

AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE(JICA)

DIRECTION GÉNÉRALE  
DU GÉNIE RURAL  
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE  
RÉPUBLIQUE TUNISIENNE

**ÉTUDE DE CONCEPTION DÉTAILLÉE  
POUR  
LE PROJET D'APPROVISIONNEMENT EN EAU DES  
ZONES RURALES  
EN RÉPUBLIQUE TUNISIENNE**

**RAPPORT FINAL  
VOLUME III RAPPORT DE CONCEPTION DÉTAILLÉE**

**PARTIE 1 RAPPORT DE SOUS-PROJET**

**GOUVERNORAT GAFSA  
RAPPORT SUR KHANGUET ZAMMOUR**

**MARS 2001**

**NIPPON KOEI CO.,LTD.  
TAIYO CONSULTANTS CO.,LTD.**

<b>S S S</b>
<b>C R (5)</b>
<b>01 - 46</b>

## SOMMAIRE

Pages

1. INTRODUCTION.....	1
2. RESUME DU PROJET.....	2
2.1. Composantes principales du projet.....	2
2.1.1. Point d'eau.....	2
2.1.2. Réservoir.....	2
2.1.3. Canalisations.....	3
2.1.4. Equipement et travaux électriques.....	3
2.2. Besoin en personnel de gestion.....	4
2.3. Répartition des travaux.....	4
3. DONNEES DE BASE POUR L'ETABLISSEMENT DU PROJET.....	8
3.1. Situation géographique.....	8
3.2. La ressource en eau du projet.....	8
3.2.1. Ressource en eau.....	8
3.2.2. Qualité de l'eau du forage affecté à l'eau potable.....	8
3.3. Démographie et besoins en eau.....	10
3.3.1. Démographie.....	10
3.3.2. Cheptel.....	11
3.3.3. Besoins en eau domestiques (m <sup>3</sup> /jour).....	11
3.3.4. Besoins en eau du cheptel (m <sup>3</sup> /jour).....	11
3.3.5. Besoins en eau totaux (domestique et cheptel).....	12
3.3.6. Bilan Ressources / Besoins.....	15
4. CONCEPTION TECHNIQUE DES ELEMENTS AEP.....	16
4.1. Généralités.....	16
4.2. Equipement du forage.....	16
4.2.1. Pompe immergée.....	16
4.2.2. Local de pompage.....	17
4.3. Le refoulement.....	17
4.3.1. Débit d'équipement de la station de pompage.....	17
4.3.2. Conduite de refoulement.....	18
4.3.3. Calcul de la hauteur manométrique totale « HMT ».....	18
4.3.4. Protection contre le coup de bélier.....	19
4.4. Dimensionnement du réseau de distribution.....	20
4.4.1. Paramètres de dimensionnement.....	20
4.4.2. Optimisation du réseau de distribution.....	21
4.4.3. Conduites de distribution.....	22
4.5. Points de distribution.....	24
4.6. Réservoir de stockage.....	25
4.7. Equipements et installations électriques.....	26
4.7.1. Calcul de la puissance du GEP.....	26
4.7.2. Alimentation électrique.....	27
4.7.3. Transformateur.....	28
5. MEMOIRE DESCRIPTIF.....	29
5.1. Généralité.....	29
5.2. Point d'eau.....	30
5.2.1. Local du GIC, de commande et de chloration.....	30
5.2.2. Equipement hydraulique.....	30

5.2.3. Equipement électromécanique et de commande du point d'eau.....	30
5.2.4. Désinfection .....	32
5.2.5. Alimentation électrique .....	33
5.2.6. Armoire de commande et fonctionnement .....	33
5.3. Stockage de l'eau (réservoir) .....	33
5.4. Conduite de refoulement et réseau de distribution.....	34
5.4.1. Tracé et pose des conduites .....	34
5.4.2. Nature des conduites et raccords.....	35
5.4.3. Robinetterie et accessoires.....	35
5.4.4. Ouvrages de distribution.....	37
5.5. Station de pompage .....	37
5.6. Réservoir de stockage.....	38
5.7. Récapitulation .....	38
5.8. Mode d'exploitation .....	39
5.9. Gestion GIC .....	41
ANNEXE 1 : CALCULS ET ANALYSE.....	43
1.1 : Calculs hydrauliques .....	44
1.2 : Courbes caractéristiques des pompes .....	52
1.3 : Analyse de la fluctuation du niveau d'eau de réservoir .....	55
1.4 : Analyse détaillée de la qualité d'eau .....	62
1.5 : Régime transitoire .....	69
ANNEXE 2 : METRE.....	76
2.1. Fourniture et transport de tuyaux, pièces spéciales et raccords.....	77
2.2. Terrassements.....	78
2.3. Pose et essai de conduites .....	79
2.4. Exécution des ouvrages courants, pose et essai des pièces spéciales et de robinetteries .....	79
2.5. Construction d'ouvrages de distribution et travaux divers .....	79
2.6. Construction réservoir de 60 m <sup>3</sup> et fourniture, pose et essai des pièces spéciales et de robinetteries .....	80
2.7. Aménagement station de pompage existante et construction et équipement d'un local GIC ..	82
2.8. Equipement hydromécanique de la station de pompage et de la chambre de chloration.....	84

## 1. INTRODUCTION

En réponse de la requête du Gouvernement de la République Tunisienne, le Gouvernement du Japon s'est décidé à effectuer l'étude de conception détaillée pour le projet d'alimentation en eau potable rurale en République Tunisienne conformément aux lois et règlements japonais en vigueur. C'est ainsi que la JICA (The Japanese International of Coopération Agency : agence officielle chargée de la réalisation de toute coopération technique initiée par le gouvernement du Japon) procède à la mise en œuvre de la dite étude en étroite coopération avec les autorités concernées du Gouvernement Tunisien (Ministère de l'Agriculture) représentées par :

- la Direction Générale du Génie Rural (DG/GR),
- le Commissariat Régional au Développement Agricole de Gafsa.

Cette étude entre dans le cadre de la Coopération Japonaise et financée par la JICA.

Le Bureau d'Ingénieurs Conseils en Hydraulique et Environnement « **BICHE** », a été chargé par l'équipe d'étude JICA «The JICA Study Team» d'élaborer les études de faisabilité et techniques nécessaires pour l'alimentation en eau potable de la zone rurale de Khanguet Zammour qui appartient administrativement à l'imadat de Jbilet El Wost, de la délégation de Belkhir du gouvernorat de Gafsa.

Ces études se déroulent en deux phases :

- Etude de faisabilité
- Etude détaillée et dossiers d'appel d'offres.

Le présent dossier constitue l'étude détaillée d'alimentation en eau potable de la zone sus mentionnée.

## 2. RESUME DU PROJET

### 2.1. Composantes principales du projet

Le projet d'alimentation en eau potable rurale de la zone de Khanguet Zammour concerne au total environ 260 familles et 1636 habitants. Il s'agit des localités suivantes : Rkhayssia, Khanguet Zammour, Ouled Ahmed, Baten Zammour, Baten Zammour village, Ouled Ali, Nouakii, Ouled Chibani, El Hbayba, Sidi Abdelaziz et Ouled Tlil.

#### 2.1.1. Point d'eau

L'alimentation en eau du projet sera effectuée à partir du forage de Haouel El Oued 3.

Ce forage sert actuellement à l'alimentation en eau potable de la zone dite Haouel El Oued et géré par le GIC de Haouel El Oued 3.

L'actuel équipement au niveau du forage sera délaissé et remplacé par un équipement adéquat ; la station de pompage au forage sera équipée par un nouveau GEP immergé de débit 3.00 l/s et HMT = 177 m pour le refoulement des eaux vers un nouveau réservoir semi enterré de stockage, de mise en charge et de régulation de capacité 60 m<sup>3</sup>.

La station de pompage au forage est formée d'un abri à aménager en deux chambres : une première chambre réservée à l'installation du tableau de commande, des pièces de rechange et pour le gardien pompiste et la deuxième chambre pour la chloration. Une troisième chambre sera construite à côté du local de commande pour servir comme local du GIC de Haouel El Oued III qui aura à gérer toute l'infrastructure projetée.

#### 2.1.2. Réservoir

##### a) Génie civil

Il s'agit d'un réservoir semi enterré de volume 60 m<sup>3</sup>, calé à la côte TN = 237.82 m et composé de :

- une chambre de vannes contenant les accessoires hydrauliques,
- la cuve de capacité 60 m<sup>3</sup>, de forme rectangulaire et de dimensions intérieures : L= 6.50m, l = 6.70 m et h = 3.45 m.

##### b) Accessoires hydrauliques

Ils sont constitués essentiellement des éléments suivants :

##### Arrivée

- 1 robinet vanne : DN 100
- 1 compteur à brides : DN 60
- 1 robinet flotteur type professionnel : DN 100
- les différentes pièces de démontage et de raccordement. : Ens

##### Départ

- 1 crépine : DN 200
- 1 robinet vanne avec volant : DN 200
- 1 by-pass avec clapet et robinet vanne reliant la conduite d'arrivée et la distribution : DN 60
- les différentes pièces de démontage et de raccordement. : Ens

### 2.1.3. Canalisations

#### a) Canalisations

Le projet est constitué de la fourniture et le transport de 17598 ml de tuyaux en polyéthylène haute densité PN 10 et PN 16 répartis comme suit :

Désignation des fournitures	Refoulement	Distribution du réservoir de 60 m <sup>3</sup>	Distribution du château de 50 m <sup>3</sup>	Total
DE 63 en PEhd, PN 10		3300.00	100.00	<b>3400.00</b>
DE 75 en PEhd, PN 10		1400.00	100.00	<b>1500.00</b>
DE 90 en PEhd, PN 10		3500.00		<b>3500.00</b>
DE 110 en PEhd, PN 10	3200.00	1500.00		<b>4700.00</b>
DE 110 en PEhd, PN 16	3300.00			<b>3300.00</b>
DE 125 en PEhd, PN 10		850.00		<b>850.00</b>
DE 200 en PEhd, PN 10		348.00		<b>348.00</b>
<b>Total</b>	<b>6500.00</b>	<b>10898.00</b>	<b>200.00</b>	<b>17598.00</b>

#### b)Ouvrages

Bornes fontaines	7
Potences	4
Branchements collectifs (2 écoles + 2 mosquées + 1 centre santé de base)	5
Points hauts	9
Points bas	3
Ouvrage de sectionnement double vanne	2
Ouvrage de sectionnement simple	7

### 2.1.4. Equipement et travaux électriques

#### a) Equipement

Désignation	Station au forage
Type de GEP	immergé
Q (l/s)	3.00
HMT (m)	177.00
P (kW)	10.09
Régulation	par manostat

#### b) Génie civil

Un abri station en très bon état est construit au dessus de la tête du forage. Il a les dimensions suivantes : longueur = 5 m, largeur = 3 m.

Avant l'électrification de la station de pompage, cette chambre abritait un groupe électrogène.

Cet abri sera aménagé par son partage en deux chambres :

- une première chambre de commande,
- une deuxième chambre de chloration.

L'opération d'aménagement de la chambre existante consiste à construire un mur de séparation qui fait cloison entre les deux chambres en plus de la prévision d'une porte d'entrée indépendante pour la nouvelle station de javellisation.

Un local sera construit à côté de cette chambre pour le GIC.

#### c) Accessoires hydrauliques

Ils sont constitués essentiellement des éléments suivants :

- GEP : 1
- Robinet vanne avec volant : DN 100
- Compteur à brides DN : DN 60
- Manomètre à 2 seuils réglables (manostat) avec robinet vanne à 3 voies : 1
- les différentes pièces de démontage et de raccordement. : Ens

#### d) Electrification

- MT triphasé : branchement STEG moyenne triphasé 35 A avec transformateur de 40 kVA en amont.

La station de pompage au forage est actuellement équipée par 3 unités de transformateur de 3x25=75 kvA installés sur 2 pylônes.

### 2.2. Besoin en personnel de gestion

Le GIC de Haouel El Oued 3 sera renouvelé et étendu à toute la zone de Khanguet Zammour. Il aura à gérer toute l'infrastructure hydraulique d'eau potable projetée au niveau de la zone de Khanguet Zammour : station de pompage, conduites de refoulement, d'adduction et de distribution, le réservoir 50 m<sup>3</sup>, les points de distribution d'eau (bornes fontaines, ouvrages courants, etc...). L'actuel gardien du système d'eau sera maintenu pour les besoins de la gestion du système d'AEP.

### 2.3. Répartition des travaux

Les travaux pour l'ensemble du projet peuvent être répartis en 2 lots comme suit :

#### **Lot 1 : Fourniture et pose de canalisation et accessoires et travaux de génie civil**

\* Fourniture et transport de 17598 ml de tuyaux en polyéthylène haute densité PN 10 et PN 16 répartis comme suit :

Désignation des fournitures	Refoulement	Distribution du réservoir de 60 m <sup>3</sup>	Distribution du château de 50 m <sup>3</sup>	Total
DE 63 en PEhd, PN 10		3300.00	100.00	<b>3400.00</b>
DE 75 en PEhd, PN 10		1400.00	100.00	<b>1500.00</b>
DE 90 en PEhd, PN 10		3500.00		<b>3500.00</b>
DE 110 en PEhd, PN 10	3200.00	1500.00		<b>4700.00</b>
DE 110 en PEhd, PN 16	3300.00			<b>3300.00</b>
DE 125 en PEhd, PN 10		850.00		<b>850.00</b>
DE 200 en PEhd, PN 10		348.00		<b>348.00</b>
<b>Total</b>	<b>6500.00</b>	<b>10898.00</b>	<b>200.00</b>	<b>17598.00</b>

\* Pose de 16600 ml de tuyaux en polyéthylène haute densité PN 10 et PN 16 répartis comme suit :

Désignation des fournitures	Refoulement	Distribution du réservoir de 60 m <sup>3</sup>	Distribution du château de 50 m <sup>3</sup>	Total
DE 63 en PEhd, PN 10		3163.88	40.00	<b>3203.88</b>
DE 75 en PEhd, PN 10		1318.66	130.70	<b>1449.36</b>
DE 90 en PEhd, PN 10		3273.94		<b>3273.94</b>
DE 110 en PEhd, PN 10	3008.22	1419.18		<b>4427.40</b>
DE 110 en PEhd, PN 16	3127.11			<b>3127.11</b>
DE 125 en PEhd, PN 10		804.78		<b>804.78</b>
DE 200 en PEhd, PN 10		328.29		<b>328.29</b>
<b>Total</b>	<b>6135.33</b>	<b>10308.73</b>	<b>170.70</b>	<b>16614.76</b>

\* Construction et équipement de : un réservoir de 60 m<sup>3</sup>, un local pour le GIC et les regards et ouvrages de distribution (7 bornes fontaines, 4 potences, 5 branchements collectifs, 9 sectionnements, 9 ventouses et 3 vidanges).

## **Lot 2 : Equipement électromécanique et électrique**

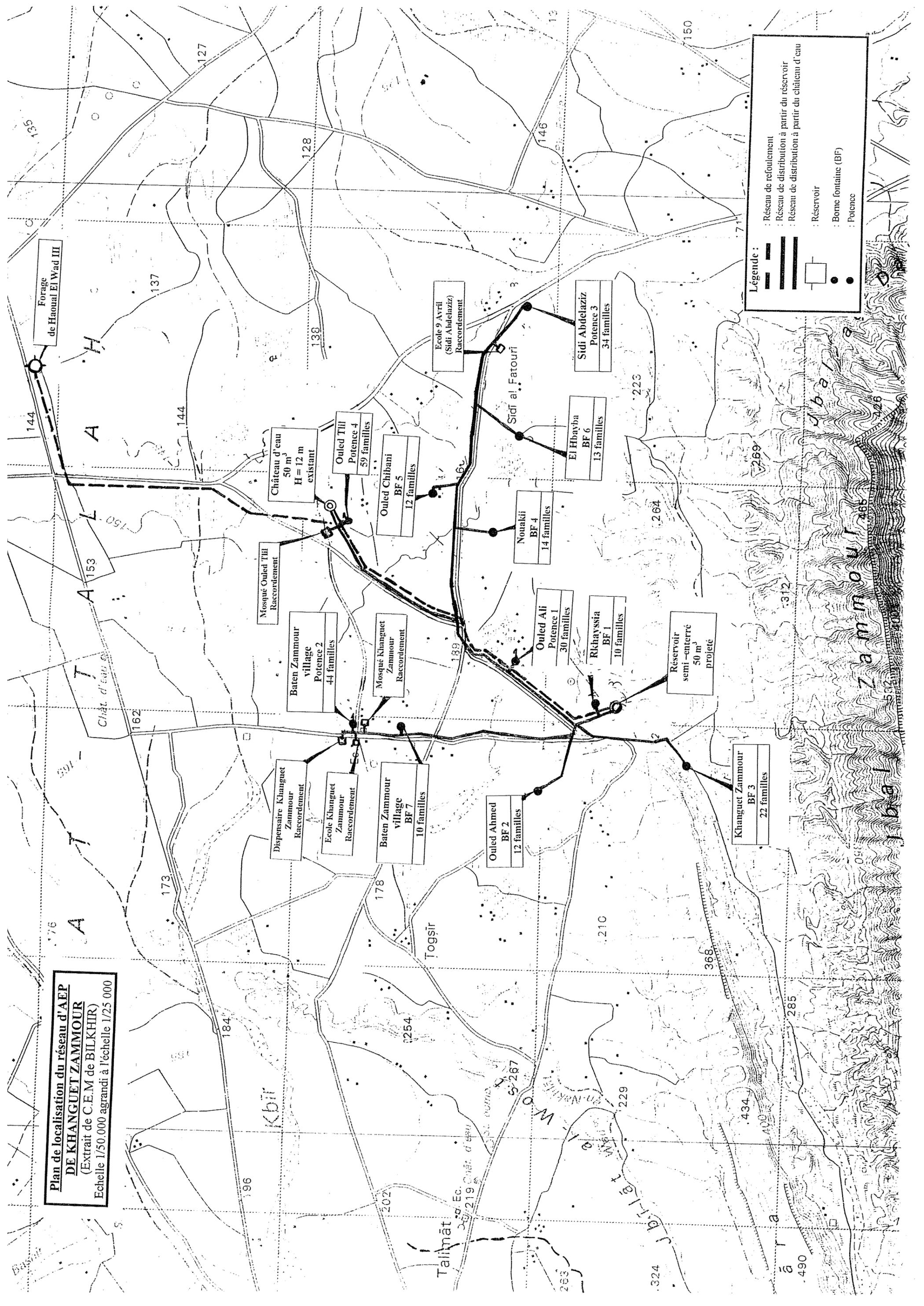
\* Equipement de la station de pompage :

- Acquisition et montage du groupe électropompe type immergé  
Q = 3.00 l/s, HMT = 177.00 m.
- Ligne hydraulique et réseau d'eau de service
- Poste de chloration électrique

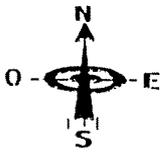
**Plan de localisation du réseau d'AEP  
DE KHANGUET ZAMMOUR**  
(Extrait de C.E.M de BILKHIR)  
Echelle 1/50.000 agrandi à l'échelle 1/25 000

**Légende :**

-  : Réseau de renforcement
-  : Réseau de distribution à partir du réservoir
-  : Réseau de distribution à partir du château d'eau
-  : Réservoir
-  : Borne fontaine (BF)
-  : Potence

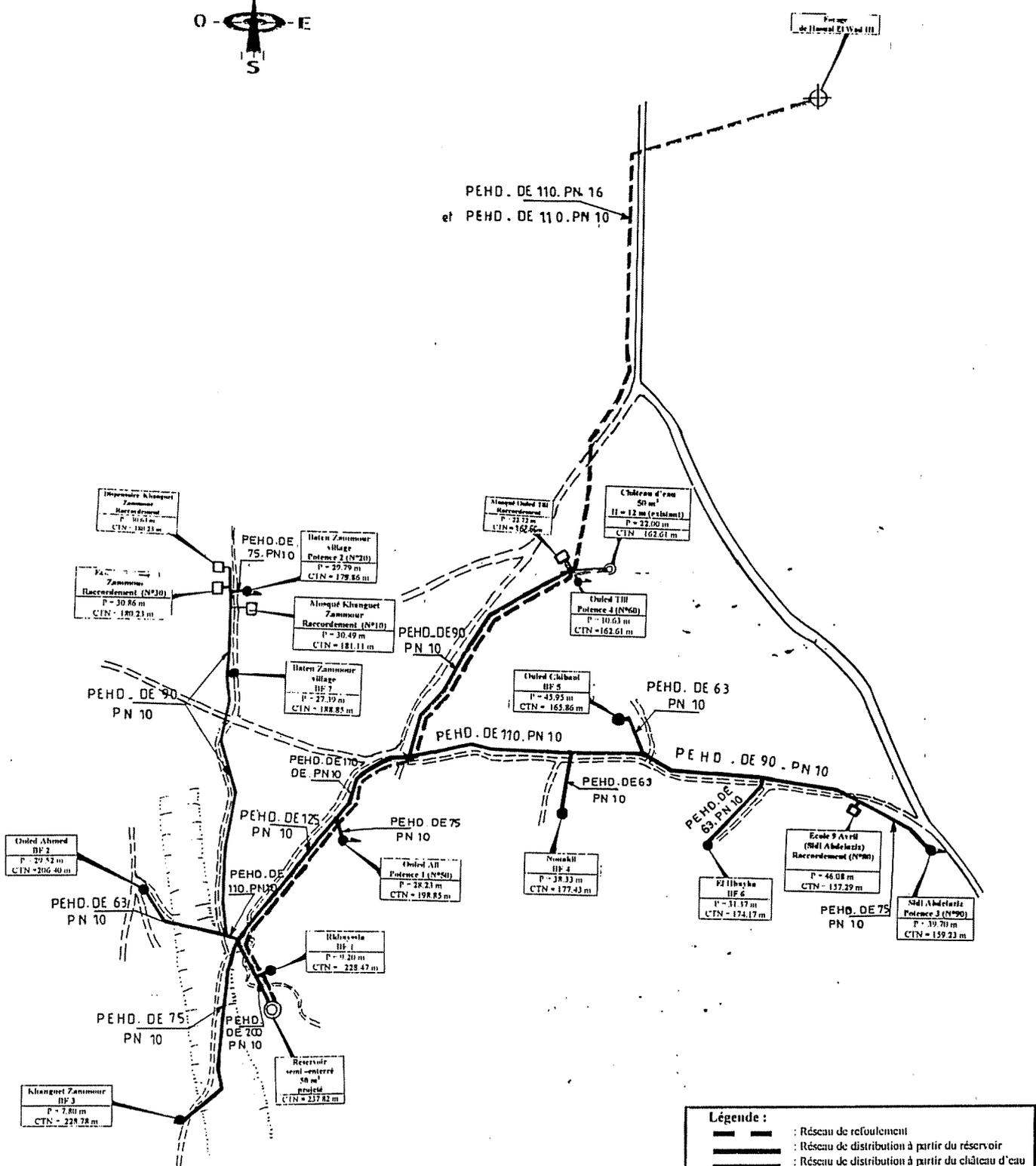


**Résultats de dimensionnement des réseaux de distribution  
et de refolement du projet d'AEP DE KHANGUET ZAMMOUR**  
Echelle 1/20.000



Pointe  
de Hammel El Ward III

PEHD. DE 110. PN 16  
et PEHD. DE 110. PN 10



**Légende :**

- : Réseau de refolement
- : Réseau de distribution à partir du réservoir
- : Réseau de distribution à partir du château d'eau
- : Réservoir
- : Borne fontaine (BF)
- : Potence

### 3. DONNEES DE BASE POUR L'ETABLISSEMENT DU PROJET

#### 3.1. Situation géographique

La zone du projet de Khanguet Zammour appartient administrativement à l'imadat de Jbilet El West de la délégation de Belkhir du gouvernorat de Gafsa.

La zone du projet est située à environ 12 km de la ville de Belkhir (chef lieu de délégation) au Nord Est de la route n°15 reliant Gafsa à Gabès en passant par Belkhir et Menzel Lahbib. Elle s'étend sur 4 km de l'Est vers l'Ouest et sur 3 km du Nord au Sud.

L'accès à la zone du projet se fait à partir de la même route n° 15 à partir de la ville de Belkhir.

#### 3.2. La ressource en eau du projet

##### 3.2.1. Ressource en eau

Au cours de la réunion tenue le 13/06/2000 au siège du CRDA de Gafsa, il a été convenu que le projet de Khanguet Zammour sera alimenté en eau à partir du forage de Haouel El Oued 3, exécuté en 1986. Ce forage sert actuellement à l'alimentation en eau potable de la zone dite Haouel El Oued et géré par le GIC de Haouel El Oued 3.

L'infrastructure existante est composée des éléments suivants :

- un forage profond,
- une station de pompage au forage (GEP immergé) alimenté en courant électrique à partir du réseau de la STEG,
- une conduite de refoulement de longueur 3300 ml en amiante ciment DN 100, reliant la station de pompage au réservoir sur tour (volume 50 m<sup>3</sup>),
- un réseau de distribution de longueur 240 ml alimentant une potence, une borne fontaine et un abreuvoir.

D'après la DRE de Gafsa le forage a les caractéristiques suivantes :

N°IRH	19393/5
Côte TN (m)	142.44
Profondeur de reconnaissance en 8"1/2	320.00 m
Diamètre du tubage en 9"5/8	+0.50 à - 53.77 m
Crépine 0.55 mm 8"5/8	- 53.77 m à - 112.77 m
Tube de décantation 8"5/8	- 112.77 à - 124.77 m
Niveau statistique à la réception (m)	- 43.00
<b>Caractéristiques d'exploitation</b>	
Débit de réception (l/s)	3.30
Rabattement correspondant (m)	4.00
Immersion de la pompe (m)	53.00

Le forage sera exploité à un débit de 3.00 l/s (besoins en eau du projet en pointe pour une durée journalière de pompage de 16 heures. La pompe sera alors immergée à la côte - 53.00 m par rapport au TN.

##### 3.2.2. Qualité de l'eau du forage affecté à l'eau potable

Les essais effectués in situ le 2 juin 2000 à 13 heures (à partir de la potence existante) ont donné les résultats suivants :

Désignation	Valeur
Conductivité électrique (mS/cm)	2.57
PH	7.74
Température de l'eau (°C)	37.3

Les analyses physico-chimiques et bactériologiques effectuées du 7 au 19 juin 2000 ont donné les résultats suivants :

### Résultats des analyses physico-chimiques

Eléments	Unité	valeur	Concentration limite admissible (INNORPI 1991)
Couleur		Transparent	
Odeur		Non	
Dureté totale DH°	(mg CaCO <sub>3</sub> /l)	492	1000
Turbidité (N.T.U)	(N.T.U)	8	25 unités
pH à 20°C		7.7	6.5 à 8.5
<b>Total Dissolved Solid TDS</b>	<b>(mg/l) à 25 °C</b>	<b>1221</b>	<b>2000 à 2500</b>
<b>Anions</b>			
Sodium Na <sup>+</sup>	(mg/l)	288	
Calcium Ca <sup>2+</sup>	(mg/l)	201	300
Magnésium Mg <sup>2+</sup>	(mg/l)	117	150
Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	(µg/l)	101	
Potassium K <sup>+</sup>	(mg/l)	6	
<b>Cations</b>			
Chloride Cl <sup>-</sup>	(mg/l)	208	600
Nitrate NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	(mg/l)	36	
Nitrite NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	(mg/l)	ND	
Sulfate SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	(mg/l)	891	600
At (mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> / l)		165	
At (mg CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> / l)		ND	
<b>Métaux rares</b>			
Arsenic As	(mg/l)	ND	0.05
Cyanide CN	(mg/l)	ND	
<b>Métaux lourds</b>			
Chrome VI hexavalent (Cr)	(mg/l)	ND	
Cadmium Cd	(mg/l)	ND	0.005
Plomb Pb	(mg/l)	ND	0.05
Manganèse Mn	(mg/l)	ND	0.50
fer Fe	(mg/l)	0.80	0.5 à 1.0
Cuivre Cu	(mg/l)	ND	1.00
Zinc Zn	(mg/l)	0.256	5.0
<b>Autres éléments</b>			
Sulfide H <sub>2</sub> S	(mg/l)	ND	
Fluorures (F) (mg/l)	(mg/l)	2.0	1.50
Mercure Hg	(mg/l)	ND	0.001

D'après cette analyse, l'eau titre 1.22 g/l de sels totaux.

### b) Résultats des analyses bactériologiques

Coliformes totaux / 100 ml	23
Coliformes fécaux – Esherichia - coli / 100 ml	< 3
Streptocoques fécaux	90

### 3.3. Démographie et besoins en eau

#### 3.3.1. Démographie

L'enquête socio-économique menée au mois de mai 2000 par l'équipe d'étude du BICHE, indique que la population des localités sous mentionnées et concernées par le projet d'AEP de Khanguet Zammour s'élève à 1636 habitants et 260 familles, répartie en 11 localités et ce comme suit :

Localités	Nombre de familles	Effectif population
Rkhayssia	10	63
Khanguet Zammour	22	161
Ouled Ahmed	12	68
Baten Zammour village	44	293
Baten Zammour 2	10	63
Ouled Ali	30	183
Nouakii	14	89
Ouled Chibani	12	83
El Hbayba	13	97
Sidi Abdelaziz	34	217
Ouled Tlil	59	319
<b>Total</b>	<b>260</b>	<b>1636</b>

Le taux d'accroissement annuel de la population enregistré ces dernières années dans le gouvernorat de Gafsa est de 0.5 %.

La projection de la population depuis l'année de mise en eau (2002) à l'année horizon du projet se présente comme suit :

Localités	Année 2000	Nombre d'habitants (horizon année)			
		2002	2007	2012	2017
Rkhayssia	63	64	65	67	69
Khanguet Zammour	161	163	167	171	175
Ouled Ahmed	68	69	70	72	74
Baten Zammour village	293	296	303	311	319
Baten Zammour 2	63	64	65	67	69
Ouled Ali	183	185	190	194	199
Nouakii	89	90	92	94	97
Ouled Chibani	83	84	86	88	90
El Hbayba	97	98	100	103	106
Sidi Abdelaziz	217	219	225	230	236
Ouled Tlil	319	322	330	339	347
<b>Total</b>	<b>1636</b>	<b>1652</b>	<b>1694</b>	<b>1737</b>	<b>1781</b>

### 3.3.2. Cheptel

La répartition du cheptel par localité se présente comme suit :

Localités	Ovins et caprins	Bovins et équidés
Rkhayssia	103	8
Khanguet Zammour	310	21
Ouled Ahmed	78	9
Baten Zammour village	347	46
Baten Zammour 2	159	10
Ouled Ali	159	10
Nouakii	118	48
Ouled Chibani	165	12
El Hbayba	82	17
Sidi Abdelaziz	100	9
Ouled Tlil	386	36
<b>Total</b>	<b>2007</b>	<b>226</b>

Il est supposé que ces valeurs ne subissent pas d'évolution dans le futur

### 3.3.3. Besoins en eau domestiques (m<sup>3</sup>/jour)

La population de la zone du projet est caractérisée par son groupement par localité. Pour ce faire, on adopte la consommation de la population groupée pour le calcul des besoins en eau domestiques soit 25 l/j/hab en 2002.

Un accroissement annuel de 2.5 % sera appliqué pour tenir compte de l'évolution escomptée du niveau de vie. La consommation individuelle (en l/j/hab) entre les années 2002 et 2017 se présente alors comme suit :

Consommations spécifiques	Population groupée (l/j/hab)
2002	25
2007	28
2012	32
2017	36

Les besoins en eau domestiques se présentent comme suit :

Localités	2002	2007	2012	2017
Rkhayssia	1.59	1.85	2.14	2.48
Khanguet Zammour	4.07	4.72	5.47	6.35
Ouled Ahmed	1.72	1.99	2.31	2.68
Baten Zammour village	7.40	8.58	9.95	11.55
Baten Zammour 2	1.59	1.85	2.14	2.48
Ouled Ali	4.62	5.36	6.22	7.21
Nouakii	2.25	2.61	3.02	3.51
Ouled Chibani	2.10	2.43	2.82	3.27
El Hbayba	2.45	2.84	3.30	3.82
Sidi Abdelaziz	5.48	6.36	7.37	8.55
Ouled Tlil	8.05	9.34	10.84	12.57
<b>Total</b>	<b>41.31</b>	<b>47.92</b>	<b>55.58</b>	<b>64.48</b>

### 3.3.4. Besoins en eau du cheptel (m<sup>3</sup>/jour)

Les consommations spécifiques qui seront adoptées sont :

Ovins et caprins = 5 l/j/tête

Bovins, équidés et camélidés = 30 l/j/ tête

Ces consommations spécifiques ne subiront pas d'évolution dans le futur.

Les besoins globaux de l'ensemble du cheptel sont estimés à 16.82 m<sup>3</sup>/jour. Ce chiffre est retenu étant donné l'absence de source alternative pour l'abreuvement du bétail.

Localités	Consommation (m <sup>3</sup> /jour)		
	Calculée	40 % (*)	adoptée
Rkhayssia	0.76	0.99	0.76
Khanguet Zammour	2.18	2.54	2.18
Ouled Ahmed	0.66	1.07	0.66
Baten Zammour village	3.12	4.62	3.12
Baten Zammour 2	1.10	0.99	1.10
Ouled Ali	1.10	2.88	1.10
Nouakii	2.03	1.40	2.03
Ouled Chibani	1.19	1.31	1.19
El Hbayba	0.92	1.53	0.92
Sidi Abdelaziz	0.77	3.42	0.77
Ouled Tlil	3.01	5.03	3.01
<b>Total</b>	<b>16.82</b>	<b>25.79</b>	<b>16.82</b>

(\*) : 40% de la consommation domestique de l'année horizon.

### 3.3.5. Besoins en eau totaux (domestique et cheptel)

Les besoins en eau domestiques et du cheptel se présentent comme suit :

#### a) Consommation moyenne journalière totale sans pertes (m<sup>3</sup>/jour)

Localités	2002	2007	2012	2017
Rkhayssia	2.35	2.60	2.90	3.24
Khanguet Zammour	6.25	6.90	7.65	8.53
Ouled Ahmed	2.38	2.65	2.97	3.34
Baten Zammour village	10.51	11.70	13.07	14.66
Baten Zammour 2	2.69	2.94	3.24	3.58
Ouled Ali	4.62	5.36	6.22	7.21
Nouakii	4.28	4.64	5.05	5.54
Ouled Chibani	3.28	3.62	4.01	4.46
El Hbayba	3.37	3.76	4.22	4.74
Sidi Abdelaziz	6.25	7.13	8.14	9.32
Ouled Tlil	11.06	12.35	13.85	15.58
<b>Total</b>	<b>57.03</b>	<b>63.64</b>	<b>71.30</b>	<b>80.20</b>

#### b) Consommation moyenne journalière totale avec pertes (Vjm)

Les pertes sont estimées à 15 % du volume consommé.

La consommation moyenne journalière totale avec pertes (Vjm) (m<sup>3</sup>/jour) est présentée dans le tableau suivant :

Localités	2002	2007	2012	2017
Rkhayssia	2.70	2.99	3.33	3.72
Khanguet Zammour	7.18	7.93	8.80	9.80
Ouled Ahmed	2.73	3.05	3.42	3.84
Baten Zammour village	12.09	13.45	15.03	16.86
Baten Zammour 2	3.09	3.38	3.72	4.11
Ouled Ali	5.31	6.16	7.15	8.29
Nouakii	4.92	5.33	5.81	6.37
Ouled Chibani	3.77	4.16	4.61	5.12
El Hbayba	3.87	4.33	4.85	5.45
Sidi Abdelaziz	7.19	8.19	9.36	10.72
Ouled Tlil	12.72	14.21	15.93	17.92
<b>Total</b>	<b>65.58</b>	<b>73.18</b>	<b>82.00</b>	<b>92.23</b>

### c) Consommation totale annuelle avec pertes

La consommation totale annuelle avec pertes (m<sup>3</sup>/an) est présentée dans le tableau suivant :

Localités	2002	2007	2012	2017
Rkhayssia	985	1091	1215	1359
Khanguet Zammour	2621	2894	3211	3578
Ouled Ahmed	998	1113	1247	1402
Baten Zammour village	4413	4910	5486	6155
Baten Zammour 2	1127	1234	1358	1502
Ouled Ali	1940	2250	2610	3027
Nouakii	1795	1946	2121	2324
Ouled Chibani	1377	1518	1681	1870
El Hbayba	1414	1579	1770	1991
Sidi Abdelaziz	2623	2991	3418	3913
Ouled Tlil	4645	5185	5813	6541
<b>Total</b>	<b>23938</b>	<b>26712</b>	<b>29930</b>	<b>33663</b>

Il ressort du tableau précédent que la consommation moyenne annuelle avec pertes au niveau de la zone du projet de Khanguet Zammour (domestique + cheptel) évolue de 23938 m<sup>3</sup>/an en 2002 à 33663 m<sup>3</sup>/an en 2017. La consommation par famille se présente comme suit :

Désignation	2002	2007	2012	2017
Consommation annuelle (m <sup>3</sup> )	23938	26712	29930	33663
Nombre de familles	263	269	276	283
Mètre cube / famille / an	79	86	94	103
Litres / famille / jour	217	237	258	283

### d) Consommation de pointe journalière

Le coefficient de pointe journalier sera égal à 1,50. Ceci correspond à une pointe de consommation journalière de + 50 % de la consommation journalière avec pertes.

- V<sub>j</sub> : Volume consommé journalier sans pertes
- V<sub>jm</sub> : Volume consommé moyen avec pertes
- V<sub>jp</sub> : Volume consommé de pointe journalière
- V<sub>jm</sub> : 1,15 V<sub>j</sub>
- V<sub>jp</sub> : 1,50 V<sub>jm</sub>
- V<sub>jp</sub> : 1,50 x 1,15 V<sub>j</sub> = 1,725 V<sub>j</sub>

La consommation de pointe journalière (m<sup>3</sup>) est présentée dans le tableau suivant :

Localités	2002	2007	2012	2017
Rkhayssia	4.05	4.49	4.99	5.59
Khanguet Zammour	10.77	11.90	13.20	14.71
Ouled Ahmed	4.10	4.57	5.12	5.76
Baten Zammour village	18.14	20.18	22.55	25.29
Baten Zammour 2	4.63	5.07	5.58	6.17
Ouled Ali	7.97	9.25	10.73	12.44
Nouakii	7.38	8.00	8.72	9.55
Ouled Chibani	5.66	6.24	6.91	7.69
El Hbayba	5.81	6.49	7.27	8.18
Sidi Abdelaziz	10.78	12.29	14.05	16.08
Ouled Tlil	19.09	21.31	23.89	26.88
<b>Total</b>	<b>98.38</b>	<b>109.78</b>	<b>123.00</b>	<b>138.34</b>

#### e) Consommation de pointe horaire

Le coefficient de pointe horaire sera égal à 1,8.

Qph : débit de pointe horaire

Qhm : débit moyen horaire pendant la journée de pointe

alors

Qhm :  $V_{jp} / 24$

Qph :  $1,8 \text{ Qhm} = 1,8 V_{jp} / 24$

Le débit de pointe horaire (l/s) est présenté dans le tableau suivant :

Localités	2002	2007	2012	2017
Rkhayssia	0.08	0.09	0.10	0.12
Khanguet Zammour	0.22	0.25	0.27	0.31
Ouled Ahmed	0.09	0.10	0.11	0.12
Baten Zammour village	0.38	0.42	0.47	0.53
Baten Zammour 2	0.10	0.11	0.12	0.13
Ouled Ali	0.17	0.19	0.22	0.26
Nouakii	0.15	0.17	0.18	0.20
Ouled Chibani	0.12	0.13	0.14	0.16
El Hbayba	0.12	0.14	0.15	0.17
Sidi Abdelaziz	0.22	0.26	0.29	0.34
Ouled Tlil	0.40	0.44	0.50	0.56
<b>Total</b>	<b>2.05</b>	<b>2.29</b>	<b>2.56</b>	<b>2.88</b>

### 3.3.6. Bilan Ressources / Besoins

La consommation moyenne annuelle avec pertes au niveau du projet d'AEP de Khanguet Zammour (domestique + cheptel) est estimée à environ 34000 m<sup>3</sup>/an en 2017. Les besoins moyens journaliers et de pointe journalière de l'année de l'horizon 2017 sont estimés respectivement à environ 92.23 et 138.34 m<sup>3</sup>/jour.

Pour 16 heures de pompage par jour, les besoins de pointe journalière de l'année de l'horizon 2017 sont satisfaits par un débit d'équipement du forage de 2.40 l/s ; le forage est actuellement exploité à un débit de 3.3 l/s. Pour les besoins d'alimentation du projet (avec la nouvelle extension), le forage de Haouel El Oued 3 sera équipé d'un débit de 3.0 l/s.

Les besoins de pointe journalière du projet avec extension en 2002 (année de démarrage du projet), et 2017 (année horizon du projet) peuvent être satisfaits pendant une durée de pompage de :

Désignation	2002	2017
Besoins de pointe journalière du projet (m <sup>3</sup> )	98.38	138.34
Durée journalière de pompage (heure)	9h 6 min	12h 49 min

Le forage satisfait donc largement les besoins en eau du nouveau projet d'alimentation en eau potable de Khanguet Zammour.

## 4. CONCEPTION TECHNIQUE DES ELEMENTS AEP

### 4.1. Généralités

Les éléments décrits dans le présent chapitre concernent l'ensemble de la conception des systèmes d'AEP du projet. Ils définissent les situations, le dimensionnement, les modes de fonctionnement, les matériaux de construction ainsi que les différents équipements prévus pour sa réalisation.

#### a) Définition du projet

L'alimentation en eau du projet d'AEP de Khanguet Zammour sera effectuée à partir du forage de Haouel El Oued 3, exploité actuellement à un débit de 3.3 l/s pour l'alimentation du château d'eau potable de Haouel El Oued 3 .

#### b) Conception du projet et schéma d'alimentation en eau

Au cours de la réunion tenue au siège de la DG/GR à Tunis en date du 30 / 09 /2000, il a été convenu d'adopter la variante d'aménagement suivante :

- alimentation de tout le projet à partir d'un nouveau réservoir situé au Sud de la zone (au niveau de la localité de Rkhayssia) et calé à une cote suffisante (237.82 m) pouvant alimenter gravitairement tous les points d'eau du projet,
- prévoir une nouvelle conduite de refoulement reliant la station de pompage au forage au réservoir projeté tout en remplacement la conduite de refoulement existante reliant le forage et le château d'eau de Haouel El Oued 3,
- concevoir une nouvelle station de pompage au forage avec le débit et HMT adéquats,
- raccordement du château existant de 50 m<sup>3</sup> à partir du nouveau réservoir projeté de 60 m<sup>3</sup> ; dans ces conditions la potence et la mosquée de Ouled Tlil seront alimentées à partir de cet ancien château d'eau.

### 4.2. Equipement du forage

L'équipement hydraulique du forage se compose d'une pompe immergée, d'une colonne montante, de la tête de forage, de la robinetterie et de la conduite de refoulement.

#### 4.2.1. Pompe immergée

Le forage est actuellement équipé par un GEP immergé de marque JET type 6P25 ayant les caractéristiques suivantes :

- puissance moteur = 18.5 kw
- diamètre pompe = 144 mm,
- nombre d'étages = 9
- type de courant : alternatif,
- Intensité : 40 ampères,
- fréquence : 50 HZ

Etant donné la disponibilité de l'électricité de la STEG triphasé, la pompe immergée sera dimensionnée pour couvrir les besoins en eau potable du jour de pointe de l'horizon du projet 2017. Avec un débit de refoulement de 3 l/s soit 10.8 m<sup>3</sup>/h, les durées théoriques de pompage quotidien en jour de pointe sont comme suit :

Année	Consommation de pointe journalière (m <sup>3</sup> )	Durée journalière de pompage (h)
2002	98.38	9 h 6 min
2007	109.78	10 h 10 min
2012	123.00	11 h 23 min
2017	138.34	12 h 49 min

Le niveau statique de la nappe est au 43 m. Le rabattement de la nappe est de 4 m pour un débit de 3.3 l/s.

En raison des fortes variations du niveau dynamique des nappes en fonction des modes d'exploitation et des caractéristiques de la nappe, la pompe sera immergée à 53 m comme prévu dans la fiche de réception du forage (soit une sécurité de 6 m).

La pompe sera en matière inoxydable, elle aura plusieurs étages et en tête un clapet de non retour.

Les caractéristiques les plus importantes de la pompe immergée et des tubes d'exhaure (colonne montante) sont présentés dans le tableau suivant :

Forage (IRH)	TN (m)	Niveau statique (m)	Niveau dynamique (m)	DN tubage (pouce)	Rabattement (m)	Qexp (l/s)	HMT (m)	Puissance moteur (kw)	Immersion Pompe (m)	Tube exhaure (m)
19393/5	142.44	43	47	9 5/8	4	3	177	10.1	53	50

### Equipement hydraulique

La colonne montante sera en éléments de 3 m, en acier galvanisé à bride gabarit de perçage GN10. Pour assurer une charge et une vitesse suffisante la colonne montante aura un diamètre DN 60. Le diamètre du tubage de 9 5/8 laisse aisément passer les brides du tubage de 6 pouces.

#### 4.2.2. Local de pompage

Un abri station en très bon état est construit au dessus de la tête du forage. Il a les dimensions suivantes : longueur = 5.10 m, largeur = 4.0 m.

Avant l'électrification de la station de pompage, cette chambre abritait un groupe électrogène.

Cet abri sera être aménagé par son partage en deux chambres :

- une première chambre de commande,
- une deuxième chambre de chloration.

L'opération d'aménagement de la chambre existante consiste à construire un mur de séparation qui fait cloison entre les deux chambres en plus de la prévision d'une porte d'entrée indépendante pour la nouvelle station de javellisation.

Le local de pompage existant doit abriter les appareils de contrôle et de comptage des équipements hydrauliques, l'armoire de commande du forage et un dispositif de chloration avec une aire de stockage d'eau de javel.

Un nouveau local sera construit pour le GIC qui aura à gérer le projet.

### 4.3. Le refoulement

#### 4.3.1. Débit d'équipement de la station de pompage

En année de croisière, les consommations de pointe journalière et annuelle se présentent comme suit :

- Consommation de pointe journalière (m<sup>3</sup>) : 138.34
- Consommation annuelle (m<sup>3</sup>) : 33663

Etant donné que la station de pompage au forage est électrifiée et équipée par un groupe électropompe immergé, le débit de refoulement est pris égal à 1,5 fois le débit fictif continu (pour 16 heures de pompage).

Le débit fictif aux mois de pointe (juillet et août) pour 16 heures de pompage par jour est calculé cf. tableau suivant :

Désignation	Valeur
Besoin de pointe journalière (m <sup>3</sup> )	138.34
Débit fictif continu pour 24 heures de pompage (l/s)	1.60
Débit fictif continu pour 16 heures de pompage (l/s)	2.40
Débit d'équipement retenu (l/s)	3.00

#### 4.3.2. Conduite de refoulement

Le choix du diamètre économique de la conduite de refoulement est déterminé par la formule de Bresse qui s'écrit  $D = 47,23 \times Q^{1/2}$

avec :

- Q en l/s
- D en mm

Les calculs donnent un diamètre de 81.80 mm et le diamètre le plus proche et qui est adopté pour la conduite de refoulement est le 110/93,8.

La conduite de refoulement a les caractéristiques suivantes :

Désignation	Valeur
Nature	PEhd
Diamètre (mm)	110
Longueur (m)	6135.3
Vitesse (m/s)	0.43/0.52
Classe de pression (bar)	10 et 16

#### 4.3.3. Calcul de la hauteur manométrique totale « HMT »

$$HMT = CA_R - CTN_{SP} + NS + R + \Delta H1 + \Delta H2$$

Avec :

- CA<sub>R</sub> (m) : Côte arrivée au réservoir = Côte TN réservoir + 15 m (hauteur) + 3 m
- CTN<sub>SP</sub> (m) : Côte TN station de pompage au forage
- NS (m) : Niveau statique
- R (m) : Rabattement
- ΔH1 (m) : Perte de charge dans la conduite de refoulement
- ΔH2 (m) : Perte de charge dans la station (fixée à 3 m)

La conduite de refoulement station au forage – réservoir 60 m<sup>3</sup> a une longueur totale de **6135.3 m**.

#### Calcul des pertes de charge

Désignation	Valeur
Nature	PEhd
Diamètre de la conduite (mm)	110
Classe de la conduite (bar)	PN 10
Débit de refoulement (l/s)	3.00
Vitesse dans la conduite (m/s)	0.43
Pertes de charges linéaires (m/km)	3.43
Longueur de la conduite (m)	6135
Perte de charge refoulement ΔH1 (m)	21.06

### Calcul de la HMT

Désignation	Unité	Valeur
Débit d'exploitation	l/s	3.00
Niveau statique	m	-43.00
Rabattement correspondant	m	4.00
Côte du forage	m	142.44
Côte TN réservoir	m	237.82
Côte arrivée au réservoir	m	241.27
Hauteur géométrique de refoulement	m	98.83
Pertes de charge refoulement	m	27.77
Autres pertes de charge	m	3.00
HMT	m	176.60
HMT retenue	m	<b>177.00</b>

D'après le régime transitoire, la conduite de refoulement sera formée de deux tronçons de classe de pression différentes :

- 3008 ml de la classe PN 10
- 3127 ml de la classe PN 16.

Dans ces conditions, les données se présentent comme suit :

Désignation	Unité	Valeur
Nature conduite		DE110 PN 10 et PN 16
Débit d'exploitation	l/s	3.00
Niveau statique	m	-43.00
Rabattement correspondant	m	4.00
Côte du forage	m	142.44
Côte TN réservoir	m	237.82
Côte arrivée au réservoir	m	241.27
Hauteur géométrique de refoulement	m	98.83
Pertes de charge refoulement	m	27.77
Autres pertes de charge	m	3.00
HMT	m	176.60
HMT retenue	m	<b>177.00</b>

#### 4.3.4. Protection contre le coup de bélier

Les enveloppes des surpressions et des dépressions résultant d'un arrêt ou d'un démarrage du groupe électropompe sont présentées en annexe 2.

A l'état statique, les calculs montrent qu'un premier tronçon à partir du forage de longueur 3127.11 m doit être de la classe PN 16.

Les tests de simulation montrent qu'aucune protection anti bélier n'est nécessaire si l'on prévoit ce premier tronçon de la conduite de refoulement (3127.11 ml) en PN16.

## 4.4. Dimensionnement du réseau de distribution

### 4.4.1. Paramètres de dimensionnement

#### a) Vitesse, rugosité, pression résiduelle

- Vitesse :  $0,4 \leq v \leq 1,2$  m/s
- Rugosité :  $k = 0,5$  mm
- Pression résiduelle minimale au point de distribution : 1 bar

#### b) Pertes de charge dans les conduites

Les pertes de charges linéaires sont calculées par la formule de Colebrook, avec  $k = 0.4$  (logiciel OPTIMI) et  $C = 120$  par la formule de Hazen Williams (logiciel LOOP). Les pertes de charges singulières sont incluses dans les pertes de charges linéaires.

#### c) Débits à distribuer

Pour le calcul hydraulique du réseau de distribution on adoptera les débits unitaires suivants :

- Borne fontaine : 0,5 l/s
- Potence : 2,0 l/s
- Branchement particulier pour école, centre de santé de base, mosquée. : 0,5 l/s

Les débits à distribuer se présentent comme suit :

Localités	Besoin de pointe (l/s) (2017)	Débit affecté (l/s)	N° point d'eau
<b>1. Population et cheptel</b>			
Rkhayssia	0.12	0.50	BF 1
Khanguet Zammour	0.31	0.50	BF3
Ouled Ahmed	0.12	0.50	BF2
Baten Zammour village	0.53	2.00	Potence 2
Baten Zammour 2	0.13	0.50	BF7
Ouled Ali	0.26	2.00	Potence 1
Nouakii	0.20	0.50	BF 4
Ouled Chibani	0.16	0.50	BF 5
El Hbayba	0.17	0.50	BF 6
Sidi Abdelaziz	0.34	2.00	Potence 3
Ouled Tlil	0.56	2.00	Potence 4
<b>Sous Total 1</b>	<b>2.88</b>	<b>11.50</b>	<b>7 BF + 4 Pot</b>
<b>2. Etablissements collectifs</b>			
Ecole primaire de Baten Zammour		0.50	Raccord
Ecole primaire 9 avril		0.50	Raccord
Mosquée de Baten Zammour		0.50	Raccord
Mosquée de Ouled Tlil		0.50	Raccord
Centre de santé de base de Zammour		0.50	Raccord
<b>Sous Total 2</b>		<b>2.50</b>	<b>5</b>
<b>Total</b>	<b>2.88</b>	<b>14.00</b>	<b>7 BF + 4 Pot + 5 Raccd</b>

#### 4.4.2. Optimisation du réseau de distribution

Des réseaux de conduites sous pression serviront à délivrer l'eau au niveau des points d'eau. Les conduites seront en polyéthylène haute densité (PEhd) de la classe 10 bars pour l'ensemble des diamètres extérieurs compris entre 63 et 200 mm.

L'optimisation de dimensionnement des réseaux de distribution a été faite au moyen du logiciel "OPTIMI" de LEBDI. F, basé sur la méthode discontinue de Labye pour l'optimisation des réseaux ramifiés. Les diamètres des conduites obtenus ont été ensuite recalculées au moyen du logiciel LOOP.

##### 4.4.2.1. Formules de dimensionnement

Le dimensionnement du réseau a été fait sur la base de formules suivantes :

###### a) Formule de Colebroock utilisée par le logiciel « OPTIMI »

Elle s'écrit sous la forme :

$$J = \lambda V^2 / 2 g D$$

avec :

- J : perte de charge par mètre de conduite
- V : vitesse de l'eau en mètre par seconde
- g : accélération de la pesanteur = 9.81 m/s<sup>2</sup>
- D : diamètre de la conduite en mètre
- $\lambda$  : coefficient tiré de l'expression suivante :

$$1/\lambda = -2 \log ( K/3.7 D) + 2.5/VD\lambda/\mu$$

avec :

- K : épaisseur de la paroi en mètre = 0,4 mm
- $\mu$  : viscosité cinématique de l'eau en m<sup>2</sup>/s (1.24 \* 10<sup>-6</sup> à 12°C)
- $\lambda$  : Coefficient de perte de charge

###### b) Formule de Williams et Hazen utilisée par le logiciel « LOOP »

Elle s'écrit :

$$J = 6.815 (V/C_{wh})^{1.852} D^{-1.167}$$

avec :

- J : perte de charge par mètre de conduite
- V : vitesse de l'eau en mètre par seconde
- C<sub>wh</sub>: Coefficient de Williams et Hazen =120
- D : diamètre de la conduite en mètre

Les données de base qui ont servi au dimensionnement des réseaux sont :

##### 4.4.2.2. Diamètres adoptés

Les conduites en polyéthylène haute densité (pour eau potable) adoptées sont de la classe PN 10. Elles ont les dimensions suivantes :

###### Conduites de la classe PN 10

Diamètre extérieur (mm)	63	75	90	110	125	160	200
Diamètre intérieur (mm)	53.6	64.0	76.8	93.8	106.6	136.4	170.6

#### 4.4.2.3. Charge en tête du réseau

La numérotation a été faite pour l'ensemble des nœuds comme suit :

##### a) Réseau alimenté à partir du nouveau réservoir de 60 m<sup>3</sup>

Points d'eau	N° du nœud
Réservoir 60 m <sup>3</sup>	9999
BF1	1
BF2	2
BF3	3
BF4	4
BF5	5
BF6	6
BF7	7
Potence 1	50
Potence 2	20
Potence 3	90
Ecole primaire de Baten Zammour	30
Ecole primaire 9 avril	80
Mosquée de Baten Zammour	10
Centre de santé de base de Zammour	40
Château d'eau de 50 m <sup>3</sup> existant	999R

##### b) Réseau alimenté à partir du Château d'eau de 50 m<sup>3</sup> existant

Points d'eau	N° du nœud
Château d'eau de 50 m <sup>3</sup> existant	9999
Potence 4	60
Mosquée de Ouled Tlil	70

Les numéros suivants ont été donnés aux nœuds d'intersection : 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 et 1100.

Sur le plan de matérialisation des réseaux, sont indiqués les nœuds, les diamètres et longueurs des tronçons et les pressions résiduelles aux points de distribution (y compris la charge de 10 m).

#### 4.4.3. Conduites de distribution

Les calculs d'optimisation des réseaux de distribution sont donnés en annexe 1.

##### 4.4.3.1. Récapitulatif des diamètres des réseaux de distribution

Désignation des fournitures	Distribution du réservoir de 60 m <sup>3</sup>	Distribution du château de 50 m <sup>3</sup>	Total
DE 63 en PEhd, PN 10	3163.88	40.00	<b>3203.880</b>
DE 75 en PEhd, PN 10	1318.66	130.70	<b>1449.360</b>
DE 90 en PEhd, PN 10	3273.94		<b>3273.940</b>
DE 110 en PEhd, PN 10	1419.18		<b>1419.180</b>
DE 110 en PEhd, PN 16			
DE 125 en PEhd, PN 10	804.78		<b>804.780</b>
DE 200 en PEhd, PN 10	328.29		<b>328.290</b>
<b>Total</b>	<b>10308.73</b>	<b>170.70</b>	<b>10479.430</b>

**Schéma d'optimisation du réseau de distribution  
du projet d'AEP DE KHANGUET ZAMMOUR**  
Echelle 1/20 000

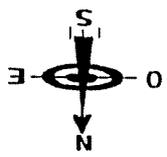
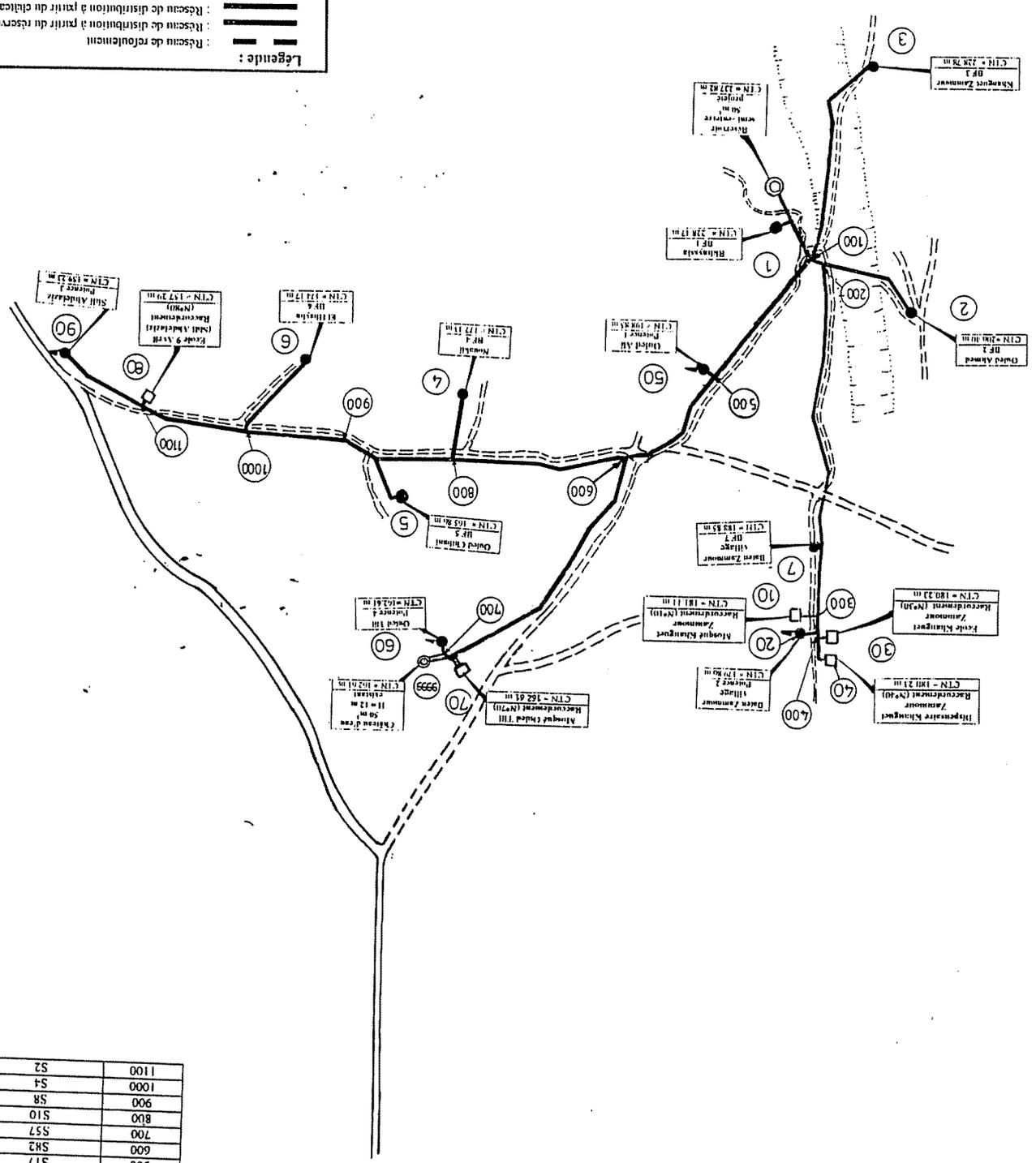
N° du nœud Points topographiques  
Détermination des nœuds sur les profils en long

100	S22
200	S39
300	S45
400	S46
500	S17
600	S83
700	S57
800	S10
900	S8
1000	S4
1100	S2

**Légende :**

- : Réseau de refoulement
- : Réseau de distribution à partir du réservoir
- : Réseau de distribution à partir du château d'eau
- : Réservoir
- : Borne fontaine (BF)
- : Pointe

100 : Nœud d'optimisation N° 100



Les vitesses dans les canalisations sont comprises entre 0.16 et 0.93 m/s. Les vitesses inférieures à la vitesse minimale de 0,4 m/s, imposée pour le calcul du diamètre des conduites, sont dues au diamètre minimal imposé DE 75 mm au niveau de l'antenne vers la BF 3 la plus défavorable pour garantir une charge minimale de 7.80 m.

#### 4.4.3.2. Pressions garanties aux points d'eau

En heure de pointe, les pressions garanties au niveau des différents points d'eau sont données dans le tableau suivant :

Localités		Pression (m)
<b>1. Population et cheptel</b>		
Rkhayssia	BF 1	9.20
Khanguet Zammour	BF3	7.80
Ouled Ahmed	BF2	29.52
Baten Zammour village	Potence 2	29.79
Baten Zammour 2	BF7	27.39
Ouled Ali	Potence 1	28.23
Nouakii	BF 4	38.33
Ouled Chibani	BF 5	45.95
El Hbayba	BF 6	31.37
Sidi Abdelaziz	Potence 3	39.70
<b>Château d'eau existant</b>	<b>Château</b>	<b>17.00</b>
<b>2. Etablissements collectifs</b>		
Ecole primaire de Baten Zammour	Raccord	30.86
Ecole primaire 9 avril	Raccord	46.08
Mosquée de Baten Zammour	Raccord	30.49
Centre de santé de base de Zammour	Raccord	30.71
Château d'eau de 50 m <sup>3</sup> existant	Raccord	44.32

#### b) Réseau alimenté à partir du Château d'eau de 50 m<sup>3</sup> existant

Localités		Pression (m)
<b>1. Population et cheptel</b>		
Ouled Tlil	Potence 4	10.63
<b>2. Etablissements collectifs</b>		
Mosquée de Ouled Tlil	Raccord	11.15

#### 4.5. Points de distribution

Suite aux enquêtes socio - économiques, à la sensibilisation et à la concertation avec la population, les points de distribution d'eau ont été localisés en tenant compte des critères sociologiques et techniques suivants :

- l'aspect d'appartenance à des groupes de parenté,
- l'aspect de voisinage des familles,
- l'état de dispersion de l'habitat,
- le choix de la population,
- les rapports intergroupes (conflits, entraide et solidarité ),
- facilité d'accès,
- éloignement par rapport à l'antenne principale,
- éloignement des différentes habitations par rapport au point d'eau, qui peut aller de 500 m (pour le BF) à 1000 m (pour les potences) au maximum des usagers.

Les points d'eau ont été réparties de la manière suivante :

Localités	Nombre de familles	Effectif population	N° point d'eau
<b>1. Population et cheptel</b>			
Rkhayssia	10	63	BF 1
Khanguet Zammour	22	161	BF3
Ouled Ahmed	12	68	BF2
Baten Zammour village	44	293	Potence 2
Baten Zammour 2	10	63	BF7
Ouled Ali	30	183	Potence 1
Nouakii	14	89	BF 4
Ouled Chibani	12	83	BF 5
El Hbayba	13	97	BF 6
Sidi Abdelaziz	34	217	Potence 3
Ouled Tlil	59	319	Potence 4 (1)
<b>Sous Total 1</b>	<b>260</b>	<b>1636</b>	<b>13</b>
<b>2. Etablissements collectifs</b>			
Ecole primaire de Baten Zammour			Raccord
Ecole primaire 9 avril			Raccord
Mosquée de Baten Zammour			Raccord
Mosquée de Ouled Tlil			Raccord
Centre de santé de base de Zammour			Raccord
<b>Sous Total 2</b>			<b>5</b>
<b>Total</b>			<b>18</b>

(1) Potence existante à remplacer par une nouvelle potence.

Cette affectation des points d'eau a été discutée au cours de l'opération de sensibilisation et de concertation avec la population (premier et deuxième passage de sensibilisation effectués en présence de l'omdat de Jbilet El Wost).

La conception du tracé du réseau de distribution et l'affectation des points d'eau (après ces deux passages de sensibilisation) ont été discutées avec les techniciens du CRDA de Gafsa et l'équipe d'étude JICA et acceptée par tous les assistants.

#### 4.6. Réservoir de stockage

##### a) Volume du réservoir de stockage

Le volume de stockage du réservoir projeté sera déterminé de la manière suivante :

- 50 % des besoins moyens journaliers de l'année de l'horizon 2017
- 25 % des besoins de pointe journalière de l'année de l'horizon 2017

Les besoins moyens journaliers et de la pointe journalière de l'an 2017 se présentent comme suit :

- Moyens journaliers (m<sup>3</sup>) : 92.23
- De pointe journalière (m<sup>3</sup>) : 138.34

En appliquant les critères de choix du volume du réservoir, on aura :

- 50 % des besoins moyens journaliers (m<sup>3</sup>) : 46.11
- 25 % des besoins de pointe journalière (m<sup>3</sup>) : 34.58
- Volume de stockage du réservoir retenu (m<sup>3</sup>) : 60

### b) Type du réservoir

Le nouveau réservoir de Khanguet Zammour de 60 m<sup>3</sup> sera semi – enterré de forme rectangulaire ayant les dimensions suivantes :

- Longueur (m) : 6.50
- Largeur (m) : 6.70
- Hauteur (m) : 3.45

### c) Implantation et calage du réservoir

Pour assurer une desserte gravitaire de l'ensemble des points d'eau, tout en maintenant une charge minimale de 10 m sur l'ensemble des points de distribution, le réservoir projeté de 60 m<sup>3</sup> est calé à la côte TN 237.82 m à côté de la localité de Rkhayssia.

Les caractéristiques de calage se présentent comme suit :

Désignation	Réservoir 60 m <sup>3</sup>
Type	Semi enterré
Côte terrain naturel (m NGT)	237.82
Côte radier (m NGT)	237.92
Côte axe départ distribution (m NGT)	238.12
PHE (m NGT)	240.82
Côte arrivée (m NGT)	241.27

## 4.7. Equipements et installations électriques

### 4.7.1. Calcul de la puissance du GEP

Pour les besoins de sécurité de pompage, la station de pompage sera équipée par un groupe électro-pompe immergé qui présente les avantages suivants :

- une sécurité élevée de fonctionnement économique du fait de son bon rendement général
- aucune difficulté d'aspiration (puisque installé au-dessous du niveau d'eau)

La puissance absorbée est donnée par la formule suivante :

$$P_{abs} = Q \times HMT / (102 \times 3.6 \times \eta_p \times \eta_m)$$

- $P_{abs}$  : Puissance absorbée en kW
- $Q$  : Débit en m<sup>3</sup>/h
- $HMT$  : Hauteur manométrique totale en m
- $\eta_p$  : Rendement de la pompe (67%)
- $\eta_m$  : Rendement du moteur (77%)

Le calcul de la puissance du GEP à installer (en fonction du diamètre à adopter) donne les résultats suivants :

Désignation	Unité	Valeur
Nature		PE 110 PN 10 et PN 16
Débit de refoulement	l/s	3.00
HMT retenue	m	177.00
Puissance	kw	10.09
Puissance calculée du transformateur	kva	20.2
Puissance retenue du transformateur	kva	16
Type de pompe		immergée
Volume annuel de pompage	m3	14363
Durée annuelle de pompage	heures	1330
Energie annuelle de pompage	kwh	13420
Prix moyen du kwh	Dinars	0.044
Frais annuels d'énergie de pompage	Dinars	593.897
Prix de revient du m3 d'eau	Dinars	0.0413

Les calculs de puissances et l'examen des catalogues des fournisseurs de pompes de mêmes caractéristiques montrent qu'il faut du courant triphasé pour le fonctionnement de la pompe.

#### **4.7.2. Alimentation électrique**

La station de pompage au forage déjà raccordée au réseau électrique de la STEG à travers un transformateur de  $25 \times 3 = 75$  KVA et sera équipée par un nouveau groupe électropompe de caractéristiques ( $Q = 3$  l/s et HMT = 177 m)

#### **Courant nominal**

Courant nominal calculé en triphasé 380 V, avec  $\cos \varphi = 0,80$

$$I(A) = 1000 * P (kW) / ( 380 \text{ v} \times 0,80 \times \text{racine}3 )$$

Désignation	Valeur
Débit (l/s)	3.00
HMT (m)	177.00
P(kW)	10.09
U (v)	380
Cos phi	0.80
I (A)	19.16

#### **Correction de la puissance**

Désignation	Valeur
Débit (l/s)	3.00
HMT (m)	177.00
Puissance électropompe (kW)	11.50
Performances de pompe proche à ce projet livrées par une électropompe immergée de	
Puissance (kW)	9.00
Courant nominal (A)	21.50
Intensité courant à adopter (A)	21.50

### 4.7.3. Transformateur

#### **Puissance apparente de l'électropompe : S<sub>1</sub>**

$$S_1 \text{ (VA)} = I \text{ (A)} \times U \text{ (380V)} \times 1.732$$

$$S_1' \text{ (VA)} = P \text{ (w)} / \cos \phi$$

Puissance apparente à adopter = Sup S<sub>1</sub> et S<sub>1</sub>'.

Désignation	Valeur
I (A)	21.50
U (V)	380
S <sub>1</sub> (kvA)	14.15
P (kW)	11.50
Cos phi = 0,88	0.88
S <sub>1</sub> ' (kvA)	13.07
Puissance apparente à adopter (kvA)	14.15
Puissance apparente arrondie à adopter (kvA)	15.00

#### **Puissance totale :**

- Puissance de l'électropompe : S<sub>1</sub>

- Puissance de l'éclairage et des prises

$$S_2 = 10 \text{ A} \times 220 \text{ V} = 2200 \text{ VA} = 2.2 \text{ kvA}$$

Désignation	Valeur
Puissance de l'électropompe : S <sub>1</sub> (kvA)	15.00
Puissance de l'éclairage et des prises de la station : S <sub>2</sub> (kvA)	2.20
U (V)	220
I (A)	10

#### **Puissance totale à installer**

$$S = S_1 + S_2$$

Désignation	Valeur
Puissance de l'électropompe : S <sub>1</sub> (kvA)	15.00
Puissance de l'éclairage et des prises de la station : S <sub>2</sub> (kvA)	2.20
Puissance totale à installer S = S <sub>1</sub> + S <sub>2</sub> (kvA)	17.20

#### **Alimentation énergétique**

Désignation	Valeur
Courant absorbé par l'électropompe (A)	21.50
Courant pour l'éclairage (et prises) (A)	10.00
Courant total (A)	31.50
Intensité courant à adopter (A)	35

#### **Transformateur à installer**

On opte pour un branchement STEG MT triphasé à partir d'un transformateur.

La puissance apparente totale installée est égale à S (kvA) x 1.2.

Désignation	Valeur
Puissance apparente totale installée (kvA)	20.64
Puissance du transformateur à installer (kvA)	40

La puissance nécessaire du transformateur serait de 40 kvA.

## 5. MEMOIRE DESCRIPTIF

### 5.1. Généralité

Les travaux pour l'ensemble du projet peuvent être répartis en 2 lots comme suit :

#### **Lot 1 : Fourniture et pose de canalisation et accessoires et travaux de génie civil**

\* Fourniture et transport de 17598 ml de tuyaux en polyéthylène haute densité PN 10 et PN 16 répartis comme suit :

Désignation des fournitures	Refoulement	Distribution du réservoir de 60 m <sup>3</sup>	Distribution du château de 50 m <sup>3</sup>	Total
DE 63 en PEhd, PN 10		3300.00	100.00	<b>3400.00</b>
DE 75 en PEhd, PN 10		1400.00	100.00	<b>1500.00</b>
DE 90 en PEhd, PN 10		3500.00		<b>3500.00</b>
DE 110 en PEhd, PN 10	3200.00	1500.00		<b>4700.00</b>
DE 110 en PEhd, PN 16	3300.00			<b>3300.00</b>
DE 125 en PEhd, PN 10		850.00		<b>850.00</b>
DE 200 en PEhd, PN 10		348.00		<b>348.00</b>
<b>Total</b>	<b>6500.00</b>	<b>10898.00</b>	<b>200.00</b>	<b>17598.00</b>

\* Pose de 16600 ml de tuyaux en polyéthylène haute densité PN 10 et PN 16 répartis comme suit :

Désignation des fournitures	Refoulement	Distribution du réservoir de 60 m <sup>3</sup>	Distribution du château de 50 m <sup>3</sup>	Total
DE 63 en PEhd, PN 10		3163.88	40.00	<b>3203.88</b>
DE 75 en PEhd, PN 10		1318.66	130.70	<b>1449.36</b>
DE 90 en PEhd, PN 10		3273.94		<b>3273.94</b>
DE 110 en PEhd, PN 10	3008.22	1419.18		<b>4427.40</b>
DE 110 en PEhd, PN 16	3127.11			<b>3127.11</b>
DE 125 en PEhd, PN 10		804.78		<b>804.78</b>
DE 200 en PEhd, PN 10		328.29		<b>328.29</b>
<b>Total</b>	<b>6135.33</b>	<b>10308.73</b>	<b>170.70</b>	<b>16614.76</b>

\* Construction et équipement de : un réservoir de 60 m<sup>3</sup>, un local pour le GIC et les regards et ouvrages de distribution (7 bornes fontaines, 4 potences, 5 branchements collectifs, 9 sectionnements, 9 ventouses et 3 vidanges).

#### **Lot 2 : Equipement électromécanique et électrique**

\* Equipement de la station de pompage :

- Acquisition et montage du groupe électropompe type immergé  
Q = 3.00 l/s, HMT = 177.00 m.
- Ligne hydraulique et réseau d'eau de service
- Poste de chloration électrique

## 5.2. Point d'eau

### 5.2.1. Local du GIC, de commande et de chloration

Le local de pompage existant sera divisé en deux chambres : une pour le tableau de commande et les pièces de rechange et la deuxième pour l'installation de la pompe doseuse.

Un nouveau local pour les réunions du GIC sera construit ou bien à côté du local de pompage existant soit dans le village de Baten Zammour.

Le local sera constitué d'une fondation filante, un radier isolé en béton armé, des murs extérieurs en briques creuses de 20 cm avec ossature en béton armé, revêtu d'enduit.

Le sol sera revêtu d'une chape en ciment bouchardée. La porte sera en acier galvanisé de 90 cm x 210 cm et la fenêtre sera de dimensions 90 x 120 cm.

La toiture en béton armé avec forme de pente sera couverte d'une étanchéité multicouche avec feuille de couverture en aluminium.

L'installation électrique d'éclairage comprendra :

Désignation	Nombre
Lampe fluorescente de 60 W au plafond	1
Prise électrique	1
Hublot étanche de 60 W (à installer à l'extérieur et en face d'entrée au local) commandé par une prise située à l'intérieur	1

### 5.2.2. Equipement hydraulique

L'équipement hydraulique est composé des pièces suivantes (énumération en direction de l'écoulement : compteur d'eau avec possibilité de démontage, clapet de non retour, ventouse, manomètre, pièces de prise d'eau de service, injection de l'eau de Javel, vidange, robinet vanne. La longueur totale des pièces ne dépasse pas l'espace du local.

Les conduites placées à l'intérieur des bâtiments ainsi que leurs connexions aux conduites enterrées seront en fonte ductile bridée.

Le diamètre de toute la ligne de refoulement est le même que celui de la colonne montante (DN 60 mm). Un cône bridé DN 60/100 sera installé à la fin de la ligne de refoulement pour le raccordement à la conduite de refoulement en PEhd.

### 5.2.3. Equipement électromécanique et de commande du point d'eau

#### a) Equipement électromécanique

Le forage sera équipé par un GEP immergé conformément à la normalisation du CRDA. Les équipements hydromécaniques nécessaires sont donnés en annexe 2 relatif au mètre.

Les caractéristiques du GEP sont comme suit :

Désignation	Station de pompage
Débit (l/s)	3.00
HMT (m)	177.00

Le groupe immergé sera en bronze sans zinc ou en inox, avec axe et roues en inox et doté d'un clapet de tête.

#### b) Commande du point d'eau

Deux modes de fonctionnement de la pompe seront prévus au niveau de la station de pompage : le mode manuel et le mode automatique. En mode automatique, l'enclenchement de la pompe est commandé à partir du niveau des plus basses eaux (PBE) au réservoir alors que son déclenchement est commandé à partir du réservoir plein (PHE).

La distance entre la station de pompage et le réservoir de stockage est 6135 ml. Cette distance est jugée assez longue et la régulation manostatique est la mieux appropriée pour la régulation du fonctionnement de la station. Cette régulation manostatique est assurée par le contrôle de la pression dans la conduite de refoulement.

**Le démarrage** du groupe électropompe sur forage sera réalisé par un interrupteur horaire réglable installé dans la station de pompage sur forage.

**L'arrêt** du groupe électropompe sur forage sera effectué automatiquement par un manostat ( $\Phi$  16 cm à 2 seuils réglables), installé au niveau de la ligne de refoulement dans la station de pompage sur forage. Quand le niveau d'eau atteint le niveau des plus hautes eaux PHE au réservoir, le robinet à flotteur se ferme. L'augmentation de pression dans la conduite de refoulement (due à la fermeture du robinet à flotteur) est alors détectée par le manostat qui entraîne l'arrêt automatique de la pompe. Le manostat doit arrêter la pompe même en marche manuelle (dans le cas où le réservoir est plein).

Le manostat doit arrêter la pompe quand la pression atteint la pression au niveau du point de fonctionnement de la pompe + 5 m.

L'installation d'une horloge à démarrage horaire au niveau de la station de pompage permettra de faire fonctionner la station de pompage automatiquement toutes les heures afin d'éliminer tous risques de vidange du réservoir si le système de régulation par manostat tombe en panne.

Les protections de la station de pompage contre les défauts de tension, les surcharges thermiques, les défauts d'isolement et contre la marche à sec de la pompe seront assurés en mode manuel et automatique.

La régulation doit tenir compte du fait que le moteur électrique est du type "régime continu" et non intermittent. Il faut, par conséquent, que le nombre de démarrages ne dépasse pas 15 fois par heure. Les états de fonctionnement normal ou d'avarie seront contrôlés et signalés à l'armoire électrique par signalisation visuelle et sonore. L'alarme sonore n'interviendra qu'en cas de défaut.

Le réservoir de stockage sera équipé d'un robinet à flotteur et d'un by-pass de retour entre les deux conduites de :

- refoulement station de pompage – réservoir
- conduite de distribution à partir du réservoir.

Le contrôle du niveau d'eau dans le réservoir sera assuré par un pressostat et un interrupteur horaire réglable.

Pendant le jour de pointe, la durée théorique de pompage quotidien sera égale à : Consommation de pointe journalière ( $m^3$ ) / Débit d'équipement ( $m^3/h$ )

Les calculs pour une pompe de débit 3.00 l/s donne les résultats suivants :

	Année de démarrage (2002)	Année horizon (2017)
Consommation de pointe journalière ( $m^3$ )	98.38	138.34
Débit d'équipement	(l/s)	3.00
	( $m^3/h$ )	10.8
Durée théorique de pompage quotidien (h)	9 h 7 min	12 h 49 min

Pour un meilleur suivi de l'exploitation, des compteurs seront installés :

- sur la conduite de refoulement à la sortie de la station de pompage,
- à la sortie du réservoir,
- aux points de distribution.

Ces dispositifs de comptage vont permettre de :

- déterminer les volumes consommés aux différents points de distribution,
- déceler les éventuelles avaries (grandes pertes dues à des fuites dans les réseaux).

#### 5.2.4. Désinfection

Une pompe doseuse électrique doit injecter une solution de chlore dans la conduite de refoulement sous pression, liée dans son fonctionnement à celui du groupe de pompage d'eau.

La pompe doseuse sera réglée sur un débit permettant de désinfecter le débit d'équipement à concurrence de 0,8 mg par litre de chlore libre. Ce débit d'équipement est égal à :

Débit d'équipement	Valeur
(l/s)	3.00
(m <sup>3</sup> /h)	10.80
(m <sup>3</sup> /jour)	172.80

Un bac de préparation avec une solution 1/15 d'eau de Javel 12° (dosé à 38,52 g/l) et un pompage de pointe permettra une autonomie du poste de chloration. Les détails de calculs relatifs au volume du bac de préparation, à la durée d'autonomie du poste de chloration ainsi qu'au débit de la pompe doseuse sont donnés dans le tableau suivant :

Désignation	Valeur
Consommation moyenne journalière en pointe	101.60
(m <sup>3</sup> /jour)	6.35
(m <sup>3</sup> /heure)	
Débit de pompage en pointe	3.0
(l/s)	10.8
(m <sup>3</sup> /h)	172.8
(m <sup>3</sup> /jour)	
Nombre d'heures moyennes de pompage en pointe (h)	9.41
Volume bac de préparation avec solution eau 1/15 d'eau de Javel 12 ° dosé à 38.32 g/l (litres)	60
Nombre de litres d'eau de Javel	4.0
Volume désinfecté (m <sup>3</sup> )	193
Autonomie du poste de chloration (jours)	1.90
Débit pompe doseuse (l/h)	3.36

La pompe doseuse aura les caractéristiques suivantes :

- Débit (l/h) : 3.4
- Pression maximale (bar) : 15

Le poste de chloration doit comprendre principalement un bac de préparation de la solution de chlore et les accessoires de raccordement et de protection (tuyaux d'aspiration et de refoulement, filtre, sonde, marche à sec, ...) et le coffret de commande et de protection.

Le poste de chloration électrique sera composé principalement de :

- une pompe doseuse à piston et membrane pour une pression maximale de 15 bars, débit réglable entre 0-100%, avec moteur électrique pour 220/380 v, 50 Hz et une protection IP54. - 1 dispositif anti-pulsatoire
- une valve de décharge
- un bac de préparation en matière plastique rigide et translucide de 60 litres (3 x 20 litres) résistant aux chocs et aux effets de chlore, muni d'un couvercle, d'un orifice d'aspiration, d'une graduation volumétrique, d'un mélangeur et d'un robinet de vidange. Ce dernier doit être suffisamment grand pour faire passer les résidus décantés de la solution. Il doit être également situé au point le plus bas du bac.

- l'ensemble de la tuyauterie de dosage et d'aspiration en matière plastique, à joints démontables, avec crépine d'aspiration et sonde de niveau, robinetterie et raccords jusqu'au point d'injection.
- canne d'injection démontable avec clapet anti-retour à bille et anti-siphon
- tuyauterie et robinetterie d'alimentation en eau, raccordés au réseau interne
- les câbles électriques entre la pompe (force), le bac de préparation (protection marche à sec) et l'armoire de commande
- toute pièce de fixation de la pompe du bac, de la tuyauterie et des câbles

### 5.2.5. Alimentation électrique

La station de pompage est déjà alimentée en courant électrique triphasé à partir de la ligne MT STEG à partir d'un transformateur sur poteau de 75 kvA.

L'alimentation en électricité devra satisfaire les besoins nominaux ainsi que ceux pour le démarrage de la pompe, sans perturber le fonctionnement des autres appareils électriques. Une chute de tension de 15 % maximum est admise lors du démarrage.

Désignation	Station au forage
Puissance du transformateur installé (kva)	75
Intensité courant à adopter (A)	40

### 5.2.6. Armoire de commande et fonctionnement

Le forage sera équipé par un nouveau GEP adéquat. Des départs sont prévus pour :

- la pompe immergée,
- l'éclairage et les prises de courant.

En outre, l'armoire de commande sera équipée de compteur horaire pour la pompe, d'une horloge et d'une prise de force.

L'armoire sera reliée à une prise de terre en barre ou en piquet, à exécuter à l'extérieur du bâtiment ou par ceinture sous les fondations.

### Commande

Au niveau de la station, le fonctionnement de la pompe et des autres appareils est commandé à partir de l'armoire de commande selon le schéma suivant :

#### \* Pompe immergée

- choix marche manuel / automatique : .par commutateur à 3 positions (M – O – A)
- marche / arrêt manuel : .par boutons poussoirs
- marche / arrêt manuel : .par manostat et horloge
- arrêt de protection : .par sonde de niveau en cas de marche à sec de la pompe  
.par relais thermique en cas de surtension  
.par appareil de contrôle de tension

#### \* Signalisation

Les états de fonctionnement de la pompe, ainsi que les défauts susceptibles d'apparaître et la présence de tension seront signalés par voyant lumineux sur l'armoire de commande.

### 5.3. Stockage de l'eau (réservoir)

Pour assurer une desserte gravitaire de l'ensemble des points d'eau au niveau du projet de Khanguet Zammour, tout en assurant une charge minimale de 1 bar sur l'ensemble de ces points de distribution, le réservoir sera calé à la côte 237.82 m.

Les caractéristiques de calage du réservoir se présentent comme suit :

Désignation	Réservoir
Côte terrain naturel (m)	237.82
Côte trop plein (m)	240.12
Volume utile (m <sup>3</sup> )	60
Conduite d'arrivée, robinet vanne et robinet à flotteur	DN 100
Conduite de départ avec crépine, robinet vanne	DN 200
Compteur	DN 80
Trop plein	DN 200
By-pass	DN 60
Vidange	DN 80

Le réservoir sera équipé par un by-pass entre arrivée et départ un clapet bridé (sens de l'écoulement vers l'arrivée) et robinet de sectionnement. Le clapet doit être ouvert avant son montage et son battant sera percé d'un trou de  $\phi$  5 mm.

Le by-pass sera en outre muni d'une ventouse entre le robinet vanne et le clapet de non-retour; cette ventouse (située en un point haut par rapport aux réseaux de refoulement et de distribution) est nécessaire pour l'évacuation de l'air susceptible de s'accumuler dans le by-pass dans le cas où l'on aurait besoin de court-circuiter le réservoir (pour des besoins d'entretien ou de réparation). Cette opération de refoulement – distribution, nécessite l'enlèvement du battant du clapet pour le rendre en manchette. Après les opérations d'entretien, le battant est remis à sa place.

L'évacuation des eaux de la conduite de trop plein et de vidange doit déboucher dans l'exutoire le plus proche de façon à ce que le terrain ne soit pas endommagé par ces eaux à évacuer. L'extrémité de la conduite de vidange sera fermée d'un clapet anti - bestioles.

Un système de mesure de niveau d'eau sera installé dans le réservoir, lisible de l'extérieur (manomètre de 0,5 bar ou tube transparent avec vannette sur la vidange) ou à l'intérieure de la cuve (échelle limnimétrique en matière non corrosive).

Une échelle en aluminium sera installée à l'intérieure de la cuve.

## 5.4. Conduite de refoulement et réseau de distribution

### 5.4.1. Tracé et pose des conduites

Les canalisations sont posées le long des voies existantes bien repérables de sorte que, lors d'un aménagement, les conduites ne soient pas détruites. La distance par rapport à l'axe des pistes ou des routes, doit être en conformité avec les prescriptions du Ministère de l'Équipement, à savoir :

- 7.5 m pour les pistes classées
- 15 m pour les routes.

Le tracé des réseaux de distribution est fourni au plan relatif au tracé en plan du réseau hydraulique.

Au cours de la pose des conduites seront créées des pentes minimales de :

- 2 mm par mètre dans les parties ascendantes
- 4 mm par mètre dans les parties descendantes

Ces pentes permettront :

- la remontée des bulles d'air jusqu'aux points hauts pour être évacuées par des ventouses
- la vidange du réseau en cas de nécessité à l'aide de vannes de vidange installées aux points bas du réseau.

La profondeur de pose des conduites variera entre 0,8 et 1,2 m (niveau de la génératrice supérieure) par rapport à la surface du sol.

Aux départs de branchements, les coudes pièces à tubulures et tous appareils intercalés sur les conduites et soumis à des efforts tenant à déboîter les tuyaux ou à déformer les canalisations seront

contrebutées par des massifs capables des résister à ces efforts ; le calage est constitué par des massifs de béton.

Pour les tronçons de canalisations, dont refoulement et distribution sont en parallèles, les conduites seront posées dans la même tranchée.

## **5.4.2. Nature des conduites et raccords**

### **5.4.2.1. Nature des conduites**

Les conduites de diamètre inférieur ou égal à 200 mm seront en polyéthylène haute densité pour eau potable PN 10 et PN 16.

Les tuyaux en PE doivent avoir des surfaces extérieures et intérieures propres, lisses et être exemptes de défauts d'importance ou de fréquence tels qu'ils soient nuisibles à sa qualité comme les rayures marquées, les piqûres formées par des bulles, les grains, les criques et les soufflures, les parois doivent être opaques.

### **5.4.2.2. Raccordement des conduites**

L'assemblage des tuyaux en polyéthylène sera fait par assemblages non démontables : il s'agit d'assemblages par soudure bout à bout (soudure par manchons électrosoudables type longs). Le raccordement des pièces spéciales bridées en fonte aux tuyaux en PE se fait au moyen de collet bridé à souder.

### **5.4.2.3. Classe des conduites**

#### **a) Réseau de distribution**

Le réseau de distribution haut est alimenté à partir du réservoir de stockage calé à la côte 240.82 m et PHE = 243.12 m.

La potence 4 et la mosquée de Ouled Tlil sont alimentées à partir du château d'eau existant de 50 m<sup>3</sup> calé à la côte 162.61 m et PHE = 177.41 m. Les calculs à l'état statique (donnés en annexe 1) montrent que toutes les conduites à adopter au niveau du réseau de distribution seront en PEhd de la classe PN10.

#### **b) Conduite de refoulement**

**Etat dynamique** : la protection anti béliet avec une conduite de la classe PN 10 (cf. annexe 2) montrent qu'un tronçon de longueur 2569 m depuis la station de pompage au forage doit être de la classe PN16.

**Etat statique** : les calculs (cf. tableau de la page suivante) montrent qu'un premier tronçon de longueur 3127.11 m depuis le forage jusqu'à la station S57 doit être de la classe PN 16. Ces calculs sont faits en supposant que la pression que doit supporter la conduite de refoulement est majorée d'environ 20 % de façon à éviter toutes casses en périodes d'exploitations dues à une dépression ou un surpression issue d'une mauvaise manœuvre des robinets vannes ou de coupures instantanées du courant électrique. Ainsi pour une différence de côte entre les PHE au réservoir supérieure à 75 m, la conduite sera de la classe PN 16.

Pour plus de sécurité on adoptera les résultats de calculs faits à l'état statique.

### **5.4.3. Robinetterie et accessoires**

L'équipement hydraulique du réseau (vidange, ventouse, borne fontaine, potence et ouvrages de sectionnement) figure sur les profils en long.

Le réseau sera équipé de la robinetterie et accessoires nécessaires au bon fonctionnement et permettant un entretien du réseau

**DETERMINATION DE CLASSE DE PRESSION A L'ETAT STATIQUE**

N° points	Distances cumulées (m)	Côtes TN (m)	STATIQUE	Classe de pression	
S46 (1)	0,00	142,44	98,38	<b>PEHD PN 16</b>	
S46 (2)	278,91	144,12	96,70		
S46 (3)	468,83	146,36	94,46		
S46 (4)	766,49	147,27	93,55		
S47	934,70	148,71	92,11		
S48	1599,37	149,12	91,70		
S49	1707,99	151,25	89,57		
S50	1903,61	148,11	92,71		
S51	1958,06	149,47	91,35		
S52	2042,45	149,63	91,19		
S53	2204,75	151,44	89,38		
S54	2727,75	154,54	86,28		
S55	2649,21	156,55	84,27		
S56	2816,99	159,07	81,75		
S57	3127,11	162,61	78,21		
S57 bis	3390,62	167,47	73,35		<b>PEHD PN 10</b>
S58	3613,97	171,39	69,43		
S59	3861,97	177,04	63,78		
S60	4070,36	181,02	59,80		
S61	4239,29	183,87	56,95		
S62	4465,29	187,32	53,50		
S13	4560,33	189,33	51,49		
S14	4692,69	192,21	48,61		
S15	4764,15	194,01	46,81		
S16	4897,88	196,36	44,46		
S17	5002,26	198,81	42,01		
S18	5162,77	202,14	38,68		
S19	5395,93	206,00	34,82		
S20	5546,77	209,48	31,34		
S21	5749,83	214,08	26,74		
S22	5807,04	215,02	25,80		
S23	2927,34	226,65	14,17		
S24	6135,33	237,82	3,00		

#### 5.4.4. Ouvrages de distribution

Suite aux enquêtes socio - économiques, à la sensibilisation et à la concertation avec la population, les points de distribution d'eau ont été localisés en tenant compte des critères sociologiques et techniques suivants :

- l'aspect d'appartenance à des groupes de parenté,
- l'aspect de voisinage des familles,
- l'aspect du niveau de dispersion de l'habitat,
- le choix de la population,
- les rapports intergroupes (conflits, entraide et solidarité ),
- facilité d'accès,
- éloignement par rapport à l'antenne principale,
- éloignement des différentes habitations par rapport au point d'eau, qui peut aller de 500 à 1000 m au maximum des usagers.

Les campagnes de sensibilisation et de concertation avec les familles bénéficiaires du projet a permis l'affectation de 7 bornes fontaines et 4 potences en plus du raccordement 2 écoles + 2 mosquées + 1 centre santé de base.

#### 5.5. Station de pompage

##### a) Equipement de station de pompage

Désignation	Station au forage
Type de GEP	immergé
Q (l/s)	3.00
HMT (m)	177.00
P (kW)	10.09
Régulation	par manostat

##### b) Génie civil

Un abri station en très bon état est construit au dessus de la tête du forage. Il a les dimensions suivantes : longueur = 5 m, largeur = 3 m.

Avant l'électrification de la station de pompage, cette chambre abritait un groupe électrogène.

Cet abri sera aménagé par son partage en deux chambres :

- une première chambre de commande,
- une deuxième chambre de chloration.

L'opération d'aménagement de la chambre existante consiste à construire un mur de séparation qui fait cloison entre les deux chambres en plus de la prévision d'une porte d'entrée indépendante pour la nouvelle station de javellisation.

##### c) Accessoires hydrauliques

Ils sont constitués essentiellement des éléments suivants :

- GEP : 1
- Robinet vanne avec volant : DN 100
- Compteur à brides DN : DN 60
- Manomètre à 2 seuils réglables (manostat) avec robinet vanne à 3 voies : 1
- les différentes pièces de démontage et de raccordement. : Ens

#### d) Electrification

Type de GEP	Immergé
Q (l/s)	3.00
HMT (m)	177.00
P (kW)	10.09
Electrification	MT triphasé
Intensité courant (A)	35
Puissance transformateur (KVA)	40

La station de pompage au forage est actuellement équipée par 3 unités de transformateur de 3 x 25 = 75 kvA installés sur 2 pylônes.

#### 5.6. Réservoir de stockage

##### a) Génie civil

Il s'agit d'un réservoir semi enterré de volume 60 m<sup>3</sup>, calé à la côte TN = 237.82 m et composé de :

- une chambre de vannes contenant les accessoires hydrauliques,
- la cuve de capacité 60 m<sup>3</sup>, de forme rectangulaire et de dimensions intérieures : L= 6.50m, l = 6.70 m et h = 3.45 m.

##### b) Accessoires hydrauliques

Ils sont constitués essentiellement des éléments suivants :

##### Arrivée

- 1 robinet vanne : DN 100
- 1 compteur à brides : DN 60
- 1 robinet flotteur : DN 100
- les différentes pièces de démontage et de raccordement. : Ens

##### Départ

- 1 crépine : DN 200
- 1 robinet vanne avec volant : DN 200
- 1 by-pass avec clapet et robinet vanne reliant la conduite d'arrivée et la distribution : DN 60
- les différentes pièces de démontage et de raccordement. : Ens

#### 5.7. Récapitulation

Le projet est constitué de la fourniture, le transport et la pose de 17598 ml (avec une réserve de 5 %) de tuyaux en polyéthylène haute densité PN 10 et PN 16 répartis comme suit :

Désignation des fournitures	Refoulement	Distribution du réservoir de 60 m <sup>3</sup>	Distribution du château de 50 m <sup>3</sup>	Total
DE 63 en PEhd, PN 10		3300.00	100.00	<b>3400.00</b>
DE 75 en PEhd, PN 10		1400.00	100.00	<b>1500.00</b>
DE 90 en PEhd, PN 10		3500.00		<b>3500.00</b>
DE 110 en PEhd, PN 10	3200.00	1500.00		<b>4700.00</b>
DE 110 en PEhd, PN 16	3300.00			<b>3300.00</b>
DE 125 en PEhd, PN 10		850.00		<b>850.00</b>
DE 200 en PEhd, PN 10		348.00		<b>348.00</b>
<b>Total</b>	<b>6500.00</b>	<b>10898.00</b>	<b>200.00</b>	<b>17598.00</b>

Le réseau est doté de :

- 7 Bornes fontaines
- 4 Potences
- 5 Branchements collectifs (2 écoles + 2 mosquées + 1 centre santé de base)
- 9 Points hauts
- 2 Points bas
- 7 Ouvrage de sectionnement
- 1 Local GIC et aménagement de chambre de commande existante

## 5.8. Mode d'exploitation

### Système hydraulique

La pompe immergée a les caractéristiques suivantes :

- Débit d'exploitation (l/s) : 3.00
- HMT (m) : 176.60

Elle refoule l'eau dans une conduite en PEhd DE 110 de longueur totale 6135 m dont 3008 m en PN10 et 3127 m en PN16. La dénivelée géométrique est de 98.83 m.

Le niveau statique de la nappe au forage est estimé à 43 m et le débit dynamique pour le débit susmentionné est de 47 m.

Sur la conduite de refoulement n'est pas prévu de prises d'eau. Au niveau de la station de pompage est prévu un réseau d'eau de service.

La pression à la station durant le pompage se calcule à 123.6 m (valeur à ajuster lors des essais de mise en service).

### Fonctionnement de pompage et de distribution

La demande d'eau journalière la première année d'exploitation est de 92.23 m<sup>3</sup>/jour y compris pertes forfaitaires de 15 %. La demande varie entre 39.9 m<sup>3</sup>/jour en hiver et 79.8 m<sup>3</sup>/jour en été.

La consommation annuelle moyenne en 2002 est égale à 92.23 m<sup>3</sup>/jour = 23938 m<sup>3</sup>/an

Cette consommation annuelle pourrait être répartie selon les mois comme suit :

Mois	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Total
Consommation mensuelle (%)	6%	7%	7%	8%	9%	10%	11%	11%	10%	9%	7%	5%	100%
Consommation (m <sup>3</sup> /mois)	1436	1676	1676	1915	2154	2394	2633	2633	2394	2154	1676	1197	23938
Consommation (m <sup>3</sup> /jour)	47.9	55.9	55.9	63.8	71.8	79.8	87.8	87.8	79.8	71.8	55.9	39.9	

Les heures de pompage pendant la première année pourront être situées comme suit :

Mois	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Total
Volume pompé (m <sup>3</sup> /mois)	1436	1676	1676	1915	2154	2394	2633	2633	2394	2154	1676	1197	23938
Heures de pompage par jour (h)	4.4	5.2	5.2	5.9	6.6	7.4	8.1	8.1	7.4	6.6	5.2	3.7	2216

Le temps sera augmenté chaque année selon besoin, estimé à environ 5 %, tant que la population et sa consommation évoluent selon la croissance prévisionnelle.

Le réservoir peut contenir le besoin journalier pendant les mois de janvier, février, mars, novembre et décembre.

Les heures de pompage pour satisfaire la demande de 39.9 à 87.8 m<sup>3</sup>/jour pour la première année varient entre 3.7 et 8.1 heures.

Tant que le besoin journalier peut être stocké par le réservoir ( $\leq 60 \text{ m}^3$ ) le choix des heures de pompage est libre.

Quand la demande dépasse  $60 \text{ m}^3/\text{jour}$  les heures de pompage doivent être de telle sorte que la pompe crée une réserve d'eau pour le matin et continue à fonctionner durant la journée pendant les heures de consommation.

En évitant les heures de consommation de la STEG de 19 à 23 h, le démarrage le plus tard de la pompe le matin doit être calculé de façon à refouler la demande journalière jusqu'à 19 h ; exemple  $87.8 \text{ m}^3/\text{jour}$  en pointe /  $10.8 \text{ m}^3/\text{heure} = 8 \text{ h}$ , démarrage à  $19 - 8 = 11$  de la nuit soit 23 heures.

Pour éviter la vidange journalière du réseau il est conseillé de commencer le pompage à 23 heures après les heures de pointe STEG pour remplir le réservoir de  $60 \text{ m}^3$  pendant une période de :  $60 \text{ m}^3/10.8 \text{ m}^3/\text{h} = 5 \text{ h}33 \text{ min}$ . Le matin à  $23 \text{ h} + 5 \text{ h}33 \text{ min} = 4 \text{ h}33 \text{ min}$ , le réservoir est plein et la pompe s'arrête.

Avec l'automatisme installé, le démarrage se fait par une horloge à 23 heures et s'arrête par manostat quand le réservoir est plein.

Le manostat redémarre la pompe quand le niveau au réservoir descend plus de 2.0 m.

L'horloge est réglée pour mettre hors service la pompe entre 19 et 23 heures.

### **Exploitation du système d'AEP**

Le GIC de Haouel El Oued 3 sera renouvelé et étendu à toute la zone de Khanguet Zammour. Il aura à gérer toute l'infrastructure hydraulique d'eau potable projetée au niveau de la zone de Khanguet Zammour : station de pompage, conduites de refoulement, d'adduction et de distribution, le réservoir  $50 \text{ m}^3$ , les points de distribution d'eau (bornes fontaines, ouvrages courants, etc...).

L'actuel gardien du système d'eau de Haouel El Oued III sera maintenu pour les besoins de la gestion du système d'AEP. Le gardien du système d'eau n'a qu'une fonction de contrôleur. Pour l'exploitation du système d'AEP, il a comme tâches :

#### **Journalièrement :**

1. Contrôle fonctionnement normal de la pompe (débit, pression, absorption du courant),
2. Contrôle fonctionnement des appareils de contrôle et des voyants lumineux à l'armoire de commande (voltmètre, ampèremètre, compteur horaire),
3. Ecriture des relevés journaliers au carnet de bord : lecture compteur, heures de fonctionnement, consommation eau de Javel, observations particulières.

#### **Périodiquement :**

4. Contrôle du niveau statique et dynamique une fois par mois; le niveau dynamique après plusieurs heures de pompage (le matin par exemple) et le niveau statique après plusieurs heures de repos (avant 23 h par exemple).
5. Contrôle des fuites à la station et au réseau une fois par mois.
6. Contrôle de teneur en chlore résiduel aux points de distribution à l'extrémité du réseau une fois par mois.
7. Pour entretenir le réseau, chaque regard et point de distribution sont inspectés une fois par mois, les vannes et ventouses manipulées, les regards nettoyés, les joints des robinets fontaines remplacés quand les fuites se manifestent.
8. Le réservoir sera selon le degré de son envasement, nettoyé et désinfecté une fois par mois
9. Contrôle bain d'huile de la pompe de chloration et fonctionnement valves une fois par mois.
10. Approvisionnement eau de Javel selon besoin, (eau de Javel 1 litre pour  $48 \text{ m}^3$  d'eau).

## 5.9. Gestion GIC

### Données de base

Désignation	2002
Nombre total de familles	260
Demande prévisionnelle maximale d'eau (nette) (pour toutes les familles) (m <sup>3</sup> /j)	57.03
Frais d'énergie (DT/m <sup>3</sup> )	0.0413
Frais de gestion GIC (DT)	200.00
Frais d'entretien fixe (DT/m <sup>3</sup> )	2961.656
Javel (DT/m <sup>3</sup> )	0.020
Gardien du système d'eau (DT)	1440.000

Désignation	2002
Nombre de familles adhérentes à l'année de mise en eau (60 %)	156
Demande prévisionnelle maximale d'eau nette (m <sup>3</sup> /j)	34.22
Demande prévisionnelle maximale d'eau brute (m <sup>3</sup> /j)	39.35
<b>Budget GIC (DT)</b>	<b>5483</b>

La gestion du GIC doit s'orienter sur les données suivantes :

Désignation	2002
Nombre de familles	156
Demande prévisionnelle maximale (moyenne de l'année) (m <sup>3</sup> /j)	34.22
Demande minimum considérée à 80 % (moyenne de l'année) (m <sup>3</sup> /j)	24.4

Désignation	Max (100 %)	Min (80 %)
Demande en été 125 % (m <sup>3</sup> /j)	43	34
Demande en hiver 75 % (m <sup>3</sup> /j)	26	21

Impayés prévisionnels 15 %

Distribution

par :

- 7 Bornes fontaines
- 4 Potences
- 5 Branchements collectifs.

Désignation	Max (100 %)	Min (80 %)
Production annuelle (m <sup>3</sup> )	12490	9992
<b>Total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>12490</b>	<b>9992</b>

### Coûts prévisionnels de production

	Max (100 %)	Min (80 %)
- Electricité (DT)	594	475
- Eau de Javel (DT)	287	230
- Personnel de gestion (DT)	1440	1440
- Fonctionnement GIC forfait (DT)	200	200
- Entretien et imprévus (DT)	2962	2962
<b>Total (DT)</b>	<b>5483</b>	<b>5307</b>

Désignation	Max (100 %)	Min (80 %)
Prix du m <sup>3</sup> d'eau (paiement à 100 %) (DT)	0.439	0.531
Prix du m <sup>3</sup> d'eau (en cas de 15 % d'impayés) (DT)	0.505	0.611

### Recettes théoriques

**(Avec 100 % des consommateurs et 100 % de payés)**

Désignation	2002
Nombre familles adhérentes	156
Coût de vente du m <sup>3</sup> d'eau (DT)	0.439
Vente d'eau à la population (DT)	5483
<b>Total (DT)</b>	<b>5483</b>

**(Avec 100 % des consommateurs et 15 % d'impayés)**

Désignation	2002
Nombre familles adhérentes	133
Coût de vente du m <sup>3</sup> d'eau (DT)	0.505
Vente d'eau à la population (DT)	5483
<b>Total (DT)</b>	<b>5483</b>

**(Avec 80 % des consommateurs et 100 % de payé)**

Désignation	2002
Nombre familles adhérentes	125
Coût de vente du m <sup>3</sup> d'eau (DT)	0.531
Vente d'eau à la population (DT)	5307
<b>Total (DT)</b>	<b>5307</b>

**(Avec 80 % des consommateurs et 15 % d'impayés)**

Désignation	2002
Nombre familles adhérentes	106
Coût de vente du m <sup>3</sup> d'eau (DT)	0.611
Vente d'eau à la population (DT)	5307
<b>Total (DT)</b>	<b>5307</b>

Avant la mise en eau du projet, un fonds de roulement sera constitué pour le démarrage du GIC. Ce fonds sera collecté auprès d'au moins 80 % des familles adhérentes. Sa valeur est fixée à 4 mois de consommation moyenne de la famille.