

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 SIDI BOUZID  
RAPPORT SUR MAHROUGA**

**MARS 2001**

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

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

# TABLE DES MATIERES

	PAGES
<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>2. RESUME DU PROJET.....</b>	<b>1</b>
2.1 Composantes principales du projet .....	1
2.1.1 Point d'eau .....	2
2.1.2 Réservoir.....	3
2.1.3 Canalisation .....	3
2.1.4 Equipement et travaux électriques .....	4
2.2 Personnel .....	4
2.3 Coût du projet .....	4
2.4 Répartition des travaux .....	4
<b>3. DONNES DE BASE .....</b>	<b>5</b>
3.1 Localisation et conditions climatiques de la zone du projet.....	5
3.2 Ressource en eau.....	7
3.2.1 Capacité et ou prise d'eau admissible .....	7
3.2.2 Qualité d'eau .....	7
3.3 Démographie et besoins en eau .....	7
3.3.1 Démographie.....	7
3.3.2 Cheptel.....	8
3.3.3 Besoins en eau domestiques .....	8
3.3.4 Besoins en eau du cheptel.....	9
3.3.5 Besoins en eau totaux.....	9
3.3.6 Bilan des besoins et des ressources .....	10
<b>4. CONCEPTION TECHNIQUE DE CHAQUE ELEMENT AEP .....</b>	<b>10</b>
4.1 Généralités .....	10
4.2 Prise d'eau .....	10
4.2.1 Equipement du point d'eau (pompe, etc ... ).....	10
4.2.2 Canalisation avec robinetterie et raccords.....	10
4.2.3 Installations auxiliaires (vannes, pressostats, compteurs) .....	10
4.2.4 Ouvrages extérieurs.....	10
4.3 Canalisation avec robinetterie et raccords.....	11
4.3.1 Refoulement.....	11
4.3.2 Protection contre le coup de bélier .....	11
4.3.3 Distribution .....	11
4.3.4 Points de desserte .....	11
4.3.5 Canalisation aérienne et protection .....	12
4.3.6 Installations auxiliaires (ventouses, vidanges, ouvrages, sectionnement).....	12
4.4 Réservoirs .....	12
4.4.1 Réservoirs de stockage .....	12
4.4.2 Installations auxiliaires (compteurs, robinet à flotteur, etc ... ) .....	13
4.5 Equipements et installations électriques .....	13
4.5.1 Pompe .....	13
4.5.2 Armoire de commande .....	14
4.5.3 Régulation du niveau d'eau du réservoir .....	14
4.5.4 Alimentation électrique .....	14
4.5.5 Transformateur.....	16

4.5.6 Installations de désinfection .....	17
4.5.7 Installations auxiliaires.....	17
4.5.8 Eclairage de la station de pompage.....	17
4.5.9 Exploitation.....	18
<b>5. MEMOIRE DESCRIPTIF .....</b>	<b>18</b>
5.1 Généralités.....	18
5.2 Sources d'eau.....	18
5.2.1 Génie Civil.....	19
5.2.2 Equipement hydraulique.....	19
5.2.3 Equipement électromécanique et de commande du point d'eau.....	20
5.2.4 Ouvrages de désinfection .....	21
5.2.5 Alimentation électrique .....	21
5.2.6 Armoire de commande et fonctionnement .....	21
5.2.7 Aménagement extérieur.....	22
5.3 Réservoir et station de pompage.....	22
5.3.1 Réservoir de stockage.....	22
5.3.2 Station de pompage.....	23
5.3.2.1 Pompe .....	23
5.3.2.2 Armoire de commande et fonctionnement.....	23
5.3.2.3 Installations auxiliaires .....	23
5.3.2.4 Alimentation électrique.....	24
5.4 Canalisation .....	24
5.4.1 Généralités .....	24
5.4.2 Pose de conduite incluant canalisation aérienne avec protection .....	24
5.4.3 Installation de service avec accessoires.....	25
5.4.4 Récapitulation .....	25
5.5 Méthode d'exploitation .....	26
5.6 Gestion du GIC.....	27
<b>6. ESTIMATION CONFIDENTIELLE .....</b>	<b>28</b>

## ANNEXE

1. Schéma du système AEP
2. Schéma de fonctionnement électrique
3. Calcul hydraulique
4. Comportement du réservoir
5. Fiches du point d'eau
6. Analyse complète de l'eau
7. Courbes caractéristiques de la pompe
8. Tâches du Gardien Pompiste
9. Tâche du Trésorier

## 1. INTRODUCTION

La présente étude d'avant projet détaillé concerne le projet AEP, Mahrouga, dont la réalisation co-financé par la JBIC (dans le cadre du programme 2001).

Ce projet relève du Gouvernorat de Sidi Bouzid, Délégation Menzel Bouzayène, Secteur rural : Omria.

La zone du projet comprend 8 groupements humains :

- 1) ALI BERRICHE
- 2) BECHIR BE N MEKKI
- 3) HEDI AOUENI
- 4) HOUCINE BERRICHE
- 5) BIR NADHOUR
- 6) ALI HIDHOURI
- 7) FOUFI SENED
- 8) OULED ALI JALLOULI

Ce projet est conçu pour assurer la desserte en eau de 98 ménages et 635 habitants et d'un effectif de 1270 ovins et 167 bovins et équidés , recensés par l'enquête socio-économique effectuée en Mai 2000 par le Bureau d'études EUREKA, en présence des responsables de l'AGR de Sidi Bouzid et du personnel local ( Omdas et autres personnes clefs ).

## 2. RESUME DU PROJET

### 2.1 Composantes principales du projet

Le point d'eau de l'actuel projet prévoit, outre l'alimentation en eau de la population de la zone de Mahrouga, celle du projet existant, Zaâyria qui compte 112 ménages et 585 habitants, en plus d'un effectif de cheptel de 1050 ovins et 228 bovins et équidés, à travers un réseau existant, géré par le GIC Zaâyria. A noter que la population de Zaâyria était alimentée par un puits de surface, de mauvaise qualité et de faible débit.

L'évaluation des données a permis d'apprécier la situation générale de la zone du projet et de concevoir des variantes techniques comme suit :

-Variante 1 : Equiper le forage existant de Chnainia et refouler l'eau vers 2 réservoirs : le réservoir existant, sur piliers de 9 m, d'une capacité de 50 m<sup>3</sup>, assurant la desserte du GIC Zaâyria et celui projeté, de Mahrouga ( RSE de 30 m<sup>3</sup> ), en utilisant une seule pompe. Assurer l'alimentation de la pompe en énergie électrique avec un groupe électrogène, faute de courant triphasé, situé à une distance raisonnable.

-Variante 2 : Equiper le forage existant de Chnainia et refouler l'eau vers 2 réservoirs : le réservoir existant, sur piliers de 9 m, d'une capacité de 50 m<sup>3</sup>, assurant la desserte du GIC Zaâyria et celui projeté, de Mahrouga (RSE de 30 m<sup>3</sup>), *en partageant le refoulement : d'abord du forage vers une bâche de reprise implanté juste à côté du forage, puis de la bâche de reprise vers les deux réservoirs sus-mentionnés afin d'exploiter le réseau en monophasé existant ( deux pompes en série).*

**Dans le cadre de cette étude, la variante n°1 a été retenue du fait que les besoins en énergie électrique dépassent nettement les 3 Kw ce qui empêche de recourir au courant monophasé et amène à opter pour le diesel.**

- Etant donné la longueur de la conduite de refoulement, 3887 ml, la régulation sera assurée par manostat.

Les points de distribution retenues ( 7 BF, 1BP et 1 Potence ) sont adaptés aux habitudes locales de la population qui est habituée, dans sa grande majorité au transport de l'eau par petites quantités ; il s'agit également d'encourager la population à accéder à une eau fraîche et lui épargner le stockage dans des réserves familiales et des ustensiles très mal entretenus; quant à la potence, elle a été choisie pour répondre aux besoins de la population de Foufi Sened, dont plusieurs ménages sont équipés en citernes de 500 litres et aussi en prévision d'une éventuelle extension.

Ces points de distribution seront gérés par des gardiens qui recevront une commission sur les recettes réalisées à partir de la vente de l'eau.

Le coût de l'eau est calculé à 0,503 DT/m<sup>3</sup> et le prix de vente proposé est de 0,603 DT/m<sup>3</sup> (arrondi à **0,605 DT/m<sup>3</sup>**), dont 20 %, à titre de commission à servir aux gardiens des BF et de la potence.

Le système d'eau projeté sera géré par un nouveau GIC dont les futurs usagers ont déjà désigné le comité provisoire, composé de 6 membres qui aura à préparer une assemblée Générale Constitutive pour élire la Commission Administrative.

### **2.1.1 Point d'eau**

L'alimentation en eau potable du Projet Mahrouga sera assurée à partir du forage Chnaïnia N° : IRH ..../..., exécuté entre Décembre 1998 et Avril 1999 ; il capte l'aquifère de Meknassy.

Les caractéristiques de ce forage se présentent comme suit :

- Profondeur de reconnaissance : 300 m
- Niveau statique : 55 m
- Débit d'exploitation proposé : 15 l/s
- Rabattement correspondant : 4 m
- Résidu sec : 2.1 g/l

*(Voir fiches d'analyse en annexes n° 7)*

#### \* Equipement du forage

- Groupe électropompe de type immergé avec les caractéristiques suivantes :

$$Q = 2 \text{ l/s} \quad H = 159 \text{ m} \quad \text{et} \quad P = 5.5 \text{ Kw}$$

- Régulation manostatique

\* Génie civil

L'abri de dimension 6 X 3,75 m contient les accessoires hydrauliques et l'armoire électrique dans une pièce et le poste de chloration dans une autre pièce. Le troisième compartiment sera réservé au gardien.

### 2.1.2 Réservoirs

- Génie civil

- Réservoir semi-enterré de 30 m<sup>3</sup> de capacité.

- Equipement

- 1 Conduite d'arrivée, robinet vanne et robinet à flotteur DN 100

- 1 Conduite de départ avec crépine DN150, robinet vanne, compteur et pièce de démontage

- 1 By-pass DN 60 avec clapet et robinet vanne reliant la conduite d'arrivée et celle de distribution

- 1 Conduite de Vidange DN 100

- 1 Conduite de Trop plein DN 150

### 2.1.3 Canalisations

- La fourniture et le transport de 13320 ml de tuyaux en polyéthylène, haute densité, avec majoration de 5 % pour imprévus et pertes .

	<b>Diamètre (mm)</b>	<b>PN</b>	<b>Longueur (m)</b>	<b>Longueur majorée</b>
Refoulement	PEHD DE 110	10	3586.55	3766
Refoulement	PEHD DE 110	16	300	315
Distribution	PEHD DE 160	10	2590	2720
Distribution	PEHD DE 125	10	1935	2032
Distribution	PEHD DE 110	10	308.57	324
Distribution	PEHD DE 75	10	785	825
Distribution	PEHD DE 63	10	3179	3338
<b>Total</b>				<b>13320</b>

- **07** Bornes fontaines

- **01** Potence

- **01** Branchement particulier

- **12** Points hauts

- **08** Points bas

- **05** Regards de sectionnement.

## 2.1.4 Equipement et Travaux électriques

### \* Electrification

La station de pompage sera alimentée à partir d'un groupe électrogène de 25 KVA.

## 2.2 Personnel

Un Groupement d'Intérêt Collectif ( GIC ), qui est en création aura à gérer le système d'alimentation en eau potable projeté : conduites, réservoir, ouvrages de distribution ( 7 BF et une Potence ) et ouvrages de sectionnement, de ventouses, de vidanges et à assurer une bonne gestion de ce système.

Afin de maintenir le prix de vente d'eau à un niveau raisonnable (en tenant compte de la solvabilité de la population ), les tâches traditionnellement attribuées à un gardien de réseau seront attribués exceptionnellement à 1 ou 2 membres du GIC Mahrouga qui bénéficieront de quelques séances de formation assistés par les techniciens du CRDA de Sidi Bouzid.

Les tâches à accomplir par le GIC Mahrouga sont :

- Lecture des compteurs.
- Contrôle de la teneur en chlore résiduelle aux points de distribution les plus défavorables ( les extrémités du réseau ),
- Nettoyage et désinfection du réservoir ( RSE ).

## 2.3 Coût du projet

Le coût total du projet est estimé à 406101.240 DT TTC soit 498.283 DT/hab.

En tenant compte des normes de l'éligibilité, convenues avec la J.B.I.C (550 DT/habitant en 2001), le projet Mahrouga est éligible.

## 2.4 Répartition des travaux

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

### **- Lot 1 : Fourniture, transport et pose de conduites et travaux de génie civil**

- Les prestations du lot 1 comprennent :
  - Fourniture ,transport et pose des conduites et pièces spéciales
  - Construction et équipement d'un abri de forage, d'un réservoir semi-enterré de 30 m3 de capacité y compris l'aménagement extérieur.

**Sous-lot 1.1 :** Fourniture de 13320 m de canalisation en PEhd, PN 10 et 16 bars, avec tous les accessoires

- 2720 ml PEHD DE 160 PN 10
- 2032 ml PEHD DE 125 PN 10
- 315 ml PEHD DE 110 PN 16
- 4090 ml PEHD DE 110 PN 10
- 825 ml PEHD DE 75 PN 10
- 3338 ml PEHD DE 63 PN 10

**Sous-lot 1.2 :** Pose de 13320 m de canalisation en PEhd, PN 10 et 16 bars.

- 2720 ml PEHD DE 160 PN 10
- 2032 ml PEHD DE 125 PN 10
- 315 ml PEHD DE 110 PN 16
- 4090 ml PEHD DE 110 PN 10
- 825 ml PEHD DE 75 PN 10
- 3338 ml PEHD DE 63 PN 10

y compris construction de regards (8 Vidanges, 12 Ventouses et 5 Sectionnements)  
et ouvrages de distribution (7 bornes fontaines, 1 potence et 1 branchement particulier).

**Sous-lot 1.3 :** Travaux de Génie civil

- Construction et équipement d'un abri de forage, d'un réservoir semi-enterré de 30 m<sup>3</sup> y compris l'aménagement extérieur.

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

\* Equipement du forage :

- Acquisition et montage du groupe électropompe de type immergé  
Q = 2 l/s HMT = 159 m
  - Régulation par manostat
  - Ligne hydraulique et réseau d'eau de service
  - Acquisition et montage d'une pompe doseuse électrique 5 l/h sur 160 m, avec un bac de préparation de 30 l et un malaxeur.
- Equipement électrique, comprenant l'installation d'un groupe électrogène de 25 KVA.

Les délais d'exécution sont comme suit :

- 10 mois pour la fourniture, la pose des conduites et les travaux de génie civil
- 4 mois pour l'équipement électromécanique et électrique.

## **3. DONNEES DE BASE**

### **3.1 Localisation et conditions climatiques de la zone du projet**

La zone du projet Mahrouga relève du secteur rural Omria, appartenant à la délégation de Menzel Bouzayène dont elle est distante de 20 Km.

L'accès à la zone du projet s'effectue à partir de la voie goudronnée RN 13, reliant Menzel Bouzayène à Gafsa, puis, au niveau de la Borne kilométrique n° 64 vers Gafsa, tourner à droite en empruntant une piste caillouteuse, carrossable en périodes sèches, mais difficilement accessible en périodes de pluies, à cause de la nature rocheuse et sablo-argileuse du sol qui peut provoquer l'enlèvement.

A une distance de 6 Km par rapport à la voie goudronnée, commence la zone du projet ( école Foufi Sened ).

La liaison à l'intérieur des groupements s'effectue à travers des pistes non aménagées, généralement carrossables, essentiellement en périodes sèches, mais d'accès difficile en périodes de pluies.

La zone du Projet est située à 20 Km de Menzel Bouzayène, chef lieu de la délégation et se trouve aux confins du gouvernorat de Gafsa ( Délégation Sened ).

La superficie de la zone est de l'ordre de 24 Km<sup>2</sup>, abritant une population de 633 habitants et ayant ainsi une densité de l'ordre de 26 habitants au km<sup>2</sup>, la moyenne nationale en Tunisie étant de 60 habitants au Km<sup>2</sup>.

C'est une zone très faiblement peuplée. Beaucoup de maisons sont désertées par leurs habitants.

Les groupements constituant la zone du projet présentent les coordonnées géographiques suivantes :

	SELON TOPOGRAPHIE			SELON CEM	
	X – LATITUDE	Y- LONGITUDE	Z- ALTITUDE	X – LATITUDE	Y – LONGITUDE
ALI BERRICHE	156334,39	57005,97	385,55	442,994	143,666
BECHIR MEKKI	155686,66	56867,82	395,17	443,132	144,313
HEDI AOUENI	156011,98	57537,21	375,72	442,463	143,988
HOUC.BERRICH	154136,19	57299,34	394,33	442,701	145,864
BIR NADHOUR	155058,18	571000,61	390,43	-71,001	144,942
ALI HIDHOURI	156497,84	57237,29	378,12	442,763	143,502
FOUFI SENED	157092,02	57178,16	377,71	442,822	142,908
O.ALI JELLOULI	157837,70	56329,99	392,82	443,670	142,162

Le terrain est en général accidenté, présentant beaucoup de chahuts, surtout au niveau des groupements Berriche et Bir Nadhour.

Le sol est sablo-argileux avec présence de galères et de pierres rocheuses, pouvant créer des situations d'enlèvement en périodes pluviales. Au niveau du site du réservoir projeté de Mahrouga, le sol est totalement rocheux.

La zone de Mahrouga appartient, comme toute la région de Sidi Bouzid, à l'étage bioclimatique méditerranéen aride. Le climat est caractérisé par une longue saison sèche qui s'étale souvent sur 8 mois de l'année. L'évapotranspiration est très élevée par rapport à la pluviométrie ( 10 à 12 fois supérieure ).

La pluviométrie est caractérisée par une forte variabilité pouvant passer du simple au décuple selon les années. Les pluies ont souvent un caractère orageux et elles peuvent déverser en quelques heures l'équivalent de la pluviométrie annuelle.

Les données pluviométriques et climatologiques n'étant pas disponibles par secteur rural, encore moins par sous secteur, il est fait recours à la pluviométrie moyenne enregistrée à Sidi Bouzid au cours des dix dernières années et qui est de 228 millimètres en moyenne par an. Quant au nombre de jours pluvieux par an, ils se situent autour de 60 jours.

La température moyenne se situe autour de 19,5 degré centigrade, avec des valeurs maximales de 41 à 42 degrés et des valeurs minimales de 1 à 2 degrés. C'est la caractéristique des zones continentales et semi-arides, en transition vers le pré - désert.

La couverture végétale est pauvre; elle est constituée de quelques plantations arboricoles ( amandiers et oliviers ) et de jeunes plantations de cactus. Quelques superficies sont utilisées pour des cultures céréalières, dont la productivité est dérisoire, n'excédant pas 2 quintaux à l'hectare.

## 3.2 Ressource en eau

### 3.2.1 Capacité et ou prise d'eau admissible

L'alimentation en eau potable de la population du projet Mahrouga sera assurée à partir du Forage Chnainia. Le débit d'exploitation proposé pour ce forage est de 15 l/s.

### 3.2.2 Qualité d'eau

Le Résidu Sec est de 2.1 g/l

Les analyses physico chimiques détaillées (*Annexe n° 1*) montrent que l'eau répond globalement aux normes tunisiennes.

## 3.3 Démographie et besoins en eau

### 3.3.1 Démographie

L'évolution démographique s'est caractérisée ces dernières années par une baisse substantielle de la fécondité des ménages et aussi par le développement des courants migratoires, à partir des zones non communales vers les métropoles et les autres centres communaux, y compris ceux du gouvernorat mère, générant ainsi une baisse assez significative du taux d'accroissement de la population en milieu non communal.

Le taux d'accroissement démographique moyen retenu pour le milieu non communal du gouvernorat de Sidi Bouzid est de 1.5% ; il est nettement inférieur au taux global observé dans l'ensemble du gouvernorat et qui se situe à 2.1 %.

Pour les projections démographique, jusqu'à l'échéance du Projet en 2017, le taux de 1.5 % a été retenu. Ces projections donnent les résultats suivants, présentés par périodes de cinq ans ( 2002, 2007, 2012, 2017 ), par groupement et selon que la population est agglomérée ou dispersée :

GROUPEMETS	2000	2002	2007	2012	2017
<i>Population Groupée</i>					
ALI BERRICHE	59	61	65	71	76
BECHIR BEN MEKKI	44	45	49	53	57
HEDI AOUENI	33	34	37	39	43
HOUCINE BERRICHE	55	57	61	66	71
BIR NADHOUR	36	37	40	43	46
ALI HIDHOURI	56	58	62	67	72
FOUFI SENED	111	114	123	133	143
OULED ALI JALLOULI	95	98	105	114	122
S/total	<b>489</b>	<b>504</b>	<b>543</b>	<b>585</b>	<b>630</b>
<i>Population dispersée</i>					
ALI BERRICHE	20	21	22	24	26
BECHIR BEN MEKKI	15	15	17	18	19
HEDI AOUENI	8	8	9	10	10
HOUCINE BERRICHE	14	14	16	17	18
BIR NADHOUR	9	9	10	11	12
ALI HIDHOURI	19	20	21	23	24
FOUFI SENED	37	38	41	44	48
OULED ALI JALLOULI	24	25	27	29	31
S/total	<b>146</b>	<b>150</b>	<b>162</b>	<b>175</b>	<b>188</b>
TOTAL	<b>635</b>	<b>654</b>	<b>705</b>	<b>759</b>	<b>818</b>

La zone du projet compte (Mai 2000) 98 ménages et 635 habitants, répartis sur 8 groupements, comme suit :

GROUPEMENTS	Ménages	Taux Disp	Population		
			Groupée	Dispersée	Total
ALI BERRICHE	15	0,25	59	20	78
BECHIR BEN MEKKI	12	0,25	44	15	58
HEDI AOUENI	7	0,20	33	8	41
HOUCINE BERRICHE	12	0,20	55	14	69
BIR NADHOUR	9	0,20	36	9	45
ALI HIDHOURI	15	0,25	56	19	75
FOUFI SENED 1	28	0,25	111	37	148
OULED ALI JALLOULI	25	0,20	95	24	119
<b>TOTAL</b>	<b>98</b>	<b>22,8</b>	<b>489</b>	<b>146</b>	<b>635</b>

### 3.3.2 Cheptel

Le cheptel est constitué en majorité d'ovins et de caprins, élevés en extensif sur des parcours assez dégradés et offrant une végétation insuffisante. Les effectifs du cheptel par groupement sont donnés ci-après :

GROUPEMENTS	OVIN/CAP	BOVE/EQ	TOTAL
ALI BERRICHE	122	21	143
BECHIR BEN MEKKI	78	18	96
HEDI AOUENI	28	7	35
HOUCINE BERRICHE	142	18	160
BIR NADHOUR	65	15	80
AL I HIDHOURI	134	25	159
FOUFI SENED	386	42	428
OULED ALI JALLOULI	315	21	336
<b>TOTAL</b>	<b>1270</b>	<b>167</b>	<b>1437</b>

### 3.3.3 Besoins en eau domestique

Pour le calcul des besoins, la consommation uniforme de 25 l/h/j est adoptée en 2002 pour la population groupée. Une augmentation annuelle de 2,5 % sera appliquée pour tenir compte de l'évolution prévue du niveau de vie. Quant à la consommation spécifique de la population dispersée, elle s'établit à 20 l/h/j et demeure fixe, jusqu'à l'échéance.

Consommation spécifique (l / h / j)	2002	2007	2012	2017
Population groupée	25	28	32	36
Population dispersée	20	20	20	20

Le calcul des besoins en eau domestiques journaliers de la population du Projet, jusqu'à l'échéance du projet en 2017, est présenté, en résumé, dans le tableau suivant, par périodes de cinq ans.

ANNEE	2002	2007	2012	2017
Population groupée	504	543	585	630
Population dispersée	150	162	175	188
Cons.spécif.pop.group.	25	28,3	32,0	36,2
Cons.spécif.pop.disp.	20	20	20	20
Cons.moy.s.perte ( en m3/j )	15,60	18,59	22,20	26,57
Cons.moy.avec perte (m3/j )	17,94	21,38	25,53	30,55
Cons.point/j ( en m3 )	26,91	32,07	38,30	45,83
Cons.point/j ( en l/s )	0,31	0,37	0,44	0,53
Cons.point/H ( en l/s )	0,56	0,67	0,80	0,95

### 3.3.4 Besoins en eau du cheptel

Le calcul des besoins en eau du cheptel sont présentés en résumé dans le tableau qui suit, qui présente en même temps et à titre de référence, la limite à ne pas dépasser, à savoir 40 % des besoins domestiques.

Type	Ovin/Caprin	Bovin/Equidé	Total Cheptel	40 % Cons.Domestique
Effectifs	1270	167	1437	
Cons.spec. (l/j/tête )	5	30		
Cons.moy.sans perte ( en m3/j )	6,35	5,01	11,36	<b>10,63</b>
Cons.moy.avec perte ( en m3/j )	7,30	5,76	13,06	<b>12,22</b>
Cons.point/j ( en m3 )	10,95	8,64	19,60	<b>18,33</b>
Cons.point/j ( en l/s )	0,13	0,10	0,23	<b>0,21</b>
Cons.point/H ( en l/s )	0,23	0,18	0,41	<b>0,38</b>

En se basant sur les résultats précédents, les besoins du cheptel doivent plafonner à 40% parce que les besoins calculés sont plus élevés. La consommation moyenne sans pertes de 10,63 m3/j a été retenue pour la suite des calculs.

### 3.3.5 Besoins en eau totaux

Les besoins totaux en eau de l'ensemble de la zone du Projet se présentent comme suit, par période de cinq ans.

ANNEE	2002	2007	2012	2017
Cons.moy.sans perte ( m3/j )	26,23	29,22	32,83	37,19
Cons.moy.avec perte ( m3/j )	30,16	33,60	37,75	42,77
Cons.point/j ( en m3 )	45,25	50,40	56,63	64,16
Cons. Point/j ( en l/s )	0,52	0,58	0,66	0,74
Cons.point/H ( en l/s )	0,94	1,05	1,18	1,34

Il ressort du tableau précédent que la consommation totale de la zone du projet Mahrouga évolue de 45,25 m<sup>3</sup>/j en pointe jour en 2002 à 64,16 m<sup>3</sup>/j en pointe jour en 2017.

### **3.3.6 Bilan des besoins et des ressources**

L'alimentation en eau potable de la population du projet Mahrouga sera assurée à partir du Forage Chnainia. Le débit d'exploitation proposé pour ce forage est de 15 l/s. La demande en eau du projet Mahrouga à l'horizon, en 2017 (pointe journalière) est estimée à 1.33 l/s, ce débit peut être assuré convenablement par le Forage Chnaïnia.

## **4. CONCEPTION TECHNIQUE DE CHAQUE ELEMENT 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, modes de fonctionnement, matériaux de construction ainsi que les différents équipements prévus pour la réalisation du projet.

### **4.2 Prise d'eau**

#### **4.2.1 Equipements du point d'eau**

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

#### **4.2.2 Canalisation avec robinetterie et raccords**

Le forage sera équipé d'une colonne montante DN 60 composée de 20 éléments (de 3 m), des manchettes à 2 brides en fonte DN 60 L = 3 m avec des supports réglables de la ligne de refoulement, 1 coude ¼ à 2 brides en fonte DN 60 .

#### **4.2.3 Installations auxiliaires (vannes, pressostats, compteurs)**

Les appareils à monter dans la station de pompage sont :

- Compteur volumétrique avec protège –cadran DN 60
- Ventouse automatique avec robinet et brides DN 60
- Clapet anti-retour à 2 brides en fonte DN 60
- Vanne méplate à commande par volant DN60
- Manomètre Ø 16 cm avec 2 seuils réglables, PN 10 raccord Ø ½ pouce avec robinet vanne à 3 voies.

#### **4.2.4 Ouvrages extérieurs**

La station de pompage sera formée par trois locaux :

- Poste de chloration
- Salle de commande
- Loge gardien
- L'ensemble du bâtiment (3.75 \* 6.5 m) sera entouré par une clôture construite en brique hourdées au mortier de ciment dosé à 400 Kg par m3, sans oublier le portail métallique de dimension 3.5\*2 m et la peinture des murs intérieurs et extérieurs respectivement en REXOMAT (en trois couches dont une sous couche de REXCIM) et en trois couches dont la première est de saturation au rouleau et deux couches hydrofuge ASTRAL.

### 4.3 Canalisation avec robinetterie et raccords

#### 4.3.1 Refoulement

La conduite de refoulement dimensionné est en Polyéthylène de Haute Densité DE 110 mm PN 10 et 16 de longueur 3887 ml - 3587 ml DE 110 PN 10 et 300 ml DE 110 PN 16- équipée de 4 ouvrages de ventouses et 1 ouvrage de vidange.

#### 4.3.2 Protection contre le coup de bélier

Les données de la simulation sont :

- \* Profil en long de la conduite
- \* Célérité des ondes = 400 m/s
- \* Diamètre de la conduite
- \* Pression maximale admissible
- \* Paramètre de la simulation :
  - Nombre de tronçons = 17
  - Durée de la simulation 50 s.

Pour la conduite de refoulement du projet Mahrouga, lors d'un démarrage du groupe électropompe, les surpressions dépassent la classe de pression de la conduite ( qui est de 10 bars, 100 m ) pour les premiers 300m, les dépressions touchent la ligne du TN. Il y aura, par conséquent risque de cavitation ; pour éviter ce problème, un système de protection sera nécessaire.

Nous préconisons d'installer un ballon anti-bélier de capacité 500 litres qui sera installé sur la ligne de refoulement et l'utilisation de la conduite DE 110 PN16 pour les premiers 300m. L'enveloppe de pression est alors logée entre les 2 limites supérieure ( classe de conduite ) et inférieure ( Côte TN ) (*Voir annexe n°: 3*).

- La protection anti-bélier sera assurée par ballon du type classique (sans vessie). Le volume d'air dans le ballon, nécessaire à la protection, sera maintenu par un compresseur.
- Le ballon sera en acier sablé, traité contre la corrosion, après sablage soigné, par un revêtement intérieur à l'époxy alimentaire et peinture extérieure.

#### 4.3.3 Distribution

Le réseau de distribution compte 9239 ml de canalisation en PEHD DE 63 à 160 mm de PN 10 répartis comme suit :

Conduite PEHD	Longueur ( ml )
DE 63 PN 10	3338
DE 75 PN 10	825
DE 110 PN 10	324
DE 125 PN 10	2032
DE 160 PN 10	2720
<b>TOTAL</b>	<b>9239</b>

#### 4.3.4 Points de desserte

Les ouvrages de distribution ont été conçus en vue de desservir les bénéficiaires du projet Mahrouga, le nombre et l'emplacement ont été arrêtés en concertation avec la population.

Les ouvrages retenus sont :

- 07 BF
- 01 Potence
- 01 Branchement particulier

(le branchements particulier est : Ecole Foufi Snad ).

L'alimentation des points de desserte sera effectuée grâce aux colliers de prise en charge en PEHD sur ; DE 110/ DE 27, DE 75/DE27 et DE 63/ DE27.

Chaque Potence sera équipé d'un robinet d'arrêt Ø 1 pouce et d'un compteur de 7/ 10 m<sup>3</sup> /h Ø 1 pouce et tous les autres accessoires de raccordement conformément aux plans.

Chaque Borne fontaine sera équipé d'un robinet d'arrêt Ø ¾ pouce et d'un compteur de 1.5/ 3 m<sup>3</sup> /h Ø ¾ pouce et tous les autres accessoires de raccordement conformément aux plans.

#### **4.3.5 Canalisation aérienne et protection**

Dans ce projet et pour tous les passages d'oueds, on propose la protection de la conduite traversant l'oued par des gabions y compris la fourniture des gabions et toutes sujétions.

#### **4.3.6 Installations auxiliaires (ventouses, vidanges, ouvrages de sectionnement.)**

Les robinets vannes seront de type rond à passage direct et installés dans les regards. Elles permettent d'isoler les antennes en cas de réparation (Ouvrages de sectionnement) ; les vannes seront en fonte avec un joint élastomère sur l'opercule.

Les ventouses à double effet permettent l'évacuation de l'air en fonctionnement normal et la rentrée d'air en cas de dépression.

Les ventouses à simple effet permettent uniquement la purge d'air en fonctionnement normal.

Les vidanges sont installées aux points bas et permettant de vider le réseau en cas de réparation ou d'entretien.

Le réseau de distribution sera équipé de 8 ventouses, 7 vidanges, et 5 ouvrages de sectionnement.

### **4.4 Réservoirs**

#### **4.4.1 Réservoir de stockage**

Dans le présent projet, le réservoir sera semi-enterré et implanté sur une colline à la côte 430.08 m avec :

- |                         |                   |
|-------------------------|-------------------|
| - Volume :              | 30 m <sup>3</sup> |
| - Côte radier :         | 430.23 m          |
| - Côte départ crépine : | 430.53 m          |
| - Côte PHE :            | 432.63 m          |
| - Côte d'arrivée        | 432.83 m          |

Le volume du réservoir semi-enterré est de 30 m<sup>3</sup> et représente environ 50 % des besoins moyens journaliers de la population en l'an 2017.

Le comportement du réservoir pendant l'hiver et l'été de la première année d'exploitation et à l'horizon du projet selon les hypothèses de fonctionnement suivants est présenté en (*Annexe n° 6*)

- durée de pompage : 4 h
- début de pompage : 5 h
- volume initial : 30 m<sup>3</sup>
- consommation sur 8 heures de la journée répartie en deux périodes de 6h à 10h et de 16h à 20h
- coefficient de consommation horaire 10 %, 20 %, 10 % et 10 %.

\* Le bilan du réservoir en tenant compte des entrées et sorties est acceptable et le réservoir ne se vide jamais durant les journées simulées.

#### **4.4.2 Installations auxiliaires**

L'équipement hydraulique du réservoir comprend les éléments suivants :

- Une conduite d'arrivée avec robinet vanne de D N 100 mm
- Une conduite de départ avec robinet vanne de DN 150 mm
- Une conduite de trop-plein de DN 150 mm
- Une conduite de vidange avec robinet DN 100 mm
- Un robinet vanne DN 150 de sectionnement
- Un compteur DN 80 avec pièce de démontage et éventuellement des cônes de réduction.
- Un By-pass DN 60 avec clapet et robinet vanne reliant la conduite d'arrivée et celle de distribution
- Une crépine en bronze D N 150 mm

#### **4.5 Equipements et installations électriques**

##### **4.5.1 Pompe**

Etant donné la disponibilité de l'électricité STEG, la pompe immergée sera dimensionnée pour couvrir les besoins en eau potable du jour de pointe à l'horizon du projet, en 2017.

Avec un débit de refoulement de 2 l/s, soit 7.2 m<sup>3</sup>/h, les durées théoriques du pompage quotidien sont de 6h, 7 h, 8 h et 9 h, respectivement en 2002, 2007, 2012 et 2017.

Le rabattement correspondant de la nappe est de 0.533 m.

Les points de fonctionnement sont définis par les cas suivants :

- \* 2 l/s - 159 m
- \* 3.2 l/s - 120 m

La pompe sera en matière inoxydable ; elle aura plusieurs étages (26) 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 présentées dans le tableau suivant :

Forage	TN	Niveau statique (m)	Niveau dynamique (m)	DN tubage	Rabat (m)	Q ref. L/s	HMT (m)	PM (kW) rp=0,66-rM=0,79	Tube exhaure (m)
IRH ....../..	346.54	291.54	291	12"1/4	0.533	2	159	5.5	60

#### 4.5.2 Armoire de commande

Tous les éléments de commande de protection et de signalisation sont réunis dans une armoire principale de commande alimentée en 380 V.

Des départs sont prévus pour :

- la pompe immergée
- le poste de dosage
- l'agitateur
- l'éclairage et les prises

(Annexe n°2)

#### 4.5.3 Régulation du niveau d'eau du réservoir

La distance entre la station de pompage et le réservoir projeté, étant de 3887 m, la régulation manostatique est appropriée dans ce cas.

Deux modes de fonctionnement des pompes doivent être prévus : le mode manuel et le mode semi-automatique.

En mode semi-automatique, l'enclenchement des pompes est commandé à partir d'un bouton poussoir ; le déclenchement est commandé à partir du niveau, réservoir plein.

#### 4.5.4 Alimentation électrique

##### CAS N° 1

- Puissance du groupe électropompe

Le calcul de la puissance absorbée du groupe est donnée par la formule suivante :

$$P = \frac{9,81 * Q * HMT}{r_1 * r_2}$$

Avec :

r <sub>1</sub>	=	Rendement de la pompe	( 66 % )
r <sub>2</sub>	=	Rendement du moteur	( 79 % )
Q	=	Débit de refoulement	( 2 l/s )
HMT	=	Hauteur Manométrique Totale	( 159 m )
P ( Kw )	=	5.98 Kw	

- Courant nominal

Le courant nominal calculé en triphasé ( 380V ), avec Cos φ = 0.785 est :

$$I ( A ) = \frac{1000 * P ( Kw )}{380 * 0.785 * 1.73} = 11.58 A$$

- Correction de la puissance

Compte tenu de la technologie des électropompes immergées, le courant effectif du moteur dépasse souvent le courant nominal calculé ( à puissance égale ).  
Ainsi, seul le courant effectif devra être pris en considération.

A titre indicatif, les performances de la pompe la plus appropriée à ce projet ( HMT = 159 m, Q = 2 l/s ) peuvent être livrées par une électro pompe immergée, type E4RTG/26 ( + moteur MK 475 ) , de puissance 5.5 Kw et d'un courant de 13.5 A .  
( Voir Courbes caractéristiques des pompes, en annexe n° : 5 )

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

$$s_1 ( KVA ) = I ( A ) * U ( 380V ) * 1.73 / 1000 = 8.87 KVA$$

$$s_2 ( KVA ) = \frac{P ( Kw )}{\cos \varnothing} = 7 KVA$$

$$S_1 = \text{Sup} ( s_1, s_2 ) = 8.87 KVA$$

La puissance totale de la station est :

$$S = S_1 + S_2, \text{ avec :}$$

$$S_2 = 10A \times 220 = 2200VA = 2.2 KVA$$

S : Puissance de l'éclairage et des prises de la station

$$\begin{aligned} \text{Puissance totale à installer} &= 1.6 * ( 2.2 + 8.87 ) KVA \\ &= 25 KVA \text{ (arrondi)} \end{aligned}$$

La station sera alimentée à raison de :

- Courant absorbé par l'électropompe : 13.5 A
- Courant pour l'éclairage et les prises : 10 A
- Courant total : 23.5 A ( arrondi à )  $I_t = 25 A$

CAS N° 2

- Puissance du groupe électropompe

Le calcul de la puissance absorbée du groupe est donnée par la formule suivante :

$$P = \frac{9,81 * Q * HMT}{r_1 * r_2}$$

Avec :

r <sub>1</sub>	=	Rendement de la pompe	( 69 % )
r <sub>2</sub>	=	Rendement du moteur	( 79 % )
Q	=	Débit de refoulement	( 3.2 l/s )
HMT	=	Hauteur Manométrique Totale	( 120 m )
P ( Kw )	=	6.91 Kw	

- Courant nominal

Le courant nominal calculé en triphasé ( 380V ), avec  $\text{Cos } \phi = 0.785$  est :

$$I ( A ) = \frac{1000 \times P ( K w )}{380 * 0.785 * 1.73} = 13.389 A$$

- Correction de la puissance

Compte tenu de la technologie des électropompes immergées, le courant effectif du moteur dépasse souvent le courant nominal calculé ( à puissance égale ).  
Ainsi, seul le courant effectif devra être pris en considération.

A titre indicatif, les performances de la pompe la plus appropriée à ce projet (HMT = 120 m, Q = 3.2 l/s) peuvent être livrées par une électro pompe immergée, type E4RTG/26 (+ moteur MK 475), de puissance 5.5 Kw et d'un courant de 13.5 A.  
( Voir Courbes caractéristiques des pompes, en annexe n° : 5 )

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

$$s_1 ( KVA ) = I ( A ) * U ( 380V ) * 1.73 / 1000 = 8.87 KVA$$

$$s_2 ( KVA ) = \frac{P ( Kw )}{\text{Cos } \phi} = 7 KVA$$

$$S_1 = \text{Sup} ( s_1, s_2 ) = 8.87 KVA$$

La puissance totale de la station est :

$$S = S_1 + S_2, \text{ avec :}$$

$$S_2 = 10A \times 220 = 2200VA = 2.2 KVA$$

S : Puissance de l'éclairage et des prises de la station

$$\begin{aligned} \text{Puissance totale à installer} &= 1.6 * ( 2.2 + 8.87 ) KVA \\ &= 25 KVA \text{ (arrondi)} \end{aligned}$$

La station sera alimentée à raison de :

- Courant absorbé par l'électropompe : 13.5 A
- Courant pour l'éclairage et les prises : 10 A
- Courant total : 23.5 A ( arrondi à )  $I_t = 25 A$

- La puissance est calculée donc pour les deux cas (refoulement vers Zaâyria ou vers Mahrouga)

#### 4.5.5 Transformateur

La station de pompage sera alimentée en énergie électrique à partir d'un groupe électrogène de 25 KVA.

#### 4.5.6 Installations de désinfection

Le dimensionnement du poste de chloration sera calculé sur la base des besoins des deux projets.

- Le dosage empirique pour la désinfection de l'eau dans le milieu rural, recommandé par les services de la santé publique, est de 1 litre de javel pour 10 m<sup>3</sup> d'eau à désinfecter.
- La consommation d'eau annuelle brute au cours de la première année est de 16826.5 m<sup>3</sup> (*Voir annexe n° 2*) ; ainsi la quantité de javel à consommer pour la première année est de :

$$\frac{16826.5}{10} \cong 1683 \text{ litres}$$

Le coût de la désinfection d'un m<sup>3</sup> d'eau est alors de :

$$\frac{1000 \times (\text{Volume d'eau de javel consommé par an} \times 0.2 \text{ DT / litre})}{\text{Consommation moyenne annuelle (2002)}} = \frac{1000 \times 1683 \times 0.2}{16826.5} = 20 \text{ millimes}$$

*Soit : 20 millimes / m<sup>3</sup>.*

Avec un bac de préparation de 30 litres et pour un dosage de 1/10, il est possible d'assurer une autonomie de fonctionnement du poste de chloration de 2 jours environ, avec un débit de 2.4 l/h. A raison de 200 millimes le litre de javel, la désinfection du m<sup>3</sup> d'eau coûte environ 20 millimes.

La pompe doseuse sera du type électrique à injection fixe mais ajustable ayant les caractéristiques suivantes :

- débit maximum 5 l/h
- pression maximale 16 bars

Les frais d'entretien du poste de chloration ainsi que l'approvisionnement en eau de javel seront pris en charge par le GIC Zaâyria, puisque le GIC Mahrouga achètera de l'eau pompée.

#### 4.5.7 Installations auxiliaires

Pour un meilleur suivi de l'exploitation (détection des fuites, détermination des volumes consommés), des compteurs seront installés :

- Sur la conduite de refoulement à la sortie de la pompe
- Sur les conduites de distribution à la sortie du réservoir
- Aux points de distribution.

Avec un tel dispositif, l'exploitation du réseau se trouvera facilitée par des mesures de contrôle réguliers permettant de déceler les anomalies (ou les éventuelles avaries) dans la gestion du système.

#### 4.5.8 Eclairage de station de pompage

L'éclairage intérieur sera assuré par un appareil fluorescents 2 X 1.2 situé au plafond.  
L'éclairage extérieur sera réalisé avec un hublot du « type rond » étanche situé au dessus de la porte d'accès de la station commandé par interrupteur, de l'intérieur du local. Ce hublot sera avec socle et diffuseur résistant aux chocs, avec lampe à incandescence 100 W.

#### **4.5.9 Exploitation**

Le réseau sera équipé de la robinetterie nécessaire au bon fonctionnement et permettant un entretien du réseau :

\* Robinets-vannes : prévus à certains nœuds du réseau afin de permettre l'isolation de certains tronçons en cas de réparation ou d'exécution.

\* Ventouse : installées aux points hauts pour évacuer l'air.

\* Vidange : installées aux points bas, afin de permettre l'évacuation de plusieurs tronçons du réseau dans un puits perdu, écoulement, ou un fossé de route.

- La pompe immergée refoule l'eau à raison de 2 l/s vers un réservoir de 30 m<sup>3</sup> de capacité. La fréquence de pompage sera tributaire de la demande d'eau journalière.

\* La régulation manostatique sera assurée par le contrôle de la pression dans la conduite de refoulement. Dans ce cas, le réservoir doit être équipé d'un robinet à flotteur et d'un bay-pass de retour entre la distribution et le refoulement, afin de signaler au manostat, le plein et le vide du réservoir, moyennant l'équilibre de pression entre les deux conduites.

\* La pression basse détectée par le manostat enclenche la pompe et par conséquent le remplissage du réservoir ; la pression haute déclenche la pompe. Le manostat doit arrêter la pompe, même en marche manuelle ( dans le cas d'un réservoir plein).

\* L'installation d'une horloge à démarrage horaire au niveau de la station de pompage permettra le fonctionnement automatique de la station de pompage toutes les heures afin d'éviter tous les risques de vidange du réservoir si le système de régulation par manostat tombe en panne.

\* Pour un meilleur suivi de l'exploitation ( détection des fuites, détermination des volumes consommés ), des compteurs seront installés :

- Sur la conduite de refoulement à la sortie de la pompe
- Sur les conduites de distribution à la sortie du réservoir.

### **5. MEMOIRE DESCRIPTIF**

#### **5.1 Généralités**

La mémoire descriptif servira à décrire le système AEP dans son ensemble (surtout les caractéristiques techniques) pour mettre en évidence son étendue, son fonctionnement et l'harmonisation entre tous ses composants.

#### **5.2 Sources d'eau**

L'alimentation en eau potable du Projet Mahrouga sera assurée à partir du forage Chnaïnia N° : IRH .../..., exécuté entre Décembre 1998 et Avril 1999 ; il capte l'aquifère de Meknassy.

Les caractéristiques de ce forage se présentent comme suit :

- Profondeur de reconnaissance : 300 m
- Niveau statique : 55 m
- Débit d'exploitation proposé : 15 l/s
- Rabattement correspondant : 4 m
- Résidu sec : 2.1 g/l
- Immersion de la pompe : 75 m

### **5.2.1 Génie civil**

Construction et équipement d'un abri de forage, y compris clôture et aménagement extérieur :

Le local de pompage sera construit à proximité du forage, il comprendra le local de dosage (1,30 x 3,75), d'exploitation (2,10 x 3,75) et un local pour le gardien (2,40 x 3,75).  
Juste à côté sera construit un local pour le GIC, de dimension 4m x 4m.

Le local sera constitué d'une fondation filante d'un radier isolé en béton armé.

Deux portes seront en tôle d'acier galvanisé de 90 cm x 2,10 m et une porte ventilée en tôle d'acier galvanisé 90 cm x 210 cm avec moustiquaire démontable.

Les 4 fenêtres seront à lames orientables avec protection grille antivol et moustiquaire démontable de dimension 90 x 120.

La toiture sera couverte d'une étanchéité multi-couche avec une feuille de couverture en aluminium.

Le terrain de 16 m x 12 m sera clôturé.

### **5.2.2 Equipement hydraulique**

Le local de pompage sera à proximité directe du forage.

L'équipement hydraulique est composé des pièces suivantes (énumération en direction de l'écoulement : compteur d'eau avec possibilité de démontage, ventouse, clapet de non-retour, manomètre, pièce 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 du compteur est le même que celui de la colonne montante (DN 60 mm).

Les pertes de charge locales sont évaluées à 2.5 m sur la colonne (longueur 60 m) et 0,5 m pour les pièces spéciales.

A la sortie de la station, un cône 60/100 ramène le diamètre à celui du refoulement.

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

Le forage sera équipé avec l'équipement hydraulique suivant :

DESIGNATION	Quantité
<b>A/ Au niveau du forage</b>	
- Colonne montante en acier galvanisé DN 60 mm y compris accessoires de raccordement	20
- Tête de forage avec support- renforts DN 60	1
<b>B/ Au niveau du local de pompage</b>	
- Compteur à bride avec protège DN 60	1
- Pièce de démontage auto-buté DN 60	1
- Ventouse automatique avec vanne d'arrêt DN 60	1
- Clapet de non retour à bride DN 60	1
- Manomètre à bride avec 2 seuils réglables avec robinet à trois voies.	1
- Té à brides en fonte, DN 60/60	1
- Manchette bridée en fonte DN60 L= 1m	1
- vanne méplate avec volant DN 60	2
- Coude ¼ à brides DN 60	1

La pompe immergée sera raccordée à une colonne montante en tube d'acier galvanisé l= 3,0 m et diamètre 60 mm à bride. Les câbles immergés y seront fixés par des colliers. La colonne montante sera suspendue à la bride de la tête de forage.

Celle-ci disposera d'orifices pour :

- l'introduction du câble immergé (étanchéité par presse-étoupe)
- l'introduction d'une sonde de niveau avec couvercle amovible
- l'aération (avec grillage anti-insectes de protection)
- l'introduction du tube de l'hydromètre
- l'orifice avec capuchon pour une sonde à niveau

Les organes de robinetterie seront installés à l'intérieur du bâtiment de contrôle (ventouse, clapet, manomètre, compteur, robinet vanne).

L'ensemble de la tuyauterie et robinetterie doit résister à l'agressivité de l'eau et doit être protégé par une peinture dont la couleur est agréée par le maître de l'ouvrage.

#### **5.2.4 Ouvrages de désinfection**

La solution d'hypochlorite de sodium sera préparée et dosée avant d'être injectée dans la conduite de refoulement.

Le dosage exact du chlore ne peut être fixé qu'après achèvement du réseau et prélèvement d'échantillons dans celui-ci. La teneur en chlore résiduel sera de 0,1 mg/l environ.

La teneur en chlore à doser est de 0,5 à 1,00 mg/l.

Le bac de préparation de 40 l dispose d'une vidange, d'un trop-plein, d'un départ et d'un agitateur électrique. Son alimentation en eau sera réalisée à partir d'un branchement sur la conduite de refoulement.

Les conduites et les robinets de dosage sont en matière plastique. Les longueurs des tronçons des conduites de dosage, ne doivent pas dépasser 3 mètres afin de pouvoir pallier les éventuelles obturations causées par des dépôts de réactifs précipités.

La pompe doseuse sera de type électrique à débit maximum de 5 l/h et de pression admissible 16 bars.

#### **5.2.5 Alimentation électrique**

Le forage sera alimenté par un groupe électrogène .

L'alimentation en énergie électrique devra satisfaire les besoins nominaux ainsi que ceux pour le démarrage de la pompe la plus forte, sans perturber les autres consommateurs d'électricité. Une chute de tension de 15% au maximum est admise lors du démarrage.

Avec un besoin de 12 KVA, un groupe électrogène de 25 KVA est suffisant.

#### **5.2.6 Armoire de commande et fonctionnement**

Dans ce projet, les travaux pour la partie électromécanique comprend aussi :

- La fourniture et câblage basse tension 220/380 V de l'alimentation du coffret ou armoire de la station conformément à la norme N° NOR.A.E.13.1
- La fourniture et installation des coffrets de démarrage, contrôles et protections de la station (Norme CRDA N° NOR 20)
- La fourniture et installation du dispositif de protection arrivée coffret ou armoire, selon la distance entre le disjoncteur débranchable d'arrivée général et le coffret ou armoire de la station conformément à la Norme AE.11-4 .

Des départs sont prévus pour :

- la pompe immergée
- le poste de dosage
- l'agitateur de la solution d'eau de Javel
- l'éclairage et les prises de courant.

En outre, l'armoire de commande sera équipée de compteurs horaires pour les pompes de forage et de dosage, afin de permettre l'évaluation de leur rendement, et d'une horloge.

#### Commande

Le fonctionnement des pompes et des autres appareils est commandé à partir de l'armoire de commande selon le schéma suivant :

- **Pompe immergée**

- marche/arrêt : manuels
- marche/arrêt : par transmission (radio) suite à une lecture de niveau.
- arrêt : par sonde de niveau en cas de marche à sec de la pompe

- **Pompe doseuse**

- marche/arrêt : manuels
- marche/arrêt : automatiques synchronisés avec la pompe immergée

- **Agitateur de la solution d'eau de Javel**

- marche/arrêt : manuels
- marche/arrêt : à intervalles commandés par une minuterie réglable

- **Signalisation**

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

### **5.2.7 Aménagement extérieur**

Le local de pompage sera clôturé par un mur en briques de 12 trous posés à plat avec des poteaux tous les 4 m. Le mur sera construit sur un chaînage avec une hauteur de 1,8 m. Le portail sera installé à droite de la façade avec la dimension 4 x 1,8 en tôle d'acier galvanisé.

## **5.3 Réservoir et station de pompage**

### **5.3.1 Réservoir de stockage**

Un réservoir semi-enterré en béton armé d'un volume utile de 30 m<sup>3</sup> est prévu sur une colline à la côte 430.08 m. Ses caractéristiques sont les suivantes :

- Volume : 30 m<sup>3</sup>
- Côte radier : 430.53 m
- Côte départ crépine : 430.23 m
- Côte PHE : 432.63 m
- Côte d'arrivée : 432.83 m
  
- Une conduite d'arrivée avec robinet vanne de D N 100 mm
- Une conduite de départ avec robinet vanne de DN 150 mm
- Une conduite de trop-plein de DN 150 mm
- Une conduite de vidange avec robinet DN 100 mm
- Un robinet vanne DN 150 de sectionnement
- Un compteur DN 80 avec pièce de démontage et éventuellement des cônes de réduction.
- Un By-pass DN 60 avec clapet et robinet vanne reliant la conduite d'arrivée et celle de distribution
- Une crépine en bronze D N 150 mm

La conduite de trop plein et d'évacuation doit déboucher dans un fossé de route de façon à ce que le terrain ne soit pas endommagé par ces eaux à évacuer.  
 Une échelle limnimétrique en matière non corrosive sera installée dans la cuve de sorte qu'elle puisse être lue facilement. En plus un système de mesure de niveau d'eau dans le réservoir, lisible de l'extérieur, sera mis en place.

### 5.3.2 Station de pompage

#### 5.3.2.1 Pompe

Les points de fonctionnement sont définis par les cas suivants :

- \* 2 l/s - 159 m
- \* 3.2 l/s - 120 m

Les matériaux constitutifs du pompe seront :

- Corps en Bronze sans Zinc
- Arbre en acier inox (avec au moins 13% de Chrome)
- Roues en Bronze sans Zinc.
- 

Elle aura plusieurs étages (28) 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 présentées dans le tableau suivant :

Forage	TN	Niveau statique (m)	Niveau dynamique (m)	DN tubage	Rabat (m)	Q ref . L/s	HMT (m)	PM (kW) rp=0,66-rM=0,79	Tube exhaure (m)
IRH ....//..	346.54	291.54	291	12"1/4	0.533	2	159	5.5	60

#### 5.3.2.2 Armoire de commande et fonctionnement

Tous les éléments de commande de protection et de signalisation sont réunis dans une armoire principale de commande alimentée en 380 V.

Des départs sont prévus pour :

- la pompe immergée
- le poste de dosage
- l'agitateur
- l'éclairage et les prises

#### 5.3.2.3 Installations auxiliaires

Les appareils à monter dans la station de pompage sont :

- Compteur volumétrique avec protège –cadran DN 60
- Ventouse automatique avec robinet et brides DN 60
- Clapet anti-retour à 2 brides en fonte DN 60
- Vanne méplate à commande par volant DN60
- Manomètre Ø 16 cm avec 2 seuils réglables, PN 10 raccord Ø ½ pouce avec robinet vanne à 3 voies.

### 5.3.2.4 Alimentation électrique

- Puissance apparente de l'électropompe :  $S_1$

$$S_1 \text{ (KVA)} = I \text{ (A)} * U \text{ (380V)} * 1.73/1000 = 8.87 \text{ KVA}$$

$$S_2 \text{ (KVA)} = \frac{P \text{ (Kw)}}{\text{Cos } \varnothing} = 7 \text{ KVA}$$

$$S_1 = \text{Sup} ( s_1, s_2 ) = 8.87 \text{ KVA}$$

La puissance totale de la station est :

$$S = S_1 + S_2, \text{ avec :}$$

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

S : Puissance de l'éclairage et des prises de la station

$$\begin{aligned} \text{Puissance totale à installer} &= 1.6 * ( 2.2 + 8.87 ) \text{ KVA} \\ &= 25 \text{ KVA (arrondi)} \end{aligned}$$

La station sera alimentée à raison de :

- Courant absorbé par l'électropompe : 13.5 A
- Courant pour l'éclairage et les prises : 10 A
- Courant total : 23.5 A ( arrondi à )  $I_t = 25 \text{ A}$

La station de pompage sera alimentée en énergie électrique à partir d'un groupe électrogène de 25 KVA.

## 5.4 Canalisations

### 5.4.1 Généralités

La canalisation est posée le long des voiries existantes bien repérable de sorte que, lors d'un aménagement, les conduites ne seront 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.

La couverture minimale des canalisations sera de 50 cm au-dessus de la génératrice supérieure. Les pentes minimales ascendantes et descendantes seront respectivement de 4 % et 2%.

Les calculs hydrauliques sont effectués pour l'heure de pointe d'un jour de pointe et pour l'heure creuse (statique).

### 5.4.2 Pose de conduite incluant canalisation aérienne avec protection

Les conduites du réseau sont des conduites en PEhd, PN 10 et 16 bars, à raccord électrosoudable type long.

Pour les franchissements des zones inondables en saison hivernale, la conduite sera posée sur profondeur couverte avec du sable correctement damé et des moellons de protection. Les entrées et sorties de la conduite dans les zones inondables seront matérialisées par des poteaux de signalisation qui en indiqueront l'alignement.

### 5.4.3 Installations de service avec accessoires

Les installations de service ont été conçues en vue de desservir les bénéficiaires du projet Bouchiha, le nombre et l'emplacement ont été arrêtés en concertation avec la population.

Les ouvrages retenus sont :

- 07 BF
- 01 Potence
- 01 Branchement particulier

(le branchement particulier est : Ecole Foufi Snad ).

Chaque Potence sera équipée d'un robinet d'arrêt Ø 1 pouce et d'un compteur de 7/ 10 m<sup>3</sup> /h Ø 1 pouce et tous les autres accessoires de raccordement conformément aux plans.

Chaque Borne fontaine sera équipée d'un robinet d'arrêt Ø ¾ pouce et d'un compteur de 1.5/ 3 m<sup>3</sup> /h Ø ¾ pouce et tous les autres accessoires de raccordement conformément aux plans.

### 5.4.4 Récapitulation

L'ensemble du projet comprend les éléments suivants :

#### **- Lot 1 : Fourniture, transport et pose de conduites et travaux de génie civil**

***Sous-lot 1.1 :*** Fourniture de 13320 m de canalisation en PEhd, PN 10 et 16 bars, avec tous les accessoires

- 2720 ml PEHD DE 160 PN 10
- 2032 ml PEHD DE 125 PN 10
- 315 ml PEHD DE 110 PN 16
- 4090 ml PEHD DE 110 PN 10
- 825 ml PEHD DE 75 PN 10
- 3338 ml PEHD DE 63 PN 10

***Sous-lot 1.2 :*** Pose de 13320 m de canalisation en PEhd, PN 10 et 16 bars.

- 2720 ml PEHD DE 160 PN 10
- 2032 ml PEHD DE 125 PN 10
- 315 ml PEHD DE 110 PN 16
- 4090 ml PEHD DE 110 PN 10
- 825 ml PEHD DE 75 PN 10
- 3338 ml PEHD DE 63 PN 10

y compris construction de regards (8 Vidanges, 12 Ventouses et 5 Sectionnements) et ouvrages de distribution (8 bornes fontaines, 1 potence et 1 branchement particulier).

***Sous-lot 1.3 :*** Travaux de Génie civil

- Construction et équipement d'un abri du forage, d'un réservoir semi-enterré de 30 m<sup>3</sup> y compris l'aménagement extérieur.

## 5.5 Méthode d'exploitation

### Système hydraulique :

La pompe immergée de  $2 \text{ l/s} = 7.2 \text{ m}^3/\text{h}$  refoule dans une conduite PEhd DE 110 mm, PN10 sur une longueur de 3887 m, dont 300 m en DE110 PN 16.

Le niveau statique de la nappe au forage est estimé à 291.54 m et le niveau dynamique par le débit ci-mentionné à 291 m.

La conduite de refoulement n'a pas de prise d'eau mais la station dispose d'un réseau d'eau de service.

### Fonctionnement de pompage et de distribution:

La demande d'eau journalière moyenne à la première année d'exploitation est de  $30.16 \text{ m}^3/\text{jour}$  y compris pertes forfaitaires de 15 %.

La demande en hiver peut être située à  $22.62 \text{ m}^3/\text{j}$  et en été à  $37.7 \text{ m}^3/\text{j}$ .

Les heures de pompage prévisionnelles de la première année d'exploitation pourront être situées comme suit :

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
<b>Volume pompé ( m<sup>3</sup> )</b>	28.8	28.8	36	36	36	43.2	43.2	43.2	36	36	28.8	28.8
<b>Heures de pompages</b>	4	4	5	5	5	6	6	6	5	5	4	4

Le temps sera augmenté chaque année selon les besoins.

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

Les heures de pompage pour satisfaire la demande de  $22.62 \text{ m}^3/\text{j}$  (Hivers 2002) à  $53.46 \text{ m}^3/\text{j}$  (Eté 2017) varient entre 4 h et 8 h.

Tant que le besoin journalier peut être stocké par le réservoir ( $< 30 \text{ m}^3$ ), le choix des heures de pompage est libre.

Quand la demande dépasse  $30 \text{ m}^3/\text{j}$ , 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.

Pour éviter la vidange journalière du réseau il est conseillé de commencer le pompage à 5 h pour avoir à 12 H, un stock de  $30 \text{ m}^3$  au réservoir. Dans ce cas, le pompage s'arrête quand le réservoir est plein. Avec l'automatisme installé,

le démarrage se fait par une horloge à 23 h et s'arrête par lecture de niveau ; réservoir-plein.

La pompe redémarre quand le niveau au réservoir descend plus de 2,2 m. L'horloge est réglée pour mettre hors service la pompe entre 19 et 23 H.

Pour l'exploitation du Système d'alimentation en eau potable, il est recommandé au GIC Mahrouga la réalisation de ces tâches :

- Lecture des compteurs.
- Contrôle de la teneur en chlore résiduelle aux points de distribution les plus défavorables ( les extrémités du réseau ),
- Nettoyage et désinfection du réservoir ( RSE ).

## 5.6 Gestion du GIC

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

Nombre de familles : 101 à la mise en service  
 Demande prévisionnelle max.d'eau en première année = 30.16 m<sup>3</sup>/j (moyenne de l'année)  
 Demande minimale considérée à 80% = 24.13m<sup>3</sup>/j (moyenne de l'année)

	max (100%)	min (80%)
Demande en été 125%	= 37.70 m <sup>3</sup> /j	= 30.16 m <sup>3</sup> /j
Demande d'hiver 75%	= 22.62 m <sup>3</sup> /j	= 18.09 m <sup>3</sup> /j

Impayés prévisionnels 20 %

Distribution par: 7 bornes fontaines, 1 potences et 1branchement particulier (Ecole )

	max (100%)	min (80 %)
Production annuelle 30.16 m <sup>3</sup> x 365	=11008.4 m <sup>3</sup>	= 8806.72 m <sup>3</sup>

### - Coûts prévisionnels de production :

*Le salaire du gardien pompiste et les frais d'entretien de la station de pompage, ainsi que les frais d'énergie seront pris en charge par le GIC de Zaâyria, puisque le GIC Mahrouga achètera de l'eau pompée.*

- Achat d'eau : 0.300 x 11008.4	= 3302.52 DT	2642.016 DT
- fonctionnement GIC forfait :	= 190.000 DT	190.000 DT

### - Entretien et imprévus :

- réseaux	= 1489.588 DT	1489.588 DT
- génie civil	= 631.837 DT	631.837DT
- équipement	= 1125.000 DT	1125.000 DT
<b>Total Général</b>	<b>= 6738.945 DT</b>	<b>6078.441 DT</b>

<b>Prix du m<sup>3</sup> :</b> 6738.945 x 1,15/11008.4	= 0.704 DT	0.794 DT
--	------------	----------

<b>En cas de 20% impayés</b>	= <b>0.880 DT</b>	<b>0.993 DT</b>
------------------------------	-------------------	-----------------

### **Recettes théoriques**

**Avec 100% des consommateurs**

avec 20 % impayés

Vente (m3) 11008.4 x 0.704	= 7749.914 DT	9687.392 DT
----------------------------	---------------	-------------

**Avec 80 % des consommateurs**

Vente (m <sup>3</sup> ) 8806.72 x 0.794	= 6992.536 DT	8745.073 DT
---	---------------	-------------

Pour avoir une réserve qui permet de faire face aux imprévus financiers, un fonds de roulement couvrant 20 % des dépenses annuelles, soit environ 1347.789 DT est à collecter à concurrence de 16.685 DT (arrondis) par famille au moins auprès de 80 % des familles bénéficiaires du projet.

## **6. ESTIMATION CONFIDENTIELLE**

- Réseaux	: 297917.550 DT
- Génie civil	: 63183.690 DT
- Equipement (+ électrification)	: 45000.000 DT

**Le coût total du projet Mahrouga est estimé à 406101.240DT TTC.**