau 14: variation des débits horaires de la ville de BOUHRAOUA**

Heures	Consommation total Q max .j=11290.7645(m <sup>3</sup> /J)		Courbe de la consommation Cumulée (intégrale)	
	%	M <sup>3</sup> /h	%	M <sup>3</sup> /h
0-1	3	338.7229	3	338.7229
1-2	3,2	361.3045	6,2	700.0274
2-3	2,5	282.2691	8,7	982.2965
3-4	2,6	293.5599	11,3	1275.8564
4-5	3,5	395.1768	14,8	1671.0331
5-6	4,1	462.9213	18,9	2133.9545
6-7	4,5	508.0844	23,4	2642.0389
7-8	4,9	553.2475	28,3	3195.2864
8-9	4,9	553.2475	33,2	3748.5338
9-10	5,6	632.2828	38,8	4380.8166
10-11	4,8	541.9567	43,6	4922.7733
11-12	4,7	530.6659	48,3	5453.4393
12-13	4,4	496.7936	52,7	5950.2329
13-14	4,1	462.9213	56,8	6413.1542
14-15	4,2	474.2121	61	6887.3663
15-16	4,4	496.7936	65,4	7384.1600
16-17	4,3	485.5029	69,7	7869.6629
17-18	4,1	462.9213	73,8	8332.5842
18-19	4,5	508.0844	78,3	8840.6686
19-20	4,5	508.0844	82,8	9348.7530
20-21	4,5	508.0844	87,3	9856.8374
21-22	4,8	541.9567	92,1	10398.7941
22-23	4,6	519.3752	96,7	10918.1693
23-24	3,3	372.5952	100	11290.7645
Total	100	11290.7645		11290.7645



**Fig 6 : Le graphique de consommation**



**Fig 7 : La courbe intégrale.**

### **2.7. COMPARAISON ENTRE LES RESSOURCES ET LES BESOINS**

Dans le but de connaître si notre débit fourni par les forages existant satisfait les besoins calculés ou non, il faut comparer entre les besoins et ce débit disponible, et voir est ce qu'il y a un excès ou un déficit de débit.

**Tableau 15 : les débits mobilisés et exploités de chaque forage**

Forage	Débit mobilise (l/s)	Débit exploite (l/s)
Bouhraoua N1 ( police )	28	20
Bouhraoua N2 (zone économique)	21	15
Bouhraoua N3 (sounalgaz)	37	17
Bouhraoua N4 (Ziadi)	30	25
Total	116	77

Source Algérienne Des Eaux (Ghardaïa)

La ville dispose de quatre (4) forages donnant un débit actuel total de 77 l/s qui est équivalent à 6652.8 m<sup>3</sup>/j, on suppose comme hypothèse que le débit des ressources reste constant à l'horizon 2063.

Alors que les besoins totaux de la ville sont de 14050.812 m<sup>3</sup>/j, donc il y à un déficit égal à :

$$D = 4637.9645 \text{ m}^3/\text{j}.$$

## 2.8. CONCLUSION

D'après nos calculs, on a trouvé qu'il y a un déficit de 4637.96 m<sup>3</sup>/j. Donc pour combler ce déficit on va projeter un nouveau forage avec un débit d'exploitation égal à 53.68 l/s pour satisfaire les besoins.

En attendant, la dotation doit être réduite pour assurer la desserte de l'eau à tous les habitants.



# RÉSEAU DE DISTRIBUTION



### **3.1. INTRODUCTION**

Le réseau de distribution d'eau potable est un ensemble de conduites inter connectées fonctionnant sous pression, et qui assurent l'alimentation de la ville à partir des réservoirs. A cela, il faut ajouter les accessoires du réseau qui permettent une bonne exploitation et un bon entretien de ce dernier. Parmi ceux-ci on peut citer les vannes de sectionnement, les vannes de réduction de pression, les poteaux d'incendie, les compteurs, les ventouses etc.[4]

### **3.2. CHOIX DU TYPE DE RESEAU DE DISTRIBUTION**

Suivant la structure et l'importance de l'agglomération on distingue les différents types des réseaux de distribution dont : [4]

- Réseau ramifié
- Réseau maillé
- Réseau combiné
- Réseau étagé

### **3.3. CHOIX DU TYPE DE MATERIAUX**

Dans le but du bon choix du type de matériau, on prend en compte les paramètres suivants : [4]

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

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

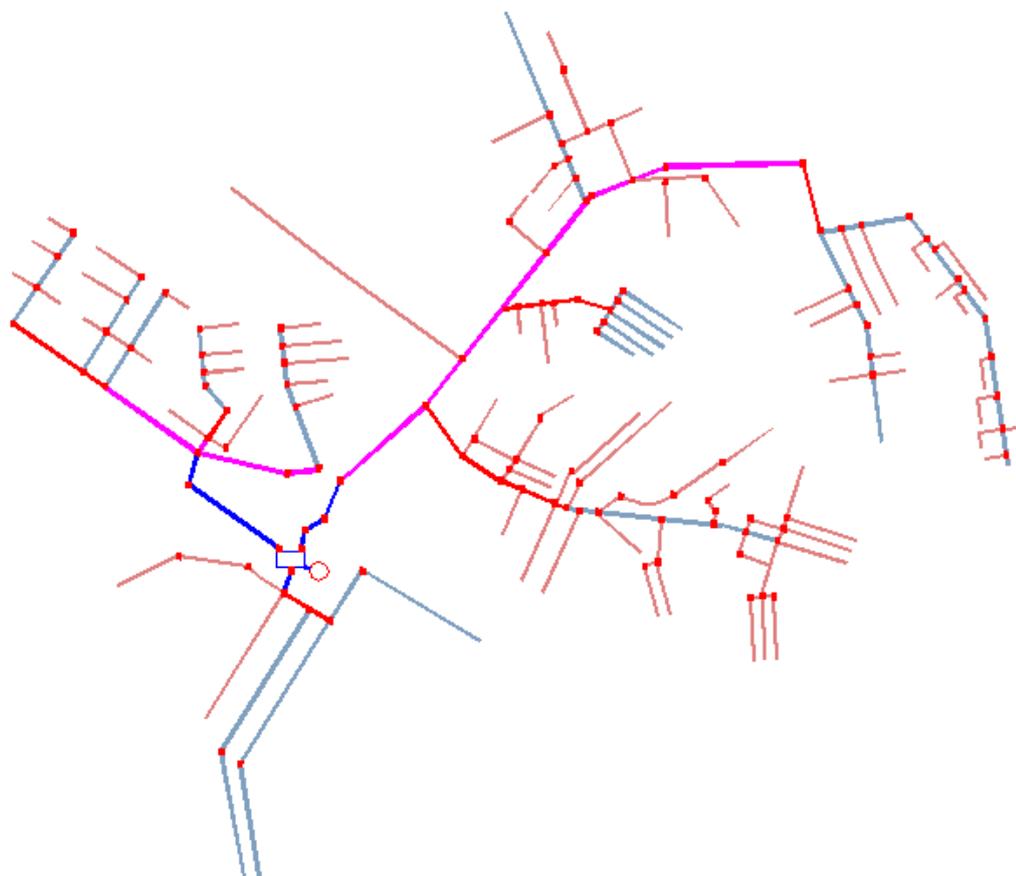
### **3.4. LE CHOIX DE LA VARIANTE**

Nous représentons deux variantes de schéma de réseau de distribution et choisissons la plus convenable et économique à la distribution de l'eau potable pour notre région.

Les figures suivantes représentent les deux variantes :



**Fig 8 : le schéma de réseau (1)**



**Fig 9 : le schéma de réseau (2)**

**Remarque :**

Selon l'étude des conditions économiques, en remarque que le premier réseau est long par rapport au deuxième réseau.

Longueur total de réseau 1 = 28763.45 m

Longueur total de réseau 2 = 26396.45 m

**3.5. LES LOGICIELS UTILIES****3.5.1. LOGICIEL AUTOCAD**

AutoCAD est un logiciel de développement que nous avons utilisé pour le tracé des différents types des schémas du réseau. AutoCAD est un logiciel de dessin et de conception assistés par ordinateur.

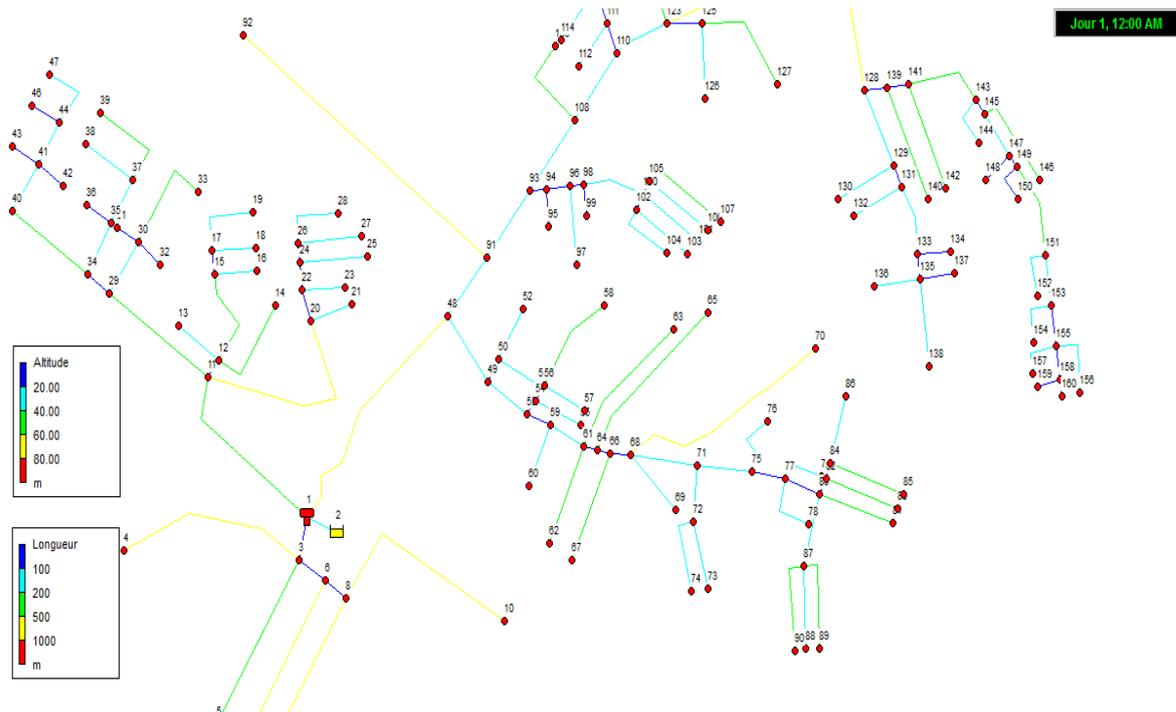
**3.5.2. LOGICIEL EPANET**

EPANET est un logiciel développé pour la simulation du comportement des systèmes de distribution d'eau d'un point de vue hydraulique.

L'utilisation d'EPANET est très diversifiée, et porte principalement sur :

- La régulation des pressions dans le réseau,
- La détection des zones de fonctionnement déficitaire
- Le dimensionnement de travaux d'amélioration du réseau ou d'extension
- L'évolution de la qualité de l'eau et l'étude de traitement en différents points du réseau
- L'amélioration de la gestion des Equipements (marnage des réservoirs), des couts

Nous donnons ci-dessous le réseau hydraulique que nous avons conçu pour l'agglomération de Bouhraoua.



**Fig 10: réseau d'AEP sur EPANET**

### 3.6. DETERMINATION DES DEBITS

#### 3.6.1. DEBIT SPECIFIQUE

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  $Q_{sp}$  qui est égal à :

$$Q_{sp} = \frac{Q_t}{\sum l_i} \quad (l/s)$$

Avec :

$Q_t$  : débit total,  $Q_t = 77$  l/s

$\sum l_i$  : Somme des longueurs des tronçons,  $L_t = 26396.45$  m

#### 3.6.2. DEBIT DE TRANCON

Les débits de tronçon sont des débits à travers dans chaque tronçon. L'estimation de débits :

$$Q_{tr} = Q_{sp} * L \quad (l/s)$$

$Q_{sp}$  : débit spécifique.

L : la longueur.

$$Q_{tot} = Q_{sp} * L + Q_{av} \text{ (l/s)}$$

$Q_{av}$  : débit aval

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

NŒUD		LONGEUR	Qs	Qtr	Qtot	Dcal	Dnm	Vth	Vreel
Initial	final	(m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	m	mm	(m/s)	(m/s)
1	2	86	0.00292	0.251	24.109	130.59	140	1.8	0.54
1	2	100		0.292	12.678	94.70	140		0.29
1	3	72.8		0.212	9.693	82.80	110		0.36
3	4	509.93		1.487	1.487	32.44	63		0.17
3	5	413.4		1.206	1.206	29.21	63		0.14
3	6	85.41		0.249	6.787	69.29	90		0.37
6	7	831.55		2.426	2.426	41.42	63		0.28
6	8	63.86		0.186	4.112	53.93	63		0.47
8	9	794.75		2.318	2.318	40.50	63		0.26
8	10	551.13		1.608	1.608	33.72	63		0.18
1	11	407		1.187	15.795	105.70	125		0.45
11	12	52.34		0.153	3.230	47.80	63		0.37
12	13	135.05		0.394	0.394	16.69	63		0.04
12	14	236.51		0.690	0.690	22.09	63		0.08
12	15	222.71		0.650	1.993	37.55	63		0.23
15	16	112.3		0.328	0.328	15.22	63		0.04
15	17	51.03		0.149	1.016	26.81	63		0.12
17	18	110.93		0.324	0.324	15.13	63		0.04
17	19	186.26		0.543	0.543	19.60	63		0.06
11	20	531.25		1.550	4.212	54.58	63		0.48
20	21	110.21		0.321	0.321	15.08	63		0.04
20	22	69.4		0.202	2.341	40.69	63		0.27
22	23	114.75		0.335	0.335	15.39	63		0.04
22	24	58.44		0.170	1.804	35.72	63		0.21
24	25	180.25		0.526	0.526	19.29	63		0.06
24	26	47.39		0.138	1.107	27.99	63		0.13
26	27	170.13		0.496	0.496	18.74	63		0.06
26	28	162.13		0.473	0.473	18.29	63		0.05
11	29	322.15		0.940	7.166	71.20	90		0.40

29	30	130.64	0.00292	0.381	1.452	32.05	63	1.8	0.17
30	32	67.27		0.196	0.196	11.78	63		0.02
30	31	39.32		0.115	0.115	9.01	63		0.01
30	33	260.53		0.760	0.760	23.19	63		0.09
29	34	77.81		0.227	4.774	58.11	63		0.54
34	35	132.19		0.386	2.042	38.01	63		0.23
35	36	72.8		0.212	0.212	12.26	63		0.02
35	37	105.73		0.308	1.444	31.96	63		0.16
37	38	144.91		0.423	0.423	17.29	63		0.05
37	39	244.52		0.713	0.713	22.46	63		0.08
34	40	237.05		0.691	2.505	42.09	63		0.28
40	41	125.26		0.365	1.814	35.82	63		0.21
41	42	75.8		0.221	0.221	12.51	63		0.03
41	43	78.67		0.229	0.229	12.74	63		0.03
41	44	103.08		0.301	0.998	26.56	63		0.11
44	46	78.88		0.230	0.230	12.76	63		0.03
44	47	160.01		0.467	0.467	18.17	63		0.05
1	48	550.9		1.607	46.200	180.78	200		0.51
48	49	178.16		0.520	19.214	116.58	125		0.55
49	50	58.85		0.172	0.904	25.29	63		0.10
50	51	123.88		0.361	0.361	15.99	63		0.04
50	52	127.3		0.371	0.371	16.21	63		0.04
49	53	133.78		0.390	17.790	112.18	125		0.50
53	54	35.4		0.103	1.643	34.09	63		0.19
54	55	124.76		0.364	0.364	16.04	63		0.04
54	56	35.15		0.103	1.176	28.84	63		0.13
56	57	119.08		0.347	0.347	15.68	63		0.04
56	58	248.77		0.726	0.726	22.66	63		0.08
53	59	59.07		0.172	15.757	105.57	125		0.45
59	60	137.35		0.401	0.401	16.83	63		0.05
59	61	102.73		0.300	15.184	103.64	125		0.43
61	62	233.39		0.681	0.681	21.94	63		0.08
61	63	349.1	1.018	1.018	26.84	63	0.12		
61	64	28.51	0.083	13.185	96.58	110	0.47		
64	65	421.38	1.229	1.229	29.49	63	0.14		
64	66	41.12	0.120	11.873	91.64	110	0.44		
66	67	248.99	0.726	0.726	22.67	63	0.08		
66	68	55.66	0.162	11.027	88.32	110	0.41		

68	69	165.78	0.00292	0.484	0.484	18.50	63	1.8	0.05
68	70	565.4		1.649	1.649	34.16	63		0.19
68	71	175.52		0.512	8.731	78.59	110		0.32
71	72	132.36		0.386	1.344	30.84	63		0.15
72	73	149.59		0.436	0.436	17.57	63		0.05
72	74	178.85		0.522	0.522	19.21	63		0.06
71	75	149.78		0.437	6.875	69.74	90		0.38
75	76	148.79		0.434	0.434	17.52	63		0.05
75	77	93.63		0.273	6.004	65.17	90		0.33
77	78	150.47		0.439	0.439	17.62	63		0.05
77	79	125.33		0.366	0.366	16.08	63		0.04
77	80	90.65		0.264	4.927	59.03	63		0.56
80	81	201.77		0.589	0.589	20.40	63		0.07
80	82	31.62		0.092	1.840	36.08	63		0.21
82	83	201.04		0.586	0.586	20.37	63		0.07
82	84	41.23		0.120	1.161	28.66	63		0.13
84	85	204.33		0.596	0.596	20.53	63		0.07
84	86	152.57		0.445	0.445	17.74	63		0.05
80	87	164.92		0.481	2.234	39.75	63		0.25
87	88	180.28		0.526	0.526	19.29	63		0.06
87	89	200.29		0.584	0.584	20.33	63		0.07
87	90	220.23		0.642	0.642	21.32	63		0.07
78	91	156.2		0.456	25.379	133.98	140		0.56
91	92	814		2.374	2.374	40.98	63		0.27
91	93	185.01		0.540	22.549	126.29	140		0.50
93	94	50		0.146	4.793	58.23	63		0.55
94	95	80.62		0.235	0.235	12.90	63		0.03
94	96	70.71		0.206	4.412	55.87	63		0.50
96	97	171.17		0.499	0.499	18.79	63		0.06
96	98	40		0.117	3.707	51.21	63		0.42
98	99	60	0.175	0.175	11.13	63	0.02		
98	100	155.7	0.454	3.415	49.15	63	0.39		
100	101	186.01	0.543	0.543	19.59	63	0.06		
100	102	36.06	0.105	1.068	27.49	63	0.12		
102	103	172.05	0.502	0.502	18.84	63	0.06		
102	104	158.13	0.461	0.461	18.06	63	0.05		
105	106	194.16	0.566	0.566	20.02	63	0.06		
105	107	238.54	0.696	0.696	22.19	63	0.08		

93	108	196.32	0.00292	0.573	17.215	110.35	125	1.8	0.49
108	109	226.37		0.660	0.660	21.61	63		0.08
108	110	187.69		0.548	16.530	108.13	125		0.47
110	111	71.56		0.209	4.222	54.65	90		0.23
111	112	112.33		0.328	0.328	15.22	63		0.04
111	113	56.58		0.165	3.686	51.06	63		0.42
113	114	138.16		0.403	0.403	16.88	63		0.05
113	115	49.28		0.144	3.118	46.96	63		0.35
115	116	79.63		0.232	1.297	30.28	63		0.15
116	118	307.85		0.898	0.898	25.20	63		0.10
116	117	57		0.166	0.166	10.84	63		0.02
115	119	81.53		0.238	1.677	34.44	90		0.09
119	121	176.7		0.515	0.515	19.09	63		0.06
119	122	316.77		0.924	0.924	25.57	63		0.11
110	123	143.34		0.418	15.982	106.33	110		0.59
123	124	275.06		0.802	0.802	23.82	63		0.09
123	125	94.36		0.275	1.577	33.40	63		0.18
125	126	164.68		0.480	0.480	18.43	63		0.05
125	127	281.7		0.822	0.822	24.11	63		0.09
123	128	681.04		1.987	13.185	96.57	110		0.49
128	129	178.39		0.520	3.577	50.30	63		0.41
129	130	164.26		0.479	0.479	18.41	63		0.05
129	131	52.27		0.152	2.578	42.70	63		0.29
131	132	142.15		0.415	0.415	17.13	63		0.05
131	133	152.61		0.445	2.010	37.71	63		0.23
133	134	82.29		0.240	0.240	13.03	63		0.03
133	135	48.99		0.143	1.325	30.62	63		0.15
135	137	89.75		0.262	0.262	13.61	63		0.03
135	136	122.32		0.357	0.357	15.89	63		0.04
135	138	193.24		0.564	0.564	19.97	63		0.06
128	139	62.21		0.181	7.621	73.42	90		0.41
139	140	263.2		0.768	0.768	23.30	63		0.09
139	141	57.81		0.169	6.672	68.70	90		0.37
141	142	244.29		0.713	0.713	22.45	63		0.08
141	143	217.07		0.633	5.790	64.00	90		0.32
143	144	120.01		0.350	0.350	15.74	63		0.04
143	145	33.27		0.097	4.807	58.31	63		0.55
145	146	229.22		0.669	0.669	21.75	63		0.08

145	147	105.13	<b>0.00292</b>	0.307	4.041	53.47	63	<b>1.8</b>	0.46
147	148	74.19		0.216	0.216	12.37	63		0.02
147	149	36.43		0.106	3.518	49.89	63		0.40
149	150	83.79		0.244	0.244	13.15	63		0.03
149	151	216.64		0.632	3.168	47.34	63		0.36
151	152	114.17		0.333	0.333	15.35	63		0.04
151	153	110.29		0.322	2.203	39.47	63		0.25
153	154	123.71		0.361	0.361	15.98	63		0.04
153	155	96.89		0.283	1.520	32.79	63		0.17
155	156	149.4		0.436	0.436	17.56	63		0.05
155	157	110.73		0.323	0.323	15.12	63		0.04
155	158	78.3		0.228	0.479	18.40	63		0.05
158	159	60.48		0.176	0.176	11.17	63		0.02
158	160	25.29		0.074	0.074	7.22	63		0.01
100	105	30.06		0.088	1.350	30.90	63		0.15

**Tableau 16 : calcul le Q, D, V**

Le tableau suivant détermine les valeurs de perte de charge ( $\Delta H$ ) et la pression (P) dans chaque tronçon :

Tronçon		Côte	Longueur	Q	D	J	$\Delta H$	P
		M	m	(l/s)	mm	M	m	m
1	2	520	86	24.109	140	0.00081	0.106	35
1	2	525	100	12.678	140	0.00026	0.167	30
1	3	515.65	72.8	9.693	110	0.00033	0.155	39
3	4	501.945	509.93	1.487	63	0.00009	1.522	52
3	5	497.851	413.4	1.206	63	0.00007	0.960	56
3	6	512.225	85.41	6.787	90	0.00033	0.197	43
6	7	488.225	831.55	2.426	63	0.00017	4.814	62
6	8	510	63.86	4.112	63	0.00040	0.201	45
8	9	488.225	794.75	2.318	63	0.00016	4.308	62
8	10	515	551.13	1.608	63	0.00010	1.814	38
1	11	503.48	407	15.795	125	0.00053	0.642	51
11	12	500	52.34	3.230	63	0.00027	0.111	55
12	13	499.276	135.05	0.394	63	0.00003	0.123	56
12	14	495	236.51	0.690	63	0.00004	0.313	60
12	15	498.044	222.71	1.993	63	0.00013	0.975	56
15	16	495.464	112.3	0.328	63	0.00003	0.096	59
15	17	495.745	51.03	1.016	63	0.00006	0.098	59

17	18	492.33	110.93	0.324	63	0.00003	0.094	63
17	19	492.073	186.26	0.543	63	0.00003	0.205	63
11	20	497.344	531.25	4.212	63	0.00042	1.737	56
20	21	503.124	110.21	0.321	63	0.00003	0.093	52
20	22	495	69.4	2.341	63	0.00016	0.381	60
22	23	502.529	114.75	0.335	63	0.00003	0.098	52
22	24	495.648	58.44	1.804	63	0.00011	0.224	59
24	25	506.374	180.25	0.526	63	0.00003	0.194	48
24	26	495.432	47.39	1.107	63	0.00006	0.100	59
26	27	502.785	170.13	0.496	63	0.00003	0.176	52
26	28	507.206	162.13	0.473	63	0.00003	0.163	48
11	29	501.842	322.15	7.166	90	0.00036	0.825	52
29	30	500.713	130.64	1.452	63	0.00009	0.378	54
30	32	498.325	67.27	0.196	63	0.00000	0.004	57
30	31	500.302	39.32	0.115	63	0.00000	0.005	55
30	33	491.314	260.53	0.760	63	0.00004	0.376	63
29	34	501.869	77.81	4.774	63	0.00052	0.316	53
34	35	501.191	132.19	2.042	63	0.00014	0.599	53
35	36	501.137	72.8	0.212	63	0.00001	0.026	54
35	37	495.801	105.73	1.444	63	0.00009	0.304	59
37	38	495	144.91	0.423	63	0.00003	0.137	60
37	39	490	244.52	0.713	63	0.00004	0.334	65
34	40	502.292	237.05	2.505	63	0.00018	1.439	51
40	41	500.535	125.26	1.814	63	0.00012	0.483	54
41	42	499.498	75.8	0.221	63	0.00001	0.038	55
41	43	504.607	78.67	0.229	63	0.00002	0.047	50
41	44	496.103	103.08	0.998	63	0.00006	0.194	59
44	46	501.308	78.88	0.230	63	0.00002	0.048	54
44	47	500.312	160.01	0.467	63	0.00003	0.159	55
1	48	502.958	550.9	46.200	200	0.00089	0.618	51
48	49	502.486	178.16	19.214	125	0.00076	0.165	52
49	50	502.049	58.85	0.904	63	0.00005	0.100	53
50	51	498.631	123.88	0.361	63	0.00003	0.109	56
50	52	504.486	127.3	0.371	63	0.00003	0.113	50
49	53	505	133.78	17.790	125	0.00066	0.262	50
53	54	505	35.4	1.643	63	0.00010	0.120	50
54	55	504.857	124.76	0.364	63	0.00003	0.110	50
54	56	503.985	35.15	1.176	63	0.00007	0.079	51

56	57	501.983	119.08	0.347	63	0.00003	0.103	53
56	58	492.432	248.77	0.726	63	0.00004	0.345	62
53	59	504.753	59.07	15.757	125	0.00053	0.093	50
59	60	499.058	137.35	0.401	63	0.00003	0.126	56
59	61	504.735	102.73	15.184	125	0.00049	0.263	50
61	62	495	233.39	0.681	63	0.00004	0.306	60
61	63	490	349.1	1.018	63	0.00006	0.673	64
61	64	504.532	28.51	13.185	110	0.00057	0.037	50
64	65	485	421.38	1.229	63	0.00007	1.001	69
64	66	501.099	41.12	11.873	110	0.00047	0.078	54
66	67	495	248.99	0.726	63	0.00004	0.345	60
66	68	496.458	55.66	11.027	110	0.00041	0.247	58
68	69	499.05	165.78	0.484	63	0.00003	0.169	56
68	70	493.585	565.4	1.649	63	0.00010	1.923	59
68	71	500	175.52	8.731	110	0.00028	0.522	54
71	72	497.855	132.36	1.344	63	0.00008	0.349	57
72	73	493.025	149.59	0.436	63	0.00003	0.143	62
72	74	493.989	178.85	0.522	63	0.00003	0.191	61
71	75	500	149.78	6.875	90	0.00033	0.344	55
75	76	498.066	148.79	0.434	63	0.00003	0.142	57
75	77	501.665	93.63	6.004	90	0.00027	0.178	53
77	78	497.506	150.47	0.439	63	0.00003	0.145	57
77	79	500	125.33	0.366	63	0.00003	0.111	55
77	80	501.02	90.65	4.927	63	0.00054	0.389	54
80	81	494.501	201.77	0.589	63	0.00003	0.235	60
80	82	500	31.62	1.840	63	0.00012	0.124	55
82	83	495	201.04	0.586	63	0.00003	0.234	60
82	84	498.541	41.23	1.161	63	0.00007	0.092	56
84	85	493.987	204.33	0.596	63	0.00004	0.241	61
84	86	489.01	152.57	0.445	63	0.00003	0.148	66
80	87	497.035	164.92	2.234	63	0.00015	0.847	57
87	88	493.908	180.28	0.526	63	0.00003	0.194	61
87	89	494.015	200.29	0.584	63	0.00003	0.232	61
87	90	492.5	220.23	0.642	63	0.00004	0.275	62
48	91	500	156.2	25.379	140	0.00089	0.212	55
91	92	490	814	2.374	63	0.00017	4.568	60
91	93	496.754	185.01	22.549	140	0.00072	0.201	58
93	94	495.504	50	4.793	63	0.00052	0.204	59

94	95	495.465	80.62	0.235	63	0.00002	0.053	59
94	96	495.456	70.71	4.412	63	0.00045	0.250	59
96	97	490	171.17	0.499	63	0.00003	0.178	65
96	98	495.495	40	3.707	63	0.00034	0.101	59
98	99	495.352	60	0.175	63	0.00043	0.915	59
98	100	495.125	155.7	3.415	63	0.00029	0.360	60
100	101	494.875	186.01	0.543	63	0.00003	0.204	60
100	102	495.225	36.06	1.068	63	0.00006	0.073	60
102	103	493.85	172.05	0.502	63	0.00003	0.179	61
102	104	494.433	158.13	0.461	63	0.00003	0.156	60
105	106	492.758	194.16	0.566	63	0.00003	0.220	62
105	107	495.339	238.54	0.696	63	0.00004	0.319	59
93	108	495	196.32	17.215	125	0.00062	0.362	60
108	109	495	226.37	0.660	63	0.00004	0.289	60
108	110	493.566	187.69	16.530	125	0.00058	0.321	61
110	111	495.535	71.56	4.222	90	0.00015	0.175	59
111	112	495.633	112.33	0.328	63	0.00003	0.096	59
111	113	495.833	56.58	3.686	63	0.00033	0.148	59
113	114	496.05	138.16	0.403	63	0.00003	0.127	59
113	115	495.335	49.28	3.118	63	0.00025	0.098	60
115	116	495.855	79.63	1.297	63	0.00008	0.201	59
116	118	495.345	307.85	0.898	63	0.00005	0.521	59
116	117	495.504	57	0.166	63	0.00001	0.014	59
115	119	495.225	81.53	1.677	90	0.00005	0.273	60
119	121	495.456	176.7	0.515	63	0.00003	0.187	59
119	122	489.504	316.77	0.924	63	0.00005	0.552	65
110	123	495.055	143.34	15.982	110	0.00081	0.267	60
123	124	491.855	275.06	0.802	63	0.00005	0.418	63
123	125	489.785	94.36	1.577	63	0.00010	0.303	65
125	126	498.125	164.68	0.480	63	0.00003	0.167	57
125	127	497.329	281.7	0.822	63	0.00005	0.437	57
123	128	497.055	681.04	13.185	110	0.00057	0.890	57
128	129	493.981	178.39	3.577	63	0.00032	0.444	61
129	130	497.223	164.26	0.479	63	0.00003	0.166	58
129	131	496.345	52.27	2.578	63	0.00019	0.331	58
131	132	495.424	142.15	0.415	63	0.00003	0.133	59
131	133	495.044	152.61	2.010	63	0.00013	0.676	59
133	134	495.334	82.29	0.240	63	0.00002	0.057	60

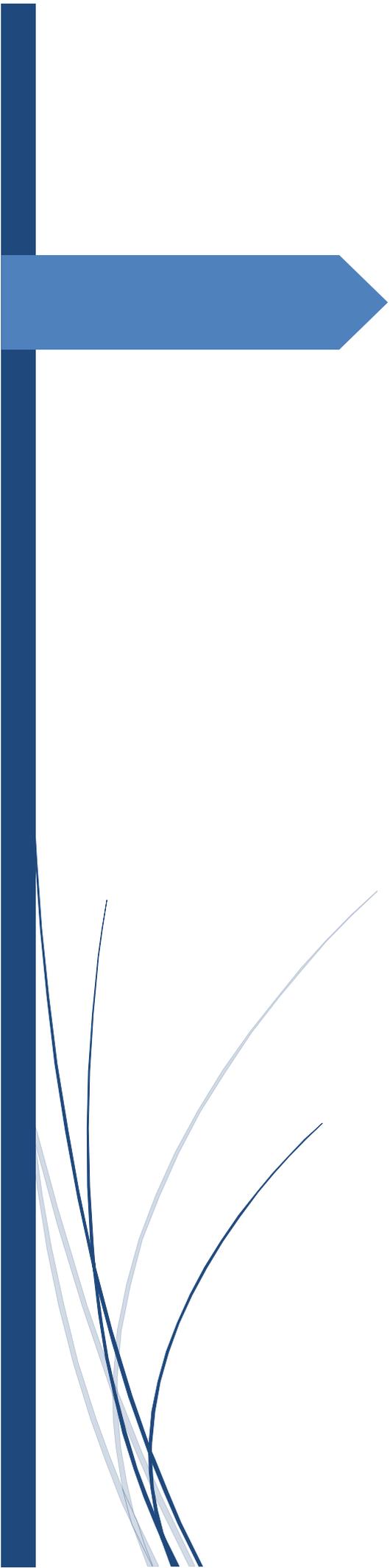
133	135	495.033	48.99	1.325	63	0.00008	0.127	60
135	137	493.875	89.75	0.262	63	0.00002	0.070	61
135	136	494.985	122.32	0.357	63	0.00003	0.107	60
135	138	495.055	193.24	0.564	63	0.00003	0.218	60
128	139	490	62.21	7.621	90	0.00040	0.178	65
139	140	492.945	263.2	0.768	63	0.00004	0.384	62
139	141	489.564	57.81	6.672	90	0.00032	0.130	65
141	142	497.987	244.29	0.713	63	0.00004	0.333	57
141	143	499.07	217.07	5.790	90	0.00025	0.869	55
143	144	496.053	120.01	0.350	63	0.00003	0.104	59
143	145	491.556	33.27	4.807	63	0.00052	0.137	63
145	146	495.377	229.22	0.669	63	0.00004	0.296	59
145	147	491.325	105.13	4.041	63	0.00039	0.321	63
147	148	490.435	74.19	0.216	63	0.00001	0.032	65
147	149	490.115	36.43	3.518	63	0.00031	0.088	65
149	150	490.225	83.79	0.244	63	0.00002	0.060	65
149	151	490.115	216.64	3.168	63	0.00026	0.424	64
151	152	490.018	114.17	0.333	63	0.00003	0.098	65
151	153	490.15	110.29	2.203	63	0.00015	0.555	64
153	154	490	123.71	0.361	63	0.00003	0.109	65
153	155	489.485	96.89	1.520	63	0.00009	0.297	65
155	156	489.756	149.4	0.436	63	0.00003	0.143	65
155	157	489.985	110.73	0.323	63	0.00003	0.094	65
155	158	490.215	78.3	0.479	63	0.00003	0.079	65
158	159	489.866	60.48	0.176	63	0.00002	0.048	65
158	160	490.115	25.29	0.074	63	0.00000	0.001	65
100	105	489.951	30.06	1.350	63	0.00008	0.080	65

**Tableau 17 : calcul de  $\Delta H$  et P****Remarque**

Le réseau vérifie les conditions d'écoulement en matière de pression, par contre selon les différentes projections la vitesse d'écoulement est faible, ainsi pour atténuer les conséquences de cette état d'écoulement nous devons assurer que fil d'eau dans le réseau doit être à pleine section et exempté de toute cavité d'air.

**3.7. Conclusion**

Le réseau de distribution a pour objectif de livres aux consommateurs une eau répondant aux normes de qualité, et bon dimensionnement de réseau pour Satisfaire les besoins de la population.



#### **4.1. INTRODUCTION**

L'objectif de l'organisation de chantier est de réaliser l'ouvrage au moins dans les délais et avec le moindre coût.

Donc la bonne connaissance du site et la conception judicieuse de l'ouvrage ne suffisent pas à garantir la qualité et la sécurité de l'ouvrage, il faut porter soin à l'exécution et les moyens qui y sont consacrés pour la réussite de l'opération.

La réalisation des projets nécessite l'utilisation de nombreux engins mécaniques destinés à excaver transporter, niveler et compacter les matériaux.

Donc, il est important de s'assurer que le chantier soit confié à une entreprise compétente et expérimentée et disposant de tous les moyens nécessaires pour l'exécution de tous les travaux dans de bonnes conditions.

Le délai de construction de l'aménagement hydraulique peut être change et cela en fonction des moyens de l'entreprise de construction.

Les opérations essentielles de préparations dans l'organisation technique pour la construction hydrotechnique commencent par la préparation des documents qui donnent droit à l'organisme de réalisation l'exécution des travaux de construction.

L'organisation technique de préparation passe par les étapes suivantes :

- Période de préparation, consiste à établir l'ordre chronologique et la cadence de réalisation des travaux en qualités et en quantités.
- Mesure d'approvisionnement du chantier en matériaux de construction concernant le lieu et la qualité.
- L'installation et la réalisation des routes d'accès soient à l'intérieur ou à l'extérieur du chantier.
- L'installation de la base de vie, des entrepôts pour les matériaux de construction et les ateliers nécessaires pour la construction ainsi que l'alimentation en eau et en énergie électrique.
- préparations des moyens humains et mécaniques pour la construction.

On appelle travaux de terrassement l'ensemble des procédés d'extraction des terres (décapages, déblais tremblais).

L'exécution de ces principaux travaux fait signe de démarrage du chantier de construction de l'aménagement hydraulique et de proposer l'exécution des travaux la plus économiques.

#### **4.2. REALISATION DU RESEAU D'AEP**

L'exécution des différents travaux sur des chantiers de réalisation des réseaux d'AEP, demande différentes opérations telles que :

- Implantation des tracés des tranchées.
- Aménagement du lit de pose des conduites.
- Pose des conduits.
- Epreuve des joints et de canalisations.
- Remblaiement de la tranchée.
- Protection contre la corrosion pour les conduites métalliques.[1]

#### **4.3. EXECUTION DES TRAVAUX**

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

- Vérification, manutention des conduites.
- Décapage de la couche du goudron (si elle existe).
- Emplacement des jalons des piquets.
- Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.
- Aménagement du lit de pose.
- La mise en place des canalisations en tranchée.
- Assemblage des tuyaux.
- Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.
- Remblai des tranchées.[1]

#### **4.4. LES ETAPES PRINCIPAL DU POSE DES CONDUITES**

##### **4.4.1. INTRODUCTION**

La Pose des conduites demeure un facteur très important pour une protection des conduites celles-ci peuvent être posées de différentes manières selon le lieu et l'obstacle rencontré s'ils existent.

#### 4.4.2. PROFONDEUR DE LA TRANCHEE

##### Excavation des tranchées :

Cette opération se divise en deux étapes :

##### a- Enlèvement de la couche végétale :

Pour la réalisation de cette opération, on opte pour un bulldozer ou un angledozer.

##### b-Excavation :

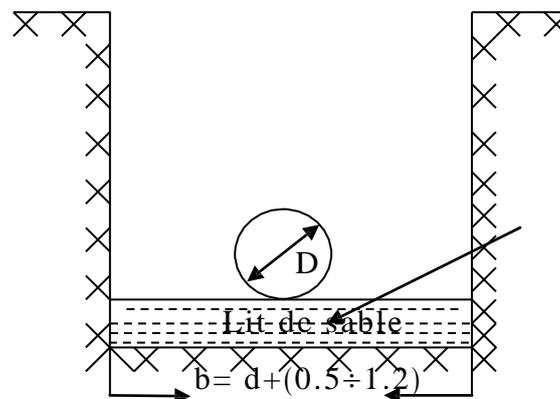
Selon les caractéristiques du terrain ; l'excavation sera réalisée mécaniquement. La profondeur minimale de la tranchée à excavée atteint 1 m pour les raisons suivantes :

- Pour garder la fraîcheur de l'eau pendant les grandes chaleurs.
- Pour protéger la canalisation contre le gel.

La largeur de la tranchée doit être d'une façon qu'un homme puisse y travailler sans difficulté ; et elle est augmentée au diamètre des conduites à mettre en place ; on pratique aux endroits des joints des tuyaux ; des élargissements et approfondissement de la tranchée appelée « niches ».

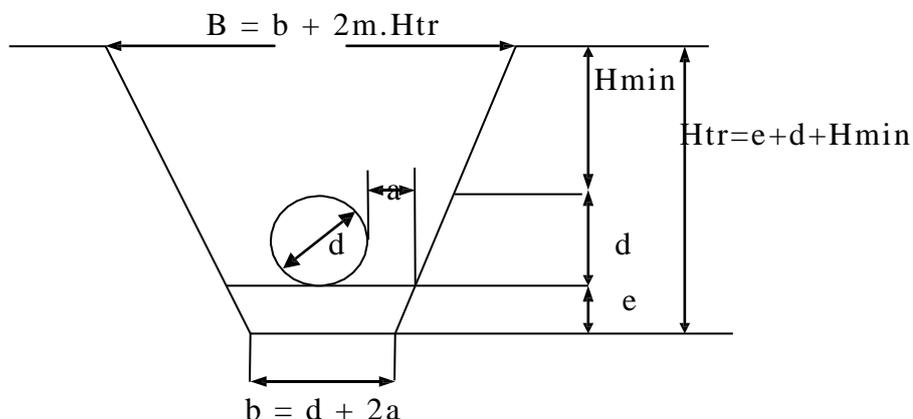
Donc l'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

- Profondeur de la tranchée « Htr »
- Largeur de la tranchée « b »
- Distance de la mise de la cavalière.



**Fig11 : Schéma d'une tranchée**

Pour le choix de la section transversale de la tranchée, il existe deux variantes ; l'une trapézoïdale et l'autre rectangulaire :



**Fig. 12 : Section type de tranchée**

Hmin : profondeur minimale au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite, égale en générale 1 m.

e : épaisseur de la couche préparée (lit de sable)

b : largeur du fond de la tranchée.

a : distance entre la génératrice latérale et la base du talus.

B : largeur superficielle de la tranchée.

La valeur de « a » est prise à partir du tableau suivant :

**Tableau 18 : Les valeurs de « a »**

Conduites	Tronçons	Tubes séparés	
		d < 0.5m	d > 0.5m
PEHD	0.3	0.5	0.8

Le calcul de la profondeur de la tranchée Htr :

$$\begin{aligned} Htr &= e + d + Hmin \\ &= d + 0.10 + 1.0 \end{aligned}$$

Donc :

$$Htr = d + 1.10 \text{ (m) [2]}$$

#### 4.4.3. AMENAGEMENT DU LIT DE POSE

Les conduites doivent être posées sur un lit de pose de 0,1 m d'épaisseur généralement en sable bien nivelé suivant les côtes du profil en long. [4]

#### **4.4.4. LA MISE EN PLACE DES CANALISATIONS**

La mise en place des conduites répond aux opérations suivantes [4] :

- Les éléments sont posés à partir de l'aval et l'emboîture des tuyaux est dirigée vers l'amont.
- Chaque élément doit être posé avec précaution dans la tranchée et présenté dans l'axe de l'élément précédemment posé.
- Avant la mise en place, il faut nettoyer le lit des tranchées.
- Le calage soit définitif par remblai partiel, soit provisoire à l'aide des cales.
- A chaque arrêt de travail, les extrémités des tuyaux non visitables sont provisoirement obturées pour éviter l'introduction des corps étrangers.

#### **4.4.5. ASSEMBLAGE DES CONDUITES**

Les joints des conduites circulaires à emboîtement sont effectués à l'aide d'une bague renforcée d'une armature et coulée sur place à l'intérieur d'un moule. [4]

#### **4.4.6. REMBLAI DES TRANCHEES**

Après avoir effectué la pose des canalisations dans les tranchées, on procède au remblaiement par la méthode suivante :

- L'enrobage de (10 : 15 cm) au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite,
- Le matériau utilisé est constitué par des déblais expurgés des pierres grossières ;
- A l'aide des engins on continue à remblayer par des couches successives de 0,25 m compactées l'une après l'autre. Pour cette étape on utilise la terre des déblais ;

Pour que les conduites résistent aux forces extérieures dues à des charges fixes et mobiles et au remblai il faut choisir des matériaux qui garantissent la résistance à ce dernier. [4]

#### **4.4.7. AMENAGEMENT DU LIT DE POSE DES CONDUITES**

Avant la pose des conduites, on procèdera aux opérations suivantes :

- Eliminer les grosses pierres des déblais placés sur les côtes de la tranchée de façon à éviter leurs chutes accidentelles sur la canalisation une fois posée.
- Nivelier soigneusement le fond de la fouille pour que la pression soit constante entre les points de changement de pentes prévues.
- Etablir ensuite le niveau du fond de la tranchée en confectionnant un lit de pose bien damé avec la terre meuble du sable et d'une couche maigre de béton, suivant la nature du terrain, le lit de sable est à une épaisseur d'environ 10 cm. [2]

#### **4.5. COMMENT POSE DES CONDUITES**

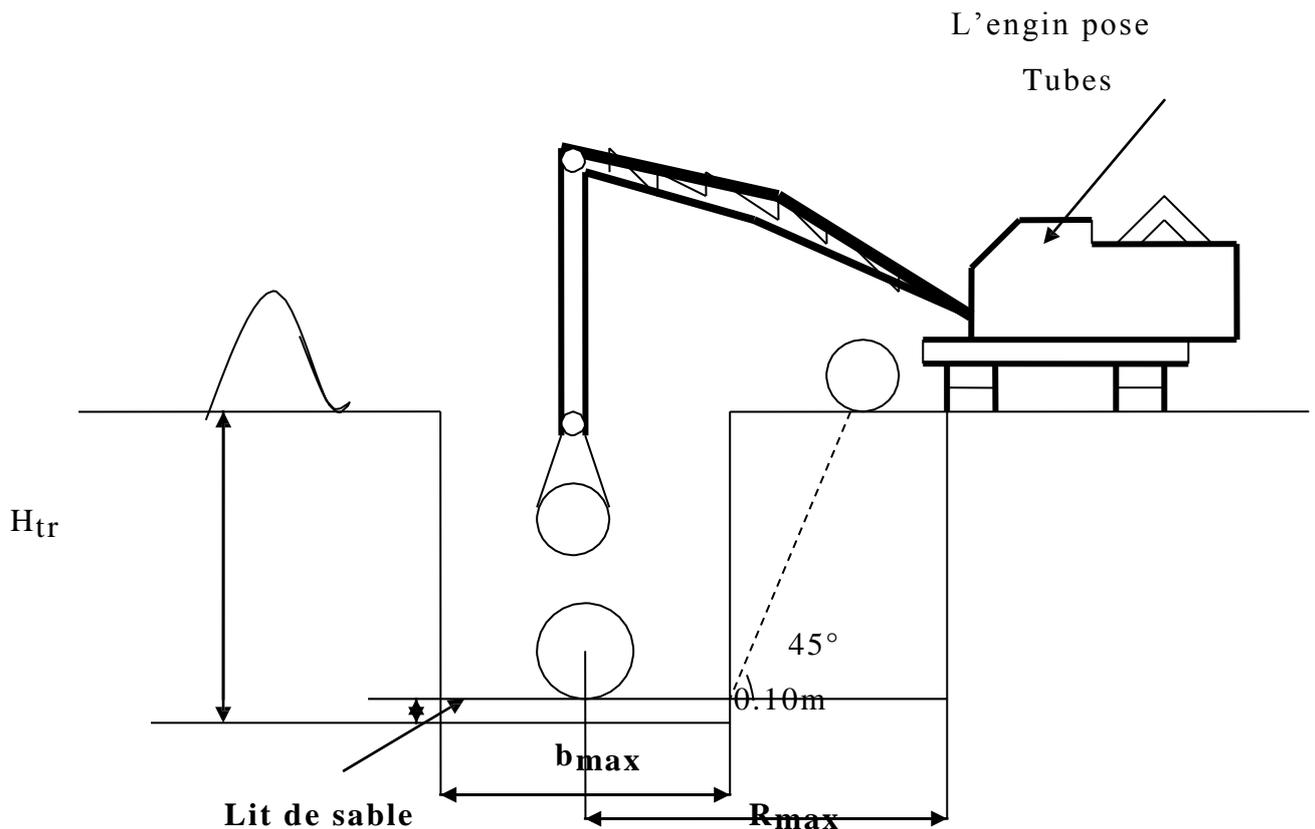
Avant la descente des conduites à fouille, on procède à un triage des conduites de façon à carter celles qui en subies des chocs ; et on les descend lentement à l'aide d'un engin de levage dans le fond de la fouille.

Au cours de pose, on vérifie régulièrement l'alignement des tuyaux pour opérer correctement, on utilise des nivelettes et effectue des visées tous les 80 m environ.

S'il sera nécessaire de caler les tuyaux pour les aligner, on emploie de la terre meuble ou du sable mais jamais de pierres.

A chaque arrêt de la pose, on bouche les extrémités du tronçon de la conduite en attente de tampon solidement fixés. [2]

La figure suivante montre la méthode de pose des conduites :



**Fig 13 : pose de la conduite dans la tranchée**

#### **4.5.1. NETTOYAGE DES CONDUITES**

Dans les canalisations il se forme généralement des dépôts organiques et limoneux pour palier a ceci on utilise un procédé mécanique ou un procédé chimique a base d'acide passivé

#### **4.5.2. TRAVERSEE DES ROUTES**

En raison des charges qui peuvent causer des dommages et par conséquence des infiltrations nuisibles à la conduite comme à la route il sera donc prévu des fourreaux dans lesquelles les conduites sont introduites afin de les protéger contre les chocs et les vibration.

### **4.6. SURVEILLANCE ET ENTRETIEN DU RESEAU**

#### **4.6.1. DESINFECTION**

Avant la livraison de l'eau à la consommation publique il est recommandé de procéder à la désinfection du réseau cette désinfection peut se faire soit au chlore soit permanganate de potassium.[4]

#### 4.6.2. DETECTION DES FUITES D'EAU

Les principales causes de fuites et qui doivent donc être évitées lors de la mise en place du réseau sont les suivantes :

- Conduites placées où il y a risque de gel.
- Terrain agressif ou instable.
- Caractéristiques de la conduite non adaptées à la pression de distribution.
- Protection insuffisante par rapport au trafic de surface.
- Mauvaise qualité du matériau.
- Appui de la conduite sur un point dur.

Diverses observations permettent de déceler la présence des fuites à savoir :

- Baisse de pression sur le réseau.
- Augmentation des heures de fonctionnement de la station de pompage.
- Consommation anormale relevée aux compteurs généraux.
- Affaissement de terrain.

#### 4.7. DETERMINATION DES DIFFERENTES VOLUMES

##### 4.7.1. VOLUMES DES DEBLAIS DES TRANCHEES

V<sub>r</sub> : Volume total des remblais

$$V_r = v_{df} - v_c - v_s$$

Où:

V<sub>df</sub> : volume total des déblais foisonnées ;

V<sub>c</sub> : volume total occupé par les conduites ;

V<sub>s</sub> : volume total de sable pour le lit de pose la conduite ;

Avec :

$$V_c = S. L, [1]$$

##### 4.7.2. FORME RECTANGULAIRE

Le volume des déblais des tranchées «vp » pour ce type de tranchée est donné par la relation suivante :

$$V_D = b. L. H_{tr}, (m)$$

Avec :

b : largeur de la tranchée (m);

$B = D + 2. a$  ; (a = 0.20 m)

a : distance entre la conduite et l'extrémité de la fouille ;

L : longueur totale de la tranchée (m) ; Htr : profondeur de la tranchée (m).

$$Htr = e + h + D \text{ (m).}$$

Où :

e : épaisseur de la couche du lit de pose ; e = 0.10 m.

H : profondeur minimale au-dessus de la génératrice supérieure de la couche (m) ;

D : diamètre nominal de la conduite (m).[1]

#### **4.7.3. VOLUME DU DECOUVERT**

Le volume de la couche végétale à décaper est calculé comme suit :

$$V = b. h. L \text{ (m}^3\text{)}$$

Avec :

V : volume de la couche végétale (m<sup>3</sup>) ;

b : la largeur de la couche végétale (m) ;

h : la hauteur de la couche végétale (m) ; h = 0.20 m

L : longueur totale de la tranchée (m).[1]

#### **4.7.4. VOLUME OCCUPE PAR LE LIT DE POSE**

Ce volume est donné par la formule suivante :

$$VLP = e. b. L \text{ (m}^3\text{)}$$

Avec :

e : épaisseur de la couche du lit de pose ; e=0.10 m

b : largeur de la tranchée (m).

L : longueur totale de la tranchée (m).[1]

#### **4.7.5. VOLUME DE LA CONDUITE**

Le volume occupé par la conduite dans la tranchée est donné par la relation suivante :

$$Vc = D^2 / 4.L$$

Avec

D : diamètre de la conduite (m).

L : longueur totale de la tranchée (m).[1]

Le tableau suivant représente les différents volumes de réseau d'AEP :

**Tableau19 : Calcul du volume de déblai**

$\Phi$	Long	V c	V f	V lit de sable	V total de sable	V tranché	V remplier
Mm	M	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
63	19988	62.31	5004.9952	1599.04	8356.50	12792.32	6125.98
75	0	0.00	0	0		0	0.00
90	1002	6.37	272.544	80.16		641.28	282.20
110	73	1	21.024	5.84		46.72	19.16
125	244	2.99	73.2	19.52		156.16	60.45
160	1837	36.94	602.536	146.96		1175.68	389.25
200	605	19.01	217.8	48.4		387.2	101.99
250	551	27.05	220.4	44.08		352.64	61.11
<b>Somme</b>	<b>24300</b>	<b>155.36</b>	<b>6412.4992</b>	<b>1944</b>		<b>8356.50</b>	<b>15552</b>

#### 4.8. LES ACTIONS RECUES PAR LES CONDUITES

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

- La pression verticale due au remblai.
- La pression résultant des charges roulantes.
- La pression résultant des charges permanentes de surface.
- La pression hydrostatique extérieure due à la présence éventuelle. [1]

#### 4.9. Conclusion

L'organisation adoptée pour la prise en compte de l'environnement à tous les niveaux d'intervention (maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre et entreprises) a permis d'apporter une réelle qualité environnementale au projet, tant dans sa conception que dans la conduite des chantiers.



# PROTECTION DES CONDUITES



### **5.1. INTRODUCTION**

Toute canalisation posée en terre nécessite une protection contre la corrosion.

Dans notre étude nous avons opté pour des conduites en PEHD ; toute fois nous citerons quelques types de corrosion avec leur remède respectif.  
[1]

### **5.2. PHENOMENE CODE DE BELIER**

Le coup de bélier est un phénomène oscillatoire dont les causes les plus fréquentes sont les suivantes :

- Arrêt brutal, par disjonction inopinée, de un ou de plusieurs groupes électropompes alimentant une conduite de refoulement débitant sur un réservoir, démarrage d'une pompe.
- Fermeture instantanée ou trop rapide d'une vanne ou d'un robinet d'obturation placé au bout d'une conduite d'adduction.

Les conduites de refoulement doivent toujours être examinées du point de vue protection contre les coups de bélier. Il en sera de même pour les conduites d'adduction dont le débit se règle à l'aval par un robinet dont les caractéristiques de fermeture sont connues.

Le coup de bélier, dont la brutalité est susceptible d'entraîner des ruptures de tuyaux, peut atteindre des valeurs très élevées pouvant être égal à plusieurs fois la pression de service.

Il est donc important d'étudier des moyens propres à limiter ses effets, puisque il en résultera une économie dans la construction des tuyaux, lesquels sont calculés, notamment, pour résister à une pression intérieure donnée.[1]

### **5.3. MOYEN DE PROTECTION DES INSTALLATIONS**

Le coup de bélier peut provoquer la rupture de la conduite, la destruction de la pompe, la cavitation et même le découlement de la veine.

Il n'est pas possible de supprimer ces efforts néfastes aux installations, mais il existe des moyens destinés à les limiter à des valeurs compatibles avec la résistance des installations, ces moyens sont cités ci-dessous : [1]

#### **5.3.1. VOLANT D'INERTIE**

Le volant d'inertie calé sur l'arbre de groupe constitue un moyen permettant grâce à l'énergie qu'il accumule pendant la marche normale d'allonger le temps d'arrêt le groupe, donc de diminuer l'intensité du coup de bélier.

#### **5.3.2. SOUPE DE DECHARGE**

La soupape de décharge intervient uniquement dans la protection contre les surpressions, son utilisation nécessite un entretien permanent et une surveillance attentive.

#### **5.3.3. RESERVOIR D'AIR**

Le réservoir d'air raccordé à la conduite de refoulement immédiatement à l'aval du clapet ; consiste un moyen permettant de protéger l'installation contre les dépressions et les surpressions.

#### **5.3.4. CHEMINEE D'EQUILIBRE**

La cheminée d'équilibre est un réservoir à l'air libre, il joue le même rôle que le réservoir d'air mais pour des faibles ou moyennes hauteurs de refoulement.

Pour notre étude, on a choisi comme moyen de protection un réservoir d'air grâce à quelques avantages qu'il présente :

- Intervient dans la protection contre la dépression et la surpression.
- Simple à l'installe retraceur contrôler.
- Choisi pour les moyennes et grandes hauteurs de refoulement.

**Remarque :**

Si la valeur de la dépression est inférieure à 1 bar il y aura un risque de cavitation, c'est à dire formation d'une poche d'air, qui peut engendrer des conséquences fatales.

Ce n'est pas le cas dans notre étude, la valeur de la dépression est bien supérieure à 1 bar.

**5.4. LA CORROSION DES CONDUITES****5.4.1. GENERALITES**

La corrosion est une attaque du métal due à des phénomènes extérieurs et intérieurs en liaisons, le plus souvent soit avec la nature du sol, soit avec les installations électriques à courant continu situées au voisinage des réseaux d'alimentation en eau. Soit avec la nature de l'eau transportée.

Les phénomènes de corrosion sont des réactions chimiques ou électrochimiques qui se posent à la surface de séparation métal-milieu ambiant.

En général, ce sont des réactions d'oxydation des métaux. Si ces phénomènes sont importants, il peut se produire une destruction rapide des canalisations par perforation.

Donc, il y a lieu d'attacher une grande importance à ce phénomène, en ce qui concerne plus particulièrement les conduites en acier, lesquelles ordinairement sont plus vulnérables. [2]

**5.4.2. LES FACTEURS DE LA CORROSION**

Les facteurs de la corrosion sont :

- L'eau : elle-même, n'a pas un caractère corrosif, par contre certains éléments qui peuvent lui conférer, ont des effets importants sur la corrosion.

On remarque dans la pratique, que si le pH de l'eau est inférieur à 10, elle a un effet corrosif envers l'acier, donc pour diminuer la corrosion on a intérêt à augmenter le pH de l'eau tout en veillant sur son oxydation.

- Température : Les fortes variations de la température entraînent

l'accélération de la corrosion, on admet pour une variation de 30°C le taux de corrosion est multiplié par 2 jusqu'à 3.

- Métal : L'acier dans notre cas ; qui était couplé dans un milieu de potentiels différents sera constamment attaqué si une protection ne sera envisagée.[3]

#### 5.4.3 LA CORROSION ELECTROCHIMIQUE

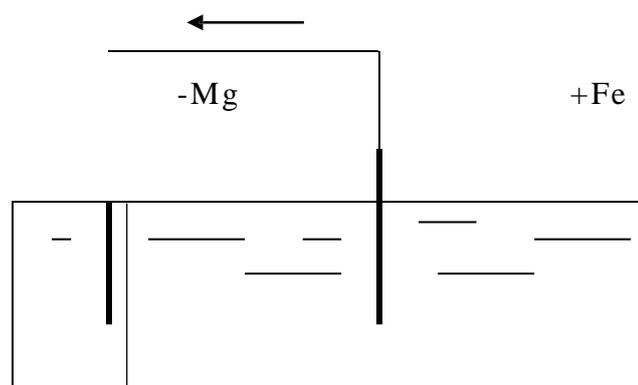
La corrosion électrochimique est caractérisée par la circulation d'une courante électrique (corrosion par électrolytes). [3]

#### 5.4.4. MECANISME DE LA CORROSION

La corrosion d'un métal se produit par oxydation, c'est à dire, par perte d'électrons, le métal devient alors ions positifs entre une solution et va se combiner avec un autre ion négatif rencontré dans cette solution. [3]

#### 5.4.5. FONCTIONNEMENT D'UNE PILE DE CORROSION

La corrosion de la conduite peut être comparée à ce qui se passe dans un bac électrolyte lorsqu'on plonge deux métaux différents, on considère par exemple le fer et le magnésium. Ces deux métaux à potentiels d'équilibre différents, relier électriquement et plonger dans un électrolyte forment une pile ; le métal dans le potentiel est plus négatif [anode] se dissout, l'autre métal [cathode] se trouve protégé.



**Fig. 14 : le fer est protégé, le Mg est attaqué**

#### 5.4.6. CORROSION PAR FORMATION DE PILLE

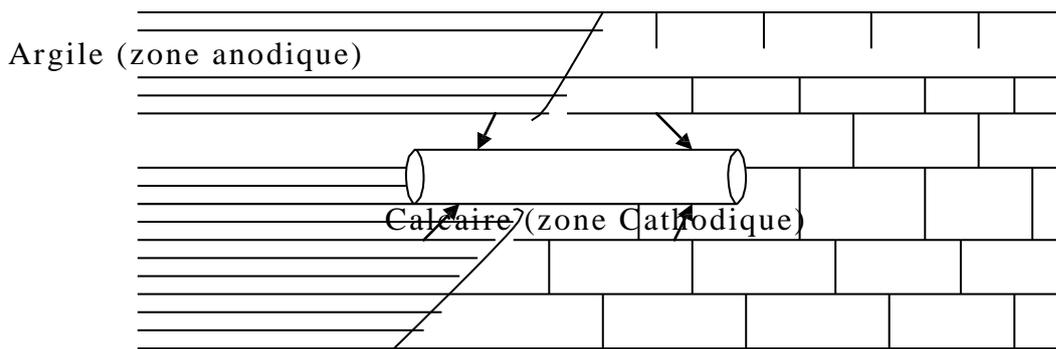
L'attaque d'une conduite métallique posée dans le sol peut se comparer à ce qui se passe lorsque l'on plonge dans un bac d'électrolyte deux métaux différents

Dans le cas d'une conduite cette dernière jouera le rôle d'anode et se trouve attaquée C'est ainsi que les métaux peuvent se classer suivant leur potentiel normal par rapport à une électrode de référence qui est l'électrode à hydrogène.

On peut classer les métaux en fonction de leur potentiel normal dans le tableau suivant :[3]

Métaux	Potentiel normal à 25°
Or	1,07
Argent	0,77
Cuivre	0,32
Hydrogène	0
Fer	0,19
Zinc	2
Aluminium	0,34
Magnésium	1,28

**Tableau20 : le potentiel normal des métaux**



**Fig15 : corrosion par formation de pile**

### 5.5. LA CORROSION EXTERNE

Si ces phénomènes sont importants il peut se produire une destruction rapide des canalisations par perforation en forme de cratères très caractéristiques où l'attaque sous forme de couches de rouille croûteuse ou filandreuse annonçant une diminution de l'épaisseur du métal. [3]

### 5.6. LA CORROSION INTERNE DES CANALISATIONS

Il arrive que des eaux fortement minéralisées provoquent dans la canalisation des dépôts se fixant sur les parois, surtout si la vitesse de l'eau est faible. Ces dépôts constituent alors autant de petites piles dans un milieu bon conducteur et en résulte des attaques locales du métal et notamment des perforations.

Le fer qui se présente dans l'eau même à de petites doses [0,10 mg/l] peut également être la cause de perforation en flocculant sous forme d'oxyde. Il constitue des dépôts, donc des piles très actives, et il apparaît sous chaque concrétion une diminution rapide d'épaisseur du métal de la conduite.

Il faudra prendre garde aux eaux présentant à la fois une faible résistivité [ $< 2000 \Omega\text{-cm}$ ] et une teneur en fer faible.

Ces eaux sont toutes capables de détériorer rapidement un réseau.

Il faut éviter toutes entrées d'air ou dégagement gazeux (aspiration défectueuse des pompes), toutes les tourbillons...etc.

En vue de remédier aux inconvénients :

- Exiger un revêtement intérieur en interposant un film entre l'eau et le

métal constitué d'un enduit bitumineux.

- Eviter les faibles vitesses.
- L'exécution des travaux devra être ensuite suivie attentivement, la pose de canalisations en particulier les (joints correctement exécutés). [2]

### **5.7. PROTECTION CATHODIQUE**

Généralement le potentiel de protection par rapport au milieu ambiant doit s'abaisser à une certaine valeur de 0.85V pour l'acier par rapport à une électrode de référence (métal plus électronégatif que le fer) cette méthode peut se faire de deux façons :

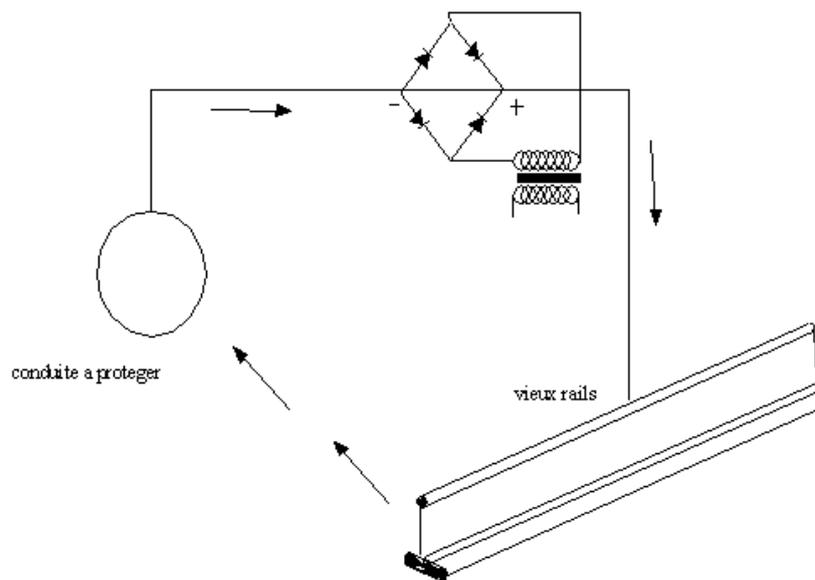
- Soit à relier la conduite d'une part à une source d'énergie électrique et d'autre part à une anode en fouie dans le sol.
- Soit à constituer avec un métal plus électro négatif que le fer une pile où le fer jouera le rôle de cathode, il existe deux cas de protection cathodique. [3]

#### **5.7.1. PROTECTION CATHODIQUE PAR ANODE REACTIVE**

Ce type de protection consiste à relier de place en place la conduite à une pièce de métal plus électro négatif que le fer, zinc où le magnésium de façon à former des piles où la conduite d'acier jouera le rôle de cathode. [3]

#### **5.7.2. PROTECTION CATHODIQUE PAR SOUTIRAGE DECOURANT**

C'est la deuxième des cas envisagés et qui consiste à partir d'une source électrique de courant continu à relier la conduite à la borne négative de cette source, la borne positive étant raccordée à une prise de terre constituée ordinairement par de vieux rails enterrés dans un milieu humide à une distance assez grande de la conduite. Le courant en quittant la prise de terre regagnera le pole négatif de la source électrique en passant par la conduite et entraînera la dissolution anodique des vieux rails. [3]



**Fig16 : Soutirage de courant**

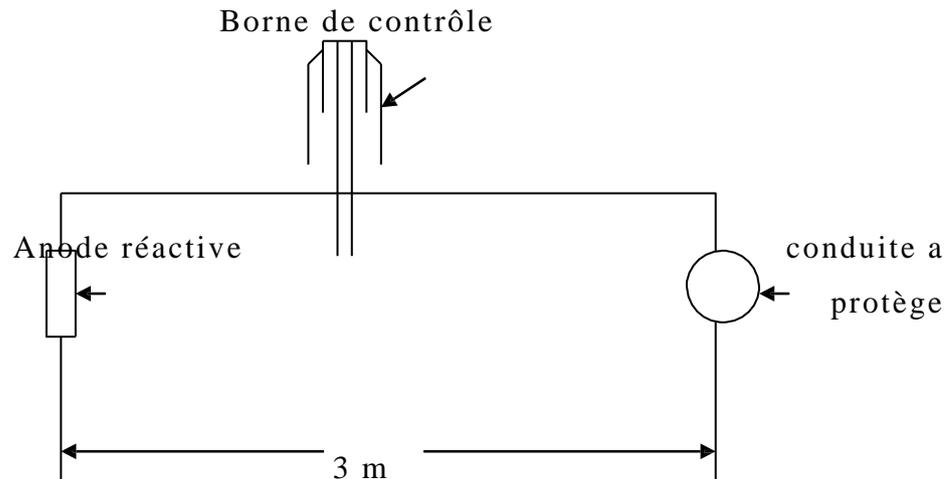
Corrosion grave, un autre moins grave (corrosion par piqûre devenant corrosion uniforme) ou à obtenir le ralentissement de la corrosion.

Le traitement du milieu corrodant peut être aussi destiné à provoquer l'apparition des dépôts protecteurs adhérents et continus, ce qui ramène ainsi au cas précédent (dépôt calco-ferrique obtenu à partir des eaux naturelles).

Le dispositif qu'il faut prendre en vue d'éviter les cas de corrosion cités précédemment, est de procéder nécessairement à une protection cathodique.

Elle consiste :

- Soit à constituer avec un métal plus électro négatif que le fer, une pile ou le fer jouera le rôle de la cathode.
- Soit à relier la conduite d'une part, à une source d'énergie électrique extérieure et d'autre part, à une anode enfouie dans le sol et destinée à se corroder.[2]



**Fig17 : protection cathodique par anode réactive**

## **5.8. LES REVETEMENTS**

Pour que les réactions anodiques et cathodiques ne se produisent pas on isole le métal du milieu corrodant à l'aide de revêtement, ces derniers peuvent être, soit d'un autre métal ou alliage moins sensibles à la corrosion, soit de matières plastiques où des peintures, soit des oxydes protecteurs formés à partir du métal lui-même (oxydation anodique), soit en fin des couches passives obtenues en maintenant le métal à un certain potentiel.[3]

### **5.8.1 REVETEMENTS À PROTECTION PASSIVE**

Ce revêtement a pour effet de soustraire le support à l'action du milieu environnant, il s'agit d'une barrière d'épaisseur variable neutre vis-à-vis du milieu extérieur et du support selon ses qualités propres (nature, épaisseur, étanchéité ...etc.). [3]

### **5.8.2 REVETEMENTS A PROTECTION ACTIVES**

Dans ce cas le mécanisme de protection place le support dans un domaine de non corrodabilité, soit par le revêtement lui-même (revêtement galvanique, cimentation) soit par un système de protection complémentaire (protection cathodique). [3]

### **5.9. Conclusion**

Comme nous avons énumérés tous les facteurs qui peuvent être les causes de la corrosion, nous devons prendre au soin, l'entretien du site sur lequel nous y posons la conduite, de même nous devons, bien sûr contrôler la qualité de l'eau à transporter car cette dernière peut contenir des substances, qui peuvent facilement attaquer les matériaux et par conséquent, la corrosion peut se déclencher



# PROTECTION ET SÉCURITÉ DE TRAVAIL

### **6.1. INTRODUCTION**

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

Donc la sécurité du travail est l'une des principales conditions pour le développement, elle peut devenir dans certain cas une obligation contraignante. L'essentiel objectif de la sécurité d'un travail sera la diminution de la fréquence et la gravité des accidents dans les chantiers, d'où le domaine hydraulique couvre un large éventuel lors de la réalisation d'un projet en alimentation en eau potable, différentes phases d'exécution des travaux effectués tel que :

- Travaux d'excavation et de terrassements (pose des conduites, implantation des réservoirs de stockage, station de pompage etc.).
- Réalisation d'un forage (creusement, équipement, essai de pompage et protection).
- Travaux de construction (génie civil). Tel que le bétonnage, ferrailage et autre phase de réalisation qui concerne l'implantation des réservoirs de stockage et des stations de pompage, pour cela il faut résoudre tous les phénomènes de la sécurité et la protection du travail dans les études, suivies, exécutions des projets réels dans le domaine hydraulique et génie civil. [3]

### **6.2. CAUSES DES ACCIDENTS DE TRAVAIL DANS UN CHANTIER HYDRAULIQUE**

Généralement les accidents de travail imputables à des conditions dangereuses et actions dangereuses sont causés par deux facteurs : [3]

### **6.2.1. LES FACTEURS HUMAINS**

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

### **6.2.2. LES FACTEURS DES MATERIELS**

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

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

### **6.3. LISTE DES CONDITIONS DANGEREUSES**

- Installations non protégées.
- Installations mal protégées.
- Outillages, engins et machines en mauvais état.
- Protection individuelle inexistante.
- Défaut dans la conception, dans la construction.
- Matières défectueuses.
- Stockage irrationnel.
- Mauvaise disposition des lieux.
- Eclairages défectueux
- Facteurs d'ambiance impropres.
- Conditions climatiques défavorables. [3]

#### **6.4. LISTE DES ACTIONS DANGEREUSES**

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

#### **6.5. MESURE POUR EVITER LES CAUSES DES ACCIDENTS**

##### **6.5.1. PROTECTION INDIVIDUELLE**

Pour mieux protéger contre les dangers pendant l'exercice de certaines professions, il est indispensable d'utiliser les dispositifs de protection individuelle (casques, gants, chaussures, lunette protectrice etc.) [3]

##### **6.5.2. AUTRE PROTECTIONS**

- Toute tranchée creusée en agglomération ou sous route sera protégée par une clôture visiblement signalée de jour comme de nuit (chute de personnes et d'engins).
- Prévenir les concernés avant d'entreprendre des travaux d'excavations des tranchées et vérifier la stabilité du sol.
- Climatisation des surcharges en bordure des fouilles.
- Les travailleurs œuvrant à la pioche ou la pelle soutenus à laisser une distance suffisante entre eux. [3]

### **6.5.3. PROTECTION COLLECTIVE**

#### **6.5.3.1. EQUIPEMENT DE MISE EN ŒUVRE DU BETON**

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

Les points suivants :

- Application stricte des règlements de sécurité.
- Affectation rugueuse du personnel aux commandes des points clés d'une installation moderne. [3]

#### **6.5.3.2. ENGIN DE LEVAGE**

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

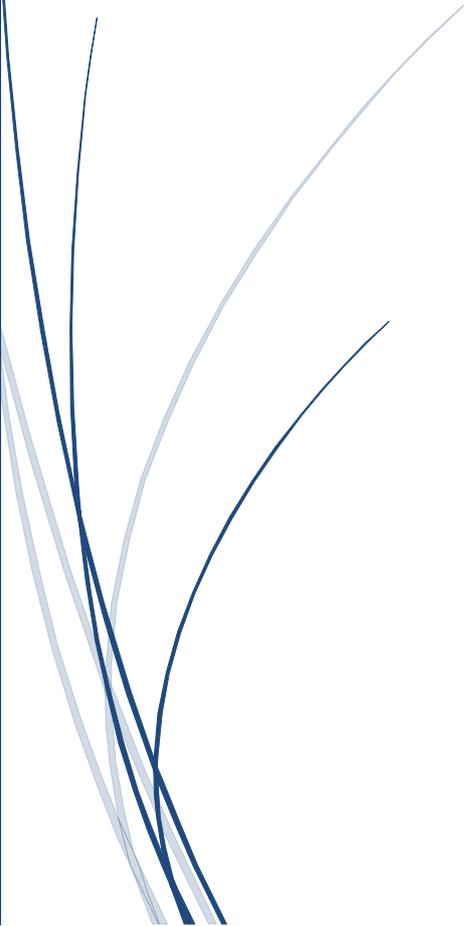
- Affecter du personnel compétent.
- Procéder aux vérifications périodiques des engins selon la notice du constructeur.
- Délimiter une zone de sécurité autour des engins de levage et en particulier à éviter tout stationnement sous une charge levée. [3]

#### **6.5.3.3. APPAREILLAGE ELECTRIQUE**

Pour éviter les risques des appareils électriques, il faut absolument proscrire le bricolage car une ligne ou une installation électrique ne doit pas être placée que par des électriciens qualifiés. [3]

### **6.6. Conclusion**

La sécurité de travail étant des chantiers toutes les mesures d'ordre et de sécurité propres à éviter des accidents, tant à l'égard du personnel qu'à l'égard des tiers. Il est tenu d'observer tous les règlements et consignes de l'autorité compétente.



## **7.1. INTRODUCTION**

La mise en œuvre d'une gestion technique efficace des installations de protection et de distribution d'eau est un enjeu majeur pour les collectivités locales comme pour les individuels 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. [3]

## **7.2. BUT DE LA GESTION**

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

- La pérennité des ouvrages par des options de conservation.
- L'entretien courant des réseaux et des ouvrages mécaniques par des interventions de nettoyage, de dépannage et de maintenance.
- L'exploitation par la régulation des débits et la synchronisation, relevage, traitement, stockage et distribution. [2]

## **7.3. MAINTENANCE**

La maintenance est un ensemble des mesures servant à préserver l'état initial ainsi qu'à constater et évaluer l'état réel des dispositifs technique d'un système d'alimentation en eau potable, en procédant régulièrement aux opérations d'entretien, d'inspection et de remise en état.. [2]

### **7.3.1. LA MAINTENANCE PREVENTIVE**

La maintenance préventive est une programmation programmée et en se basant sur la définition de la maintenance préventive on peut distinguer trois concepts principaux : [2]

### **7.3.1.1. L'ENTRETIEN COURANT**

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

### **7.3.1.2. L'ENTRETIEN PREVENTIF SYSTEMATIQUE**

Il s'agit d'un programme minimum obligatoire dans la mesure ou :

- Son coût inférieur aux dépenses de dépannage ou de renouvellement.
- Sa mise en œuvre est indispensable pour assurer aux équipements une durée de vie normale.

### **7.3.1.3. L'ENTRETIEN PREVENTIF EXCEPTIONNEL**

C'est un préventif d'où il n'a pas été programmé longtemps à l'avance (démonter une pompe de forage à la suite d'une baisse significative des performances par exemple)

### **7.3.2. LA MAINTENANCE CURATIVE**

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

## **7.4. GESTION DES FORAGES**

Trois conditions sont essentielles pour gérer et exploiter correctement les forages : [3]

### **7.4.1. ADAPTATION DE LA POMPE AU CAPTAGE**

La pompe et un élément essentiel du captage elle doit être dimensionnée en fonction de nombreux critères :

- La hauteur d'élévation totale.
- Le débit refoule.

#### **7.4.2. LA CONNAISSANCE DES PARAMETRESPATRIMONIAUX**

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 de 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 du 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. [3]

#### **7.4.3. LES EQUIPEMENTS 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. [3]

#### **7.4.4. GESTION TECHNIQUE ET SUIVIE GENERAL DES INSTALLATIONS (POUR UN CAPTAGE PAR FORAGE)**

La gestion d'un forage où d'un champ captant nécessite un suivie 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 : [3]

**7.4.4.1. CONTROLE HEBDOMADAIRE**

- Étanchéité de la fermeture des trappes.
- Étanchéité de la fermeture de la tête du puits.
- Mesure des niveaux statiques et dynamiques.

**7.4.4.2. CONTROLE SEMESTRIEL**

- Affaissement des terrains contournant les forages.
- Comparaison du niveau de forage et du niveau d'eau et du piézomètre de contrôle.
- Mesure des prélèvements et niveau.
- État de fonctionnement de l'installation.

**7.4.4.3. VIEILLISSEMENT DES FORAGES**

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

**a) Phénomène de corrosion :**

- Corrosion électrochimique.
- Corrosion bactérienne.

**b) Phénomène de colmatage :**

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

**7.5. GESTION DES OUVRAGES DE STOCKAGES :**

Le problème d'exploitation ou de la gestion des réservoirs trouve le plus souvent leur origine dans les insuffisances.

**7.5.1. EQUIPEMENT DES RESERVOIRS**

Les équipements susceptibles d'être installés dans un réservoir et leur fonction sont indiqués dans le tableau.

**Tableau 21 : les équipements d'un réservoir**

Fonctions	Equipements
Hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clapet</li> <li>• Vidange</li> <li>• Vanne déverse</li> <li>• Equipement de trop-plein</li> <li>• Siphon pour réserve incendie</li> <li>• Canalisation de liaison</li> <li>• Compteur</li> </ul>
Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Débitmètre</li> <li>• Télécommande</li> <li>• Poste de livraison électrique</li> <li>• Sonde de niveau</li> <li>• Equipement de télétransmission</li> </ul>
Nettoyage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipements spéciaux pour nettoyage</li> <li>• Pompe</li> <li>• Trappes de visite pour le personnel et le matériel</li> </ul>
Entretien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eclairage</li> <li>• Joint de montage</li> <li>• Appareils de manutention</li> </ul>

Généralement les opérations de contrôle et d'inspection sur les ouvrages de stockage sont :

- Contrôle hebdomadaire
- Contrôle semestriel

#### **7.5.2. NETOYAGE DES OUVRAGES DE STOCKAGE**

La désinfection des réservoirs comporte les diverses phases, tel que

- Décapage des dépôts
- Rinçage des parois et des radiers avec un jet sous pression,

Donc une bonne gestion des ouvrages de stockages nécessite l'application de tous les critères cités auparavant [2].

### **7.5.3. GESTION ET EXPLOITATION DES RESERVOIRS**

Il faut assurer une bonne gestion de réseau d'adduction et du réseau de distribution. Donc il faut respecter les normes de condition de pose des conduites, d'équiper le réseau de différents organes et accessoires.[2]

### **7.5.4. CONTROLE DE LA QUALITE D'EAU**

La composition de l'eau est étudiée par le laboratoire qui en effectue l'analyse à la suite de prélèvement qu'il aura lui-même effectués. [2]

#### **7.5.4.1. CONTROLE MENSUEL**

- ouvrages de croisements, étanchéité
- Ouvrages en ligne, état d'étanchéité de la fermeture des trappes ; regards et des portes.

#### **7.5.4.2. CONTROLES SEMESTRIELS**

- Ouvrage en ligne ; état d'étanchéité de la fermeture des trappes, regards et des portes.
- Organes et réducteurs de robinetterie à l'intérieur des regards.

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

Par contre au milieu rural ou isolé, il est nécessaire de réaliser une vérification périodique particulière permettant de contrôler, l'évolution de la végétation à l'aplomb de la conduite, le respect de l'utilisation de la bande de servitude créée au moment de la pose et le bon fonctionnement des matériels de fontainerie installés sur l'ouvrage de transport. [2]

### **7.6. GESTION DU RESEAU DE DISTRIBUTION**

Le coût et l'organisation du réseau dépendent de façon très importante du linéaire du réseau et de sa consistance de sa vétuste et de son état

Le coût global d'entretien intègre les divers éléments détaillés dans le tableau suivant: [3]

**Tableau 22 : éléments du coût d'entretien**

Détection	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût de surveillance</li> <li>• Coût de compagnes de recherche des fuites</li> <li>• Coût de fonctionnement et poste de protection cathodique</li> </ul>
Entretien courant	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût d'entretien des branchements</li> <li>• Coût d'entretien de la Fontainerie</li> <li>• Coût d'entretien des Compteurs</li> </ul>
Réparation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût de réparation des fuites</li> <li>• Coût de remise à niveau des boches à clé</li> </ul>

### **7.6.1. RENDEMENT DU RESEAU**

Le rendement du réseau de distribution d'eau potable mesure l'écart entre le volume entrant dans le réseau et les volumes consommés ou facturé.

Donc c'est un élément important pour le gestionnaire de service et il doit lui porter une attention constante.

### **7.6.2. LA LUTTE CONTRE LE VIEILLISSEMENT DES CONDUITES**

Le vieillissement d'une conduite correspond à sa dégradation dans le temps celui-ci donnant lu soit au mauvais fonctionnement hydraulique du réseau (chute de pression, chute de rendement du réseau et coupure).

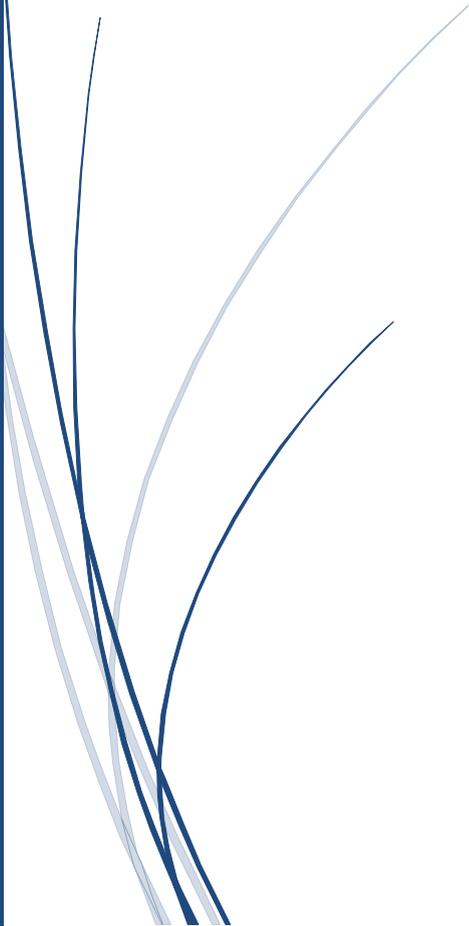
Soit à d'autres dommages (dégradation de la qualité de l'eau, déstabilisation et plainte des abonnés). [3]

### 7.7. CONCLUSION

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

Donc c'est un élément important pour le gestionnaire qui doit lui porter une attention constante.

Le vieillissement d'une conduite correspond à sa dégradation dans le temps.



## **8.1. INTRODUCTION**

L'étude du devis estimatif nous permet d'avoir une idée sur le coût de réalisation de notre projet, ce calcul consiste à déterminer les quantités de toutes les opérations effectuées sur le terrain, on multiplie le volume des travaux par le prix unitaire.

Pour notre projet on a les travaux suivants :

- Les tronçons du réseau de distribution.
- Les pièces spéciales.
- Les adductions des forages vers le réseau.
- Le château d'eau.

## **8.2. LES OPERATIONS DE REALISATION DU RESEAU**

- Terrassement en tranché dans un sol.
- Fourniture et pose de lit de sable d'épaisseur de 10 cm sur le fond du tranché
- Fourniture et pose des canalisations en PEHD.
- Fourniture et pose de un fourreau de sable sur de la génératrice supérieure de la canalisation.
- Fourniture et pose d'un grillage avec fil en inox couleur bleu.
- Remplir en tout venant des grosses pierres de 20 cm.
- Fourniture et pose des pièces spéciales : (Vanne, Coude, Tés, Vidange, Venteuse,...) .
- Réalisation des regards en béton armés pour pièce spéciale de dimension.
- Remise en état initiale.

On utilise pour le transport et travail :

- Les camions sont utilisés pour le transport du sable afin d'aplatir le lit du fond de la tranchée.
- Le bulldozer est pour l'excavation, le déplacement du sol végétal et le nivelage (aplanissement du tracé de la tranchée) et les autres machines.

**8.3. DEVIS ESTIMATIF**

Le tableau suivant résume le prix total de notre projet :

**Tableau 23 : devis estimative**

N°	Désignations des Travaux	Unité	Quantité	Prix Unitaire (HT)	Prix Total (HT)	
1	Terrassement en tranché dans un sol (de tous types confondus)	m <sup>3</sup>	15552	2000.00	31104000.00	
2	Fourniture et pose de sable	m <sup>3</sup>	8356.5	1500.00	12534750.00	
<b>Fourniture et pose des canalisations en PEHD</b>						
3	Φ 63	ML	19988	920.00	18388960.00	
4	Φ 90		2097	1150.00	2411550.00	
5	Φ 110		1002	1350.00	1352700.00	
6	Φ 125		73	2100.00	153300.00	
7	Φ 140		244	3300.00	805200.00	
8	Φ 160		1837	4010.00	7366370.00	
9	Φ 200		605	5000.00	3025000.00	
10	Φ 250		551	6500.00	3581500.00	
11	Fourniture et pose d'un grillage avectisse		ML	26397	800.00	21117600.00
12	Remplir en tout venant excavage des grosses pierres		m <sup>3</sup>	5618.631	600.00	3371178.61
13	<b>Fourniture et pose des pièces spéciales</b>					
14	<b>COUDE FEMELLE A COLLER 45°</b>					
15	Coude PEHD 45°Ø 63 femelles à coller PN16	U	8	127.76	1022.08	
16	Coude PEHD 45°Ø 90 femelles à coller PN16	U	3	293.20	879.60	
17	Coude PEHD 45°Ø 110 femelles à coller PN16	U	2	622.44	1244.88	
18	Coude PEHD 45°Ø 160 femelles à coller PN10	U	2	1292.65	2585.29	
19	Coude PEHD 45°Ø 200 femelles à coller PN10	U	1	2232.38	2232.38	
20	Coude PEHD 45°Ø 250 femelles à coller PN10	U	3	8324.32	24972.96	
21	<b>COUDE FEMELLE A COLLER 90°</b>					
22	Coude PEHD 90°Ø 63 femelles à coller PN16	U	18	104.83	1886.94	

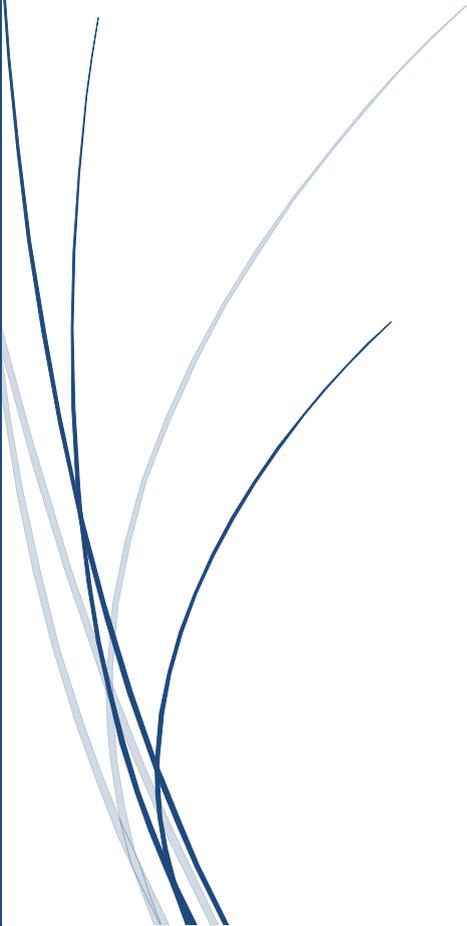
23	Coude PEHD 90°Ø 90 femelles à coller PN16	U	5	220.97	1104.84
24	Coude PEHD 90°Ø 110 femelles à coller PN16	U	2	440.62	881.24
25	Coude PEHD 90°Ø 125 femelles à coller PN16	U	1	608.43	608.43
26	Coude PEHD 90°Ø 160 femelles à coller PN10	U	2	1,058.15	2116.30
27	Coude PEHD 90°Ø 200 femelles à coller PN10	U	2	2,083.62	4167.24
28	Coude PEHD 90°Ø 250 femelles à coller PN10	U	3	8,234.88	24704.63
29	<b>CROIX FEMELLE A COLLER</b>				
30	Croix PEHD Ø 63 femelles à coller PN16	U	8	409.50	3276.00
31	Croix PEHD Ø 90 femelles à coller PN16	U	3	904.09	2712.28
32	Croix PEHD Ø 160 femelles à coller PN10	U	4	16,385.73	65542.92
33	<b>TE EGAL FEMELLE A COLLER</b>				
34	TE PEHD Ø 63 femelles à coller PN16	U	30	134.32	4029.60
35	TE PEHD Ø 90 femelles à coller PN16	U	7	299.71	2097.95
36	TE PEHD Ø 110 femelles à coller PN16	U	3	488.77	1466.31
37	TE PEHD Ø 160 femelles à coller PN10	U	3	1,973.79	5921.37
38	TE PEHD Ø 200 femelles à coller PN10	U	2	2,474.20	4948.40
40	<b>VANNE A BILLE SIMPLE UNION A COLLER</b>				
50	VANNE PEHD Ø 63 femelles à coller PN16	U	2	1,095.18	2190.36
51	VANNE PEHD Ø 90 femelles à coller PN16	U	1	3,215.52	3215.524
52	VANNE PEHD Ø 110 femelles à coller PN16	U	1	6,291.37	6291.37
53	VANNE PEHD Ø 125 femelles à coller PN16	U	1	8,730.21	8730.214667
54	VANNE PEHD Ø 160 femelles à coller PN10	U	1	11,328.31	11328.30967
55	VANNE PEHD Ø 200 femelles à coller PN10	U	2	13,926.40	27852.80933
56	VANNE PEHD Ø 250 femelles à coller PN10	U	3	16,524.50	49573.499
57	Réalisation des regards en biton armes	U	25	25000.00	625000.00
58	Déplacement le foisonnement a la décharge	m <sup>3</sup>	285.51	800.00	228408.00
59	Remise en état de lieux	m <sup>2</sup>	4221.6	1200.00	5065920.00

<b>60</b>	<b>MONTANT TOTAL</b>		105214010.29
<b>61</b>	<b>TVA 17 %</b>		17886381.75
<b>62</b>	<b>MONTANT TTC</b>		123100392.04
<b>63</b>	<b>MONTANT TTC DE RESEAU</b>		<b>123100392.04</b>
<b>64</b>	<b>MONTANT TOTALE TTC DE PROJET</b>		<b>123.100.392.04</b>

Le coût de notre projet s'élève à un montant de l'ordre de : **Cent Vingt Trois Millions Cent Mille Trois Cent Quatre Vingt Douze DA, 04 Cts, Toutes Taxes Comprises.**

#### **8.4. Conclusion**

Dans ce chapitre on a une etude complete de notre projet (quantitatif et estimatif) pour connaître la valeur exacte de notre projet d'alimentation en eau potable de la ville de BOUHRAOUA.



## CONCLUSION

Nous avons dans ce mémoire fait une étude générale sur le système d'alimentation en eaux potable la ville de BOUHRAOUA, sachant que notre projet est estimé à une durée de fonctionnement de cinquante (50) ans dont l'agglomération à cette échéance contiendra 40667 habitants.

L'étude des besoins à déterminer un déficit en matière d'eau à alimenter, nous avons suggéré l'ajout d'un nouveau forage pour y remédier.

Le diagnostique a montré que le réseau à BOUHRAOUA étant inexistant, nous avons projeté et dimensionné deux variantes de réseaux de type ramifié, par le biais du logiciel AutoCAD.

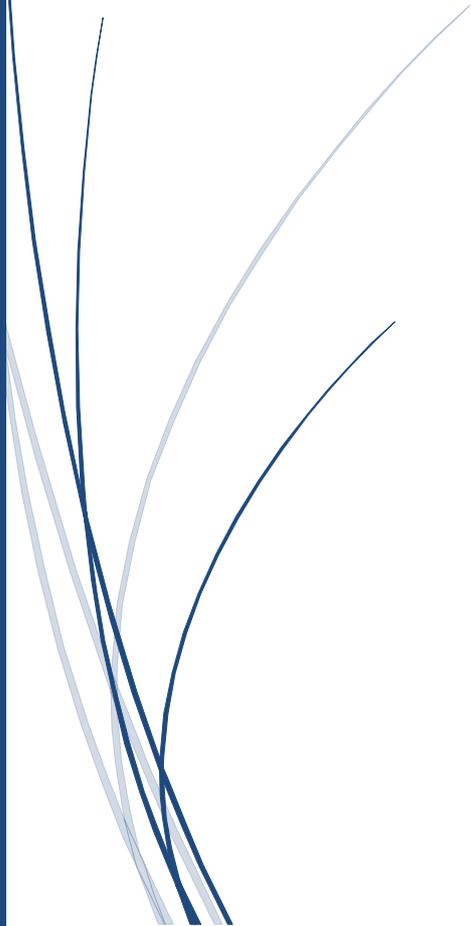
Le réseau choisi est composé d'un château d'eau de 1500 m<sup>3</sup>, et une adduction de 200 mm avec une pression nominale de 16 bars, acheminent les eaux à la tête du réseau de distribution.

En plus, le réseau conçu est composé des accessoires nécessaires et utiles permettant le bon fonctionnement et la meilleure desserte de l'eau potable.

Nous avons dans cette étude, donné le mode d'organisation des travaux de chantier et description de la démarche de gestion du réseau que nous avons opté.

Une étude financière nous a permis d'évaluer le coût de notre projet, estimé à l'ordre de Cent Vingt Trois Millions Cent Mille Trois Cent Quatre Vingt Douze Dinars Algériens et 04 Cts. en toutes taxes comprises (123.000.392,04 DA TTC).

Enfin, j'espère que ce modeste travail servira comme une référence pour l'étude du système d'alimentation en eau potable, sachant qu'il est la première référence au niveau de l'Université de Ghardaïa.



**I. DETERMINATION LE NOMBRE DE RENARD****Tableau 24: Détermination Le Nombre De Renard**

Tronçon		D		Q		V	Re
1	2	140	0.14	24.109	0.0241	0.54	13139.136
1	2	140	0.14	12.678	0.0127	0.29	3633.297
1	3	110	0.11	9.693	0.0097	0.36	3473.550
3	4	63	0.063	1.487	0.0015	0.17	251.607
3	5	63	0.063	1.206	0.0012	0.14	165.365
3	6	90	0.09	6.787	0.0068	0.37	2541.966
6	7	63	0.063	2.426	0.0024	0.28	669.081
6	8	63	0.063	4.112	0.0041	0.47	1923.003
8	9	63	0.063	2.318	0.0023	0.26	611.171
8	10	63	0.063	1.608	0.0016	0.18	293.907
1	11	125	0.125	15.795	0.0158	0.45	7140.120
11	12	63	0.063	3.230	0.0032	0.37	1186.040
12	13	63	0.063	0.394	0.0004	0.04	17.648
12	14	63	0.063	0.690	0.0007	0.08	54.125
12	15	63	0.063	1.993	0.0020	0.23	451.685
15	16	63	0.063	0.328	0.0003	0.04	12.203
15	17	63	0.063	1.016	0.0010	0.12	117.330
17	18	63	0.063	0.324	0.0003	0.04	11.907
17	19	63	0.063	0.543	0.0005	0.06	33.569
11	20	63	0.063	4.212	0.0042	0.48	2017.466
20	21	63	0.063	0.321	0.0003	0.04	11.753
20	22	63	0.063	2.341	0.0023	0.27	623.134
22	23	63	0.063	0.335	0.0003	0.04	12.741
22	24	63	0.063	1.804	0.0018	0.21	369.962
24	25	63	0.063	0.526	0.0005	0.06	31.438
24	26	63	0.063	1.107	0.0011	0.13	139.466
26	27	63	0.063	0.496	0.0005	0.06	28.007
26	28	63	0.063	0.473	0.0005	0.05	25.435
11	29	90	0.09	7.166	0.0072	0.40	2833.772
29	30	63	0.063	1.452	0.0015	0.17	239.741
30	32	63	0.063	0.196	0.0002	0.02	4.379
30	31	63	0.063	0.115	0.0001	0.01	1.496
30	33	63	0.063	0.760	0.0008	0.09	65.678
29	34	63	0.063	4.774	0.0048	0.54	2592.062
34	35	63	0.063	2.042	0.0020	0.23	474.334
35	36	63	0.063	0.212	0.0002	0.02	5.128
35	37	63	0.063	1.444	0.0014	0.16	237.243

37	38	63	0.063	0.423	0.0004	0.05	20.319
37	39	63	0.063	0.713	0.0007	0.08	57.854
34	40	63	0.063	2.505	0.0025	0.28	713.568
40	41	63	0.063	1.814	0.0018	0.21	373.993
41	42	63	0.063	0.221	0.0002	0.03	5.560
41	43	63	0.063	0.229	0.0002	0.03	5.989
41	44	63	0.063	0.998	0.0010	0.11	113.156
44	46	63	0.063	0.230	0.0002	0.03	6.021
44	47	63	0.063	0.467	0.0005	0.05	24.774
1	48	200	0.2	46.200	0.0462	0.51	23392.896
48	49	125	0.125	19.214	0.0192	0.55	10566.073
49	50	63	0.063	0.904	0.0009	0.10	93.006
50	51	63	0.063	0.361	0.0004	0.04	14.849
50	52	63	0.063	0.371	0.0004	0.04	15.680
49	53	125	0.125	17.790	0.0178	0.50	8907.553
53	54	63	0.063	1.643	0.0016	0.19	306.878
54	55	63	0.063	0.364	0.0004	0.04	15.061
54	56	63	0.063	1.176	0.0012	0.13	157.149
56	57	63	0.063	0.347	0.0003	0.04	13.721
56	58	63	0.063	0.726	0.0007	0.08	59.882
53	59	125	0.125	15.757	0.0158	0.45	7105.955
59	60	63	0.063	0.401	0.0004	0.05	18.254
59	61	125	0.125	15.184	0.0152	0.43	6598.571
61	62	63	0.063	0.681	0.0007	0.08	52.707
61	63	63	0.063	1.018	0.0010	0.12	117.924
61	64	110	0.11	13.185	0.0132	0.47	6188.936
64	65	63	0.063	1.229	0.0012	0.14	171.811
64	66	110	0.11	11.873	0.0119	0.44	5211.813
66	67	63	0.063	0.726	0.0007	0.08	59.988
66	68	110	0.11	11.027	0.0110	0.41	4495.330
68	69	63	0.063	0.484	0.0005	0.05	26.593
68	70	63	0.063	1.649	0.0016	0.19	309.324
68	71	110	0.11	8.731	0.0087	0.32	2818.664
71	72	63	0.063	1.344	0.0013	0.15	205.460
72	73	63	0.063	0.436	0.0004	0.05	21.652
72	74	63	0.063	0.522	0.0005	0.06	30.951
71	75	90	0.09	6.875	0.0069	0.38	2608.449
75	76	63	0.063	0.434	0.0004	0.05	21.421
75	77	90	0.09	6.004	0.0060	0.33	1989.444
77	78	63	0.063	0.439	0.0004	0.05	21.908
77	79	63	0.063	0.366	0.0004	0.04	15.199

77	80	63	0.063	4.927	0.0049	0.56	2760.103
80	81	63	0.063	0.589	0.0006	0.07	39.393
80	82	63	0.063	1.840	0.0018	0.21	385.010
82	83	63	0.063	0.586	0.0006	0.07	39.108
82	84	63	0.063	1.161	0.0012	0.13	153.374
84	85	63	0.063	0.596	0.0006	0.07	40.399
84	86	63	0.063	0.445	0.0004	0.05	22.524
80	87	63	0.063	2.234	0.0022	0.25	567.338
87	88	63	0.063	0.526	0.0005	0.06	31.448
87	89	63	0.063	0.584	0.0006	0.07	38.817
87	90	63	0.063	0.642	0.0006	0.07	46.930
78	91	140	0.14	25.379	0.0254	0.56	14175.469
91	92	63	0.063	2.374	0.0024	0.27	641.137
91	93	140	0.14	22.549	0.0225	0.50	11190.164
93	94	63	0.063	4.793	0.0048	0.55	2612.691
94	95	63	0.063	0.235	0.0002	0.03	6.289
94	96	63	0.063	4.412	0.0044	0.50	2213.831
96	97	63	0.063	0.499	0.0005	0.06	28.350
96	98	63	0.063	3.707	0.0037	0.42	1562.410
98	99	63	0.063	0.175	0.0002	0.02	3.483
98	100	63	0.063	3.415	0.0034	0.39	1326.174
100	101	63	0.063	0.543	0.0005	0.06	33.479
100	102	63	0.063	1.068	0.0011	0.12	129.788
102	103	63	0.063	0.502	0.0005	0.06	28.643
102	104	63	0.063	0.461	0.0005	0.05	24.195
105	106	63	0.063	0.566	0.0006	0.06	36.477
105	107	63	0.063	0.696	0.0007	0.08	55.059
93	108	125	0.125	17.215	0.0172	0.49	8482.133
108	109	63	0.063	0.660	0.0007	0.08	49.584
108	110	125	0.125	16.530	0.0165	0.47	7820.077
110	111	90	0.09	4.222	0.0042	0.23	983.694
111	112	63	0.063	0.328	0.0003	0.04	12.209
111	113	63	0.063	3.686	0.0037	0.42	1544.730
113	114	63	0.063	0.403	0.0004	0.05	18.470
113	115	63	0.063	3.118	0.0031	0.35	1105.255
115	116	63	0.063	1.297	0.0013	0.15	191.164
116	118	63	0.063	0.898	0.0009	0.10	91.702
116	117	63	0.063	0.166	0.0002	0.02	3.144
115	119	90	0.09	1.677	0.0017	0.09	155.248
119	121	63	0.063	0.515	0.0005	0.06	30.212
119	122	63	0.063	0.924	0.0009	0.11	97.093

110	123	110	0.11	15.982	0.0160	0.59	9443.982
123	124	63	0.063	0.802	0.0008	0.09	73.208
123	125	63	0.063	1.577	0.0016	0.18	282.930
125	126	63	0.063	0.480	0.0005	0.05	26.241
125	127	63	0.063	0.822	0.0008	0.09	76.785
123	128	110	0.11	13.185	0.0132	0.49	6426.899
128	129	63	0.063	3.577	0.0036	0.41	1455.038
129	130	63	0.063	0.479	0.0005	0.05	26.108
129	131	63	0.063	2.578	0.0026	0.29	755.498
131	132	63	0.063	0.415	0.0004	0.05	19.552
131	133	63	0.063	2.010	0.0020	0.23	459.613
133	134	63	0.063	0.240	0.0002	0.03	6.552
133	135	63	0.063	1.325	0.0013	0.15	199.704
135	137	63	0.063	0.262	0.0003	0.03	7.794
135	136	63	0.063	0.357	0.0004	0.04	14.478
135	138	63	0.063	0.564	0.0006	0.06	36.132
128	139	90	0.09	7.621	0.0076	0.41	3131.351
139	140	63	0.063	0.768	0.0008	0.09	67.031
139	141	90	0.09	6.672	0.0067	0.37	2456.197
141	142	63	0.063	0.713	0.0007	0.08	57.745
141	143	90	0.09	5.790	0.0058	0.32	1850.182
143	144	63	0.063	0.350	0.0004	0.04	13.936
143	145	63	0.063	4.807	0.0048	0.55	2627.723
145	146	63	0.063	0.669	0.0007	0.08	50.840
145	147	63	0.063	4.041	0.0040	0.46	1857.280
147	148	63	0.063	0.216	0.0002	0.02	5.326
147	149	63	0.063	3.518	0.0035	0.40	1407.612
149	150	63	0.063	0.244	0.0002	0.03	6.793
149	151	63	0.063	3.168	0.0032	0.36	1140.990
151	152	63	0.063	0.333	0.0003	0.04	12.613
151	153	63	0.063	2.203	0.0022	0.25	551.695
153	154	63	0.063	0.361	0.0004	0.04	14.809
153	155	63	0.063	1.520	0.0015	0.17	262.741
155	156	63	0.063	0.436	0.0004	0.05	21.597
155	157	63	0.063	0.323	0.0003	0.04	11.864
155	158	63	0.063	0.479	0.0005	0.05	26.047
158	159	63	0.063	0.176	0.0002	0.02	3.539
158	160	63	0.063	0.074	0.0001	0.01	0.619
100	105	63	0.063	1.350	0.0013	0.15	207.211

**II. DETERMINATION DE  $\lambda$** **Tableau 25 : calcul de lamda**

$\lambda$						
0.0436816505765954	0.0464067012241710	0.0463074978804673	0.0463109591888844	0.0463108382381147	0.0463108424643544	0.0463108423166816
0.0455864163656699	0.0541361866924477	0.0533083449715254	0.0533801892751561	0.0533738919431537	0.0533744434409622	0.0533743951390834
0.0494274270415349	0.0573382208425307	0.0566551993933210	0.0567087405674436	0.0567045103206318	0.0567048443416904	0.0567048179660332
0.0833845714681537	0.1341262861233750	0.1195839188355510	0.1228036035551830	0.1220428894935940	0.1222199655039440	0.1221786022458200
0.0947702250048258	0.1632669596332040	0.1400900400865080	0.1459858554741980	0.1443541576892740	0.1447957391892570	0.1446755007834650
0.0538171418406611	0.0632090823921134	0.0623192534698683	0.0623952316986630	0.0623886838143797	0.0623892476687071	0.0623891991105007
0.0686015849437855	0.0929380142091235	0.0885607013436842	0.0892182556657219	0.0891165352462750	0.0891322004888993	0.0891297863256947
0.0621879255985930	0.0722877429697931	0.0713565850556289	0.0714343749745961	0.0714278202882246	0.0714283721971999	0.0714283257232736
0.0694972732009086	0.0956220456136885	0.0906883617576901	0.0914606484476039	0.0913358270936112	0.0913558987675843	0.0913526685231524
0.0801154163318138	0.1254447044706620	0.1132823830021970	0.1158321541920610	0.1152654696208330	0.1153898341551000	0.1153624649238450
0.0460443666269312	0.0505183686009546	0.0502721849130535	0.0502849023072966	0.0502842431477809	0.0502842773069801	0.0502842755367540
0.0643679405504981	0.0796575135567836	0.0776982309719233	0.0779179056992397	0.0778928816447681	0.0778957271222663	0.0778954034977550
0.3703756362738510	0.6595232272638570	0.4616884100570630	0.5708976743863350	0.5016557669327430	0.5421720767777540	0.5172573698224470
0.1574698519156210	0.3075772796412980	0.2332504389972720	0.2600595072579580	0.2489500235024590	0.2533148189816090	0.2515625159694620
0.0730741819911214	0.1060248587483830	0.0987668676791221	0.1000591409674970	0.0998192152019778	0.0998634216971849	0.0998552651214178
0.5585170687446490	0.8356157601530680	0.6268155857993590	0.7661124373035640	0.6645212008202970	0.7342239425787580	0.6842568012331430
0.1077415999073130	0.1950210454259810	0.1615585045132700	0.1710386841582060	0.1680668816613490	0.1689708032939590	0.1686932882951560
0.5760137716444880	0.8474857198223570	0.6416064696349310	0.7808575343099230	0.6783714863745740	0.7495078829929210	0.6979892078435500
0.2146964650446720	0.4220054374325990	0.3034263228802470	0.3537394211654940	0.3288290175024590	0.3403309246410390	0.3348383650810340
0.0620211869805671	0.0717036176742429	0.0708414694672503	0.0709112517028102	0.0709055579414637	0.0709060222104937	0.0709059843520003
0.5856388805065920	0.8537492109925600	0.6497229678727320	0.7887392176666000	0.6859322950109920	0.7577357880242250	0.7054516218164790
0.0692992994394665	0.0950318838228534	0.0902222036830723	0.0909685509348705	0.0908490373552893	0.0908680804510626	0.0908650437493021
0.5296665003144800	0.8146062860569110	0.6023015815301630	0.7405973325819440	0.6413445222685560	0.7080922011978370	0.6610968484540490

## ANNEXE

0.0760175143564091	0.1142840456027910	0.1050193360064220	0.1068034584330370	0.1064425622176420	0.1065148581611920	0.1065003472090310
0.2252750529122400	0.4414609378508230	0.3154236411515630	0.3701984182680260	0.3423945855546120	0.3555288454077160	0.3490999271742520
0.1007182915236290	0.1779857791147400	0.1501387105885100	0.1576146369630050	0.1554129209728360	0.1560446702117910	0.1558620212112540
0.2461041721530840	0.4782618290589460	0.3383501805100740	0.4018600030368450	0.3681665873866430	0.3847452268719190	0.3762643861329810
0.2659510614144800	0.5115082559351960	0.3594400674974380	0.4311215069819180	0.3916584395995600	0.4117598231074700	0.4010853588468030
0.0535008954019403	0.0620518814358996	0.0613011326353423	0.0613609653139416	0.0613561583510611	0.0613565442945777	0.0613565133061769
0.0844940322259974	0.1370350636894480	0.1216732661081370	0.1251311743136560	0.1242987674215380	0.1244960363174220	0.1244491112407180
4.5185156146386500	0.8099683420729870	6.9183670911708400	0.6011063485837890	15.7131175520487000	0.3765908708732420	0.8099683420729870
4.8533494378215600	0.2704951020105870	1.4880189199034400	12.5496699374988000	2.4913820014967700	4.8533494378215600	0.2704951020105870
0.1413770740787560	0.2725504578710240	0.2114533370604530	0.2321729074296520	0.2241708519478430	0.2271199340056950	0.2260136533952770
0.0612641541635665	0.0690078267093998	0.0684363780685684	0.0684753106716932	0.0684726432397488	0.0684728259261476	0.0684728134140385
0.0724283069844491	0.1041793454662470	0.0973514622360187	0.0985431084237338	0.0983266095551288	0.0983656622139231	0.0983586086437326
2.7276543247841500	0.9397080807940750	2.9835582559502600	0.8744082979841540	3.3278487891993400	0.8037767928585460	3.8121238588646500
0.0847407616350011	0.1376795698740620	0.1221347973152410	0.1256463997507350	0.1247976524768610	0.1249995724423790	0.1249513524127980
0.3235199946726430	0.5984205141243600	0.4173104916338710	0.5110901331339490	0.4547816734567350	0.4859632340834410	0.4678589244226340
0.1515710927390620	0.2948862020715800	0.2253888503122180	0.2499248571650040	0.2400018451599190	0.2438153529194830	0.2423199008228390
0.0680077752743708	0.0911378483492137	0.0871223859606729	0.0877077136751455	0.0876200066695251	0.0876330953864443	0.0876311409352042
0.0758440866142016	0.1138036426628780	0.1046590911829590	0.1064128027906080	0.1060596690819920	0.1061300974786690	0.1061160242987480
2.1988168509155800	0.9826614343788970	2.2482491792953900	0.9646213256018720	2.3024660413706000	0.9458376512332880	2.3621900019697200
1.8375952776349800	1.0085175676033700	1.8197442080469000	1.0169260666511100	1.8025212155244100	1.0252198756486700	1.7859089815006700
0.1093560463481000	0.1988897452535920	0.1641237899268990	0.1740842617246460	0.1709209578607120	0.1718948579026930	0.1715920914044510
1.8151944834778900	1.0098901393599200	1.7948835226232100	1.0196120300160300	1.7754386345054600	1.0291587732584300	1.7568270392752200
0.2718228476581110	0.5210118055285230	0.3655536908919130	0.4396107774885300	0.3984240917534790	0.4196052290525050	0.4082408263630180
0.0384077719774134	0.0403838538415228	0.0403249641932971	0.0403266579908948	0.0403266092230419	0.0403266106271250	0.0403266105866998
0.0456236951392514	0.0487444775468886	0.0486198460335443	0.0486245985964985	0.0486244170418598	0.0486244239770291	0.0486244237121133
0.1190792308068450	0.2218520493858080	0.1791616052911730	0.1921553985019370	0.1877278387406680	0.1891827379190180	0.1886988094748860
0.4438201745860570	0.7401203349925580	0.5279741497750720	0.6554131988705280	0.5690849514927950	0.6233348160958540	0.5875028688865580

## ANNEXE

0.4183800969463090	0.7141394136212550	0.5053740807551700	0.6273887342871900	0.5464349190674650	0.5961492548165340	0.5640484342610860
0.0457874820301075	0.0494429446698123	0.0492746595450707	0.0492820062901337	0.0492816847964161	0.0492816988635317	0.0492816982480153
0.0792825178265007	0.1232036144800430	0.1116386147839870	0.1140257750710300	0.1135043413831710	0.1136168758450860	0.1135925253770130
0.4369822915040840	0.7333274001886120	0.5219315424634450	0.6480088502353010	0.5630622648272870	0.6161226170760880	0.5812823059214260
0.0964575063572127	0.1674721736856930	0.1429797171808630	0.1493121190644420	0.1475265351760060	0.1480183584804240	0.1478820019993860
0.4852140407290760	0.7784257785402280	0.5641266315287580	0.6982600625957300	0.6046346266330620	0.6655291685886550	0.6239604693729650
0.1486722565773950	0.2885869187520450	0.2214725779986260	0.2449081041423960	0.2355484186142340	0.2391046625882510	0.2377268633288980
0.0460505701645776	0.0505440517631176	0.0502958570373875	0.0503087240217015	0.0503080547149152	0.0503080895244022	0.0503080877140046
0.3582225700242920	0.6444503935867400	0.4503660740097450	0.5558333244809310	0.4898294027903890	0.5279356421215880	0.5048252914858830
0.0461501249288651	0.0509544418380911	0.0506731976916682	0.0506885939000375	0.0506877478764955	0.0506877943559716	0.0506877918024182
0.1599364058616790	0.3128336977324200	0.2364966721637540	0.2642686576842150	0.2526475639820150	0.2572538254492540	0.2553871156447860
0.1075207551738750	0.1944905218608600	0.1612059489369350	0.1706209767320080	0.1676749542250650	0.1685695202699660	0.1682953567424350
0.0483405787184787	0.0530839567204410	0.0528181525471065	0.0528321270857992	0.0528313898477493	0.0528314287342859	0.0528314266831476
0.0935525341826124	0.1602162488086870	0.1379837468910170	0.1435704622590000	0.1420459277693790	0.1424530528195770	0.1423436942111920
0.0486036885052203	0.0541420154392364	0.0537871246168515	0.0538082730690248	0.0538070071724300	0.0538070829258442	0.0538070783925582
0.1485262445288950	0.2882685350333870	0.2212743669915480	0.2446547686637740	0.2353231050397950	0.2388666304982220	0.2374946092264480
0.0488677050281268	0.0551846286361564	0.0547319720588601	0.0547618891075580	0.0547599008712125	0.0547600329576329	0.0547600241823949
0.2564698122193040	0.4958439560035730	0.3494500389204680	0.4172523028319650	0.3805590249127570	0.3989514768340300	0.3893524367589390
0.0791327732418903	0.1227993202699500	0.1113412882920300	0.1136995771321340	0.1131860960331230	0.1132965717058540	0.1132727413407210
0.0499925157483800	0.0594436983216450	0.0585024811573631	0.0585864001791873	0.0585788402568578	0.0585795206686277	0.0585794594247704
0.0883655697234437	0.1470569940976330	0.1287951601408680	0.1331244014050370	0.1320191741421910	0.1322962271579340	0.1322264554524410
0.3053604555485540	0.5724791852167640	0.3995155029415340	0.4866451705769700	0.4356004169549070	0.4631933867670290	0.4475769947606130
0.2279155359506420	0.4462362003952010	0.3183793790639070	0.3742666392122160	0.3457290595279270	0.3592837060507840	0.3526097065550340
0.0537390373770902	0.0629248489750701	0.0620699986079473	0.0621418193896608	0.0621357309599959	0.0621362467007847	0.0621362030104328
0.3083098067568850	0.5767822254861380	0.4024316593391380	0.4906639419346920	0.4387583459206770	0.4669302728963380	0.4509175635657970
0.0546611565910912	0.0662205109371616	0.0649297456184942	0.0650574145441399	0.0650446263441464	0.0650459056870952	0.0650457776843580
0.3021849767492980	0.5678067095339330	0.3963639171076270	0.4822971441870770	0.4321812255970570	0.4591529574686910	0.4439596180048630

## ANNEXE

0.4326646483364370	0.7289669754957530	0.5181043825167670	0.6432851652597290	0.5592352716531090	0.6115328368975390	0.5773234017551120
0.0611013295024407	0.0684179729993613	0.0679036473876003	0.0679371469180765	0.0679349537783342	0.0679350973102226	0.0679350879164506
0.1920713061469950	0.3786323303467350	0.2768459569946690	0.3176611883655560	0.2986356836288850	0.3069513307320950	0.3032088526305230
0.0753875928853092	0.1125356228568760	0.1037062747694420	0.1053807646561600	0.1050476878307420	0.1051133288592870	0.1051003688856240
0.1930093651663320	0.3804787661527420	0.2779751978364100	0.3191811828373840	0.2999212771534270	0.3083601535428620	0.3045521078173890
0.0972895539439639	0.1695368604391490	0.1443928590875030	0.1509440176307200	0.1490802564395400	0.1495979297466610	0.1494531703732780
0.1888671335031070	0.3722937677152870	0.2729697065373670	0.3124532268770620	0.2942213903573640	0.3021222123171990	0.2985990813332510
0.2948854126058980	0.5569091768174470	0.3890712157795280	0.4722189453445510	0.4242444919072360	0.4497975221261620	0.4355616120994690
0.0702902058206388	0.0979692370309758	0.0925334562351906	0.0934128066541467	0.0932655900394530	0.0932900973477132	0.0932860137373681
0.2252192398168840	0.4413596532310450	0.3153610013295490	0.3701122544386020	0.3423238847560620	0.3554493128912270	0.3490255266432740
0.1939847433973490	0.3823942203415940	0.2791467238145520	0.3207594008021860	0.3012548069381140	0.3098226640065370	0.3059457942096520
0.1715564471799490	0.3372000692527800	0.2514852137373350	0.2838792257195590	0.2697319426829570	0.2755608867094450	0.2730988735614710
0.0436269452166231	0.0461648631071691	0.0460782908655666	0.0460811286713943	0.0460810355256992	0.0460810385829003	0.0460810384825576
0.0690145933312298	0.0941801448802048	0.0895477899824975	0.0902574050905141	0.0901453243606928	0.0901629428401835	0.0901601712304546
0.0438116335633366	0.0469758155384910	0.0468439327125841	0.0468491694714913	0.0468489611234988	0.0468489694121178	0.0468489690823742
0.0612430578705551	0.0689316132492641	0.0683676823548511	0.0684058867809293	0.0684032841244284	0.0684034613620269	0.0684034492920611
1.6463877091821200	1.0188121347399100	1.6134166216170500	1.0366291201426200	1.5836330611620800	1.0534605973858200	1.5567010482180900
0.0617191870584962	0.0706370426417271	0.0698955128947093	0.0699518960094286	0.0699475784691089	0.0699479089068022	0.0699478836161117
0.2437630138579890	0.4742240010136040	0.3358160229085770	0.3983501976888870	0.3653290271433120	0.3815065943498710	0.3732696398450630
0.0630046011253908	0.0751035741378539	0.0738123625917694	0.0739354419988473	0.0739235766223929	0.0739247192552929	0.0739246092085234
13.2829716836489000	0.5319721895873570	0.0761871785750491	0.0645634972358191	1.2129748033069000	7.8376480110427800	0.7556648217246710
0.0637727035860067	0.0776899318036727	0.0760313521237583	0.0762057787834458	0.0761871785750491	0.0761891591152998	0.0761889481953654
0.2151135630912780	0.4227824124722170	0.3039042387199580	0.3543932629484200	0.3293702855944900	0.3409349280147540	0.3354068472076580
0.1035105156859760	0.1847999685316380	0.1547319702842800	0.1629876153022570	0.1604921312244330	0.1612258439839520	0.1610083308443630
0.2418208148438420	0.4708554618960760	0.3337058364486230	0.3954291457804350	0.3629639534622560	0.3788113278157130	0.3707742141156940
0.2772734428044730	0.5297000562871680	0.3711810850265410	0.4474229121567590	0.4046327924534080	0.4268295047721560	0.4148090311743350
0.2024258751562830	0.3987823539718950	0.2891761238680010	0.3343226400310070	0.3126612461167210	0.3223807624806870	0.3178807947794420

## ANNEXE

0.1559177244616020	0.3042543847379700	0.2311954552308400	0.2574022386985130	0.2466100699013610	0.2508262144808970	0.2491437789932890
0.0458396692207287	0.0496633512987773	0.0494801295039732	0.0494884375788081	0.0494880598890482	0.0494880770570417	0.0494880762766617
0.1658739050457040	0.3253658157670420	0.2442164353141550	0.2743335757717510	0.2614449763147850	0.2666586077342140	0.2644993795335380
0.0459320060838875	0.0500508818896781	0.0498400953290053	0.0498502659947957	0.0498497738206260	0.0498497976343439	0.0498497964821156
0.0584772635798648	0.0788154778461102	0.0753768917843592	0.0758641840820591	0.0757932346241337	0.0758035246770323	0.0758020314295238
0.5581454113623490	0.8353566748152690	0.6265008406465800	0.7657933226799620	0.6642254199416830	0.7338946905023330	0.6839626561579500
0.0630541744891586	0.0752722244459987	0.0739580822431519	0.0740842261126171	0.0740719779696550	0.0740731659058059	0.0740730506765790
0.3541364629290410	0.6392634906508880	0.4465317470408800	0.5506982699268870	0.4858036500033600	0.5230959222363970	0.5005877558293150
0.0647772027939660	0.0809933801042845	0.0788202617636255	0.0790736605003512	0.0790435989047862	0.0790471579865815	0.0790467365149179
0.0903605262549606	0.1521514579035820	0.1323730867248110	0.1371742776777750	0.1359149724682070	0.1362388757511080	0.1361551408762130
0.1198486398900380	0.2236456148055700	0.1803237372336540	0.1935672459470160	0.1890316930556000	0.1905290492635180	0.1900285726285450
28.8208790242361000	0.3874490242895510	20.2868546372442000	0.4680315542666080	50.6352946854600000	0.2966553341287370	8.7915929756609400
0.0913659510154471	0.1664541765106880	0.1390814255559340	0.1464298531179870	0.1442568717228180	0.1448821522232330	0.1447007893298690
0.2321119376921500	0.4537591936732390	0.3230462610638950	0.3806993700278520	0.3509872049817830	0.3652200805644370	0.3581474320478420
0.1167950204894160	0.2165076166909280	0.1756885594953020	0.1879490511540850	0.1838353221892640	0.1851679880897100	0.1847312336851460
0.0478526436866668	0.0510657160209636	0.0509384995476325	0.0509433125438481	0.0509431301338152	0.0509431370466010	0.0509431367846268
0.1336101994691100	0.2551841885626200	0.2005098277932560	0.2184315518356120	0.2117762459503100	0.2141428164476730	0.2132878858944290
0.0808759073756033	0.1274800612790800	0.1147689810898870	0.1174701647325830	0.1168606664159610	0.1169963961598710	0.1169660811069510
0.2592475942582970	0.5004742836354660	0.3523924770084280	0.4213363582173240	0.3838337171852430	0.4027221730782950	0.3928131339963460
0.1304458062691790	0.2480205612359820	0.1959629240010150	0.2127754588847490	0.2066384344125820	0.2087866839054350	0.2080233242191560
0.0482884275145059	0.0528718421058866	0.0526225994220708	0.0526353389081559	0.0526346856397712	0.0526347191331646	0.0526347174159271
0.0633236845352259	0.0761848366611767	0.0747440794742258	0.0748874942188038	0.0748730408181950	0.0748744956325474	0.0748743491791789
0.2603259082270610	0.5022625461785290	0.3535311790308140	0.4229171285734430	0.3850997840333920	0.4041818534515160	0.3941513287912260
0.0675093032408000	0.0896129406304113	0.0858964849731528	0.0864236677322180	0.0863469141473744	0.0863580470582217	0.0863564313786563
0.3353446612033390	0.6146159046661000	0.4287045429875450	0.5266252542108110	0.4669492789779850	0.5004885068574710	0.4807096857954680
0.0728412750493935	0.1053608568955820	0.0982584335746494	0.0995141000483385	0.0992827538333614	0.0993250605513832	0.0993173132403105
1.5084562760887600	1.0235972814522200	1.4724104217357600	1.0451070575584800	1.4413561092027000	1.0646378430501400	1.4145328099640200

## ANNEXE

0.0891366544419309	0.1490313259771310	0.1301849954330910	0.1346948669391840	0.1335311620895520	0.1338258565584850	0.1337508699292630
1.0820120301614200	1.0107218340288400	1.0719284325428500	1.0188114761646800	1.0644835715547100	1.0248970474175700	1.0589729034254600
0.4564818360381100	0.7523415684171160	0.5391066706851090	0.6688774505557200	0.5801187919533870	0.6365072141615150	0.5988672867319720
0.2037695142883630	0.4013598605133260	0.2907550427511530	0.3364660036979760	0.3144551092496850	0.3243636778964070	0.3197600053434150
0.0532376903703401	0.0610754229099045	0.0604349219772269	0.0604827386600353	0.0604791437887429	0.0604794139101729	0.0604793936122366
0.1398545038415820	0.2691700713147830	0.2093313224776960	0.2294944129606190	0.2217645509575440	0.2245942288939390	0.2235402473730260
0.0539239704457794	0.0635962385533421	0.0626579328884101	0.0627397748426976	0.0627325667464775	0.0627332010477764	0.0627331452260636
0.1517323278317410	0.2952353601662800	0.2256056323086320	0.2502031812085330	0.2402484488023760	0.2440765311038430	0.2425743701721490
0.0549505081687719	0.0672297077479800	0.0657930672256116	0.0659411559889436	0.0659256791827964	0.0659272943543504	0.0659271257685800
0.4766071837617360	0.7708452425595590	0.5566642693284580	0.6896272959802290	0.5973623864070120	0.6569612418974680	0.6165404045161470
0.0612278912068551	0.0688767830287588	0.0683182356673916	0.0683559210430895	0.0683533643371604	0.0683535377281740	0.0683535259688221
0.1633955888932680	0.3201556815337930	0.2410101307500040	0.2701439256490800	0.2577904538417080	0.2627461101021300	0.2607119310177500
0.0623137008493750	0.0727262092567356	0.0717419215222927	0.0718260349156731	0.0718187819300033	0.0718194068619341	0.0718193530129454
2.4585323365294200	0.9617975568472090	2.5918309284741300	0.9210942094295970	2.7529767633678300	0.8777129050131740	2.9512360461639800
0.0634796576552370	0.0767097803296656	0.0751943000807353	0.0753481744217704	0.0753323479916641	0.0753339736406863	0.0753338066356787
1.4008907428281100	1.0251066477538200	1.3666354890374900	1.0471814733531700	1.3382040401546300	1.0664983234222100	1.3145187445536900
0.0645892663886403	0.0803815876327236	0.0783073392433010	0.0785449940652537	0.0785173088669614	0.0785205278157040	0.0785201534659082
0.5362316503685690	0.8195502233369460	0.6078954297701240	0.7465368744869630	0.6466588512554010	0.7141410470096730	0.6664272299235800
0.0706020243267706	0.0988853269549844	0.0932498441779099	0.0941726460068736	0.0940161282069732	0.0940425199327993	0.0940380653897527
0.4451658563996770	0.7414410789907110	0.5291607321164230	0.6568593394938450	0.5702648186929540	0.6247460060810860	0.5887200816880180
0.0824289417965839	0.1316062587358560	0.1177651412046320	0.1207839499148160	0.1200826314635160	0.1202432556295250	0.1202063466161110
0.3060554616619280	0.5734963595238800	0.4002036325602480	0.4875938839844320	0.4363461061306700	0.4640753419961280	0.4483658488546690
0.5786567406506260	0.8492240921122100	0.6438365062748910	0.7830378891954070	0.6804515551870250	0.7517798724252640	0.7000445993036970
0.2608169894242580	0.5030752486283180	0.3540491144757090	0.4236361791131020	0.3856754241760150	0.4048458627037790	0.3947598009804680
12.0514804016543000	0.5537652491519720	862.8084466983180000	0.1133446810335030	2.3623116796499300	2.3249184250360400	2.3739155887777000
0.6740886861700260	0.5183630064702570	0.4427685473397210	0.4050800060092690	0.3858949323654210	0.3760001803728320	0.3708584239589590
0.0881388555470435	0.1464752058363460	0.1283848122374960	0.1326613799028970	0.1315730869118780	0.1318450644532390	0.1317767830075350

### III. DETERMINATION LES NIVEAUX

**Tableau 26 : Détermination Le Niveau piézométrique et Cote Terrain Naturelles**

COND	CTN		NP	
	AMONT	AVAL	AMONT	AVAL
1--2	523.450	515.650	555	554.894
2—3	515.650	501.945	554.894	554.727
2—4	515.650	497.851	554.727	554.573
2--5	515.650	512.225	554.573	553.051
5--6	512.225	488.955	553.051	552.090
5--7	512.225	510.000	552.090	551.893
7--8	510.000	488.225	551.893	547.079
7—9	515.000	515.000	547.079	546.878
9—10	503.000	503.480	546.878	542.570
10--11	503.480	500.000	542.570	540.756
11--12	500.000	499.276	540.756	540.114
11--14	500.000	495.000	540.114	540.004
11--15	500.000	498.044	540.004	539.881
15--16	498.044	495.464	539.881	539.567
15--17	498.044	495.745	539.567	538.592
17--18	495.745	492.330	538.592	538.496
17--20	495.745	492.342	538.496	538.398
10--21	503.480	497.344	538.398	538.304
21--22	497.344	503.124	538.304	538.099
21--23	497.344	495.000	538.099	536.362
23--24	495.000	502.529	536.362	536.268
23--25	495.000	495.648	536.268	535.887
25--26	495.648	506.374	535.887	535.789
25--27	495.648	495.432	535.789	535.565
27--28	495.432	502.785	535.565	535.371
27--29	495.432	496.400	535.371	535.271
29--30	496.400	507.206	535.271	535.095
10--31	503.480	501.842	535.095	534.932
31--32	501.842	500.713	534.932	534.107
32--33	500.713	498.325	534.107	533.729
32--34	500.713	500.302	533.729	533.725
32--35	500.713	492.121	533.725	533.720
35--36	492.121	491.314	533.720	533.344
31--37	501.842	501.869	533.344	533.028
37--38	501.869	501.191	533.028	532.429

38--39	501.191	501.137	532.429	532.403
38--40	501.191	495.801	532.403	532.098
40--41	495.801	495.000	532.098	531.962
40--42	495.801	492.544	531.962	531.628
42--43	492.544	490.000	531.628	530.189
37--44	501.869	502.292	530.189	529.707
44--45	502.292	500.535	529.707	529.669
45--46	500.535	499.498	529.669	529.621
45--47	500.535	504.607	529.621	529.427
45--48	500.535	496.103	529.427	529.379
48--49	496.103	501.308	529.379	529.220
48--50	496.310	496.338	529.220	528.602
50--51	496.338	500.312	528.602	528.437
52--53	515.000	502.958	528.437	528.337
53--54	502.958	502.486	528.337	528.228
54--55	502.486	502.049	528.228	528.115
55--56	502.049	498.631	528.115	527.852
55--57	502.049	504.486	527.852	527.732
54--58	502.486	505.000	527.732	527.622
58--59	505.000	505.000	527.622	527.543
59--60	505.000	504.857	527.543	527.440
59--61	505.000	503.985	527.440	527.095
61--62	503.985	501.983	527.095	527.002
61--63	503.985	492.432	527.002	526.876
58--64	505.000	504.753	526.876	526.613
64--65	504.753	499.058	526.613	526.307
64--66	504.753	504.735	526.307	525.635
66--67	504.945	495.000	525.635	525.597
66--68	504.945	490.000	525.597	524.596
66--69	504.945	504.532	524.596	524.519
69--70	504.532	485.000	524.519	524.174
69--71	504.532	501.099	524.174	523.927
71--72	501.099	495.000	523.927	523.758
71--73	501.099	499.050	523.758	521.835
71--74	501.099	493.585	521.835	521.313
71--75	501.099	500.000	521.313	520.964
75--76	500.000	497.855	520.964	520.821
76--77	496.855	493.025	520.821	520.630
76--78	496.855	493.989	520.630	520.285
75--80	500.000	500.000	520.285	520.143
80--81	500.000	498.066	520.143	519.965
80--82	501.665	501.665	519.965	519.820

82--83	501.665	497.506	519.820	519.709
82--84	501.665	500.000	519.709	519.320
82--85	506.665	501.020	519.320	519.085
85--86	501.020	494.501	519.085	518.961
85--87	501.020	500.000	518.961	518.727
87--88	500.000	495.000	518.727	518.635
87--89	500.000	498.541	518.635	518.395
89--90	498.541	493.987	518.395	518.247
89--91	498.541	489.010	518.247	517.400
85--92	501.020	497.035	517.400	517.206
92--93	497.032	492.500	517.206	516.974
92--94	497.032	493.908	516.974	516.699
92--95	497.032	494.015	516.699	516.487
53--96	502.958	500.000	516.487	511.919
96--97	500.000	490.000	511.919	511.717
96--98	500.000	496.754	511.717	511.513
98--99	496.754	495.504	511.513	511.460
99--100	495.504	495.465	511.460	511.210
99--101	495.504	495.456	511.210	511.032
101--102	495.456	490.000	511.032	510.931
101--103	495.456	495.495	510.931	510.016
103--104	495.456	495.352	510.016	509.657
103--105	495.495	495.125	509.657	509.452
105--106	495.125	494.875	509.452	509.379
105--107	495.125	495.225	509.379	509.200
107--108	495.225	493.850	509.200	509.043
107--109	495.225	494.433	509.043	508.823
109--110	494.433	492.758	508.823	508.505
105--111	495.125	495.339	508.505	508.143
111--112	495.339	495.000	508.143	507.854
111--113	495.339	495.000	507.854	507.532
113--114	495.000	493.566	507.532	507.357
98--115	498.541	495.535	507.357	507.261
115--116	495.535	495.633	507.261	507.113
115--117	495.535	495.833	507.113	506.986
117--118	495.833	496.050	506.986	506.888
118--119	496.066	495.335	506.888	506.687
118--120	496.066	495.855	506.687	506.165
120--121	495.855	495.345	506.165	506.151
120--122	495.855	495.504	506.151	505.878
122--123	495.504	495.225	505.878	505.691
123--124	495.225	495.456	505.691	505.139

123--125	495.225	489.504	505.139	504.872
122--126	495.504	495.055	504.872	504.454
126--127	495.055	491.855	504.454	504.151
126--128	495.055	489.785	504.151	503.984
117--129	495.833	498.125	503.984	503.547
129--130	498.125	497.329	503.547	502.656
129--131	498.125	497.055	502.656	502.212
131--132	497.055	493.981	502.212	502.046
131--133	497.055	497.223	502.046	501.715
129--134	498.125	496.345	501.715	501.582
134--135	496.345	495.424	501.582	500.906
135--136	495.424	495.044	500.906	500.849
135--137	495.424	495.334	500.849	500.722
137--138	495.344	495.033	500.722	500.652
137--139	495.344	493.875	500.652	500.545
139--140	493.875	494.985	500.545	500.327
139--142	493.875	495.055	500.327	500.149
142--143	495.055	490.000	500.149	499.766
142--144	495.055	492.945	499.766	499.636
142--145	495.055	489.564	499.636	499.303
134--146	496.346	497.987	499.303	498.434
146--147	497.987	499.070	498.434	498.330
146--148	497.987	496.053	498.330	498.193
148--149	496.053	491.556	498.193	497.897
150--151	496.053	495.377	497.897	497.576
148--150	495.377	491.325	497.576	497.545
150--152	495.377	490.435	497.545	497.456
152--153	490.435	490.115	497.456	497.396
152--154	490.435	490.225	497.396	496.973
154--155	490.225	490.115	496.973	496.875
154--156	490.225	490.018	496.875	496.320
156--157	490.018	490.150	496.320	496.211
156--158	490.018	490.000	496.211	495.914
158--159	490.000	489.485	495.914	495.770
158--160	490.000	489.756	495.770	495.677
160--161	489.756	489.985	495.677	495.597
160--162	489.756	490.215	495.597	495.549
162--163	490.215	489.866	495.549	495.549
162--164	490.215	490.115	495.549	495.469
162--165	490.215	489.951	495.469	495.421
165--166	489.951	489.753	495.421	494.763
165--167	489.951	490.532	494.763	494.639



# BIBLIOGRAPHIQUE



**BIBLIOGRAPHIE**

- [1] Mr. ABBAS Daoud  
Etude du système d'alimentation en eau potable de la ville de Metlili  
El-jadida (w. Ghardaïa).  
Université de Ghardaïa 2013.
- [2] Mr. Ababsa SAMIR  
Etude du système d'alimentation en eau potable de la ville d'oued el-  
alleug (w.Blida).  
Ecole nationale supérieure de l'hydraulique Arbaoui Abdallah. 2003
- [3] Mr. BOUKAKA MOULOU  
Diagnostic du système d'alimentation en eau potable de la ville de  
Iarbaa (w.Blida).  
Ecole nationale supérieure de l'hydraulique Arbaoui Abdallah. 2003
- [4] Mr. NOUREDDINE BEN MESSAOUD  
Alimentation en eau potable de la ville de chebli (w.Blida).  
Ecole nationale supérieure de l'hydraulique Abdallah Arbaoui. 2005
- [5] Algérienne des eaux (secteur de Ghardaïa)
- [6] Annuaire statistique de la wilaya de Ghardaïa 2013  
Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires
- [7] Guide d'utilisation d'EPANET
- [8] Mr. CHERGUI Hamza  
ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE  
BOUHROUA (W. GHARDAIA). 2008