

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :  
N° de série :

Faculté des Sciences et Technologies  
Département des Sciences et Technologies

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

**LICENCE**

**Domaine :** Sciences et Technologies

**Filière :** Hydraulique

**Spécialité :** Sciences de l'eau et de l'environnement

**Thème**

***ETUDE D'ALIMENTATION EN  
EAU POTABLE DE LA VILLE DE  
METLILI EL-DJADIDA***

**Par :**

ABBAS Daoud

**Jury :**

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

Maître Assistant A

Univ. Ghardaïa

**Encadreur**

**M<sup>r</sup> .....**

Maître Assistant A

Univ. Ghardaïa

**Examineur**

**ANNEE UNIVERSITAIRE : 2012/2013**

## ***DEDICACE***

**Je dédie ce modeste travail :**

**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 encourager.**

**Tous mes frères et sœurs.**

**A mes chers amis : Z. Mohammed, S. Hammou**

**A tout mes amis d'études, surtout de la 3<sup>ème</sup> années Hydraulique.**

**Toute personne qui a contribué de prés ou de loin à ma réussite.**

**Tous mes amis.**

**La famille S. Ibrahim**

**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.
  
- ✚ A Mr. OULED BELKHIR C. pour son aide 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.*

## المخلص

مشروعنا لمذكرة التخرج يشمل كل النقاط التي لها علاقة بشبكة المياه الصالحة للشرب لمدينة متليلي الجديدة ( 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.
- تحديد حجم خزان الماء.
- تصميم شبكة التوزيع.
- حساب القيم الحقيقية للتدفق والسرعة والضغط في قنوات الشبكة.

## 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 Metlili el-Djadida, 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.
- Détermination de la capacité du réservoir.
- Dimensionnement de réseau de distribution.
- Détermination des paramètres hydraulique du réseau (débit, vitesse, pression.....)

## SUMMARY

Our memory of the license study, consists in including the axes which touch the specific network of drinking water of New Metlili Town. Which we answer to the water qualitatively and quantitatively for the future needs.

For that we gathered all information relating to the zone of study by taking into account all the methods for the determination of the requirements out of water

Our work is constituted like continuation:

- General.
- General presentation of the zone of study.
- Estimate of the requirements out of water for the agglomeration.
- Determination of the capacity of the tank.
- Dimensioning of distribution network.
- Hydraulic determination of the parameters of network (flow, speed, pressure.....)

# Sommaire

INTRODUCTION GENERALE.....	2
----------------------------	---

## CHAPITRE I ETUDE DU MILIEU

1.1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE .....	5
1.2. STRUCTURE DE LA ZONE de Métlili El-Djadida .....	5
1.3. Situation climatologique .....	6
1.3.1 PRECIPITATION .....	6
1.3.1.1. PRECIPITATIONS ANNUELLES .....	6
1.3.1.2. PRECIPITATION MENSUELLES .....	7
1.3.1.3. PRECIPITATIONS MAXIMALES JOURNALIERS .....	7
1.3.1.4. PRECIPITATIONS SAISONNIERS .....	8
1.3.2 TEMPERATURES .....	9
1.3.2.1. TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLES .....	9
1.3.2.2. VARIATION DES TEMPERATURES ANNUELLES (MOY,MIN,MAX) ...	9
1.3.3. LES EVAPORATIONS .....	10
1.3.3.1. EVAPORATION MESUREE .....	10
1.3.3.2. EVAPORATION REELLE .....	11
1.4. SITUATION GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE.....	12
1.4.1 LA GEOLOGIE .....	12
1.4.2 ETUDE DE LA RESSOURCE HYDRAULIQUE .....	12
1.4.3. HYDROGEOLOGIE .....	13
1.5. STRUCTURE DE L'URBANISATION .....	14
1.6. ETUDE DE LA BALANCE.....	16
1.6.1 ESTIMATION DES BESOINS .....	16
1.6.1.1. INTRODUCTION .....	16
1.6.1.2. CATEGORIES DES BESOINS .....	16
1.6.2 LES CONSOMMATIONS .....	17
1.6.2.1. ESTIMATION DE LA CONSOMMATION .....	17
1.6.2.2. LES TYPES DES CONSOMMATIONS .....	17

1.6.3	LA VARIATIONS DES CONSOMMATIONS .....	18
	Variations dans l'année: [6] .....	18
	VARIATIONS DANS LA JOURNEE: .....	18
1.7.	LA DOTATION .....	19
1.7.1.	CONSOMMATION MOYENNE JOURNALIERE ( $Q_{MOY.J}$ ) .....	19
1.7.2	DEBIT DE POINTE ( $Q_p$ ) .....	20
1.8.	ETUDE DE LA BALANCE.....	20

## **CHAPITRE II LES CALCULS DE DIMENSIONNEMENT**

2.1.	DIMENSIONNEMENT DU RESERVOIR .....	23
2.1.1.	INTRODUCTION .....	23
2.1.2.	ROLE DES RESERVOIRS .....	23
2.1.3.	EMPLACEMENT DES RESERVOIRS .....	23
2.1.4.	CHOIX DU TYPE DU RESERVOIR .....	24
2.1.5.	LE CALCUL DE DIMENSIONNEMENT .....	24
2.1.6.	LES EQUIPEMENTS DES RESERVOIRS .....	25
2.1.6.1.	CONDUITE D'ADDUCTION .....	25
2.1.6.2.	CONDUITE DE DISTRIBUTION .....	26
2.1.6.3.	CONDUITE DU TROP-PLEIN .....	26
2.1.6.4.	CONDUITE DE VIDANGE .....	26
2.2.	ADDUCTION .....	27
2.2.1.	INTRODUCTION .....	27
2.2.2.	CHOIX DU TRACE .....	27
2.2.3.	CHOIX DU TYPE DE MATERIAUX .....	28
2.2.4.	CALCULE DU DIAMETRE .....	28
2.3.	DIMENSIONNEMENT DE RESEAU DE DISTRIBUTION .....	29
2.3.1.	INTRODUCTION .....	29
2.3.2.	LE RESEAU DE DISTRIBUTION .....	29
2.3.3.	TYPE DU RESEAU .....	30
2.3.3.1.	LE RESEAU RAMIFIE OU ETOILE .....	30
2.3.3.2.	LE RESEAU MAILLE .....	30
2.3.3.3.	LE RESEAU ETAGES .....	31
2.4.	CALCUL DU RESEAU MAILLE PAR LA METHODE DE HARDY-CROSS .	31

2.4.1.	1 <sup>IERE</sup> LOI DES NŒUDS (1 <sup>IERE</sup> LOI DE KIRCHOFF) .....	31
2.4.2.	2 <sup>IERE</sup> LOI DES MAILLES (2IEME LOI DE KURCHOFF) .....	32
2.4.3.	PRINCIPE DE LA METHODE DE HARDY-CROSS .....	32
2.4.3.1.	DETERMINATION DU DEBIT CORRECTIF .....	32
2.4.3.2.	DEBITS AUX NŒUDS (NODAUX) .....	34
2.4.3.3.	DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE DISTRIBUTION .....	34
	A. LE RESEAU MAILLE UNIQUEMENT .....	34
	B. RESEAU MIXTE.....	35
	C. LE RESEAU MAILLE (DEBIT DE NŒUD).....	36
	D. LE CHOIX DE VARIANT .....	37
2.5.	ÉQUIPEMENT DE RESEAU DE DISTRIBUTION .....	37
2.5.1.	TYPE DE CANALISATIONS .....	37

### **CHAPITRE III LA PROTECTION DES CANALISATIONS**

3.1.	INTRODUCTION .....	42
3.2.	PHENOMENE DES CONDUITES CONTRE LES COUPS DE BELIER .....	42
3.3.	MOYEN DE PROTECTION DES INSTALLATIONS .....	42
3.3.1.	VOLANT D'INERTIE .....	43
3.3.2.	SOUPAPE DE DECHARGE .....	43
3.3.3.	RESERVOIR D'AIR.....	43
3.3.4.	CHEMINEE D'EQUILIBRE .....	43
3.4.	LA CORROSION DES CONDUITES .....	44
3.4.1.	GENERALITES .....	44
3.4.2.	LES FACTEURS DE LA CORROSION .....	44
3.4.3.	LA CORROSION ELECTROCHIMIQUE.....	45
3.4.4.	MECANISME DE LA CORROSION .....	45
3.4.5.	PROTECTION CATHODIQUE DE LA CORROSION EXTERNE .....	45

## CHAPITRE IV ORGANISATION DE CHANTIER

4.1.	INTRODUCTION .....	47
4.2.	REALISATION DU RESEAU D'AEP .....	47
4.3.	EXECUTION DES TRAVAUX .....	47
4.4.	LES ETAPES PRINCIPAL DU POSE DES CONDUITES .....	47
4.4.1.	INTRODUCTION .....	47
4.4.2.	PROFONDEUR DE LA TRANCHEE .....	48
4.4.3.	AMENAGEMENT DU LIT DE POSE .....	49
4.4.4.	LA MISE EN PLACE DES CANALISATIONS .....	49
4.4.5.	ASSEMBLAGE DES CONDUITES.....	49
4.4.6.	AMENAGEMENT DU LIT DE POSE DES CONDUITES .....	49
4.4.7.	COMMENT POSE DES CONDUITES .....	50
4.4.8.	REMBLAI DES TRANCHEES .....	51
4.5.	DETERMINATION DES DIFFERENTES VOLUMES .....	51
4.5.1.	VOLUMES DES DEBLAIS DES TRANCHEES .....	51
4.5.2.	FORME RECTANGULAIRE.....	51
4.5.3.	VOLUME DU DECOUVERT .....	52
4.5.4.	VOLUME OCCUPE PAR LE LIT DE POSE.....	52
4.5.5.	VOLUME DE LA CONDUITE .....	52
4.6.	LES ACTIONS REÇUES PAR LES CONDUITES .....	53

## CHAPITRE V ETUDE ECONOMIQUE

5.1.	INTRODUCTION .....	55
5.2.	LES OPERATIONS DE REALISATION DU RESEAU .....	55
5.3.	DEVIS ESTIMATIF .....	56
	CONCLUSION.....	57
	ANNEXES.....	58
	BIBLIOGRAPHIES.....	73



## Liste des tableaux

Tableau 1: Répartition en surface affectations destinées pour Métlili El-Djadida.....	5
Tableau 2: Précipitations Moyennes Mensuelles .....	7
Tableau 3: Caractéristiques des Précipitations Moyennes Annuelles .....	7
Tableau 4: Caractéristiques des Précipitations Moyennes Annuelles .....	8
Tableau 5: la variation saisonnière des précipitations.....	8
Tableau 6: Variation de la Température Moyenne Mensuelle.....	9
Tableau 7: Variation des Températures Moyenne, Minimales et Maximales .....	9
Tableau 8: Evaporation moyenne mensuelle (mm).....	10
Tableau 9: Evaporation Réelle Mensuelle (mm) .....	11
Tableau 10: Moyenne mensuelles des vitesses maximal du vent .....	12
Tableau 11: ensemble des Equipements dans la zone d'études pour Métlili El-Djadida commune de Métlili .....	14
Tableau 12: Epaisseur nominale PEHD en mm .....	29
Tableau 13: Calcul du volume de déblai .....	53
Tableau 15 : devis estimatif .....	56

## Liste des figures

Figure 1: image de Metlili El-Jadida (Google earth 2013) .....	6
Figure 2 Direction des vents dominants .....	11
Figure 3: Partie Nord de Métlili El-Djadida sur la Zone d'Etude .....	15
Figure 4: Partie Sud de Métlili El-Djadida sur la Zone d'Etude.....	15
Figure 5: Histogramme des volumes moyens mensuels mis en réseau .....	18
Figure 6: Variations des consommations dans la journée en période hivernale.....	18
Figure 7: Variations des consommations dans la journée en période estivale.....	19
Figure 8: conduite d'adduction.....	25
Figure 9: conduite de distribution .....	26
Figure 10: Matérialisation de la réserve d'incendie.....	27
Figure 11: le réseau maille .....	35
Figure 12: le réseau mixte .....	36
Figure 13: réseau maille (nœud) .....	37
Figure 14: Schéma d'une tranchée .....	48
Figure 15: pose de la conduite dans la tranchée .....	50

*INTRODUCTION  
GENERALE*

## INTRODUCTION GENERALE

L'eau constitue une denrée essentielle dans la vie de tout individu. Sa maîtrise et sa disponibilité en quantité suffisante et en qualité doivent être une des premières préoccupations d'une quelconque agglomération. Mais, l'amenée de l'eau, son traitement, son stockage, et sa distribution.

Et nous savons que l'eau couvre 75% de la surface du globe terrestre. Le volume total des eaux est d'environ  $1,3.10^9 \text{ km}^3$ .

Il existe Plusieurs ressources en eau destinées à la consommation, dont 97% sont constituées par les océans et les mers, et 2% par les glaciers. Seulement 1% de ces eaux est constitué d'eau douce disponible pour les diverses consommations de l'homme.

L'eau potable est produite à partir d'eaux brutes prélevées dans le milieu naturel. Toutes les eaux ne peuvent pas être utilisées pour d'occasion de l'eau potable. Le Code de la Santé Publique définit des critères de qualité minimum que doivent respecter les eaux naturelles pour être utilisées à des fins de potabilisation.

On distingue deux types de ressources :

- Les eaux de surface ou superficielles :

Il s'agit des cours d'eau (rivières ou fleuves) et des retenues naturelles ou artificielles.

- Les eaux souterraines :

Elles proviennent de l'infiltration des eaux de pluie dans un terrain perméable.

Pour capter ces eaux on utilise :

- Des puits ou des forages pour les eaux issues de nappes plus ou moins profondes.
- Des ouvrages de captage pour les eaux qui affleurent naturellement.

Il y a quelques années, les villes importantes étaient alimentées principalement à partir de forage ou de puits dans les nappes souterraines ou encore à partir des barrages- réservoir. L'alimentation en eau potable correspond à l'ensemble des équipements, des services et des actions qui permettent, en partant d'une eau brute, de produire une eau conforme aux normes de potabilité en vigueur, distribuée ensuite aux consommateurs.

On considère quatre étapes distinctes dans cette alimentation : Prélèvements – captages, Traitement éventuel pour potabiliser l'eau, Adduction (transport et stockage) et Distribution au consommateur.

Pour réaliser ces étapes d'alimentation en eau potable il faut passer les étapes suivantes:

- Etude géographique de la région :

Pour connaître la nature de la surface.

- Etude démographique :

Pour savoir la population, dotation,...etc.

- Choix de source :

On choisie une source par rapport de milieu et les conditions.

- Dimensionnement de réservoir.
- Dimensionnement de réseau.

# *CHAPITRE I*

## *ETUDE DU MILIEU*

## **1.1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE**

Metlili El-Jadida se situe sur le prolongement de la RN n01 au sud de la ville Ghardaïa en allant vers Ouargla. Constituant ainsi un nouveau pôle d'extension de la ville vers le sud.

Le terrain réserve au projet se situe au Metlili El-Jadida, il est limité :

- Au Nord par: le groupement de la gendarmerie.
- Au Sud et Ouest par: l'Oued Drine.
- Au Est par: RN N°01. [9]

## **1.2. STRUCTURE DE LA ZONE de Métlili El-Djadida**

Le schéma d'extension de cette commune au niveau de Noumérat est appelé « Métlili El-Djadida », il est résumé dans le tableau suivant (See. Agence Foncière-Ghardaïa) : [9]

<b>Affectations</b>	<b>Surface Totale [m<sup>2</sup>]</b>
Habitation coté Nord	225308
Habitation coté Sud	403346
Total Habitation	628654
Equipement Nord	548789
Equipement Sud	428546
Total Equipement	977335
Espace Vert coté Nord	99080
Espace Vert coté Sud	99080
Total espace Vert	198160
Total Surface [HA]	180

**Tableau 1 : Répartition en surface des affectations destinées pour Métlili El-Djadida**



**Figure 1: image de Metlili El-Jadida (Google earth 2013)**

### **1.3. Situation climatologique**

Le climat de la région de Ghardaïa est saharien, il se caractérise par deux saisons:

Une saison chaude et sèche (avril à septembre) et une autre, tempérée (octobre à mars) et une grande différence entre les températures de l'été et de l'hiver. [9]

#### **1.3.1 PRECIPITATION**

##### **1.3.1.1. PRECIPITATIONS ANNUELLES**

La pluviométrie observée à la station de Noumérat met en évidence l'importance des variations d'amplitude de la pluviométrie d'une année à l'autre.

La variation des précipitations annuelles durant la période d'observation montre l'écart important entre les valeurs extrême, signe d'une irrégularité.

Nous résumons les principales caractéristiques des précipitations moyennes annuelles :

Pmoy Annuelle (mm) = 111.60

PMin Annuelle (mm) = 21.2

Nous remarquons que la précipitation maximale annuelle peut dépasser la moyenne annuelle, signe d'une très grande irrégularité et de grands écarts des précipitations. [9]

### **1.3.1.2. PRECIPITATION MENSUELLES**

La pluviométrie moyenne interannuelle 1973-2011 a été évaluée à 111,6mm. Sa répartition mensuelle est donnée dans le tableau ci-dessous :

	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Août	TOT
<b>PLUIE (mm)</b>	9.2	15.8	11.6	6.5	11.9	10.6	12.8	12.5	10.1	4.3	1.0	5.3	111.6
<b>%</b>	8.2	14.2	10.4	5.8	10.7	9.5	11.5	11.2	9.1	3.9	0.9	4.8	100

**Tableau 2: Précipitations Moyennes Mensuelles**

L'analyse du tableau met en évidence deux saisons bien marquées :

- Une saison humide allant de Septembre à Mai, avec quelques maxima remarquables en Octobre, Mars et Avril.
- Une saison sèche allant de Juin à Août, avec des minima remarquables en Juin et Juillet avec une pluviométrie pratiquement nulle sur ces deux mois.

Le tableau suivant résume les caractéristiques des précipitations moyennes annuelles : [9]

	Valeurs
$P_{An}$ (mm)	111.60
$P_{Moy}$ Mensuelle (mm)	9.30
$P_{Min}$ Mensuelle (mm)	1.00
$P_{Max}$ Mensuelle (mm)	15.0
Ecart Type	4.23
$C_v$	0.45

**Tableau 3: Caractéristiques des Précipitations Moyennes Annuelles**

### **1.3.1.3. PRECIPITATIONS MAXIMALES JOURNALIERS**

Les précipitations maximales journalières permettent de calculer les intensités des pluies les plus fréquentes et d'estimer par conséquent un débit de crue (débit de pointe des eaux pluviales).

La série d'observation enregistrée entre 1973 jusqu'à 2011 nous a permis de déduire la pluviométrie maximale journalière qui est de 43.8 mm.

Le tableau suivant résume les caractéristiques des précipitations journalières maximales (sur la série de 1973 – 2011) : [9]

	Valeurs
Pj max (mm)	20.20
Ecart Type	9.56
Cv	0.47

**Tableau 4: Caractéristiques des Précipitations Moyennes Annuelles**

#### **1.3.1.4. PRECIPITATIONS SAISONNIERS**

Pour apprécier la variation des précipitations ou le régime pluviométrique saisonnier de la région de Noumerat, nous avons calculé le total des précipitations de chaque saison et pour la même période (1973-2011).

Nous résumons dans le tableau de variation saisonnière des précipitations:

Mois	S - O - N	D - J - F	M - A - M	J - Jt - A
Saison	AUTOMNE	HIVER	PRINTEMPS	ETE
Metlili El-Djadida	36,64 m	28,91 m	35,46 mm	10,61 mm
	32,82%	25,90%	31,77%	9,50%

**Tableau 5: la variation saisonnière des précipitations**

En examinant les données du tableau nous remarquons que les saisons les plus pluvieuses sont l'automne et le printemps avec plus de 30% de précipitations chacune, l'été est le mois le moins pluvieux avec moins de 10% de précipitations. [9]

## 1.3.2 TEMPERATURES

### 1.3.2.1. TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLES

Nous résumons dans le tableau la variation de la moyenne mensuelle des Température :

Mois	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août
Temp. Moy. en°C	26,1	19,9	13,8	9,6	8,6	10,8	14,1	17,2	22,4	27,8	31,5	31,0

**Tableau 6: Variation de la Température Moyenne Mensuelle**

Nous remarquons que la température moyenne annuelle est égale à 19,4°C avec un minima moyen enregistré le mois Janvier de 8,6°C et un maxima moyen enregistré le mois de Juillet de 31,5°C. [9]

### 1.3.2.2. VARIATION DES TEMPERATURES ANNUELLES (MOY,MIN,MAX)

Nous résumons dans le tableau 10 suivant la variation entre les températures moyennes, minimales et maximales annuelles (de la station de Noumérat, sur une série allant du 1988 à 2005).

Années		1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Température (°C)	Moy	18,7	18,9	19,7	17,9	18,0	18,6	19,6	19,4	18,9	19,8	19,6	20,2	19,7	20,8	20,0	20,0	19,1	19,6
	Min.	7,8	6,2	9,0	7,1	5,8	7,3	9,2	8,7	9,3	9,0	8,4	8,3	6,4	9,3	10,3	8,4	7,7	7,0
	Max	31,4	31,1	30,9	30,9	30,2	32,0	31,8	31,6	31,6	32,1	32,5	33,2	32,7	32,9	30,0	33,1	31,6	32,8

**Tableau 7: Variation des Températures Moyenne, Minimales et Maximales**

Nous remarquons une symétrie entre les températures minimales et maximales par rapport à la moyenne, impliquant un climat annuellement régulier.

L'année 2002 est froide ; vu l'écart enregistré de température le plus faible.

L'année 2004 est extrême (très chaude ou très froide) ; vu l'écart plus important. [9]

### **1.3.3. LES EVAPORATIONS**

#### **1.3.3.1. EVAPORATION MESUREE**

L'évaporation est mesurée journallement sur le bac type COLORADO de la station de Ghardaïa (1988,2005).

Cette évaporation journalière est définie par la relation :

$$E = P \pm H$$

E : Evaporation journalière du bac en mm.

P : Précipitation en mm,

H : Hauteur d'eau ajoutée ou enlevée dans le bac (mm).

Pour notre zone d'étude, les valeurs observées de l'évaporation du plan d'eau libre sont résumées dans le tableau N°20 suivant :

Mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Annuel
Evaporation (mm)	286,4	179,3	107,5	77,8	81,8	110,6	181,3	246,8	329,7	378,4	439,9	382,0	2801.53

**Tableau 8: Evaporation moyenne mensuelle (mm)**

Nous représentons dans la figure suivante la variation de l'évaporation par rapport à la précipitation et la température.

Nous remarquons que l'évaporation varie proportionnellement à la température et contrairement à la précipitation.

Cette évaporation est faible entre Novembre et Mars et plus faible encore entre Décembre et Janvier, c'est-à-dire durant la période humide, lorsque les précipitations sont plus élevées que les températures.

Au cours des autres mois de l'année l'évaporation est très importante enregistrant des pics très élevés allant à 440 mm le mois de Juillet. [9]

**1.3.3.2. EVAPORATION REELLE**

Ces mesures ne sont pas représentatives de l'évaporation réelle d'une surface d'eau libre. Cet écart résulte de la différence d'inertie thermique des appareils mis en place ainsi que de l'effet de paroi pour les bacs. Pour déterminer l'évaporation réelle nous sommes appelés à recourir à un coefficient correcteur (K).

D'après diverses études réalisées en Algérie et à l'aide du mémoire réalisé sur la détermination pratique de l'évaporation de (M.RTOU-ORSTOM) le coefficient correcteur retenu pour le bac Colorado est égal à :

$$K = 0.78$$

L'estimation de l'évaporation réelle est résumée dans le tableau 21 suivant : [9]

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Août	An
Evaporation (mm)	223,4	139,9	83,9	60,7	63,8	86,2	141,4	192,5	257,2	295,2	343,1	297,9	2185,2

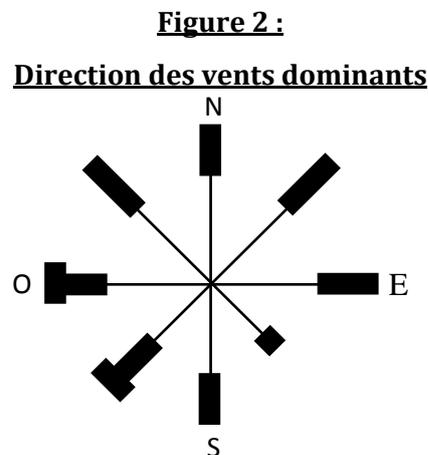
**Tableau 9: Evaporation Réelle Mensuelle (mm)**

**1.3.4. LES VENTS**

En hiver, les latitudes les plus basses permettent aux perturbations du front polaire de descendre vers Sud atlantiques et le Sahara septentrional; les vents sont réguliers sur la partie méridionale des hautes pressions, dit : l'Alizé d'Harmattan.

En été, les influences sahariennes s'étendent dans toutes l'Algérie septentrionale jusqu'au Sud de l'Europe à cause des déplacements des hautes pressions vers les latitudes les plus élevées.

- Au Sud du Sahara : ce sont les vents du Nord à Nord/Est.
- Au Nord/Est du Sahara : ce sont les vents Alésiens saisonniers Nord à Nord/Est.
- Au Nord du Sahara : ce sont les vents du Sud très brûlants.



Nous résumons dans le tableau 22 suivant les vitesses des vents observés entre 1988-2006 de la station de Noumérat :

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Vent Max en (km/h)	28,7	31,3	24,3	22,9	25,1	21	17,1	16,7	16,9	20,3	20,2	21,1

**Tableau 10: Moyenne mensuelles des vitesses maximal du vent**

L'analyse de la figure, montre que la vitesse maximale du vent, mise à part les mois d'Août et Septembre, elle dépasse les 20 km/h, avec des piques qui peuvent atteindre 30 Km/h enregistrés en Janvier et Février.

Ces vents de différentes directions sont caractérisés par une circulation importante de grandes masses mouvantes de sable.

Cette mouvance du sable augmente d'avantage en se déplaçant vers le Sud de la zone étudiée.

Ceci Implique la formation des bancs de sable et des dunes, au niveau des obstacles ou lors d'une diminution de la vitesse du vent. [9]

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

### **1.4.1 LA GEOLOGIE**

La géologie d la région est représentée par des formations d'âge secondaire (notamment les étages turonien et sénonien) les formations sont a prédominance carbonatée avec parfois des intercalations marneuses argileuses.

Les formations sont localement recouvertes par endroits par des formations d'âge tertiaire à quaternaire ce sont principalement des dépôts d'érosion. [9]

### **1.4.2 ETUDE DE LA RESSOURCE HYDRAULIQUE**

Dans le désert non seulement les précipitations sont rares et irrégulières mais l'évaporation est considérable et plus importante que le niveau de précipitations.

Actuellement on utilise, sans compter les réserves des eaux fossiles situées dans la couche géologique du continent intercalaire (nappe albienne).

Les forages vont chercher l'eau à de grandes profondeurs. On parle d'une réserve de 800000 m<sup>2</sup> située en dessous du grand Erg oriental mais quelques soient les estimations, il n'y a que une certitude : ces réserves ne sont pas réalimentées et donc limitées dans le temps.

Même au cœur du Sahara on peut assister à des phénomènes inhabituels comme des inondations. Durant certaines années exceptionnelles, comme au début du siècle passé ou en 1991 et en automne 1994 de violentes crues ont déferlé sur la vallée en causant de sérieux dégâts.

L'exploitation de l'eau s'opérait le creusement progressif de certains puits traditionnels atteignant la nappe phréatique.

Actuellement, l'alimentation en eau s'effectue par des forages de profondeur variable de 350 à 500m puisant estimées à 15000 milliard de mètres cubes.

L'origine des ressources hydriques est essentiellement souterraine (nappe du complexe terminal et nappe du complexe intercalaire). Néanmoins les réserves sont méconnues.

Les capacités hydriques annuellement mobilisées s'élèvent à 360,05 m<sup>3</sup> et sont affectées aux différents pôles d'utilisation (AEP, AEI, Irrigation). La dotation moyenne en AEP est de 1771/j/hab.

La part affectée à l'industrie est de 4% m<sup>3</sup>/an, alors que 54% m<sup>3</sup>/an le sont pour l'agriculture. Les eaux sont captées au moyen de Forages, Puits. [9]

### **1.4.3. HYDROGEOLOGIE**

Point de vue hydrogéologique, Ghardaïa (dont la zone d'étude fait partie) est constitué de trois (03) types de nappes.

- La nappe phréatique : formée d'alluvions et de sables du quaternaire, constituée de galets et de poudingues tapissant les lits des oueds. Les alluvions reposent sur les couches calcaires dures du turonien. L'épaisseur de la nappe varie entre 25 à 30 m.
- Le Turonien : il est constitué de calcaire dolomitique massif d'une épaisseur de 40 à 50 m.

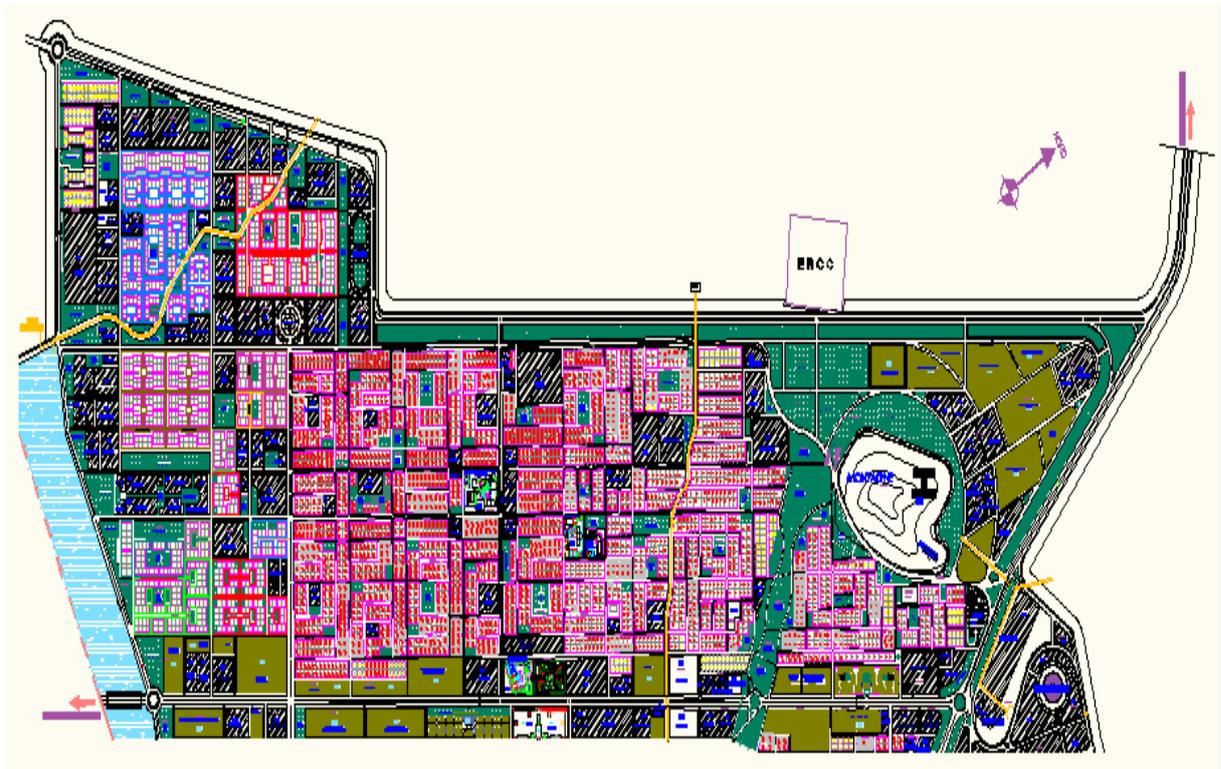
- L'albien : elle est profonde, et est constituée d'une masse importante de grès et sables fins argileux. Le Cénomaniens représente son toit imperméable. Ce qui implique l'application d'une étanchéisation du sol de la STEP afin d'éviter tout risque de contamination de la nappe. [9]

### **1.5. STRUCTURE DE L'URBANISATION**

La zone d'étude est occupée des habitations, de plusieurs équipements, structures administratives et des services, que nous résumons dans les tableaux ci-dessous. [9]

Désignation	Partie Nord	Partie Sud
Administrations	17	9
Commerces	10	12
Lieux de Culte	4	2
Centres Culturels	15	10
Lieux de Détente et de Loisirs	1	1
Educations	24	14
Equipements de Santé	11	3
Services	25	22
Lieux Sportifs	5	4
Tourisme et Loisirs	/	1
Total	112	78

**Tableau 11: ensemble des Equipements dans la zone d'études pour Métlili El-Djadida commune de Métlili**



**Figure 3: Partie Nord de Métlili El-Djadida sur la Zone d'Etude**



**Figure 4: Partie Sud de Métlili El-Djadida sur la Zone d'Etude**

## **1.6. ETUDE DE LA BALANCE**

### **1.6.1 ESTIMATION DES BESOINS**

#### **1.6.1.1. INTRODUCTION**

L'estimation des besoins en eau d'une agglomération nous exige de donner une norme fixée pour chaque catégorie de consommateur. Cette norme unitaire (dotation) est définie comme un rapport entre le débit journalier et l'unité de consommateur (agent, élève, lit,...). Cette estimation en eau dépend de plusieurs facteurs (de l'évolution de la population, des équipements sanitaires, du niveau de vie de la population,...). Elle diffère aussi d'une période à une autre et d'une agglomération à autre. L'étude présente, se base sur le recensement de l'A.P.C, les orientations du plan d'urbanisation et des équipements. [1]

#### **1.6.1.2. CATEGORIES DES BESOINS**

Estimation de la population future : L'agglomération de Metlili El-djadida compte en 2008 était de l'ordre de 814 habitants; et en 2011 Cette population a évalué selon le recensement communal au nombre de 920 habitants (APC-Métlili).

C'est une agglomération qui est en voie de croissance des nombre habitants lent (développement faible) et d'extension notamment du point de vue habitants.

Par manque de donner permettant la détermination de l'évolution de la population future de Métlili Eldjadida, nous somme contraint d'estimer notre population en appliquant le taux d'occupation par logement (TOL) au nombre de logement projeté par le POS de la zone d'études, en supposant qu'il sera respecté. Ainsi l'estimation de la population repose sur le TOL affecté à chaque commune lors du recensement de 2008, et réparti comme suit (DPAT, RGPH-2008) :

La commune de Métlili El-djadida : le TOL est estimé à : 6,8 Hab./Logement.

On a :

Le nombre des logements = 3615 log

Le taux d'occupation par logement= 6,8 Hab/Logement.

Pop = 24944 habitants.

## **1.6.2 LES CONSOMMATIONS**

### **1.6.2.1. ESTIMATION DE LA CONSOMMATION**

Les consommations en eau varient beaucoup selon les conditions locales et reflètent d'une certaine façon le niveau de vie d'une population.

L'estimation de cette consommation est basée sur la consommation journalière moyenne et sera suivie d'une étude des variations des consommations pour des périodes de temps plus brèves, par exemple, un jour ou une heure. La demande est le besoin en eau exprimé pour les consommations domestiques, commerciales et industrielles. A côté de ces consommations il y'en a d'autres tels que les usages publics et les pertes.

Vu l'urbanisation, le niveau de vie et le confort que tend à connaître la ville de Metlili Eldjadida, il est nécessaire de se pencher sur différentes catégories de besoins telle que : [8]

- Besoins domestiques.
- Besoins sanitaires.
- Besoins scolaires.
- Besoins commerciaux.
- Besoins socioculturels et sportifs.
- Besoins publics.
- Besoins d'arrosages.

### **1.6.2.2. LES TYPES DES CONSOMMATIONS**

- Consommation domestique:

C'est l'eau utilisée dans les résidences, les hôtels et les institutions publiques (hôpitaux, écoles, etc.) pour la préparation des aliments, la boisson, l'hygiène personnelle et les usages domestiques.

- Consommation commerciale:

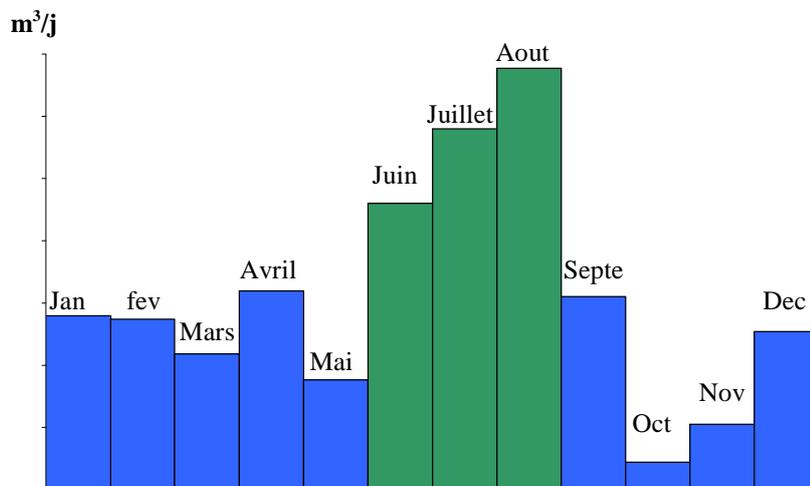
C'est l'eau utilisée dans les zones commerciales comme les marchés, les centres de commerce.

- Consommation industrielle:

La consommation en eau dans les zones industrielles varie considérablement selon les types d'industries qui y sont établies. Il est donc important de fixer une valeur de consommation avec autant de fiabilité que dans les zones résidentielles. [8]

### 1.6.3 LA VARIATIONS DES CONSOMMATIONS

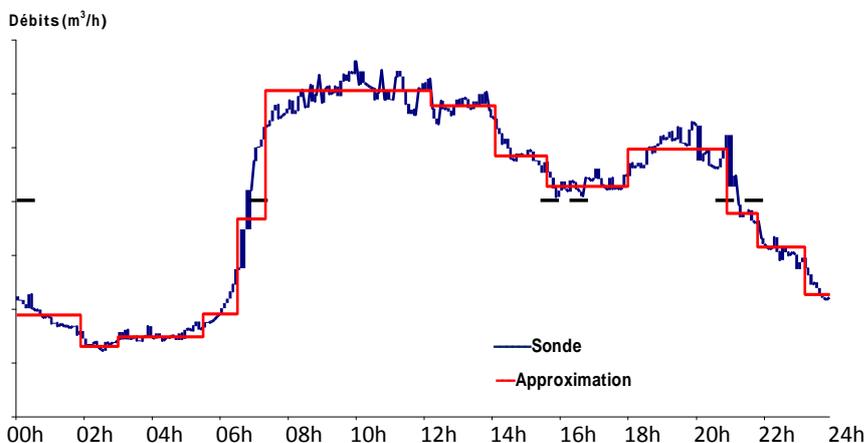
Variations dans l'année: [6]



**Figure 5: Histogramme des volumes moyens mensuels mis en réseau**

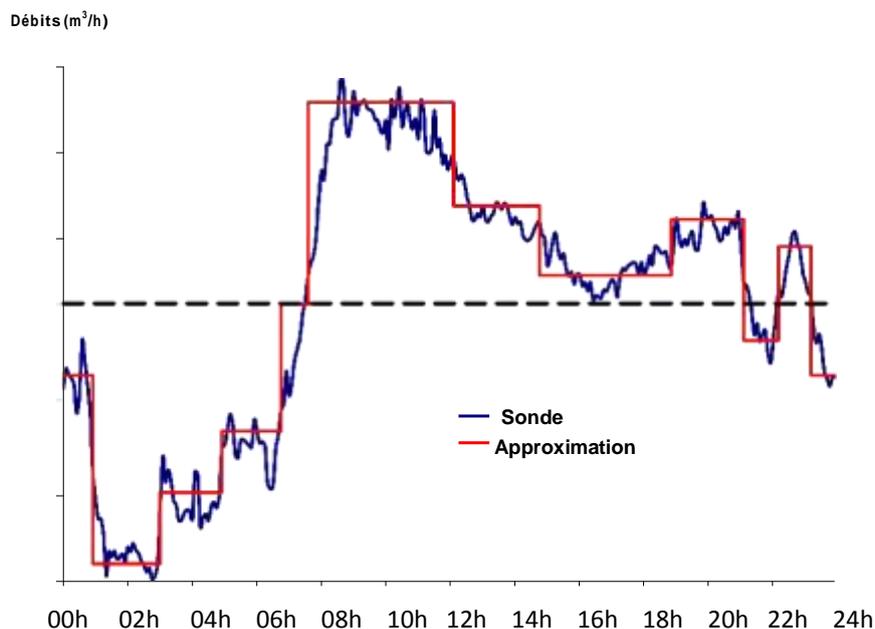
VARIATIONS DANS LA JOURNEE:

Les variations en période « hivernale »



**Figure 6: Variations des consommations dans la journée en période hivernale**

Les variations en période «estivale»



**Figure 7: Variations des consommations dans la journée en période estivale**

## 1.7. LA DOTATION

Les services de l'hydraulique préconisent trois dotations qui progressent respectivement :

- 150 l/j/ha Jusqu'à L'horizon 2005.
- 170 l/j/ha de 2000 à 2020 (moyen terme).
- 200 l/j/ha de 2020 à 2035 (long terme).

Dans notre cas on prendre la dotation long terme : 200l/s. [5]

### 1.7.1. CONSOMMATION MOYENNE JOURNALIERE ( $Q_{MOY.J}$ )

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

En a comme des donnes:

Nb des logements = 3615 log

ToL = 6.9 hab/log

Equipement = 190 equi

$N_i = 24944$  hab

$$\text{dot} = 200 \text{ l/j}$$

Avec :

$Q_i$  : dotation journalière en (l/j).

$N_i$  : nombre de consommateurs (habitants).

$$Q_c = 4988.8 \text{ (m}^3\text{/j)}.$$

$$Q_b = 262.211 \text{ (m}^3\text{/j)}.$$

$$Q_{\text{moy.j}} = 5251.011 \text{ (m}^3\text{/j)}.$$

Avec :

$Q_c$  : consommation moyenne journalière en (m<sup>3</sup>/j).

$Q_b$  : consommation des besoins (m<sup>3</sup>/j).

$Q_{\text{moy.j}}$ : consommation moyenne journalière en (m<sup>3</sup>/j).

### 1.7.2 DEBIT DE POINTE ( $Q_p$ )

Le débit de pointe est donné par la relation suivante:

$$Q_p = K_p \cdot Q_{\text{moy.j}}$$

$$K_p = 1.5 + (2.5 / Q_{\text{moy.j}}^{0.5})$$

Avec :

$Q_p$  : débit de pointe (m<sup>3</sup>/j).

$Q_{\text{moy.j}}$  : débit moyen journalier (m<sup>3</sup>/j).

$K_p$  : coefficient de pointe.

$$Q_p = 7882.246 \text{ (m}^3\text{/j)}.$$

### 1.8. ETUDE DE LA BALANCE

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 à un excès ou un déficit de débit. La ville dispose trois (03) forages donnant un débit actuel total de 110 l/s.

Cependant le débit total consommation égal à 5251.011 m<sup>3</sup>/j, mais le débit total de stockage égal à 4100 m<sup>3</sup>, donc il y à un excès ou gain égal à :

$$E = 5251.011 - 4100 = 1151.11 \text{ m}^3.$$

E : la différence entre  $Q_{\text{moy.j}}$  et  $V_t$  de réservoir.

Nous remarquons que le débit moyen journalier dépasse le débit (volume) des trois châteaux d'eau qui sera alimenter le réseau de distribution, donc il faut ajouter un autre réservoir pour assurer la distribution.

# *CHAPITRE II*

*LES CALCULS*

*DE*

*DIMENSIONNEMENT*

## **2.1. DIMENSIONNEMENT DU RESERVOIR**

### **2.1.1. INTRODUCTION**

Un réservoir est une enveloppe, qui contient un liquide qui peut être généralement de l'eau, soit potable (réservoir d'eau des distributions publiques), soit usée (eau d'égouts) parmi les liquides autres que l'eau, les plus courant sont : le lait, les hydrocarbures, etc. Dans le cas des réseaux d'eau, le réservoir est un ouvrage intermédiaire entre les réseaux d'adductions et les réseaux de distributions. Ces derniers possèdent des débits non uniformes durant la journée ; d'où le rôle du réservoir qui permet de gérer les débits selon la demande. [4]

### **2.1.2. ROLE DES RESERVOIRS**

Les réservoirs constituant une réserve qui permet d'assurer aux heures de pointe les débits maximaux demandés de plus, il permet de combattre efficacement les incendies en plus les réservoirs offrant notamment les avantages suivants :

- Régularisation le fonctionnement de la station de pompage.
- Simplification l'exploitation.
- Assurer les pressions nécessaires en tout point du réseau.
- Coordination du régime d'adduction d'eau au régime de distribution.
- Maintenir l'eau d'une température constante et préserver des contaminations.
- Jouer le rôle de brise charge dans le cas d'une distribution étagée.
- Jouer le rôle de relais. [10]

### **2.1.3. EMPLACEMENT DES RESERVOIRS**

L'emplacement du réservoir tient compte du relief permettant d'obtenir des dépenses minimales des frais d'investissement et l'exploitation. Donc on est amené à prendre en considération les facteurs suivants :

- Le point de plus bas à alimenter.
- La hauteur maximale des immeubles (bâtiment).
- Les pertes de charge à partir du réservoir jusqu'au point le plus défavorable de la ville en question.

L'état du relief de la ville qui pourra favoriser la construction d'un réservoir au sol qu'aux propriétés technico-économique suivant :

- Simplicité de réalisation du coffrage.
- Etanchéité plus facile à réaliser. [5]

#### **2.1.4. CHOIX DU TYPE DU RESERVOIR**

D'après la nature des matériaux on distingue :

- Les réservoirs Métalliques.
- Les réservoirs en maçonnerie.
- Les réservoirs en béton armé.

D'après la situation des lieux ils peuvent êtres :

- en terrés.
- semi en terrés.
- sur élevé.
- Sur tour (château d'eau).

Le choix du type est basé sur les avantages suivants:

- Economie sur les frais de construction.
- Etude architecturale très simplifiée.
- Etanchéité plus facile à réaliser.
- Conservation de la température constante de l'eau emmagasinée. [3]

#### **2.1.5. LE CALCUL DE DIMENSIONNEMENT**

La capacité de un réservoir peut être déterminée par :

- La méthode graphique.
- La méthode analytique.

Mais dans notre travail on a :

Le débit moyen journalier supérieur a le débit (volume) des trois châteaux d'eau, donc il faut ajoutez un autre réservoir.

On calcul la capacité de cette réservoir et en trouve les résultats suivant :

On a :

$$V_r = 1151.11 \text{ m}^3$$

$$V_{inc} = 230.222 \text{ m}^3$$

$$V_{maj} = 138.133 \text{ m}^3$$

$$V_t = 1519.5 \text{ m}^3$$

$$= 1600 \text{ m}^3$$

On prendra :

- un réservoir rectangulaire.
- la hauteur : 4-5 m

On calcul la surface :

$$H = 5\text{m} \longrightarrow S = 320 \text{ m}^2$$

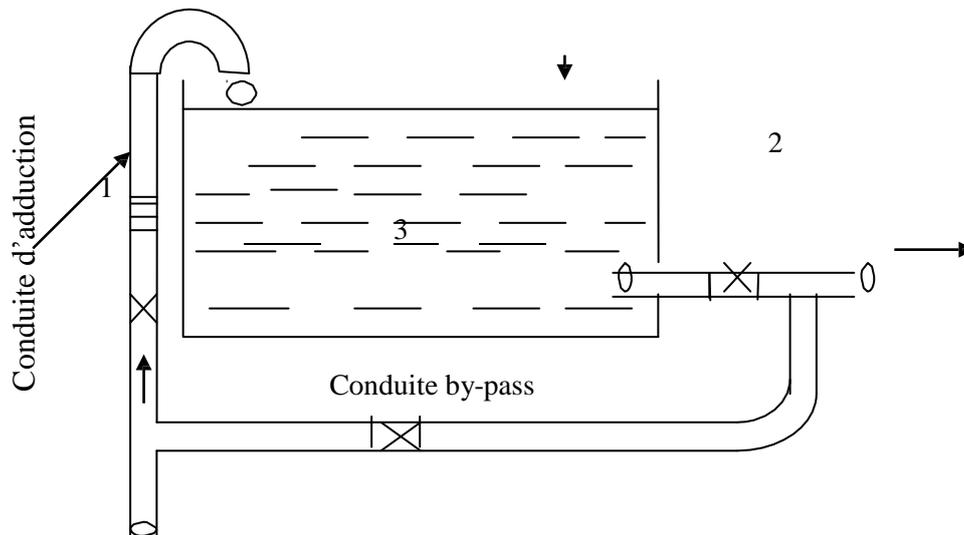
### **2.1.6. LES EQUIPEMENTS DES RESERVOIRS**

La cuve et la tour seront exécutées en béton armé , la cuve doit être visitable et ventilée la ventilation est facilitée par la présence de la cheminée d'accès qui comporte a sa partie supérieure des orifices a l'air libre obtures par des grillages.

la chambre des vannes se situe au pied de la tour ou se trouvent réunies les vannes l'accès a la cuve s'effectue par une échelle qui longe les parois. [5]

#### **2.1.6.1. CONDUITE D'ADDUCTION**

L'arrivée de la conduite d'adduction du réservoir peut être placée soit au fond de celui-ci, soit à la partie supérieure, d'où oxygénation de l'eau. [5]



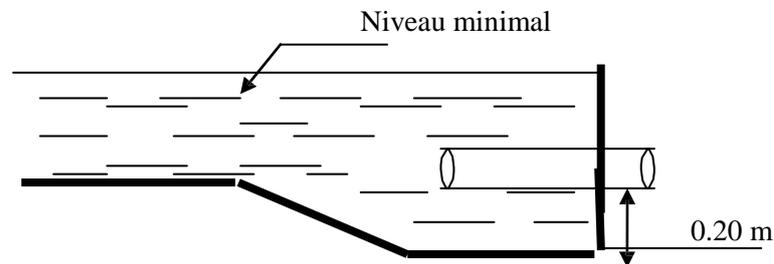
**Figure 8: conduite d'adduction**

A son débouche dans le réservoir, la conduite s'obture quand l'eau atteint son niveau maximum.

L'obturation est assurée par un robinet flotteur si l'adduction est gravitaire, par un dispositif permettant l'arrêt du moteur si l'adduction s'effectue par refoulement. [5]

### **2.1.6.2. CONDUITE DE DISTRIBUTION**

Le départ de la conduite de distribution s'effectue à 0.20 m au dessus du radier afin d'éviter l'introduction des matières et sables décantés dans la cuve. [5]



**Figure 9: conduite de distribution**

### **2.1.6.3. CONDUITE DU TROP-PLEIN**

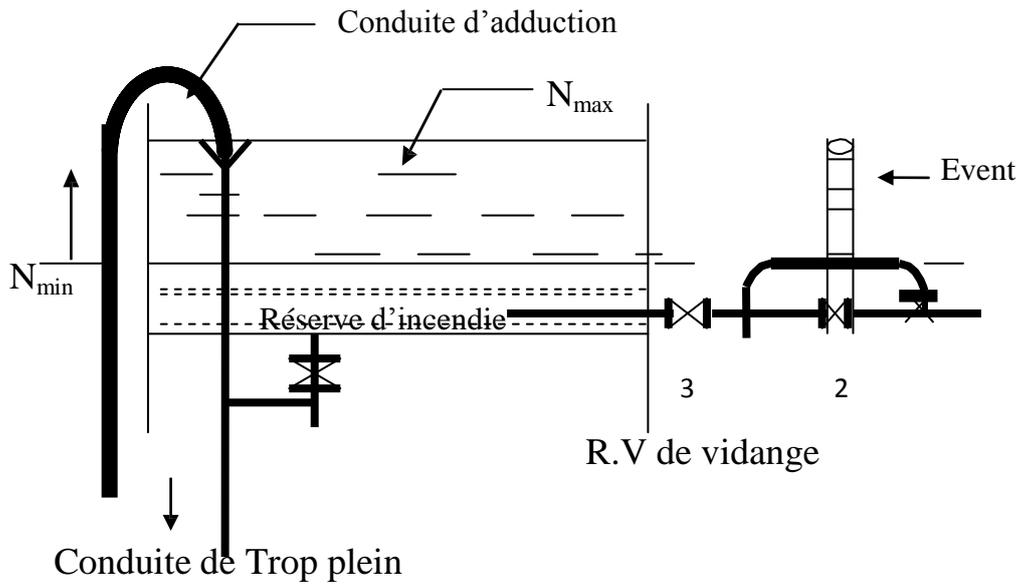
La conduite du trop-plein est destinée à empêcher l'eau de dépasser le niveau maximal, elle se termine par un système simple bout à emboîtement.

L'extrémité de cette conduite doit être en forme de siphon afin d'éviter l'introduction de certains corps nocifs dans la cuve. [5]

### **2.1.6.4. CONDUITE DE VIDANGE**

La conduite de vidange se trouve au point le plus bas du réservoir, elle permet la vidange du réservoir, à cet effet, le radier du réservoir est réglé en pente vers son origine.

Elle est raccordée à la conduite de trop-plein et comporte un robinet-vanne. [5]



**Figure 10: Matérialisation de la réserve d'incendie**

## 2.2. ADDITION

### 2.2.1. INTRODUCTION

L'adduction étant définie, comme le transport des eaux de zone de captage aux zones d'utilisation. Le but de cette étude est de parvenir; à la mise en place d'un système d'adduction qui a deux aspects dépendants l'un de l'autre ; l'un technique et l'autre économique. [4]

### 2.2.2. CHOIX DU TRACE

Il est possible sur une carte (ou photo aérienne) d'établir un tracé théorique pour éviter les passages difficiles, mais le tracé définitif ne peut être arrêté qu'à la suite de visites de terrain, en compagnie d'une personne qui connaît bien la localité.

Pour définir le tracé définitif, il est important de penser aux points suivants:

- minimiser le nombre de passages difficiles: traversée de route, de ravine....
- éviter les pentes trop fortes: difficulté d'ancrage des tuyaux.

- éviter les zones rocheuses: une tranchée devra être creusée.
- préférer les zones accessibles: le long des chemins existants par exemple.
- penser aux problèmes de propriété de terrain et d'autorisation: problèmes fonciers.
- au niveau de la communauté, le tracé est généralement dicté par les contraintes liées à l'occupation des sols (jardins, maisons...).

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

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

- Le diamètre.
- La pression de service à supportée 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 PEHD.

### **2.2.4. CALCULE DU DIAMETRE**

Notre étude consiste à déterminer le diamètre économique a partir du réservoir à réseau de distribution.

La détermination de ce diamètre se fait par le calcul technico-économique suivant des différentes étapes et qui sont les suivantes :

Une première étape consiste à déterminer le diamètre de la conduite à l'aide d'une formule donnant le diamètre de l'économique.

On prend la formule de BONIN( $D = Q_p^{0.5}$ ).

Donc on aura :

Q : l/s (le débit transitant sur la conduite en m<sup>3</sup>/s).

D: diamètre économique en (mm).

On a :

$Q_p = 0.091229696$  m<sup>3</sup>/s

$D = 0.302042541$  m

$D_n = 400$  mm

<b>D<sub>n</sub> (mm)</b>	<b>e (mm)</b>	<b>D (mm)</b>
20	2.7	14.6
25	3.4	18.2
33	4.1	24.8
40	5.1	29.8
50	6.3	37.4
63	8.0	47
75	9.4	56.2
90	9.2	71.6
110	11.1	87.8
125	12.7	99.6
160	16.2	127.6
200	20.2	159.6
250	25.1	199.8
315	31.6	251.8
400	40.1	319.8
500	50.1	399.8

**Tableau 12: Epaisseur nominale PEHD en mm**

## **2.3. DIMENSIONNEMENT DE RESEAU DE DISTRIBUTION**

### **2.3.1. INTRODUCTION**

Le réseau de distribution sert à répartir l'eau vers les points de distribution (bornes-fontaines, abreuvoirs, potences pour remplir les camions, branchements particuliers). Il est constitué d'un ensemble de canalisations (en PVC, en PEHD, en polyéthylène ou en acier galvanisé), enterrées dans le sol, comprenant des pièces particulières destinées à faciliter l'entretien (raccords, vannes, ventouses, regards).

### **2.3.2. LE RESEAU DE DISTRIBUTION**

Le réseau de distribution d'eau potable est un ensemble de conduites interconnectées 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.

Le système d'alimentation de ce réseau doit permettre de fournir le débit de consommation variable à une pression relativement constante.

Le réseau d'alimentation en eau potable doit présenter une bonne sécurité d'approvisionnement de toutes les parties de l'agglomération.

Ceci implique un bon maillage du réseau et la pose de vannes de sectionnement. Ainsi, il serait possible d'isoler un tronçon du réseau tout en maintenant l'alimentation dans les conduites voisines.

La modélisation se fera tout en vérifiant que le dimensionnement du réseau permettra d'avoir une pression d'au moins 1 bar à chaque nœud et une vitesse comprise entre 0.6 m/s et 2.5 m/s dans tout le réseau de distribution.[8]

### **2.3.3. TYPE DU RESEAU**

L'imbrication entre les réseaux d'alimentation d'eau potable et la trame urbanistique de la ville, comme le plan de voirie, la répartition des bâtiments et leur taux d'occupation est très étroite. L'ossature du réseau de distribution d'eau potable est dictée par l'ossature du réseau routier.

On distingue principalement deux sortes de réseaux de distribution:

#### **2.3.3.1. LE RESEAU RAMIFIE OU ETOILE**

On les appelle ainsi grâce à leur structure arborisante fréquemment utilisés dans les petites agglomérations rurales leur inconvénient, c'est que dans les conduites il n'y a qu'un seul cheminement possible, en cas d'incident sur la conduite principale, toute la partie aval sera privée d'eau. [12]

#### **2.3.3.2. LE RESEAU MAILLE**

Pour la distribution en eau des agglomérations de moyenne et de grande importance, ils présentent une solution plus adéquate grâce à leur sécurité et leur souplesse d'utilisation. [11]

Ils sont utilisés en général dans les zones urbaines, et tendent à se généraliser dans les agglomérations rurales sous forme associée aux réseaux ramifiés (limitation de nombre de mailles en conservant certaines ramifications).

Les réseaux maillés sont constitués principalement d'une série de canalisations disposées de telle manière qu'il soit possible de décrire des boucles fermées ou maillées.

### 2.3.3.3. LE RESEAU ETAGES

Lors de l'étude d'un projet d'alimentation d'une ville en eau potable, il arrive que cette ville présente des différences de niveau importantes.

La distribution par le réservoir projeté donne de forte pressions aux points bas (normes des pressions ne sont pas respectées).

L'installation d'un réservoir intermédiaire alimente par le premier, régularisé la pression dans le réseau.

Remarque :

Pour une meilleure distribution, on adopte le réseau maillé, vu les avantages qu'il présente :

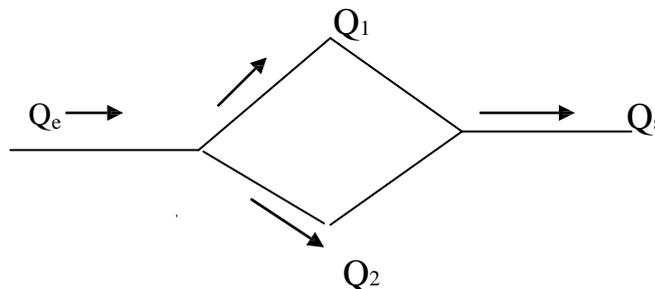
- L'alimentation de retour.
- Isoler le tronçon accidenté par un simple manœuvre robinet. [2]

### 2.4. CALCUL DU RESEAU MAILLE PAR LA METHODE DE HARDY- CROSS

La méthode de HARDY-CROSS est aussi l'une des méthodes de calcul du réseau maillé ; elle est caractérisée par son ajustement successif qui permet de donner le débit qui passe dans chaque tronçon de la conduite du réseau ainsi que son sens. [4]

Cette méthode repose sur les deux lois suivantes :

#### 2.4.1. 1<sup>IERE</sup> LOI DES NŒUDS (1<sup>IERE</sup> LOI DE KIRCHOFF)



Le débit entrant se partage en  $Q_1$  et  $Q_2$ , dans un nœud et qui se rassemble dans un autre nœud pour être un débit sortant :

$$Q_e = Q_1 + Q_2 = Q_s$$

### 2.4.2. 2<sup>IEME</sup> LOI DES MAILLES (2IEME LOI DE KURCHOFF)

Cette loi propose que sur le parcours d'une maille, la somme algébrique des pertes de charge doit être égale à zéro.

$$\sum \Delta H = 0$$

Avec :  $\Delta H = (16\lambda L e Q) / (2g\Pi^2 D^5) = RQ^2$

R: résistance de la conduite.

En tenant compte de :

De l'accroissement éventuel de la consommation

De l'incertitude du sens réel de l'écoulement dans un réseau maillé

De la présence possible de dépôt dans certain endroit

Du coefficient de rugosité

La deuxième loi de KIRCHOFF peut se traduire par l'égalité suivante :

$$\sum \Delta H_T = \sum R Q^2_i$$

Si elle n'est pas vérifiée du 1er coup, donc il faut corriger la répartition de débit jusqu'à satisfaction de cette loi. [4]

### 2.4.3. PRINCIPE DE LA METHODE DE HARDY-CROSS

Après une répartition arbitraire des débits, ainsi que le sens d'écoulement d'une manière à satisfaire la 1<sup>ière</sup> loi (loi des nœuds), nous arrivons à l'obtention d'une répartition finale vérifiant la 2<sup>ième</sup> loi de KIRCHOFF (loi de maille) par approximation successive. [4]

#### 2.4.3.1. DETERMINATION DU DEBIT CORRECTIF

Nous avons :  $Q_1 = Q_o + \Delta Q_o$

Avec :

$Q_1$  : débit corrigé

$Q_o$  : débit supposé

$\Delta Q_o$  : débit correctif.

Nous savons que

$\Delta H_T = RQ^2$  R : résistance de la conduit

Donc :

$$\Delta H_T = R (Q_0 + \Delta Q_0)^2$$

$$\sum R (Q_0 + \Delta Q_0)^2 = \sum R (Q_0^2 + 2Q_0 \Delta Q_0 + \Delta Q_0^2) = 0$$

Avec :

$\Delta Q_0$  : très petit par rapport à  $Q_0$

Donc, le calcul du débit correctif nous amène à déterminer d'abord les pertes de charges totales (singulière et linéaire) dans chaque tronçon du réseau de la manière suivante.

$$\Delta H_T = \Delta H_S + \Delta H_L$$

Les pertes de charges singulières sont estimées à 10% des pertes de charges linéaires.

$$\Delta H_T = \Delta H_L + 0.10 \Delta H_L = 1.10 \Delta H_L$$

$$\Delta H_L = (\lambda V^2 L) / (2gD)$$

$\lambda$  : Coefficient de frottement évalué par la formule de COLEBROOK :

$$1/(\lambda)^{0.5} = -2 \log ( (\epsilon / 3.7D) + (2.51 / R \lambda^{0.5}) )$$

Ou par la formule de NIKRADZE

$$\lambda = ((1.14 - 0.86 \ln (\epsilon/D))^{-2})$$

En tenant compte des approximations définies précédemment nous estimons que :

$$\Delta Q_0^2 = 0$$

( $\Delta Q_0$  est très petit par rapport à  $Q_0$ )

Donc:

$$\sum R (Q_0^2 + 2Q_0 \Delta Q_0) = 0$$

$$\sum R Q_0^2 = -2 \sum R Q_0 \Delta Q_0$$

Toute branche commune de deux mailles recevra bien entendu les deux corrections correspondantes, et chaque maille est calculée séparément ; les corrections apportées sont :

Correction propre à la maille considérée avec le même signe de  $\Delta Q_o$  correction propre aux mailles adjacentes avec le signe contraire de  $\Delta Q_z$ . Pour pouvoir déterminer le débit  $Q_{i+1}$ , il suffit de faire, la somme algébrique de ces corrections pour chaque tronçon et de l'ajouter au débit  $Q_i$ .

$$Q_{i+1} = Q_i + \Delta Q_o$$

Nous reprenons alors le calcul avec les nouvelles valeurs des débits obtenues pour le calcul, par itération successive, la méthode converge rapidement vers la solution. Le nombre d'itération nécessaire varie pratiquement entre 2 et 5 suivant la complexité du problème, la précision désirée est celle de l'approche initiale. [4]

#### **2.4.3.2. DEBITS AUX NŒUDS (NODAUX)**

Les débits nodaux sont des débits concentrés en chaque nœud alimentant la population répartie autour de la moitié du tronçon de la conduite ayant en commun les nœuds considérés, ils sont déterminés par la formule suivante :

$$Q_{ni} = 0.5 \sum_{qr} + \sum Q_{comc} \quad , \quad [L/S]$$

Avec :

$Q_{ni}$  = débit en nœud.

$\sum Q_{comc}$  : Somme des débits concentrés au niveau du nœud. [4]

#### **2.4.3.3. DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE DISTRIBUTION**

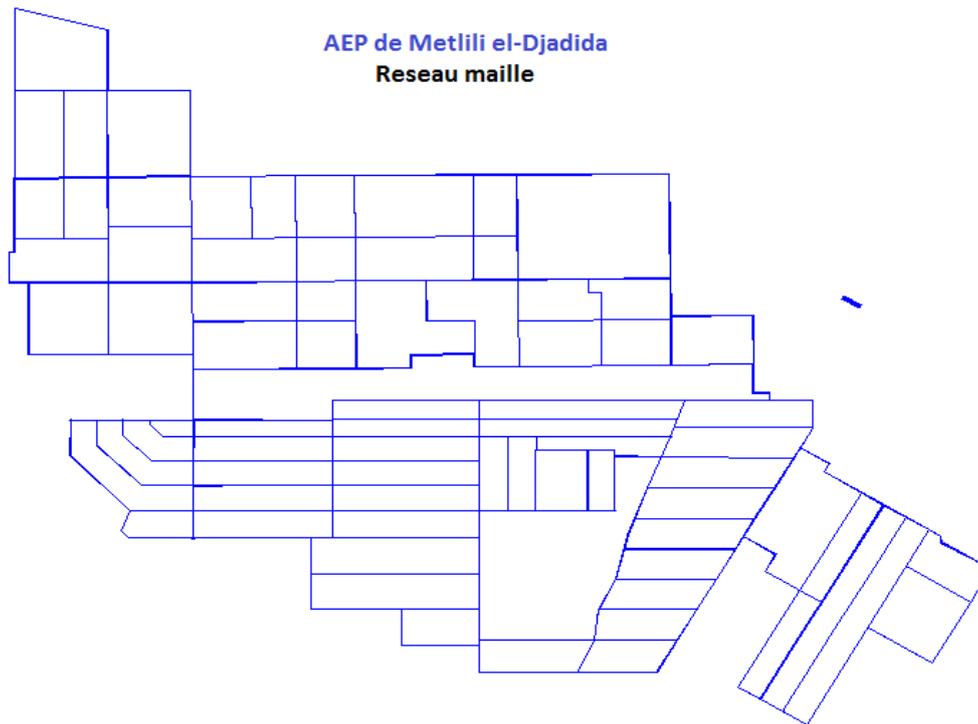
Pour alimenter en eau la population de Métlili el Djadida, nous avons procédé au tracé des variantes sur fond topographique en utilisant le logiciel AutoCAD.

Nous avons effectué trois variantes :

##### **A. LE RESEAU MAILLE UNIQUEMENT**

Le réseau maille permet, au contraire, une alimentation en retour, donc de obvier a le inconvénient signale ci-dessus.

Une simple manœuvre de robinets permet de isoler le tronçon accidenté et de pour suivre réanimions l'alimentation des abonnes de aval. Il est bien entendu, plus couteux de établissement, mais, en raison de la sécurité qui il procure, il doit être toujours préféré au réseau ramifié. [3]



**Figure 11: le réseau maille**

## **B. RESEAU MIXTE**

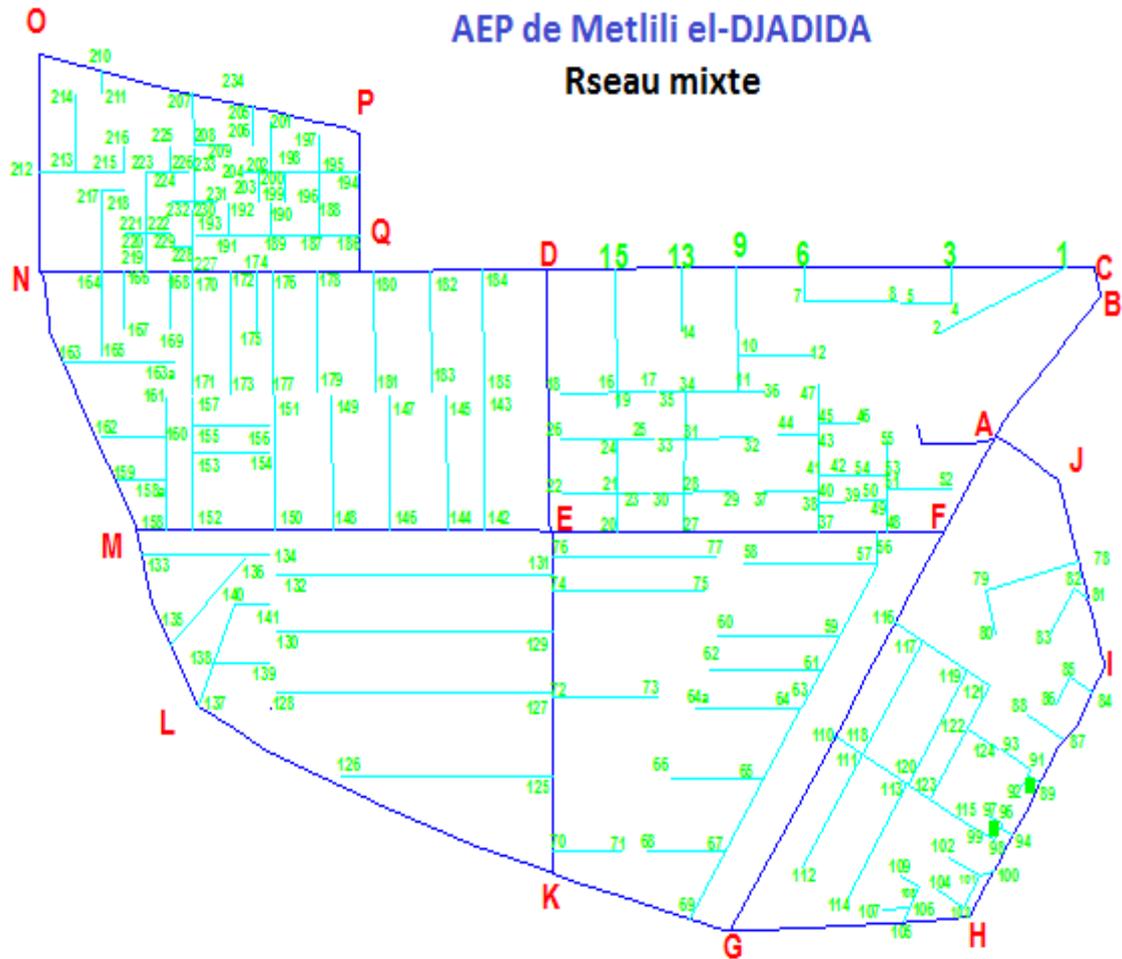
Les avantages de réseau ramifié :

- Economique à cause de linéaire.
- Nombre moins important des équipements hydraulique.

Mais le réseau proposé on a le réseau maille et à le intérieur on à réseau ramifie.

Les inconvénients de réseau ramifié :

- Le manque de sécurité.
- Tous les conduits placés en aval se trouvent privées d'eau.
- Absence d'une alimentation en retour.



**Figure 12: le réseau mixte**

### C. LE RESEAU MAILLE (DEBIT DE NŒUD)

En utilisant la méthode de début des nœuds. Les étapes de calcul:

- On a :

Surface total = 6588.30745 (ha)

Population = 24944

Q total = 0.0912297 (m<sup>3</sup>/s)

- On calcul :

Densité = pop/ S

- On calcul la population de chaque sous surface:

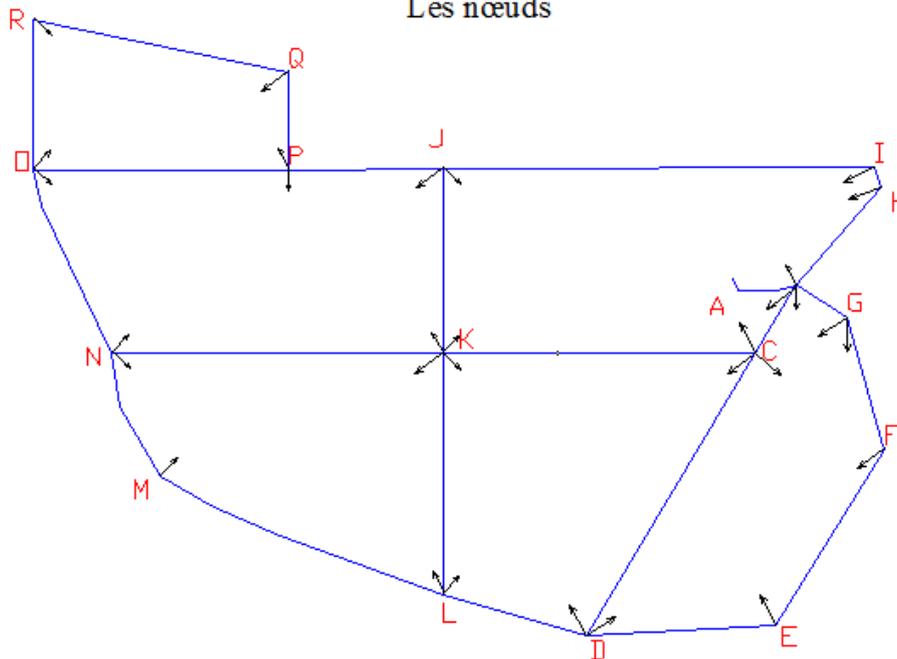
Pop = D \* sous S

-  $Q_{\text{maille}} = (\text{pop}_{\text{maille}} * Q_t) / \text{pop}_t$

- Même méthode pour calcul les sous surface et les sous débit.

**AEP de Metlili El-djadida**

Les nœuds



**Figure 13: réseau maille (nœud)**

**D. LE CHOIX DE VARIANT**

La troisième variante représente le schéma le plus convenable à la distribution de l'eau potable pour notre région.

Les calculs de dimensionnement sont résumés dans les annexes.

**2.5. ÉQUIPEMENT DE RESEAU DE DISTRIBUTION**

**2.5.1. TYPE DE CANALISATIONS**

Le réseau de distribution est constitué d'un assemblage de tuyaux en PEHD de longueur qui peut atteindre 6 à 8 m.

- Les conduites :

Les conduites sont des PEHD qui transportent l'eau d'un point du réseau à un autre. EPANET suppose que tous les tuyaux sont pleins à tout instant.

L'eau s'écoule de l'extrémité qui a la charge hydraulique la plus élevée à celle qui a la charge la plus faible.

Les données de base pour les conduites sont:

- Les nœuds initial et final.
- Le diamètre.

- La longueur.
- Le coefficient de rugosité (pour déterminer la perte de charge).
- L'état (ouvert, fermé ou avec un clapet anti-retour).

Les principales valeurs calculées dans la simulation sont:

- Le débit
- La vitesse d'écoulement
- La perte de charge
  - Les vannes :

Généralement dans un réseau de distribution d'eau potable, on rencontre quatre types de vannes: vannes d'isolement, vannes de réduction de pression vannes à clapet et vannes d'altitude.

Leurs principaux paramètres d'entrée sont:

- Les nœuds d'entrée et de sortie
- Le diamètre
- La consigne de fonctionnement
- L'état de la vanne
- Coefficient de perte de charge singulière.

Les éléments calculés en sortie de simulation sont:

- Le débit
- La perte de charge hydraulique [8]
  - Appareil et accessoires du réseau

Essayons de faire un dénombrement sommaire sur les accessoires qui peuvent être utilisés pour l'équipement de notre réseau.

- Robinet vannes : Ils sont placés au niveau de chaque nœud, et permettent l'isolement des différents tronçons du réseau lors d'une réparation sur l'un d'entre eux. [5]

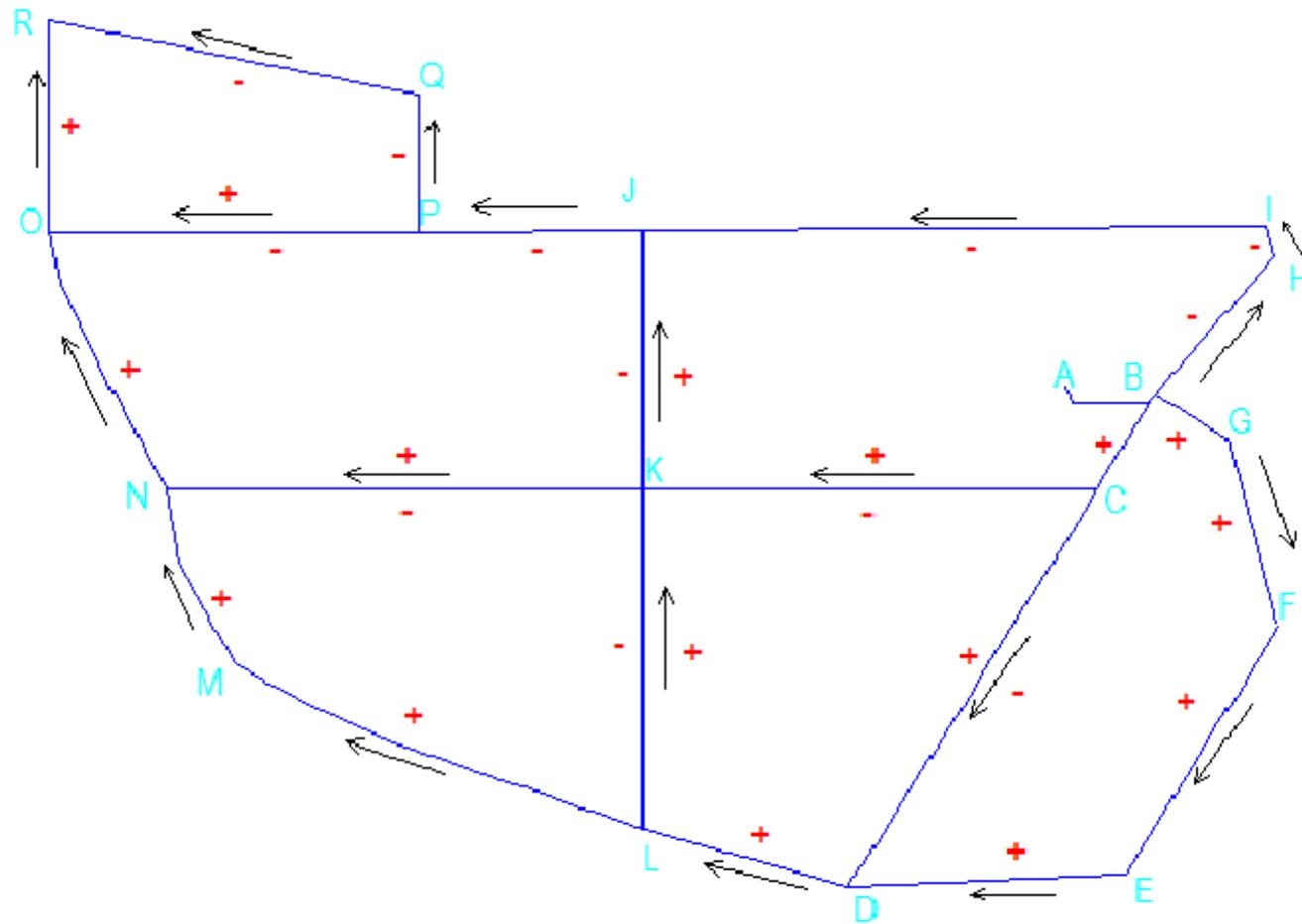
Ils permettent ainsi de régler les débits, leur manœuvre s'effectue à partir du sol au moyen d'une clé dite « béquille ».

Celle ci est introduite dans une bouche à clé placée sur le trottoir (facilement accessible).

- Les bouches d'incendie : Les bouches d'incendie doivent être raccordées sur les conduites capables d'assurer un débit minimum de 17 l/s avec une pression de 10m. [5]

- Les clapets : Les clapets ont un rôle d'empêcher le retour de l'eau en sens contraire de l'écoulement prévu ils sont places, au niveau de la station de pompage, château d'eau. [5]
- Les ventouses : Nous prévoyons des ventouses aux endroits de chaque point haut pour éliminer les cantonnements d'air car la présence d'air peut occasionner la coupure de la veine liquide.
- Les décharges : Ce sont des robinets places aux endroits des points les plus bas du réseau de distribution pour permettre la vidange a l'intérieur d'un regard en maçonnerie. [5]
- Pièces spécial de raccord :
  - Les Tés : utilisés pour le raccordement des canalisations secondaires sur la canalisation principale.
  - Les coudes : utilisés en cas de changement de direction.
  - Les cônes de réduction : ce sont des organes de raccord en cas de changement de diamètre. [4]

Réseau d'alimentation en eau potable  
La ville de METLILI EL-DJADIDA



# *CHAPITRE III*

## *LA PROTECTION DES CANALISATIONS*

### **3.1. INTRODUCTION**

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

Dans notre étude nous avons opté pour des conduites en PEHD; toutefois nous citerons quelques types de corrosion avec leur remède respectif.

### **3.2. PHENOMENE DES CONDUITES CONTRE LES COUPS DE BELIER**

Le coup de bélier est un phénomène oscillatoire dont la cause les plus fréquentes sont les suivants :

- Arrêt brutal, par disjonction inopinée, de un ou de plusieurs group électro-pompes alimentant une conduite de refoulement débitant sur un réservoir, démarrage de une pompe.
- Fermeture instantanée ou trop rapide d'une vanne secouonnement ou de un robinet d'obturation place en bout de un conduit 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 trouve règle à l'aval par un robinet dont les caractéristiques de fermeture sont connues.

Le coup de bélier, dont la brutalité est susceptible de entrainer des ruptures de tuyaux, peut atteindre, nous le verrons, les valeurs très élevées pouvant être égal a plusieurs fois la pression de service sur les réseaux a basse prissions.

Il est donc toute première importance de étudier des moyens propres a limiter ses effets puisque il en résultera une économie dans la construction des tuyaux, lesquels sont calcules, notamment, pour résister a une pression intérieur donnes. [3]

### **3.3. 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:

### **3.3.1. 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]

### **3.3.2. 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]

### **3.3.3. 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]

### **3.3.4. 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'installer et facilement 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]

### **3.4. LA CORROSION DES CONDUITES**

#### **3.4.1. 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, pour cela ; nous allons considérer la protection externe et interne des conduites d'adduction et de distribution. [5]

#### **3.4.2. LES FACTEURS DE LA CORROSION**

- L'eau : elle même, n'a pas un caractère corrosif, par contre certains éléments qui peuvent lui conférer, ont des effets importants sur les corrosions.
- PH : une eau de pH dépend de la teneur en gaz dissous tels que  $CO_2$  et les  $H_2S$ .

On remarque dans la pratique, que si le pH de l'eau est inférieur à 10, elle à 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  $30^\circ C$  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. [5]

### **3.4.3. LA CORROSION ELECTROCHIMIQUE**

La corrosion électrochimique est caractérisée par la circulation d'une courante électronique corrosion par électrolytes. [5]

### **3.4.4. 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.

La réaction d'oxydation du fer peut être schématisée de la manière suivante : [5]



Et elle peut se poursuivre sous la forme :



### **3.4.5. PROTECTION CATHODIQUE DE LA CORROSION EXTERNE**

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 électronégatif que le fer, une pile ou le fer jouera le rôle de la cathode.
- Soit à relier la conduite d'une porte, à une source d'énergie électrique extérieure et d'autre part, à une anode enfouie dans le sol et destinée à se corroder. [5]



# *CHAPITRE IV*

*ORGANISATION*

*DE*

*CHANTIER*

#### **4.1. INTRODUCTION**

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

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. [2]

#### **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 tranche.
- Protection contre la corrosion pour les conduites métalliques. [2]

#### **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. [5]

#### **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 poses de différentes manières selon le lieu et les obstacles rencontre s'ils existant. [5]

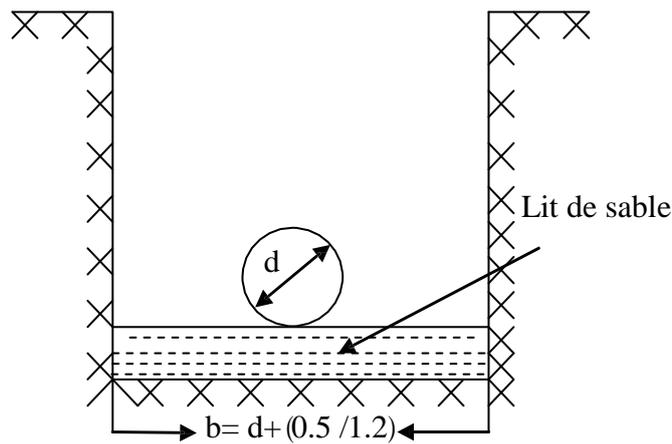
#### 4.4.2. PROFONDEUR DE LA TRANCHEE

La profondeur de la conduite doit permettre la réalisation correcte des branchements particuliers, empêcher toute intercommunication avec les autres conduites.

La profondeur de la tranchée est :

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.



**Figure 14: Schéma d'une tranchée**

$$H = e + d + h \text{ (m)}$$

Avec :

H : profondeur de la tranchée. (m)

e : hauteur de lit de pose. (m)

d : diamètre de la conduite. (m)

h : la hauteur du remblai au dessus de la conduite. [5]

#### **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. [5]

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

La mise en place des conduites répond aux opérations suivantes :

- Les éléments sont posés à partir de l'aval et l'emboîture des tuyaux est dirigée vers l'amont.
- Chaque élément doit être posé avec précaution dans la tranchée et présenté dans l'axe de l'élément précédemment posé.
- Les tuyaux sont posés avec une pente régulière entre deux regards.
- 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. [5]

#### **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. [5]

#### **4.4.6. 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 cotes 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 en suite 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]

**4.4.7. COMMENT POSE DES CONDUITES**

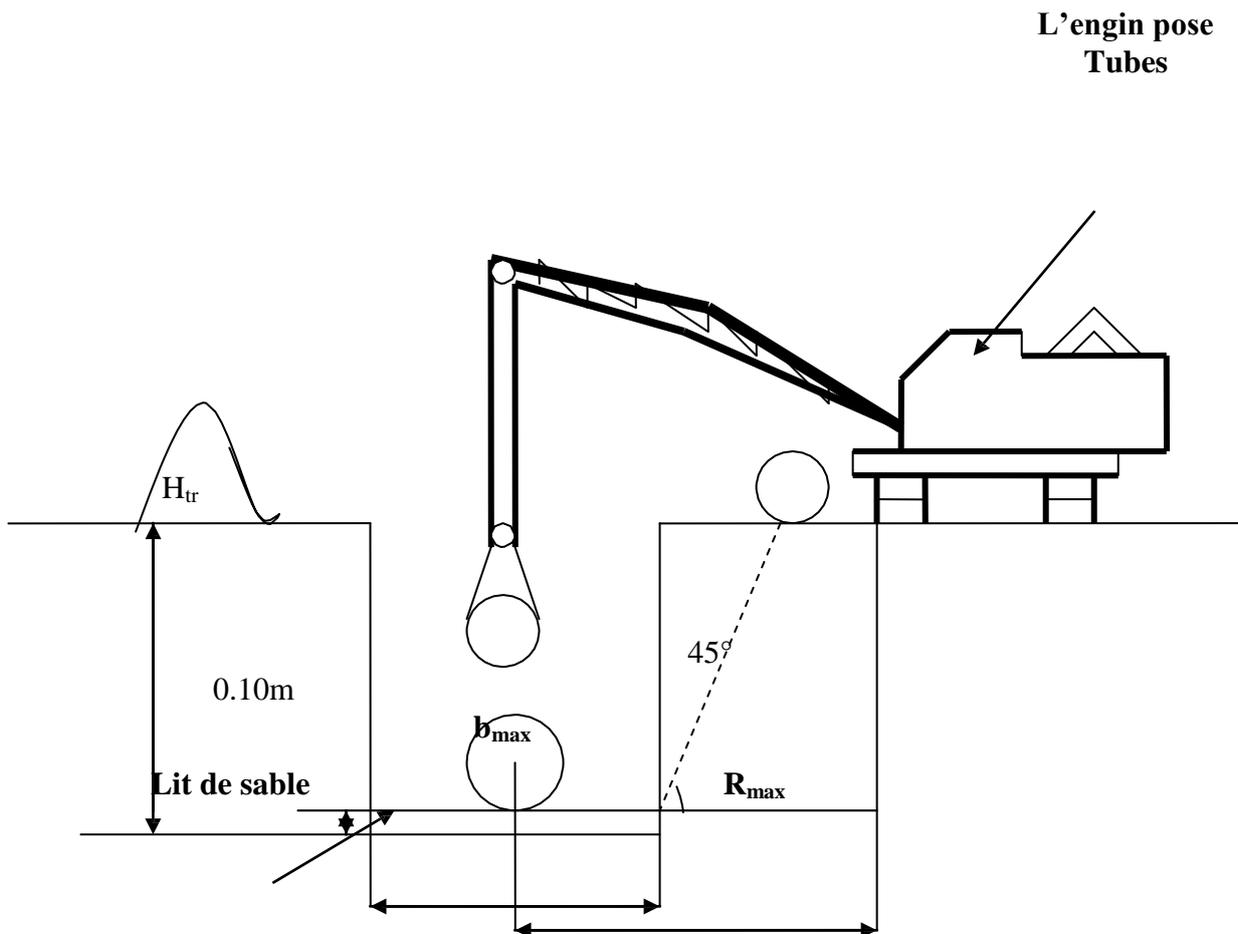
Avant la descente des conduites à fouille, on procède à un triage des conduites de façon à écarter celles qui en subies des chocs ; et on les descend lentement à l'aide d'un engin de levage dans le fond de la fouille.

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.

La figure suivante montre la méthode de pose des conduites : [2]



**Figure 15: pose de la conduite dans la tranchée**

#### **4.4.8. REMBLAI DES TRANCHEES**

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

- L'enrobage un fourreau de sable de 20 cm au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite.
- pose d'un grillage avec fil en inox couleur bleu.
- Le matériau utilisé est constitué par des déblais expurgés des pierres grossières.
- pose des pièces spéciales :( Vanne, Coude, Tes, Vidange, Venteuse, .....).
- Réalisation des regards en biton armes pour pièce spécial de dimension 0.80\*0.80.
- 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. [5]

#### **4.5. DETERMINATION DES DIFFERENTES VOLUMES**

##### **4.5.1. VOLUMES DES DEBLAIS DES TRANCHEES**

$V_r$  : Volume total des remblais

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

Ou :

$V_{df}$  : volume total des déblais foisonnées ;

$V_c$  : volume total occupé par les conduites ;

$V_s$  : volume total de sable pour le lit de pose la conduite ;

Avec :

$$V_c = S.L$$

##### **4.5.2. FORME RECTANGULAIRE**

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

$$V = b \cdot L \cdot H_{tr} \quad , \quad (m)$$

Avec :

b : largeur de la tranchée (m) ;

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

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

L : longueur totale de la tranchée (m) ;

Htr : profondeur de la tranchée (m).

$$H_{tr} = e + h + D \quad (m).$$

Ou :

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

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

D : diamètre nominal de la conduite (m).

#### **4.5.3. VOLUME DU DECOUVERT**

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

$$V = b \cdot h \cdot L \quad (m^3)$$

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=0.20m

L : longueur totale de la tranchée (m).

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

Ce volume est donné par la formule suivante :

$$V_{LP} = e \cdot b \cdot L \quad (m^3)$$

Avec :

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

b : largeur de la tranchée(m) ;

L : longueur totale de la tranchée (m).

#### **4.5.5. VOLUME DE LA CONDUITE**

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

$$V_c = \pi D^2 / 4 \cdot L \quad , \quad (m)$$

Avec :

D : diamètre de la conduite (m).

L : longueur totale de la tranchée (m).

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

$\Phi$	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>	
32	0	0	0	0	10930.30	0	0	
40	0	0	0	0		0	0	
50	0	0	0	0		0	0	
63	590	1.84	147.736	47.2		377.6	180.82	
75	3193	14.11	830.18	255.44		2043.52	943.79	
90	3287	20.91	894.064	262.96		2103.68	925.75	
110	0	0	0	0		0	0	
125	6930	85.04	2079	554.4		4435.2	1716.76	
160	2910	58.51	954.48	232.8		1862.4	616.61	
200	4052	127.30	1458.72	324.16		2593.28	683.10	
250	4637	227.62	1854.8	370.96		2967.68	514.30	
315	1247	97.18	563.644	99.76		798.08	37.50	
somme	26846	632.50	8782.624	2147.68		10930.30	17181.44	5618.63

**Tableau 13: Calcul du volume de déblai**

#### **4.6. LES ACTIONS REÇUES PAR LES CONDUITES**

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

- La pression verticale due au remblai.
- La pression résultant des charges roulantes.
- La pression résultant des charges permanentes de surface.
- La pression hydrostatique extérieure due à la présence éventuelle. [5]



# *CHAPITRE V*

*ÉTUDE*

*ECONOMIQUE*

## **5.1. INTRODUCTION**

L'étude économique 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 :

- Réhabilitation des tronçons du réseau de distribution.
- Réhabilitation des pièces spéciales.
- Réhabilitation de réservoir. [5]

## **5.2. 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 générateur supérieur 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, Tes, Vidange, Venteuse, .....).
- Réalisation des regards en biton 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). [9]

### 5.3. DEVIS ESTIMATIF

Le tableau suivant résume le prix total de notre projet :

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>	17181.44	2000.00	34362880.00
2	Fourniture et pose de sable	m <sup>3</sup>	10930.3	1500.00	16395450.00
3	Fourniture et pose des canalisations en PEHD				
4	Φ 32	ML	0.00	450.00	0.00
5	Φ 40		0.00	600.00	0.00
6	Φ 50		0.00	700.00	0.00
7	Φ 63		590	920.00	542800.00
8	Φ 75		3193	1150.00	3671950.00
9	Φ 90		3287	1350.00	4437450.00
10	Φ 110		0	2100.00	0.00
11	Φ 125		6930	3300.00	22869000.00
12	Φ 160		2910	4010.00	11669100.00
13	Φ 200		4052	5000.00	20260000.00
14	Φ 250		4637	6500.00	30140500.00
15	Φ 315		1247	7200.00	8978400.00
17	Fourniture et pose d'un grillage avectisse	ML	26846.00	800.00	21476800.00
18	Remplir en tout venant excurage des grosses pierres	m <sup>3</sup>	5618.63	600.00	3371178.61
19	Fourniture et pose des pièces spéciales		25.00		400000.00
20	Réalisation des regards en biton armes	u	25.00	25000.00	625000.00
21	Déplacement le foisonnement a la décharge	m <sup>3</sup>	14999.10	800.00	11999277.59
22	Remise en état de lieux	m <sup>2</sup>	21004.80	1200.00	25205760.00
23	<b>MONTANT TOTAL</b>				216405546.20
24	<b>TVA 17 %</b>				36788942.85
25	<b>MONTANT TTC</b>				253194489.05
	<b>MONTANT TTC DE RESEAU</b>				253194489.05
	<b>MONTANT TTC DE RESERVOIR</b>				<b>45, 615,375.00</b>
	<b>MONTANT TOTALE TTC DE PROJET</b>				<b>298 809 864.05</b>

**Tableau 15 : devis estimatif**

Le cout de notre projet s'élève à un montant de l'ordre de : **Trois Cent Millions Dinars Algériens** en tenant compte de toutes les taxes.

### CONCLUSION

Nous avons dans ce mémoire fait une étude générale sur le système d'alimentation en eaux potable la ville de Metlili el-Djadida, sachant que notre projet est estimé à une durée de fonctionnement qui atteint (30) ans et que agglomération à cette échéance contiendra 24944 habitants.

Après l'étude de la consommation des différents composants de l'agglomération, nous avons déterminé le débit de dimensionnement de notre réseau de type maillé, que nous avons tracé plusieurs variantes sur fond topographique de la région par le biais du logiciel AutoCAD.

Le réseau choisi est composé d'un réservoir de 1600 m<sup>3</sup>, et une adduction de 400 mm avec une pression nominale de 16 bars, de diamètre 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 300 000 000,00 de Dinars Algériens en toutes taxes comprises.

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

# *ANNEXES*

## 1. Les calculs primaires

les calculs		
<b>Pop</b>	24943.5	24944
<b>%</b>	5.256	0.05256
<b>Q<sub>c</sub></b>	4988800	4988.800
<b>Q<sub>b</sub></b>	262211.328	262.211
<b>Q<sub>t</sub></b>	5251011.328	5251.011
<b>K<sub>p</sub></b>	1.501	1.50E-03
<b>Q<sub>p</sub></b>	7882245.763	7882.246
	l/j	m <sup>3</sup> /j

**Tableau 15 : les calculs premaire**

## 2. Les calculs de dimensionnements

N° maille	Tronçon	Longueur	Sens	Φ <sub>nint</sub>	Φ <sub>nor</sub>	Qtot
I	B - C	340	+1	257.8	315.0	35.45
	C - K	1373	+1	163.6	200.0	25.39
	K - J	818	+1	58.2	75.0	4.59
	J - I	1918	-1	204.6	250.0	33.39
	I - H	95	-1	204.6	250.0	33.92
	H - B	567	-1	257.8	315.0	37.10
II	C - D	1453	+1	102.2	125.0	8.15
	D - L	648	+1	163.6	200.0	20.58
	L - K	1069	+1	73.6	90.0	6.00
	K - C	1373	-1	163.6	200.0	25.39
III	K - N	1455	+1	130.8	160.0	8.86
	N - O	879	+1	58.2	75.0	6.45
	O - P	1117	-1	102.2	125.0	3.80
	P - J	658	-1	163.6	200.0	37.10
IV	J - K	818	-1	58.2	75.0	33.92
	B - G	263	+1	204.6	250.0	35.30
	G - F	605	+1	204.6	250.0	33.82
	F - E	914	+1	204.6	250.0	30.43
	E - D	842	+1	204.6	250.0	25.30
	D - C	1453	-1	102.2	125.0	8.15
V	C - B	340	-1	257.8	315.0	35.45
	K - L	1069	-1	73.6	90.0	6.00
	L - M	1360	+1	102.2	125.0	10.94
	M - N	590	+1	48.8	63.0	3.31
VI	N - K	1455	-1	130.8	160.0	13.10
	P - O	1117	+1	102.2	125.0	10.1
	O - R	678	+1	58.2	75.0	3.8
	R - Q	1149	-1	73.6	90.0	6.4
	Q - P	430	-1	102.2	125.0	8.9

**Tableau 16: Les dimensionnements des mailles**

### 3. Les calculs des tronçons

Tronçon	Longueur	Côte Am	Côte Av	Qu	Qav	Qtot	$\Phi_{cal}$	$\Phi_{nint}$	$\Phi_{nor}$	V	$\Delta H$	Pression
A-B	500.0	125.93	99.97	0.00	0.00	110.65	332.6	409.20	500	0.84	0.1502990	25.8
B-C	340.0	99.97	98.74	1.91	33.54	35.45	212.5	257.80	315	0.68	0.1210045	26.9
C-D	1453.0	98.74	99.05	8.15	0.00	8.15	101.9	102.20	125	0.99	3.2925855	23.3
D-E	842.0	99.05	98.92	4.72	20.58	25.30	179.5	204.60	250	0.77	0.5016383	22.7
E-F	914.0	98.92	99.26	5.13	25.30	30.43	196.8	204.60	250	0.93	0.7663704	23.1
F-G	605.0	99.26	99.27	3.39	30.43	33.82	207.5	204.60	250	1.03	0.6175508	24.2
G-B	263.0	99.27	99.97	1.48	33.82	35.30	212.0	204.60	250	1.07	0.2906990	24.8
C-K	1373.0	98.74	99.85	7.70	17.69	25.39	179.8	163.60	200	1.21	2.4918237	23.3
K-L	1069.0	99.85	98.91	6.00	0.00	6.00	87.4	73.60	90	1.41	7.0181669	15.7
L-D	648.0	98.91	99.05	3.64	16.94	20.58	161.9	163.60	200	0.98	0.7947303	21.8
L-M	1360.0	98.91	98.46	7.63	3.31	10.94	118.0	102.20	125	1.33	5.3321390	16.9
M-N	590.0	98.46	98.45	3.31	0.00	3.31	64.9	48.80	63	1.77	9.9887454	6.9
N-K	1455.0	98.45	99.85	8.16	4.93	13.10	129.1	130.80	160	0.97	2.3371150	19.6
N-O	879.0	98.45	98.24	4.93	0.00	4.93	79.2	58.20	75	1.85	12.9908857	6.8
O-P	1117.0	98.24	99.97	6.27	3.80	10.07	113.2	102.20	125	1.23	3.7510227	19.9
P-J	658.0	99.97	98.58	3.69	18.93	22.62	169.7	163.60	200	1.08	0.9628245	25.4
J-K	818.0	98.58	99.85	4.59	0.00	4.59	76.4	58.20	75	1.73	10.5548405	11.5
P-Q	430.0	99.97	99.05	2.41	6.45	8.86	106.2	102.20	125	1.08	1.1371113	25.2
Q-R	1149.0	99.05	98.00	6.45	0.00	6.45	90.6	73.60	90	1.52	8.6370073	17.6
R-O	678.0	98.00	98.24	3.80	0.00	3.80	69.6	58.20	75	1.43	6.1482205	13.5
B-H	567.0	99.97	98.46	3.18	33.92	37.10	217.3	257.80	315	0.71	0.2194399	27.1
H-I	95.0	98.46	97.87	0.53	33.39	33.92	207.8	204.60	250	1.03	0.0974809	27.6
I-J	1918.0	97.87	98.58	10.76	22.62	33.39	206.2	204.60	250	1.02	1.9108724	25.0

**Tableau 17: les tronçons**

#### 4. Nombre de Reynolds (Re) et Coefficient de frottement ( $\lambda$ ):

Tronçon	Re	$\lambda$	$\lambda_1$										
A-B	344301	5	0.00272575	0.00346904	0.00340437	0.00340926	0.00340889	0.00340892	0.00340891	0.00340891	0.00340891	0.00340891	0.00340891
B-C	175082	5	0.00301648	0.00399236	0.00389534	0.00390355	0.00390285	0.00390291	0.00390290	0.00390290	0.00390290	0.00390290	0.00390290
C-D	101569	5	0.00372083	0.00467995	0.00459432	0.00460098	0.00460046	0.00460050	0.00460049	0.00460049	0.00460049	0.00460049	0.00460049
D-E	157442	5	0.00317082	0.00412317	0.00403191	0.00403941	0.00403879	0.00403884	0.00403883	0.00403883	0.00403883	0.00403883	0.00403883
E-F	189356	5	0.00316464	0.00399750	0.00392445	0.00393003	0.00392959	0.00392963	0.00392963	0.00392963	0.00392963	0.00392963	0.00392963
F-G	210481	5	0.00316157	0.00393143	0.00386741	0.00387208	0.00387174	0.00387176	0.00387176	0.00387176	0.00387176	0.00387176	0.00387176
G-B	219664	5	0.00316041	0.00390593	0.00384529	0.00384963	0.00384932	0.00384934	0.00384934	0.00384934	0.00384934	0.00384934	0.00384934
C-K	197597	5	0.00332237	0.00404586	0.00398972	0.00399359	0.00399332	0.00399334	0.00399334	0.00399334	0.00399334	0.00399334	0.00399334
K-L	103763	5	0.00402559	0.00482591	0.00476592	0.00476994	0.00476966	0.00476968	0.00476968	0.00476968	0.00476968	0.00476968	0.00476968
L-D	160130	5	0.00332831	0.00417762	0.00410394	0.00410952	0.00410909	0.00410913	0.00410912	0.00410912	0.00410912	0.00410912	0.00410912
L-M	136310	5	0.00371152	0.00447342	0.00441569	0.00441959	0.00441932	0.00441934	0.00441934	0.00441934	0.00441934	0.00441934	0.00441934
M-N	86373	5	0.00447368	0.00522142	0.00517161	0.00517462	0.00517443	0.00517445	0.00517444	0.00517444	0.00517444	0.00517444	0.00517444
N-K	127479	5	0.00350721	0.00441425	0.00433400	0.00434019	0.00433971	0.00433974	0.00433974	0.00433974	0.00433974	0.00433974	0.00433974
N-O	107897	5	0.00426891	0.00495140	0.00490778	0.00491031	0.00491016	0.00491017	0.00491017	0.00491017	0.00491017	0.00491017	0.00491017
O-P	125475	5	0.00371387	0.00452758	0.00446291	0.00446746	0.00446714	0.00446716	0.00446716	0.00446716	0.00446716	0.00446716	0.00446716
P-J	176069	5	0.00332548	0.00411601	0.00405073	0.00405547	0.00405512	0.00405515	0.00405515	0.00405515	0.00405515	0.00405515	0.00405515
J-K	100410	5	0.00427073	0.00499595	0.00494735	0.00495030	0.00495012	0.00495013	0.00495013	0.00495013	0.00495013	0.00495013	0.00495013
P-Q	110376	5	0.00371792	0.00461750	0.00454071	0.00454646	0.00454602	0.00454605	0.00454605	0.00454605	0.00454605	0.00454605	0.00454605
Q-R	111529	5	0.00402355	0.00477801	0.00472391	0.00472739	0.00472716	0.00472718	0.00472718	0.00472718	0.00472718	0.00472718	0.00472718
R-O	83225	5	0.00427614	0.00512386	0.00505986	0.00506417	0.00506388	0.00506390	0.00506390	0.00506390	0.00506390	0.00506390	0.00506390
B-H	183229	5	0.00301478	0.00396023	0.00386810	0.00387577	0.00387512	0.00387518	0.00387517	0.00387517	0.00387517	0.00387517	0.00387517
H-I	211074	5	0.00316149	0.00392973	0.00386594	0.00387059	0.00387024	0.00387027	0.00387027	0.00387027	0.00387027	0.00387027	0.00387027
I-J	207757	5	0.00316193	0.00393934	0.00387426	0.00387904	0.00387868	0.00387871	0.00387871	0.00387871	0.00387871	0.00387871	0.00387871

**Tableau 17: calcul de (Re) et ( $\lambda$ )**

5. Caractéristique des mailles:

Caract. des mailles					
N° maille	N° maille adj.	Tronçon	Longueur (m)	Sens	Φ
I	IV	B – C	340	+1	257.8
	II	C – K	1373	+1	163.6
	III	K – J	818	+1	58.2
		J – I	1918	-1	204.6
		I – H	95	-1	204.6
		H – B	567	-1	257.8
Tot					

II	IV	C – D	1453	+1	102.2
		D – L	648	+1	163.6
	V	L – K	1069	+1	73.6
	I	K – C	1373	-1	163.6
Tot					

III	V	K – N	1455	+1	130.8
		N – O	879	+1	58.2
	VI	O – P	1117	-1	102.2
		P – J	658	-1	163.6
	I	J – K	818	-1	58.2
Tot					

IV		B – G	263	-1	204.6
		G – F	605	+1	204.6
		F – E	914	+1	204.6
		E – D	842	+1	204.6
	II	D – C	1453	-1	102.2
	I	C – B	340	-1	257.8
Tot					

V	II	K – L	1069	-1	73.6
		L – M	1360	+1	102.2
		M – N	590	+1	48.8
	III	N – K	1455	-1	130.8
Tot					

VI	III	P – O	1117	+1	102.2
		O – R	678	+1	58.2
		R – Q	1149	-1	73.6
		Q – P	430	-1	102.2

Tableau 18: caractéristique des mailles

## 6. Les approximations : (Tableau 19: 1er approximation)

1ère approximation						Corrections			Q <sub>cor.</sub>
Q <sub>0</sub> (l/s)	V (m/s)	$\lambda_0$	j <sub>0</sub> (m)	$\Delta H_0$ (m)	$\Delta H_0/Q_0$	Maille	Maille adj.	Total	
35.4498	0.679	0.003903	0.0004	0.121	3.413	-2.3	-0.1	-2.5	32.982
25.3894	1.208	0.003993	0.0018	2.492	98.144	-2.3	2.8	0.5	25.891
4.58974	1.725	0.004950	0.0129	10.555	2299.661	-2.3	0.0	-2.3	2.278
33.38501	1.015	0.003879	0.0010	-1.911	-57.237	-2.3		-2.3	31.043
33.9180	1.032	0.003870	0.0010	-0.097	-2.874	-2.3		-2.3	31.576
37.0994	0.711	0.003875	0.0004	-0.219	-5.915	-2.3		-2.3	34.757
				10.94	2335.19				
				$\Delta Q$	-2.3			□	

8.15268	0.994	0.004600	0.0023	3.293	403.866	-2.8	-0.1	-3.0	5.183
20.57526	0.979	0.004109	0.0012	0.795	38.626	-2.8		-2.8	17.731
5.99808	1.410	0.004770	0.0066	7.018	1170.069	-2.8	1.4	-1.5	4.538
25.38944	1.208	0.003993	0.0018	-2.492	-98.144	-2.8	2.3	-0.5	24.888
				8.61	1514.42				
				$\Delta Q$	-2.8			□	

8.85965	0.659	0.004340	0.0016	2.337	263.793	0.0	1.4	1.4	10.212
6.44695	2.423	0.004910	0.0148	12.991	2015.043	0.0		0.0	6.416
3.80421	0.464	0.004467	0.0034	-3.751	-986.019	0.0	-0.1	-0.2	3.647
37.09944	1.765	0.004055	0.0015	-0.963	-25.953	0.0		0.0	37.068
33.91805	12.750	0.004950	0.0129	-10.555	-311.187	0.0	2.3	2.3	36.229
				0.06	955.68				
				$\Delta Q$	0.0			□	

33.8227	1.029	0.003849	0.0011	-0.291	-8.595	0.1		0.1	33.948
30.4281	0.925	0.003872	0.0010	0.618	20.295	0.1		0.1	30.554
25.2997	0.770	0.003930	0.0008	0.766	30.292	0.1		0.1	25.425
8.1527	0.248	0.004039	0.0006	0.502	61.531	0.1		0.1	8.278
35.4498	4.321	0.004600	0.0023	-3.293	-92.880	0.1	2.8	3.0	38.420
35.4498	0.679	0.003903	0.0004	-0.121	-3.413	0.1	2.3	2.5	37.918
				-1.82	7.23				
				$\Delta Q$	0.1			□	

5.99808	1.410	0.004770	0.0066	-7.018	-1170.069	-1.4	2.8	1.5	7.459
10.94131	1.334	0.004419	0.0039	5.332	487.340	-1.4		-1.4	9.558
3.31045	1.770	0.005174	0.0169	9.989	3017.341	-1.4		-1.4	1.927
13.09590	0.975	0.004340	0.0016	-2.337	-178.462	-1.4	0.0	-1.4	11.744
				5.97	2156.15				
				$\Delta Q$	-1.4			□	

10.07161	1.228	0.004467	0.0034	3.751	372.435	-0.1	0.0	-0.1	9.982
3.80421	1.430	0.005064	0.0091	6.148	1616.163	-0.1		-0.1	3.684
6.44695	1.515	0.004727	0.0075	-8.637	-1339.704	-0.1		-0.1	6.327
8.85965	1.080	0.004546	0.0026	-1.137	-128.347	-0.1		-0.1	8.739
				0.13	520.55				
				$\Delta Q$	-0.1			□	

2ème approximation					Corrections			Q <sub>cor.</sub>
V (m/s)	$\lambda_0$	$j_0$ (m)	$\Delta H_0$ (m)	$\Delta H_0/Q_0$	Maille	Maille adj.	Total	
0.632	0.003903	0.0004	0.121	3.669	-1.2	-0.1	-1.2	31.741
1.232	0.003993	0.0018	2.492	96.243	-1.2	2.0	0.9	26.743
0.856	0.004950	0.0129	10.555	4632.615	-1.2	0.0	-1.1	1.138
0.944	0.003879	0.0010	-1.911	-61.556	-1.2		-1.2	29.869
0.960	0.003870	0.0010	-0.097	-3.087	-1.2		-1.2	30.402
0.666	0.003875	0.0004	-0.219	-6.314	-1.2		-1.2	33.584
			10.94	4661.57				
			$\Delta Q$	-1.2			□	

0.632	0.004600	0.0023	3.293	635.266	-2.0	-0.1	-2.1	3.090
0.844	0.004109	0.0012	0.795	44.821	-2.0		-2.0	15.706
1.067	0.004770	0.0066	7.018	1546.675	-2.0	0.6	-1.4	3.161
1.184	0.003993	0.0018	-2.492	-100.122	-2.0	1.2	-0.9	24.036
			8.61	2126.64				
			$\Delta Q$	-2.0			□	

0.760	0.004340	0.0016	2.337	228.859	0.0	0.6	0.6	10.828
2.412	0.004910	0.0148	12.991	2024.789	0.0		0.0	6.383
0.445	0.004467	0.0034	-3.751	-1028.414	0.0	-0.1	-0.1	3.547
1.763	0.004055	0.0015	-0.963	-25.974	0.0		0.0	37.036
13.618	0.004950	0.0129	-10.555	-291.334	0.0	1.2	1.1	37.370
			0.06	907.93				
			$\Delta Q$	0.0			□	

1.033	0.003849	0.0011	-0.291	-8.563	0.1		0.1	34.016
0.929	0.003872	0.0010	0.618	20.212	0.1		0.1	30.621
0.773	0.003930	0.0008	0.766	30.142	0.1		0.1	25.493
0.252	0.004039	0.0006	0.502	60.596	0.1		0.1	8.346
4.683	0.004600	0.0023	-3.293	-85.701	0.1	2.0	2.1	40.512
0.726	0.003903	0.0004	-0.121	-3.191	0.1	1.2	1.2	39.159
			-1.82	13.49				
			$\Delta Q$	0.1			□	

1.753	0.004770	0.0066	-7.018	-940.953	-0.6	2.0	1.4	8.836
1.165	0.004419	0.0039	5.332	557.877	-0.6		-0.6	8.910
1.030	0.005174	0.0169	9.989	5183.427	-0.6		-0.6	1.279
0.874	0.004340	0.0016	-2.337	-199.013	-0.6	0.0	-0.6	11.128
			5.97	4601.34				
			$\Delta Q$	-0.6			□	

1.217	0.004467	0.0034	3.751	375.761	-0.1	0.0	-0.1	9.901
1.385	0.005064	0.0091	6.148	1668.888	-0.1		-0.1	3.570
1.487	0.004727	0.0075	-8.637	-1365.153	-0.1		-0.1	6.213
1.065	0.004546	0.0026	-1.137	-130.112	-0.1		-0.1	8.626
			0.13	549.38				
			$\Delta Q$	-0.1			□	

Tableau 20 : 2ème approximation

3 <sup>ème</sup> approximation					Corrections			Q <sub>cor.</sub>
V (m/s)	$\lambda_1$	j <sub>0</sub> (m)	$\Delta H_0$ (m)	$\Delta H_0/Q_1$	Maille	Maille adj.	Total	
0.608	0.003903	0.0004	0.121	3.812	-0.6	-0.1	-0.6	31.101
1.272	0.003993	0.0018	2.492	93.178	-0.6	1.3	0.7	27.487
0.428	0.004950	0.0129	10.555	9277.927	-0.6	0.0	-0.6	0.583
0.908	0.003879	0.0010	-1.911	-63.975	-0.6		-0.6	29.281
0.925	0.003870	0.0010	-0.097	-3.206	-0.6		-0.6	29.814
0.643	0.003875	0.0004	-0.219	-6.534	-0.6		-0.6	32.996
			10.94	9301.20				
			$\Delta Q$	-0.6			□	

0.377	0.004600	0.0023	3.293	1065.413	-1.3	-0.1	-1.4	1.706
0.747	0.004109	0.0012	0.795	50.600	-1.3		-1.3	14.374
0.743	0.004770	0.0066	7.018	2220.482	-1.3	0.4	-0.9	2.231
1.143	0.003993	0.0018	-2.492	-103.670	-1.3	0.6	-0.7	23.292
			8.61	3232.83				
			$\Delta Q$	-1.3			□	

0.806	0.004340	0.0016	2.337	215.848	0.0	0.4	0.4	11.197
2.399	0.004910	0.0148	12.991	2035.150	0.0		0.0	6.350
0.432	0.004467	0.0034	-3.751	-1057.420	0.0	-0.1	-0.1	3.462
1.762	0.004055	0.0015	-0.963	-25.997	0.0		0.0	37.002
14.047	0.004950	0.0129	-10.555	-282.440	0.0	0.6	0.6	37.925
			0.06	885.14				
			$\Delta Q$	0.0			□	

1.035	0.003849	0.0011	-0.291	-8.546	0.1		0.1	34.068
0.931	0.003872	0.0010	0.618	20.167	0.1		0.1	30.673
0.775	0.003930	0.0008	0.766	30.062	0.1		0.1	25.545
0.254	0.004039	0.0006	0.502	60.106	0.1		0.1	8.398
4.938	0.004600	0.0023	-3.293	-81.274	0.1	1.3	1.4	41.896
0.750	0.003903	0.0004	-0.121	-3.090	0.1	0.6	0.6	39.799
			-1.82	17.43				
			$\Delta Q$	0.1			□	

2.077	0.004770	0.0066	-7.018	-794.314	-0.4	1.3	0.9	9.765
1.086	0.004419	0.0039	5.332	598.467	-0.4		-0.4	8.507
0.684	0.005174	0.0169	9.989	7810.981	-0.4		-0.4	0.876
0.828	0.004340	0.0016	-2.337	-210.022	-0.4	0.0	-0.4	10.759
			5.97	7405.11				
			$\Delta Q$	-0.4			□	

1.207	0.004467	0.0034	3.751	378.844	-0.1	0.0	-0.1	9.827
1.342	0.005064	0.0091	6.148	1722.121	-0.1		-0.1	3.462
1.460	0.004727	0.0075	-8.637	-1390.175	-0.1		-0.1	6.105
1.051	0.004546	0.0026	-1.137	-131.830	-0.1		-0.1	8.518
			0.13	578.96				
			$\Delta Q$	-0.1			□	

Tableau 21 : 3<sup>ème</sup> approximation

4ème approximation					Corrections			Q <sub>cor.</sub>
V (m/s)	$\lambda_2$	j <sub>0</sub> (m)	$\Delta H_0$ (m)	$\Delta H_0/Q_2$	Maille	Maille adj.	Total	
0.596	0.003903	0.0004	0.121	3.891	-0.3	0.0	-0.3	30.753
1.308	0.003993	0.0018	2.492	90.655	-0.3	0.9	0.6	28.042
0.219	0.004950	0.0129	10.555	18102.969	-0.3	0.0	-0.3	0.315
0.891	0.003879	0.0010	-1.911	-65.260	-0.3		-0.3	28.979
0.907	0.003870	0.0010	-0.097	-3.270	-0.3		-0.3	29.512
0.632	0.003875	0.0004	-0.219	-6.651	-0.3		-0.3	32.694
			10.94	18122.34				
			$\Delta Q$	-0.3			□	
0.208	0.004600	0.0023	3.293	1929.974	-0.9	0.0	-0.9	0.803
0.684	0.004109	0.0012	0.795	55.290	-0.9		-0.9	13.517
0.524	0.004770	0.0066	7.018	3145.419	-0.9	0.3	-0.6	1.643
1.108	0.003993	0.0018	-2.492	-106.982	-0.9	0.3	-0.6	22.737
			8.61	5023.70				
			$\Delta Q$	-0.9			□	
0.833	0.004340	0.0016	2.337	208.729	0.0	0.3	0.2	11.432
2.387	0.004910	0.0148	12.991	2045.888	0.0		0.0	6.316
0.422	0.004467	0.0034	-3.751	-1083.596	0.0	0.0	-0.1	3.381
1.760	0.004055	0.0015	-0.963	-26.021	0.0		0.0	36.968
14.256	0.004950	0.0129	-10.555	-278.310	0.0	0.3	0.3	38.192
			0.06	866.69				
			$\Delta Q$	0.0			□	
1.036	0.003849	0.0011	-0.291	-8.533	0.0		0.0	34.114
0.933	0.003872	0.0010	0.618	20.133	0.0		0.0	30.720
0.777	0.003930	0.0008	0.766	30.001	0.0		0.0	25.591
0.255	0.004039	0.0006	0.502	59.733	0.0		0.0	8.444
5.107	0.004600	0.0023	-3.293	-78.589	0.0	0.9	0.9	42.800
0.762	0.003903	0.0004	-0.121	-3.040	0.0	0.3	0.3	40.147
			-1.82	19.70				
			$\Delta Q$	0.0			□	
2.295	0.004770	0.0066	-7.018	-718.712	-0.3	0.9	0.6	10.353
1.037	0.004419	0.0039	5.332	626.804	-0.3		-0.3	8.238
0.468	0.005174	0.0169	9.989	11402.612	-0.3		-0.3	0.607
0.801	0.004340	0.0016	-2.337	-217.231	-0.3	0.0	-0.2	10.524
			5.97	11093.47				
			$\Delta Q$	-0.3			□	
1.198	0.004467	0.0034	3.751	381.718	-0.1	0.0	-0.1	9.758
1.301	0.005064	0.0091	6.148	1775.872	-0.1		-0.1	3.359
1.435	0.004727	0.0075	-8.637	-1414.782	-0.1		-0.1	6.002
1.038	0.004546	0.0026	-1.137	-133.502	-0.1		-0.1	8.415
			0.13	609.31				
			$\Delta Q$	-0.1			□	

Tableau 22 : 4ème approximation

5ème approximation					Corrections			Q <sub>cor.</sub>
V (m/s)	$\lambda_3$	$j_0$ (m)	$\Delta H_0$ (m)	$\Delta H_0/Q_3$	Maille	Maille adj.	Total	
0.589	0.003903	0.0004	0.121	3.935	-0.2	0.0	-0.2	30.546
1.334	0.003993	0.0018	2.492	88.859	-0.2	0.5	0.4	28.396
0.119	0.004950	0.0129	10.555	33461.884	-0.2	0.0	-0.1	0.187
0.881	0.003879	0.0010	-1.911	-65.939	-0.2		-0.2	28.816
0.898	0.003870	0.0010	-0.097	-3.303	-0.2		-0.2	29.349
0.626	0.003875	0.0004	-0.219	-6.712	-0.2		-0.2	32.530
			10.94	33478.72				
			$\Delta Q$	-0.2			□	

0.098	0.004600	0.0023	3.293	4102.530	-0.5	0.0	-0.6	0.242
0.643	0.004109	0.0012	0.795	58.796	-0.5		-0.5	12.999
0.386	0.004770	0.0066	7.018	4272.047	-0.5	0.2	-0.3	1.310
1.082	0.003993	0.0018	-2.492	-109.595	-0.5	0.2	-0.4	22.383
			8.61	8323.78				
			$\Delta Q$	-0.5			□	

0.851	0.004340	0.0016	2.337	204.444	0.0	0.2	0.1	11.581
2.374	0.004910	0.0148	12.991	2056.973	0.0		0.0	6.281
0.412	0.004467	0.0034	-3.751	-1109.351	0.0	0.0	-0.1	3.303
1.759	0.004055	0.0015	-0.963	-26.045	0.0		0.0	36.933
14.356	0.004950	0.0129	-10.555	-276.360	0.0	0.2	0.1	38.321
			0.06	849.66				
			$\Delta Q$	0.0			□	

1.038	0.003849	0.0011	-0.291	-8.521	0.0		0.0	34.157
0.934	0.003872	0.0010	0.618	20.103	0.0		0.0	30.763
0.778	0.003930	0.0008	0.766	29.947	0.0		0.0	25.634
0.257	0.004039	0.0006	0.502	59.406	0.0		0.0	8.488
5.217	0.004600	0.0023	-3.293	-76.930	0.0	0.5	0.6	43.361
0.769	0.003903	0.0004	-0.121	-3.014	0.0	0.2	0.2	40.354
			-1.82	20.99				
			$\Delta Q$	0.0			□	

2.434	0.004770	0.0066	-7.018	-677.864	-0.2	0.5	0.3	10.687
1.004	0.004419	0.0039	5.332	647.263	-0.2		-0.2	8.054
0.325	0.005174	0.0169	9.989	16452.506	-0.2		-0.2	0.423
0.783	0.004340	0.0016	-2.337	-222.075	-0.2	0.0	-0.1	10.375
			5.97	16199.83				
			$\Delta Q$	-0.2			□	

1.190	0.004467	0.0034	3.751	384.396	-0.1	0.0	-0.1	9.695
1.263	0.005064	0.0091	6.148	1830.151	-0.1		-0.1	3.262
1.411	0.004727	0.0075	-8.637	-1438.985	-0.1		-0.1	5.904
1.026	0.004546	0.0026	-1.137	-135.131	-0.1		-0.1	8.317
			0.13	640.43				
			$\Delta Q$	-0.1			□	

Tableau 23: 5ème approximation

6 <sup>ème</sup> approximation					Corrections			Q <sub>cor.</sub>
V (m/s)	$\lambda_4$	$j_0$ (m)	$\Delta H_0$ (m)	$\Delta H_0/Q_4$	Maille	Maille adj.	Total	
0.585	0.003903	0.0004	0.121	3.961	-0.1	0.0	-0.1	30.407
1.351	0.003993	0.0018	2.492	87.752	-0.1	0.2	0.1	28.527
0.070	0.004950	0.0129	10.555	56458.949	-0.1	0.0	-0.1	0.126
0.876	0.003879	0.0010	-1.911	-66.313	-0.1		-0.1	28.719
0.893	0.003870	0.0010	-0.097	-3.321	-0.1		-0.1	29.252
0.623	0.003875	0.0004	-0.219	-6.746	-0.1		-0.1	32.433
			10.94	56474.28				
			$\Delta Q$	-0.1			□	

0.029	0.004600	0.0023	3.293	13614.757	-0.2	0.0	-0.3	-0.028
0.618	0.004109	0.0012	0.795	61.137	-0.2		-0.2	12.772
0.308	0.004770	0.0066	7.018	5359.327	-0.2	0.1	-0.1	1.209
1.065	0.003993	0.0018	-2.492	-111.329	-0.2	0.1	-0.1	22.252
			8.61	18923.89				
			$\Delta Q$	-0.2			□	

0.862	0.004340	0.0016	2.337	201.810	0.0	0.1	0.1	11.673
2.361	0.004910	0.0148	12.991	2068.405	0.0		0.0	6.245
0.403	0.004467	0.0034	-3.751	-1135.624	0.0	0.0	-0.1	3.225
1.757	0.004055	0.0015	-0.963	-26.069	0.0		0.0	36.898
14.405	0.004950	0.0129	-10.555	-275.433	0.0	0.1	0.1	38.382
			0.06	833.09				
			$\Delta Q$	0.0			□	

1.039	0.003849	0.0011	-0.291	-8.511	0.0		0.0	34.200
0.936	0.003872	0.0010	0.618	20.075	0.0		0.0	30.805
0.780	0.003930	0.0008	0.766	29.896	0.0		0.0	25.677
0.258	0.004039	0.0006	0.502	59.103	0.0		0.0	8.530
5.286	0.004600	0.0023	-3.293	-75.935	0.0	0.2	0.3	43.630
0.773	0.003903	0.0004	-0.121	-2.999	0.0	0.1	0.1	40.493
			-1.82	21.63				
			$\Delta Q$	0.0			□	

2.512	0.004770	0.0066	-7.018	-656.724	-0.1	0.2	0.1	10.787
0.982	0.004419	0.0039	5.332	662.060	-0.1		-0.1	7.926
0.226	0.005174	0.0169	9.989	23614.021	-0.1		-0.1	0.295
0.772	0.004340	0.0016	-2.337	-225.269	-0.1	0.0	-0.1	10.283
			5.97	23394.09				
			$\Delta Q$	-0.1			□	

1.182	0.004467	0.0034	3.751	386.885	-0.1	0.0	-0.1	9.638
1.226	0.005064	0.0091	6.148	1884.964	-0.1		-0.1	3.169
1.388	0.004727	0.0075	-8.637	-1462.793	-0.1		-0.1	5.811
1.014	0.004546	0.0026	-1.137	-136.719	-0.1		-0.1	8.224
			0.13	672.34				
			$\Delta Q$	-0.1			□	

Tableau 24: 6<sup>ème</sup> approximation

## 7. Le devis d'estimation de réservoir:

**LOT : GENI CIVIL DU RESERVOIR RECTANGULAIRE 1600 M<sup>3</sup>**  
**DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF**

N°	Désignation des Travaux	Unité	Qts	Prix Unitaires	Prix Total
1	Terrassements en terrain meuble y compris toutes sujétions.	M <sup>3</sup>	300	1,000.00	300,000.00
2	Terrassements en terrain rocheux y compris toutes sujétions.	M <sup>3</sup>	1500	4,500.00	6,750,000.00
3	Fourniture et mise en place d'un hérissonnage en pierres sur 20 cm d'épaisseur y compris toute sujétions.	M <sup>3</sup>	85	1,500.00	127,500.00
4	Fournitures et mise en œuvre d'un béton de propreté dosé à 250 kg/m <sup>3</sup> , sur 20 cm d'épaisseur, y compris toute suggestion	M <sup>3</sup>	85	30,000.00	2,550,000.00
5	Fournitures et mise en œuvre de béton armé dosé à 400 kg/m <sup>3</sup> pour radier et gousset, y compris coffrage perdu, ferrailage et toutes sujétions.	M <sup>3</sup>	130	45,000.00	5,850,000.00
6	Fournitures et mise en œuvre de béton pour la forme de pente du radier dosé à 600 kg/m <sup>3</sup> y compris toutes sujétions.	M <sup>3</sup>	60	35,000.00	2,100,000.00
7	Fournitures et mise en œuvre de béton armé dosé à 400 kg/m <sup>3</sup> pour voiles, y compris coffrage à simple courbure, ferrailage et toutes sujétions.	M <sup>3</sup>	110	45,000.00	4,950,000.00
8	Fournitures et mise en œuvre de béton armé dosé à 400 kg/m <sup>3</sup> pour coupole et ceinture y compris coffrage à double courbure, et toutes sujétions.	M <sup>3</sup>	75	45,000.00	3,375,000.00

9	Fournitures et mise en œuvre de béton armé dosé à 350 kg/m <sup>3</sup> pour chambre des vannes pour murs, Radier et dalle y compris coffrage, ferrailage et toutes sujétions.	M <sup>3</sup>	90	35,000.00	3,150,000.00
10	Fourniture et pose de joints WATER STOP de type « 0 » ou similaire y compris toutes sujétions.	ML	350	15,000.00	5,250,000.00
11	Exécution d'un enduit à l'intérieur et à l'extérieur pour la chambre des vannes et à l'extérieur du réservoir dosé à 400 kg/m <sup>3</sup> y compris toutes sujétions.	M <sup>2</sup>	350	800.00	280,000.00
12	Exécution d'un enduit intérieur du réservoir (glaçage) dosé à 600 kg/m <sup>3</sup> y compris toutes suggestions.	M <sup>2</sup>	540	1,500.00	810,000.00
13	Exécution d'un badigeonnage en trois couches pour le réservoir et la chambre des vannes y compris peinture vinylique des parties métalliques et toutes autres suggestions	M <sup>2</sup>	1350	600.00	810,000.00
14	Chaulage à intérieur du réservoir en deux couches croisées y compris toute autre sujétion de bonne exécution	M <sup>2</sup>	540	600.00	324,000.00
15	fourniture et mise en place d'un enduit hydrofuge en trois couches sur le béton en contact avec les terres jusqu'à 20 cm au dessus du sol.	M <sup>2</sup>	2000	600.00	1,200,000.00
16	F/P Vanne de distribution en fonte bridée φ 100 PN25, y compris boulons, joints, accessoires et toutes sujétions	U	1	65,000.00	65,000.00
17	F/P Vanne de vidange en fonte bridée φ 100 PN10, y compris boulons, joints, accessoires et toutes sujétions	U	1	62,000.00	62,000.00
18	F/P Porte métallique galvanisée de : 1.20 m x 2.20 m à deux vantaux	U	1	50,000.00	50,000.00
19	F/P Fenêtre en bois de : 1.50 m x 0.60 m, y compris verre, peinture et toutes sujétions	U	3	8,000.00	24,000.00
20	F/P Grille Galvanisées de : 1.50 m x 0.60 m, y compris toutes sujétions.	U	3	12,000.00	36,000.00

21	F/P Echelle métallique en acier inoxydable de 4 m de hauteur, y compris fixation, anti rouille des parties soudées et toutes sujétions	U	1	30,000.00	30,000.00
22	F/P Trappe métallique Type ENCC avec accessoires de : 0,80 m x 0,80 m, y compris verouillage à cadenas et toutes sujétions	U	1	10,000.00	10,000.00
23	Fourniture et pose de conduite pour trop plein en PEHD DN110, PN6, y compris toutes sujétions	ML	15	1,200.00	18,000.00
24	Fourniture et scellement de manchons bridés en PEHD DN110 PN10 de 0,40 ml, y compris boulons, joints et toutes sujétions	ML	4	1,500.00	6,000.00
25	Fourniture et pose de coudes à brides à 90° PEHD DN110 PN10, y compris boulons, joints et toutes sujétions	U	6	1,000.00	6,000.00
26	Fourniture et pose de coudes à 135° à brides PEHD DN110 PN10, y compris boulons, joints et toutes sujétions	U	2	3,000.00	6,000.00
27	Fourniture et pose de vannes de sectionnement en fonte DN90 à brides pour branchement du trop plein sur la vidange et fermeture de la conduite de distribution y compris boulons, joints et toutes sujétions	U	1	13,000.00	13,000.00
28	Fourniture et pose d'un Té bridé en PEHD DN100/100/100, PN10 pour branchement du trop plein sur la vidange, y compris boulons, joints et toutes sujétions	U	1	5,000.00	5,000.00
29	Fourniture, mise en oeuvre et essais de pompes doseuses d'hypochlorites 10 l/h, PN 6, asservie au débitmètre, y compris accessoires, essais branchement électrique et toutes sujétions.	U	2	200,000.00	400,000.00
30	Fourniture d'une pompes doseuses d'hypochlorites 10 l/h, PN 6 , de secours.	U	1	150,000.00	150,000.00

31	Remblai autour de l'ouvrage en matériau noble expurgé des pierres et débris végétaux, y compris compactage et toute sujétions.	M <sup>3</sup>	350	800.00	280,000.00
<b>MONTANT TOTAL</b>				<b>38,987,500.00</b>	
<b>TVA 17 %</b>				<b>6,627,875.00</b>	
<b>MONTANT TTC</b>				<b>45,615,375.00</b>	
Soit arrêté le présent devis à la somme de : <b>Quarant Cinq Millions Six Cent Quinze Mille Trois Cent Soixante Quinze Dinars, 00 Cts, Toutes Taxes Comprises</b>					

Tableau 25: devis de réservoir

**BIBLIOGRAPHIES**

[1] Mr. Alouache DJAMEL

Etude du système d'alimentation en eau potable de la ville de Mouzaia (w. Blida).

Ecole nationale supérieure de l'hydraulique arbaoui abdallah. 2003

[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] Hydraulique urbaine (TOME II).

[4] Mr. Hachim

Etude du système d'alimentation en eau potable de la commune de Khraicia.

Ecole nationale supérieure de l'hydraulique arbaoui abdallah. 2005

[5] Mr. NOUREDDINE BEN MESSAOUD

Alimentation en eau potable de la ville de chebli (w. blida).

Ecole nationale supérieure de l'hydraulique abdellah arbaoui. 2005

[6] Optimisation de la gestion d'un réseau de distribution d'eau potable.

École Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg.

Du 2 janvier au 29 juin 2007

[7] Mr. OUHARCHAOU Boudjemaa

Etude d'une Adduction pour l'Alimentation de trois Communes.

Ecole nationale supérieure de l'hydraulique arbaoui abdallah. 2006

[8] Pape Mamadou DIOUF, Oumar DIOUF.

Conception et dimensionnement d'un réseau d'alimentation en eau potable et d'un système d'évacuation des eaux usées de la nouvelle ville DIAMNIADIO. Université cheikh anta diop de dakar école supérieure polytechnique.

Juillet 2005

[9] Ms. B. LOTFI

[10] J. BONIN : Aide mémoire d'Hydraulique urbaine.

Editions Eyrolles Paris 1982.

[11] Catalogue HYDROCHOC

[12] CYRIL GOMELA et HENRI GUERREE :

Guide de l'alimentation en eau dans Les agglomérations urbaines et rurales

Tome I, Paris 1985.