No.

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 BIZERTE
RAPPORT SUR SMADAH

MARS 2001

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

S S S
C R (5)
01 – 46

SOMMAIRE

1. Introduction et resume du projet 1

1.1. Introduction 1

1.2. Résumé du projet 1

1.2.1. Ressources en eau 1
1.2.2. Réservoir 1
1.2.3. Canalisation 2
1.2.4. Points d'eau 2
1.2.5. Personnel 3
1.2.6. Coût du projet 3

1.3. Répartition des travaux 3

2. DONNEES GENERALES 4

2.1. Localisation, accès et conditions climatiques 4

Les services rattachés à la poste passent par la délégation de Joumine 5
Données climatiques 5

2.2. Démographie et besoins en eau 6

2.2.1. Démographie 6
2.2.2. Le cheptel 6
2.2.3. Besoins en eau domestiques 7
2.2.4. Besoins du cheptel 7
2.2.5. Besoins totaux 8
2.2.6. Bilan besoin ressources en eau 8

3. CONCEPTION TECHNIQUE DE CHAQUE ELEMENT AEP 9

3.1. Généralités 9

3.2. Equipements de pompage 9

3.2.1. Pompes 9
3.2.1.1. Forage 9
3.2.1.2. Surpresseur de Haroun 9
3.2.2. Equipement hydraulique du forage 9
3.2.3. Aménagements extérieurs 10

3.3. Local de pompage 10

3.3.1. Choix du type 10
3.3.2. Equipements hydrauliques – Poste de désinfection 10
3.3.3. Alimentation électrique 11
3.3.3.1. La station de pompage 11
3.3.3.2. Le surpresseur de Haroun 13
3.3.3.3. Alimentation énergétique 15
3.3.4. Armoires de commande 16
3.3.4.1. Groupe immergé 16
3.3.4.2. Surpresseur Touila 16

3.4. Réservoir 16

3.4.1. Implantation et volume 16
3.4.2. Equipements hydrauliques 16

3.5. Conduite de refoulement 17

3.5.1. Calcul du refoulement, régulation et protection (station de pompage) 17
3.5.2. Calcul de refoulement, régulation et protection surpresseur de Haroun 18

3.6. Réseau de distribution 19

3.7. Robinetteries et raccords 21
3.7.1. Ventouses 21
3.7.2. Vidanges 22
3.7.3. Installation des compteurs 23
3.7.4. Ouvrages de distribution 24

4. MEMOIRE DESCRIPTIF 25

4.1.Généralités 25

4.2. Points d'eau 26
4.2.1. Génie civil 26
4.2.2. Equipements hydrauliques 27
4.2.2.1. Equipement du forage 27
4.2.2.2. Equipement du surpresseur 27
4.2.3. Equipement électromécanique et de commande du forage de Haroun 28
4.2.4. Poste de désinfection 28
4.2.5. Alimentation électrique 29
4.2.5.1. Alimentation du forage 29
4.2.5.2. Alimentation du surpresseur 29
4.2.6. Armoire de commande principale 29
4.2.6.1. Armoire de commande 29
4.2.6.2. Groupe surpresseur 30
4.2.7. Aménagement extérieur 31

4.3. Stockage de l'eau (réservoir) 31

4.4. Réseau de distribution 31
4.4.1. Généralités 31
4.4.2. Canalisations et raccords – Ouvrages spécifiques 32
4.4.3. Robinetterie et accessoires 33
4.4.4. Ouvrages de distribution 33
4.4.5. Ouvrages particuliers 34

4.5. Mode d'exploitation 34

4.6. Gestion GIC 34

5. Estimation confidentielle 35

1. INTRODUCTION ET RESUME DU PROJET

1.1. Introduction

L'alimentation en eau potable des zones rurales en Tunisie a fait l'objet de deux programmes Nationaux appelés « Programmes Nationaux 2000 et 2001 ». Dans le cadre du programme 2001, le Gouvernement Tunisien a obtenu un prêt pour financer « l'étude de conception détaillée pour le projet d'alimentation en eau potable rurale » de 44 projets répartis sur 15 Gouvernorats tunisiens. Ces 44 projets ont été répartis en 5 lots. La coopération japonaise représentée par l'«Equipe d'Etude JICA » a lancé auprès de bureaux Tunisiens spécialisés en études d'AEP dont STUDI Ingénieurs Conseils des consultations en vue de sous – traiter ces études. STUDI Ingénieurs Conseils a été chargée du lot N° 3 qui comprend le projet Smadah objet du présent rapport. Ce projet relève du Gouvernorat de Bizerte.

L'étude comprend :

- Une première phase intitulée « Etude de base » qui doit notamment permettre de définir les composantes du projet
- Une deuxième phase intitulée « Etude détaillée » dont la finalité est d'aboutir à la préparation d'un dossier d'appel d'offres pour les entreprises chargées d'exécuter les travaux de réalisation.

Le présent rapport concerne la deuxième phase.

1.2. Résumé du projet

1.2.1. Ressources en eau

La population s'approvisionne actuellement en eau à partir de puits et de citernes dont la qualité de l'eau est douteuse.

Le présent projet prévoit de rapprocher les points de distribution de la population et d'augmenter leur nombre, de façon à raccourcir les distances et à rendre moins pénible l'opération d'approvisionnement en eau.

1.2.2. Réservoir

* Génie civil

- Réservoir semi enterré de 40 m3 de capacité

* Equipement

- Conduite d'arrivée, robinet vanne et robinet à flotteur DN65
- Conduite de départ avec crépine DN125, robinet vanne, compteur et pièces de démontage

- By pass DN65 avec clapet et robinet vanne reliant la conduite d'arrivée et la distribution
- Vidange DN 80
- Trop-plein DN 80

1.2.3. Canalisation

Le réseau de distribution se compose des conduites dont les caractéristiques sont données par le tableau suivant :

Diamètre	Classe de pression	Linéaire non majorée			Linéaire majoré		
		Adduction	Refoulement	Distribution	Adduction	Refoulement	Distribution
Pehd 63	PN10	-	-	2824,13	-	-	2965,33
Pehd 63	PN16	-	966,9	5331,55	-	1015,24	5598,13
Pehd 75	PN10	-	-	2684,21	-	-	2818,42
Pehd 75	PN16	-	-	3073,53	-	-	3227,20
Pehd 90	PN10	-	-	2164,03	-	-	2272,23
Fonte 65	PN25	-	363,20	-	-	381,36	-
Total			1330,1	16077,45	-	1396,000	16881,310
Total général			17407,54			18277,91	

Le linéaire majoré constitue le linéaire pris en compte dans le bordereau des prix pour prendre en considération les imprévus et divers.

Le réseau comprend les ouvrages annexes suivants :

- 10 vannes
- 29 ventouses
- 9vidanges
- 17bornes fontaines
- 4 branchements particuliers.

1.2.4. Points d'eau

Le projet comprend 17 bornes fontaines et 4 branchements particuliers répartis de la manière suivante par localité :

Localités	Nombre de famille 2017	Effectif de la population 2017	Points d'eau
Douar Ezzenk Smadah I	10 21	52 114	BF1 BF2
Smadah II	21	112	BF3 *BP 1et 2*
Haroun I et II	42	230	BF4-5-6 *BP3*
Grembil I	20	116	BF7 et BF8
Grembil II	9	52	BF9

Localités	Nombre de famille 2017	Effectif de la population 2017	Points d'eau
Essomaâ I et II	9	39	BF10 et 11
El Ouarda I et II	53	231	BF12 et 13
Sayeh I et II	50	236	BF14 et 15 *BP4*
Lalloucha	10	47	BF16
Dbebha	8	30	BF17
Total	253	1259	17 BF 4 BP

1.2.5. Personnel

- 1 gardien pompiste, responsable du pompage et du fonctionnement des équipements.

1.2.6. Coût du projet

Le coût total d'investissement du projet est estimé à 321 898,200 DT soit 256 DT/hab à l'horizon du projet.

1.3. Répartition des travaux

Les travaux seront exécutés en deux lots :

- Lot A : Fourniture de conduites et pièces spéciales et exécution de travaux de pose de conduites et de génie civil.
- Lot B : Fourniture et installation des équipements hydromécaniques et électriques pour les stations de pompage.

Le lot A comprend :

- La fourniture transport et pose de 20 802,11 ml de conduites y compris manchons électrosoudables de (linéaire majoré de 5%) :

  - 2965,33 ml de conduites Pehd 63 PN 10
  - 6613,37 ml de conduites Pehd 63 PN 16
  - 2818,42 ml de conduites Pehd 75 PN 10
  - 3227,20 ml de conduites Pehd 75 PN 16
  - 2272,23 ml de conduites Pehd 90 PN10
  - 381,36 ml de conduites fonte GS 65 PN25 à joints verouillés

- La fourniture, transport et pose des ouvrages annexes suivants :

  - 10 vannes
  - 29 ventouses

- 9 vidanges
- 17 bornes fontaines
- 4 branchements particuliers

- La construction d'une station de pompage
- La construction et l'équipement d'une station de surpression
- La construction d'un réservoir semi-enterré de 40 m3 de capacité
- La construction d'un local de pompage, d'un local GIC et d'un local de chloration
- La construction d'un brise-charge de capacité 8 m3.

Le délai d'exécution est de 14 mois tel qu'il est établi et défini par le planning en annexe 8.

Le lot B comprend :

- La fourniture, le montage et l'essai d'un groupe électropompe immergé de débit unitaire 1,5 l/s et de HMT 154 m.
- La fourniture, le montage et l'essai d'un groupe électropompe à axe horizontal fonctionnant en surpresseur de débit 0,5 l/s et de HMT 116 m.
- La fourniture, le montage et l'essai des équipements hydromécaniques
- La fourniture, montage et essai des équipements électriques de commande et de régulation
- La fourniture de groupes électropompes de secours.

Le délai d'exécution des équipements électromécaniques et électriques est de 2,00 mois. Le planning détaillé est donné en annexe 8.

2. DONNEES GENERALES

2.1. Localisation, accès et conditions climatiques

La zone du projet Smadah appartient administrativement à la délégation de Joumine, relevant du gouvernorat de Bizerte. Elle comprend 12 groupements d'habitat principaux, il s'agit de :

- Douar Ezzenk
- Smadah I
- Smadah II
- Haroun
- Grembil I
- Grembil II
- Essomaâ
- El Werda
- Sayeh I
- Sayeh II
- Lalloucha
- Dbebha

Ces groupements sont situés dans une zone montagneuse (J. Grimbil, J. sidi Hammadi) qui culminent respectivement aux cotes 506 et 522 m NGT.

La localité est traversée par plusieurs cours d'eau dont les lits sont assez marqués, on cite notamment :

- Oued Bou Disa
- Oued El Ghar
- Oued al Hmäm
- Oued al Bagrät

La situation topographique et géographique est illustrée par la planche N° 1, ci-jointe, qui donne aussi le réseau d'AEP projeté.

L'accès à la localité se fait par la route GP11 reliant Béjà à Mateur.

Des pistes agricoles se ramifient à partir de cette route principale pour desservir les petits groupements ou douars situés aux endroits les plus reculés.

L'électrification ne touche pas toutes les localités situées dans la zone du projet. Seulement les localités les plus importantes tels que Smadah, Haroun et Sayeh.

Les services rattachés à la poste passent par la délégation de Joumine.

Données climatiques

Du point de vue climatique, la région de Bizerte appartient au bioclimat méditerranéen sub-humide selon la classification d'Emberger.

La pluviométrie annuelle étudiée sur la base des données recueillies de 1901 à 1950 donne une normale pluviométrique annuelle de 665 mm. Actualisée par l'Institut Météorologique par les données enregistrées depuis, elle s'établit à 176.

La température moyenne mensuelle varie de 11° en hiver (Janvier) à 26° en été (Août) avec des moyennes des maxima journaliers dépassant les 30° en Juillet et Août. La température minimale absolue est de 0° alors que la température maximale absolue est de 48°. Les mesures de l'évaporation effectuées à Bizerte à l'évaporimètre Piche montrent que l'évaporation annuelle moyenne est de 1400 mm environ.

Les vents sont généralement forts, les vitesses inférieures à 1 m/s ne soufflent en moyenne que pendant 58 jours par an. Les vents dominants (200 jours par an) sont de secteur Nord-Ouest et sont le plus souvent générateurs de pluie.

2.2. Démographie et besoins en eau

2.2.1. Démographie

L'évolution de la population, jusqu'à l'horizon 2017, est présentée en annexe 2. Cette évolution est déterminée par application d'un taux d'évolution de 1,1 % par an (taux donné par l'INS pour les zones non communales dans le gouvernorat de Bizerte). La population en 2017 sera de 1386 habitants.

Le tableau suivant récapitule les données concernant les bénéficiaires par localité :

La population

Localité	Nombre de familles		Nombre d'habitants	
	2000	2017	2000	2017
Douar Ezzenk	8	10	43	52
Smadah I	17	21	95	114
Smadah II	17	21	93	112
Haroun	35	43	191	230
Grembil I	16	20	96	116
Grembil II	7	9	43	52
Essomaâ	7	9	32	39
El Werda	44	53	192	231
Sayeh I	34	41	171	206
Sayeh II	6	8	25	30
Lalloucha	8	10	39	47
Dbebha	6	8	25	30
Total	**205**	**253**	**1045**	**1259**

2.2.2. Le cheptel

La répartition du cheptel par localité, d'après l'enquête menée dans le cadre de la présente étude est récapitulée ci-dessous :

Localité	Cheptel	
	Ovins + caprins	Bovins + Équidés
Douar Ezzenk	25	10
Smadah I	2000	124
Smadah II	627	115
Haroun	40	53
Grembil I	120	70
Grembil II	100	50
Essomaâ	300	56
El Werda	420	89
Sayeh I	250	70
Sayeh II	200	50
Lalloucha	40	20
Dbebha	20	14
Total	**4142**	**721**

2.2.3. Besoins en eau domestiques

Le calcul des besoins domestiques a été établi sur la base de données et hypothèses suivantes :

- Une consommation spécifique en 2002 de 25 l/j/hab pour les groupés. Nous avons considéré pour les prévisions un taux d'accroissement de 2,5 % par an jusqu'à l'horizon 2017 horizon de l'étude
- Une consommation spécifique uniforme jusqu'à 2017 de 20 l/j/hab pour les dispersés.
- Les pertes sont prises égales à 15 % du volume consommé
- Le coefficient de pointe journalière est pris égal à 1,25
- Le coefficient de pointe horaire est pris égal à 1,8

Les besoins domestiques sont résumés dans les tableaux suivants :

Consommation journalière moyenne sans pertes

Horizon	Consommation domestique totale en m3/j
2002	25,77
2007	30,27
2012	35,63
2017	42,00

2.2.4. Besoins du cheptel

Les consommations spécifiques prises en compte sont :

- Ovins et caprins = 5 l/j/tête
- Bovins, équidés = 30 l/j/ tête

Ces consommations sont considérées fixes jusqu'à 2017, horizon du projet.

Les besoins en eau du cheptel sont récapitulés dans le tableau suivant :

Horizon	Consommation du cheptel en m3/j
2002	16,80
2007	16,80
2012	16,80
2017	16,80

2.2.5. Besoins totaux

Les besoins totaux journaliers moyens sont les suivants :

Horizon	Besoins en eau totaux en m3/j
2002	42,57
2007	47,07
2012	52,43
2017	58,80

Consommation de pointe journalière avec pertes

Horizon	Besoins totaux avec pertes en m3/j
2002	48,95
2007	54,14
2012	60,30
2017	67,62

Consommation de pointe horaire en l/s

Horizon	Consommation de pointe horaire en l/s
2002	1,27
2007	1,41
2012	1,57
2017	1,76

2.2.6. Bilan besoin ressources en eau

Les habitants s'alimentent actuellement à partir de puits de surface et de sources naturelles.

Il est proposé dans le cadre du présent projet de créer des points de distribution plus proches de la population et de les alimenter à partir d'un piquage sur le réseau SONEDE.

Le débit d'équipement de la station de pompage est de 1,5 l/s. Ce débit peut être largement assuré par le forage du piedmont de Jbel Grimbil.

Un stockage d'une capacité de 40 m3 est prévu, il permettra d'alimenter les 17 bornes fontaines et les quatre (4) branchements particuliers, à exécuter dans le cadre du projet.

3. CONCEPTION TECHNIQUE DE CHAQUE ELEMENT AEP

3.1. 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.

3.2. Equipements de pompage

3.2.1. Pompes

3.2.1.1. Forage

L'équipement hydraulique du forage se compose d'une pompe immergée, d'une colonne montante, de la tête du forage et de la ligne de refoulement, des appareils de contrôle et d'opération protégés par un abri.

La pompe immergée a un débit de refoulement de 1,5 l/s soit 5,4 m3/h. Avec ce débit, il sera nécessaire de faire fonctionner la pompe pendant la période suivante en fonction de la consommation journalière.

	2002	2007	2012	2017
Besoin m3/j	48,95	54,14	60,30	67,62
Heure de pompage	9h00	10h00	11h00	12h30

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

3.2.1.2. Surpresseur de Haroun

Le surpresseur de Haroun est destiné à alimenter une seule borne fontaine d'un débit de 0,5 l/s (1,8 m3/h).

La régulation de fonctionnement du surpresseur se fait par détection de la pression dans la conduite de refoulement.

Le surpresseur est directement raccordé au réseau de distribution sans bâche de brise charge.

3.2.2. Equipement hydraulique du forage

Le groupe immergé sera équipé d'éléments de colonnes bridés. Chaque colonne fait 3 mètres de long. Pour totaliser les 25 mètres de l'immmersion, huit (8) éléments de colonne sont donc nécessaire avec en plus les manchettes de raccordement à la pompe et à la tête de forage.

Les éléments de colonne seront en DN50 avec bride percée au gabarit GN10 et avec des encoches pour le passage des câbles et du tuyau d'hydromètre.

3.2.3. Aménagements extérieurs

Pour assurer une protection du forage contre les eaux de surface et toute autre pollution notamment animale, le local de pompage sera clôturé par un mur en dur, le bâtiment sera construit devant le forage à une distance de 2,5 m.

L'accessibilité au forage par véhicule doit être assurée, la clôture comprendra un portail de 4 x 1,8 m. Le terrain clôturé sera d'une dimension de 20 x 20 m.

3.3. Local de pompage

3.3.1. Choix du type

Le forage

Pour le forage le local de pompage abrite les appareils de contrôle et de comptage des équipements hydrauliques, l'armoire de commande et séparément un dispositif de chloration avec une aire de stockage d'eau de javel ainsi qu'un bureau GIC. Le plan type PL012 représente la disposition de ce local à proximité directe du forage. Pour le surpresseur, le local de pompage abrite l'électropompe, l'armoire de commande et un bureau GIC.

Le surpresseur

Pour le surpresseur le local abrite l'électropompe, l'armoire de commande, le ballon anti-bélier et toutes les pièces et équipements indiqués sur le plan PL031.

3.3.2. Equipements hydrauliques – Poste de désinfection

Pour chacun des deux locaux, l'équipement hydraulique est composé des pièces suivantes :

- Compteur d'eau
- Clapet de non retour
- Ventouse
- Manomètre
- Pièce de prise d'eau de service
- Injection de l'eau de javel
- Vidange
- Robinet vanne

Pour le surpresseur, il est prévu en plus :

- Une vanne à l'aspiration
- Un cône à génératrice supérieur horizontal

La liste détaillée des équipements est donnée sur les plans.

Poste de désinfection

La localité sera alimentée à partir d'un forage. Cette eau a fait l'objet d'analyses microbiologiques. Les résultats de ces analyses sont joints en annexe 12. Ces résultats confrontés aux normes INNORPI montrent que :

- Les coliformes totaux / 100 ml : 15,
- Les coliformes fécaux / 100 ml : < 3,
- Les streptocoques fécaux / 100 ml : 90.

Les analyses bactériologiques montrent que la qualité de cette eau est douteuse. Cette pollution est vraisemblablement d'origine animale. Il conviendrait de protéger le site du forage et de pomper une quantité conséquente avant emploi afin de rejeter la colonne contaminée et de revérifier les analyses par la suite.

En tout état de cause, une chloration sera prévue à l'origine du pompage.

La chloration de l'eau sera assurée par une injection dans la conduite de refoulement de l'eau de javel, juste au début du pompage, moyennant une pompe doseuse. Elle sera réglée sur un débit permettant de désinfecter 1,5 l/s, soit 5,4 m^3/h.

La quantité d'eau de javel à injecter dans l'eau est calculée comme suit :

$$Vj = \frac{Q * D}{dj * 3{,}17}$$

avec :

Vj	:	Débit de l'eau de javel à injecter (l/h)
D	:	Dosage ou taux souhaité de chlore à la sortie de l'ouvrage (g/m^3), *D* = 2,5 g de Cl2 / m^3 pour une eau souterraine,
Q	:	Débit de l'eau en m^3/h,
dj		Degré chlorométrique de l'eau de javel, il est pris égal à 12°.

La quantité de javel à injecter est de 0,35 l/h.

3.3.3. Alimentation électrique

3.3.3.1. La station de pompage

La puissance mécanique (P1) et la puissance électrique (P2) sont données par les formules suivantes :

$$\mathbf{P1 = \rho\ g\ Q\ HMT / \eta_p}$$

P1 sera majorée de 10%. La valeur trouvée sera utilisée pour retenir le moteur standard dont la puissance sera la plus proche de cette valeur.

Avec :

- P_1 : Puissance mécanique sur l'arbre du moteur (kW),
- P_2 : Puissance électrique (kW),
- Q : Débit (l/s),
- HMT : Hauteur manométrique totale (m),
- ρ : masse volumique (Kg/m3),
- g : pesanteur (m/s^2),
- η_p : Rendement de la pompe,
- η_m : Rendement du moteur,
- η_T = η_p x η_m : Rendement total.

L'examen des catalogues des fournisseurs a permis de choisir la pompe dont les courbes caractéristiques (Q, HMT et rendement) sont donnés en annexe 6 :

Désignation	Valeur
Débit	1,5 l/s
HMT	154 m
η_p	62 %
P1 majorée (10 %)	4,02 kw
P1 Retenue (catalogue)	5,5 kw
η_m (catalogue)	76 %
Puissance électrique P2	7,24 kw

Le coût de raccordement de la station de pompage est estimé à 47 000 DT d'après le devis de la STEG, fournis en annexe 10.

<u>Courant nominal</u>

Courant nominal calculé en triphasé 380 V, avec cos φ = 0,80

I(A) = 1000*P2 (kW) / (380 x 0,80 * $\sqrt{3}$)

Désignation	Valeur
P2 (kw)	7,24
U (v)	380
Cos φ	0,80
I (A)	13,7

Puissance apparente de l'électropompe : S_1

$$S_1 \text{ (KVA)} = \frac{U \text{ (V)} \times I \text{ (A)} \times \sqrt{3}}{1000}$$

Désignation	Valeur
I (A)	13,7
U (V)	380
S1 (kvA)	9,02

Puissance éclairage et prises S2

Puissance de l'éclairage et des prises : dix ampères sur les trois phases seront alloués à l'éclairage et aux prises :

$S_2 = 10 \text{ A} \times 380 \text{ V} * \sqrt{3} = 6582 \text{ VA} = 6{,}6 \text{ KVA}$

Puissance totale à installer

$S = S_1 + S_2 = 9{,}02 + 6{,}6 = 15{,}62 \text{ KVA}$

Alimentation énergétique

Désignation	Valeur
Courant absorbé par l'électropompe (A)	13,7
Courant pour l'éclairage (et prises) (A)	10
Courant total (A)	23,7

3.3.3.2. Le surpresseur de Haroun

La puissance mécanique (P1) et la puissance électrique (P2) sont données par les formules suivantes :

$$\mathbf{P1 = \rho\ g\ Q\ HMT / \eta_p}$$

P1 sera majorée de 10%. La valeur trouvée sera utilisée pour retenir le moteur standard dont la puissance sera la plus proche de cette valeur.

Avec :

- P_1 : Puissance mécanique sur l'arbre du moteur (kW),
- P_2 : Puissance électrique (kW),
- Q : Débit (l/s),
- HMT : Hauteur manométrique totale (m),
- ρ : masse volumique (Kg/m3),
- g : pesanteur (m/s^2),

- η_p : Rendement de la pompe,
- η_m : Rendement du moteur,
- η_T = η_p x η_m : Rendement total.

L'examen des catalogues des fournisseurs a permis de choisir la pompe dont les courbes caractéristiques (Q, HMT et rendement) sont donnés en annexe 6 :

Désignation	Surpresseur Haroun
Débit	0,5 l/s
HMT	116 m
η_p	38 %
P1 majorée (10 %)	1,65 kw
P1 Retenue (catalogue)	2,2 kw
η_m (catalogue)	79 %
Puissance électrique P2	2,78

Alimentation électrique et calcul de la puissance nécessaire

L'électrification de la station de surpression se fera à partir du réseau basse tension monophasé de la STEG.

Courant nominal

Courant nominal calculé en monophasé 220 V, avec cos φ = 0,80
I(A) = 1000*P2 (kW) / (220 x 0,80)

Désignation	Valeur
P2 (kw)	2,78
U (v)	220
Cos φ	0,80
I (A)	15,8

Puissance apparente de l'électropompe : S_1

$$S_1 \text{ (KVA)} = \frac{U \text{ (V)} \times I \text{ (A)}}{1000}$$

Désignation	Valeur
I (A)	15,8
U (V)	220
S1 (KVA)	3,47

Puissance éclairage S2

- Puissance de l'éclairage et des prises : cinq ampères seront alloués à l'éclairage et aux prises :

S_2 = 5 A x 220 V = 1100 VA = 1,1 KVA

Puissance totale à installer

$S = S_1 + S_2 = 3,47 + 1,1 = 4,57$ KVA

Alimentation énergétique

Désignation	Valeur
Courant absorbé par l'électropompe (A)	15,8
Courant pour l'éclairage (et prises) (A)	5
Courant total (A)	20,8

3.3.3.3. Alimentation énergétique

Station de pompage (forage)

La puissance du groupe immergé est de 5,5 KW. Dans le commerce les moteurs immergés de cette puissance ne sont disponibles qu'en triphasé.

L'énergie à l'endroit du forage est absente, il est donc nécessaire d'amener l'énergie électrique par une ligne triphasée moyenne tension et de l'abaisser par un transformateur MT/BT.

La puissance nécessaire à la station de pompage est de 15,62 KVA soit environ 16 KVA.

La puissance du transformateur sera 20 % supérieure à celle nécessaire, soit 19,2 KVA.

Le transformateur standard le plus proche par valeur supérieure et qui sera adopté a une puissance de 25 KVA.

Le surpresseur de Haroun

Le réseau monophasé BT est disponible à proximité du forage.

Le besoin en courant est de 20,8 A réparti comme suit :

- Courant absorbé par la pompe : 15,8 A
- Courant alloué à l'éclairage et aux prises : 5A

La station sera raccordée à ce réseau BT de la STEG moyennant la pose d'un compteur monophasé et d'un disjoncteur bipolaire 32A.

3.3.4. Armoires de commande

3.3.4.1. Groupe immergé

La régulation du fonctionnement du groupe immergé du forage sera par détection de niveaux haut et bas dans le réservoir, avec protection contre la marche à sec par détection de manque d'eau dans le forage.

3.3.4.2. Surpresseur Touila

La régulation du fonctionnement du surpresseur sera de type manostatique avec protection contre la marche à sec par détection de pression basse à l'aspiration.

3.4. Réservoir

3.4.1. Implantation et volume

Dans le présent projet le réservoir est implanté sur l'un des sommets de Grimbil au nord du forage Douar Mokna. Le réservoir se situe à 362 m du forage à la côte 487,74 m NGT.

Le réservoir sera de volume 40 m3. Il sera calé comme suit :

- Forme : rectangulaire
- Capacité : 40 m3
- Dimensions : 4,50 x 4,70 h interne (voile) = 3,30 m
  Heau = 2,30 m
- Cote terrain : 487,74 m NGT
- Cote basse du radier : 487,86 m NGT
- Cote haute du radier (minimum 0,00) : 487,89 m NGT
- Cote de l'arrivée de la conduite de refoulement : 490,89 m NGT
- Cote axe départ : 488,19 m NGT
- Cote trop-plein : 490,19 m NGT
- Cote vidange : 487,94 m NGT

3.4.2. Equipements hydrauliques

L'équipement hydraulique du réservoir comprend les éléments suivants :

- Une conduite d'arrivée en DN65 avec vanne
- Une conduite de départ en DN125 avec vanne
- Une conduite de trop-plein de DN80 avec entonnoir
- Une conduite de vidange avec robinet DN80
- Un robinet à flotteur DN65

- Un compteur DN60 à brides avec pièces de démontage
- Un by-pass à l'arrivée reliant l'arrivée et le départ avec robinet de sectionnement et clapet

3.5. Conduite de refoulement

3.5.1. Calcul du refoulement, régulation et protection (station de pompage)

Le diamètre est choisi par application de la formule de Bresse : $D = 1,5 \sqrt{Q}$ dans laquelle :

- D est le diamètre économique de la conduite en m
- Q est le débit à refouler en m3/s.

L'application de la formule de Bresse donne un diamètre théorique intérieur de 58 mm.

La hauteur manométrique totale, calculée en annexe 5, est de 154 m.

Cette hauteur manométrique ne permet pas de projeter une conduite PN16 en polyéthylène.

Nous optons pour une conduite en fonte ductile PN25 vu que le tracé du refoulement suit une pente très abrupte et une zone rocheuse. Par conséquent la réalisation des fouilles est très difficile et il est plus indiqué de prévoir une conduite aérienne et donc une conduite en fonte ductile.

Les caractéristiques retenues sont les suivantes :

- Diamètre : DN65
- Type : Fonte GS à joints verrouillés
- Classe : K9 (25 bars)
- Vitesse moyenne de l'eau : 0,45 m/s
- Longueur : 363,19 m

La hauteur manométrique totale (HMT) est calculée comme suit :

$$\mathbf{HMT = Hg + PCL + PCS}$$

Avec :

Hg	:	Hauteur géométrique de refoulement (m)
PCL	:	Perte de charge linéaire de refoulement (m)
PCS	:	Perte de charge singulière (fixée à 3 m)

Le calcul de la hauteur géométrique totale se base sur les données suivantes au niveau du forage :

- Cote du terrain naturel : 357,93 m NGT
- Niveau statique : 346,93 m NGT
- Niveau dynamique : 342,93 m NGT
- Niveau sécurité : 341,43 m NGT
- Cote d'arrivée au réservoir semi-enterré 40 m3 : 489,74 m NGT
- Les pertes de charge linéaire sont calculées sur toute la longueur de refoulement y compris celle de la colonne, qui est de 25 m.

Calcul des pertes de charge linéaires

Les pertes de charge sont calculées pour le diamètre retenu fonte DN 65.

Le calcul, détaillé en annexe 5, donne une hauteur manométrique totale de 116 m.

Le régime transitoire

Les enveloppes des surpressions et des dépressions résultant d'un arrêt inopiné de la pompe, sont présentées en annexe 7. On peut en tirer :

- Un léger risque de dépression (cavitation) subsiste à proximité du réservoir.
- Un ballon de 100 l de volume total permet d'éviter le risque de cavitation cité ci-dessus

3.5.2. Calcul de refoulement, régulation et protection surpresseur de Haroun

Le diamètre est choisi par application de la formule de Bresse : $D = 1,5 \sqrt{Q}$ dans laquelle :

- D est le diamètre économique de la conduite en m
- Q est le débit à refouler en m3/s.

L'application de la formule de Bresse donne un diamètre théorique intérieur de 34 mm.

La hauteur manométrique totale, calculée en annexe 5, est de 116 m.

Les caractéristiques retenues sont les suivantes :

- Diamètre : Pehd DE 63
- Classe : PN16
- Vitesse moyenne de l'eau : 0,27 m/s
- Longueur : 966,9 m

Les enveloppes des surpressions et des dépressions résultant d'un arrêt inopiné de la pompe, sont présentées en annexe 7. On peut en tirer :

- Un léger risque dépression (cavitation) subsiste à proximité de la borne fontaine de Haroun II (BF6),
- Un ballon de 50 l de volume total permet d'éviter le risque de cavitation cité ci-dessus,

Toutefois, le ballon de surpression d'un volume de 300 l, peut être utilisé pour pallier le risque de coup de bélier. Il n'y a donc pas lieu d'ajouter d'autres ballons.

3.6. Réseau de distribution

Le projet sera alimenté à partir du forage du piedmont de Jbel Grimbil (appelé sur la fiche forage Haroun). Le forage se situe à la côte 357,93 m NGT. Les eaux seront refoulées vers un réservoir semi-enterré de capacité 40 m3 situé à la côte 487,74 m NGT. Le réseau de distribution issu du réservoir permettra de desservir 17 bornes fontaines et quatre (4) branchements particuliers (écoles primaires, 1 mosquée et une coopérative).

Le réseau est situé :

- En partie au nord du réservoir dont la côte TN est supérieure à 300 m NGT. A Essomaâ, la côte est même de 422,29 m NGT.
- Et en partie au sud du réservoir dont la côte TN est supérieure à 200 m NTG, elle atteint 415,70 m NGT à Haroun II.

Dans les deux zones nord et sud la disparité entre les côtes est grande.

Les points les plus contraignants dans la zone nord sont :

- S85 à BF11 au niveau de la localité d'Essomaâ I où l'altitude est de 422,29 m (risque de pression faible)
- S59 et S62 (BF16 ET BF17) au niveau des localités Lalloucha et Dbebha où l'altitude descend jusqu'à 307,26 m (risque de forte pression).

Les points les plus contraignants dans la zone sud sont :

- S290 à BF6 au niveau de la localité de Haroun II où l'altitude est de 415,70 m NGT (risque de pression faible)
- S19 au branchement particulier BP3 (école primaire) situé dans la localité Haroun où l'altitude n'est que de 255,91 m NGT (risque de forte pression).

Trois cas de simulation ont été effectuées au niveau de l'étude de factibilité.

La solution adoptée est la suivante, elle correspond au schéma retenu au cas n° 3 soit :

- Refoulement à partir du forage situé à la cote 357,93 m NGT vers le réservoir semi-enterré situé à la cote 487,74 m NGT,

- Alimentation des localités situées au Nord et celles situées au Sud par deux antennes indépendantes moyennant un brise charge sur l'antenne sud, située à la cote 397,78 m NGT,
- Alimentation de la borne fontaine BF6, située à la cote 415,70 m NGT par surpression.

Le réseau est composé des conduites suivantes d'un linéaire total majoré de 5 % est de :

- 2965,33 ml de conduites Pehd 63 PN 10
- 6613,37 ml de conduites Pehd 63 PN 16
- 2818,42 ml de conduites Pehd 75 PN 10
- 3227,20 ml de conduites Pehd 75 PN 16
- 2272,23 ml de conduites Pehd 90 PN10
- 381,36 ml de conduites fonte 65 PN25

Le réseau est équipé de :

- 29 ventouses
- 9 vidanges
- 10 vannes
- 17 bornes fontaines
- 4 branchements particuliers

Le tracé des conduites suit sensiblement les pistes agricoles améliorées desservant la zone.

Le calage du réseau est conçu de façon à suivre généralement la ligne du terrain naturel. Il prend en compte les limites minimales suivantes des pentes :

- tronçons ascendants : 0,3 %
- tronçons descendants : 0,6 %

La pose se fera dans des tranchées de largeur 60 cm pour les tranchées comportant une seule conduite à la profondeur indiquée sur les profils. Cette largeur sera de 90 cm pour une tranchée comprenant deux (2) conduites.

La conduite de refoulement sera aérienne posée sur des appuis en béton armé exécutés sur semelles en béton. La conduite sera de diamètre nominal 65 en fonte GS PN25 à joints verrouillés. Elle sera de longueur 362 m.

La conduite enterrée sera posée sur un lit de sable d'épaisseur 0,10 m dans les terrains rocheux. Ce lit n'est pas nécessaire dans des terrains de nature argileuse ou sablonneuse. Le terrain rocheux est rencontré sur le tronçon situé entre le forage et le réservoir semi-enterré 40 m3.

A Smadah, trois puits de reconnaissance de profondeur 1,5 m ont été effectuées :

- Le puits P1 au niveau e l'emplacement du réservoir
- Le puits P2 à proximité de la localité de Grimbil (S75)
- Le puit P3 à proximité de la localité Haroun (S15).

La nature du terrain d'après les puits de reconnaissance est la suivante :

- Puits P1 :
    - Terre végétale entre 0 et 0,20 m
    - Argile brunâtre sableuse sur le reste du profil.
- Puits P2 :
    - Sable brunâtre entre 0 et 10 cm
    - Croûte calcaire sur le reste du profil.
- Puits P3 :
    - Terre végétale : sable fin à moyen graveleux entre 0 et 15 cm
    - Argile brunâtre sableuse sur le reste du profil.

3.7. Robinetteries et raccords

3.7.1. Ventouses

Le profil en long de la conduite suit sensiblement celui du terrain naturel.

Les ventouses sont placées aux points hauts du réseau tel qu'il est indiqué sur les profils en long.

Les points hauts sont imposés par l'allure du terrain.

Ainsi vingt (29) ouvrages de ventouse ont été prévus sur les différents profils. Ils seront posés dans un regard, selon les plans standards de la Direction Générale du Génie Rural.

Ces dimensions standards sont rappelées ci-après :

- Regard simple compartiment, dimension intérieures : 0,90 x 0,6

Les parois, le radier et la dalle de génie civil seront d'une épaisseur de 15 cm et seront en béton armé dosé à 350 kg/m3 de béton.

L'accès se fera par un trou d'accès fermé par un tampon ventilé en fonte verrouillable prévu dans la dalle.

Le radier sera coulé sur un béton de propreté d'une épaisseur de 5 cm. Un trou d'évacuation des fuites sera prévu dans le radier tel que représenté sur les plans.

La descente à l'intérieur de l'ouvrage se fera au moyen d'une échelle scellée à la paroi.

L'ouvrage de génie civil sera équipé :

- D'une ventouse DN60
- D'un robinet vanne à opercule DN60
- D'un té en fonte dont les caractéristiques dimensionnelles sont similaires aux conduites à raccorder
- Le té sera posé sur une butée en béton de deux joints à bride à l'entrée et à la sortie.

3.7.2. Vidanges

Les vidanges sont placées aux points bas du réseau. Cependant et selon l'expérience des exploitants, et dans un souci d'économie, il n'est pas nécessaire de prévoir les ouvrages de vidange systématiquement à tous les points bas. Ainsi, ces ouvrages n'ont été prévus qu'aux points bas desservant des tronçons jugés suffisamment longs.

Neuf (9) ouvrages ont été prévus dans le cadre du présent projet. Ils peuvent être posés dans un regard simple ou double :

- Simple (un seul compartiment) lorsque la topographie permet une vidange directe superficiellement dans le milieu naturel
- Double (double compartiment) lorsque la topographie ne permet pas une vidange directe dans le milieu naturel

A Tergulèche, la topographie permet de poser certains ouvrages dans un regard simple. Certains autres (zone basse) nécessitent des regards doubles. Selon les plans standards de la Direction Générale du Génie Rural, les dimensions intérieures de ces regards sont de :

- Regard simple compartiment, dimensions intérieures : 0,90 x 0,60 m
- Regard double compartiments :
    - Premier compartiment comprenant la vanne: 0,90 x 0,6
    - Deuxième compartiment permettant la vidange (dans le cas d'absence d'exutoire) : 0,6 x 0,6

Les parois de l'ouvrage, le radier et la dalle seront d'une épaisseur de 15 cm et seront en béton armé dosé à 350 kg/m3 de béton.

L'accès à l'ouvrage se fera par un trou d'accès fermé par un tampon ventilé en fonte verrouillable prévu dans la dalle.

Le radier sera coulé sur un béton de propreté d'une épaisseur de 5 cm. Un trou d'évacuation des eaux de fuite y est pratiqué tel qu'indiqué sur les plans.

La descente à l'intérieur de l'ouvrage se fera au moyen d'une échelle scellée à la paroi.

L'ouvrage de génie civil sera équipé :

- d'une vanne à opercule DN60 avec volant
- D'un té en fonte dont les caractéristiques dimensionnelles sont compatibles aux conduites à raccorder. Le té sera posé sur une butée en béton
- De joints à brides au niveau de l'arrivée et départs des conduites.

3.7.3. Installation des compteurs

Les compteurs sont prévus au niveau des bornes fontaines, au départ du refoulement, au départ du réservoir semi enterré 40 m3 et sur les branchements particuliers. Au niveau de la borne fontaine, le compteur sera installé à l'intérieur de la niche constituée par le vide laissé à l'intérieur même de la borne, elle sera fermée par une porte métallique de dimensions 40 x 60 cm.

Le compteur sera de classe C connu pour sa fiabilité et sa forte précision.

Le débit à transiter est de 1,8 m3/h pour la borne fontaine. Ce débit constitue le débit maximum à transiter et est compris entre les débits nominaux (Qn) suivants donnés par les constructeurs :

- Borne fontaine
    - DN15 : 1,5 m3/h
    - DN20 : 2,5 m3/h

On opte pour des compteurs DN20.

A la sortie du réservoir semi enterré 40 m3, le compteur sera installé dans le local, il sera de diamètre DN 60.

Le branchement particulier sera équipé d'un compteur DN15.

3.7.4. Ouvrages de distribution

Dix sept (17) bornes fontaines et quatre (4) branchements particuliers sont prévus dans le cadre du présent projet pour desservir la population bénéficiaire. Ils sont répartis sur les localités indiquées dans le tableau suivant qui donne aussi le nombre de familles et l'effectif de la population desservie par borne :

Localités	Nombre de famille 2017	Effectif de la population 2017	Points d'eau
Douar Ezzenk Smadah I	10 21	52 114	BF1 BF2
Smadah II	21	112	BF3 *BP 1et 2*
Haroun I et II	42	230	BF4-5-6 *BP3*
Grembil I	20	116	BF7 et BF8
Grembil II	9	52	BF9
Essomaâ I et II	9	39	BF10 et 11
El Ouarda I et II	53	231	BF12 et 13
Sayeh I et II	50	236	BF14 et 15 *BP4*
Lalloucha	10	47	BF16
Dbebha	8	30	BF17
Total	253	1259	17 BF 4 BP

La borne fontaine est conçue conformément aux plans ci-joints. Elle est construite sur une aire qui fait 5 sur 5. Elle comprend :

- La structure en béton armé proprement dite de la borne fontaine
- Une niche incorporée dans la structure elle même protégée par une porte métallique avec fermeture inviolable et ventilation haute et basse
- Une aire de circulation et de lavage cimentée et armée en deux quadrillages T8 dont les barres sont espacées de 15 cm. Cette aire est coulée sur un béton de propreté de 12 cm d'épaisseur
- Un dispositif de drainage constitué par des conduites d'assainissement 150 mm et de deux puits filtrants et drains comme indiqué sur les plans
- Le branchement au réseau de distribution se fera au moyen d'une conduite en acier galvanisé de ¾ de pouces posée à l'intérieur d'une conduite en Pehd le long de la partie enterrée. La borne fontaine sera équipée :

    - D'un robinet d'arrêt
    - D'un compteur DN20
    - Des pièces de raccordement
    - De 3 robinets de puisage

Les bornes fontaines au niveau desquelles la pression dynamique dépasse 5 bars seront munies de réducteurs de pression.

Les réducteurs de pression ont été choisis de façon à ce que a zone d'utilisation soit comprise dans la phase normale, tel qu'il est indiqué à titre d'exemple dans l'extrait des prospectus de l'un des constructeurs en annexe 4.

L'observation de cette condition a permis de choisir la gamme suivante indiquée dans le tableau :

Localités	BF	Pression amont (m)	Pression aval (m)
Haroun I	BP 3	62,14	30
El Ouarda II	BF13	99,50	30
Lalloucha	BF16	115,12	30
Dbebha	BF17	82,22	30

4. MEMOIRE DESCRIPTIF

4.1.Généralités

La canalisation est posée le long de pistes agricoles améliorées desservant les différentes localités du projet.

Les distances suivantes par rapport à l'axe des pistes ou des routes sont à observer (selon les prescriptions du Ministère de l'Equipement) :

- 7,5 pour les pistes classées
- 15 m pour les routes

Tous les sommets du tracé sont matérialisés sur terrain. Ces sommets sont repris par les plans et peuvent être rétablis par l'Entrepreneur au cas où ils sont arrachés ou perdus.

La profondeur de la pose varie généralement entre 0,8 et 1,50 m. Les pentes de calage sont supérieures aux limites suivantes :

- 0,3 % pour les tronçons ascendants
- 0,6 % pour les tronçons déscendants

L'ensemble du projet comprend deux lots :

- Lot A : Fourniture de conduites et pièces spéciales et exécution de travaux de pose de conduites et de génie civil
- Lot B : Fourniture et installation des équipements hydromécaniques et électrique pour des stations de pompage

4.2. Points d'eau

4.2.1. Génie civil

Le local de pompage de dimensions 6,0 x 3,75 sera construit à proximité du forage, il comprendra le local de chloration (1,30 x 3,45 m), d'exploitation (2,10 x 3,45 m) et un bureau GIC (2,40 x 3,45).

Le local sera constitué d'une fondation filante d'un radier isolé en béton armé, les murs en briques creuses de 15 cm avec ossature en béton armé, revêtu d'enduit.

Le sol sera revêtu d'un chape en ciment bouchardée.

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

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

L'installation électrique d'éclairage comprendra :

- Salle de chloration : 1 lampe fluorescente – 60 W au plafond
  1 prise électrique étanche avec terre
- Salle de commande : 1 lampe fluorescente – 2 x 60 W au plafond
  1 prise électrique étanche avec terre
- Bureau : 1 lampe fluorescente – 2 x 60 W au plafond
  1 prise électrique
- Electrique : 2 hublots étanches de 60 W commandés séparément
  1 sur la porte de la salle de commande
  1 derrière le bâtiment, en face du forage

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

Le bâtiment sera équipé d'une protection parafoudre et sera implanté sur un terrain de 20 m x 20 m.

4.2.2. Equipements hydrauliques

4.2.2.1. Equipement du forage

La station comprendra :

- Un hydromètre complet pour indiquer le niveau statique de la nappe (manomètre à double entrée, robinet de purge, valve, pompe à air et tube de descente)
- Un compteur d'eau du type vitesse à turbines avec pièce de démontage (et cône facultatif)
- Deux manchettes à bouts bridés ayant au moins les longueurs minimum exigées par le compteur d'eau
- Une ventouse
- Un clapet de retenue du type à battant
- Un manomètre 16 cm avec vanne à 3 voies, indiquant la pression de refoulement
- Deux piquages, l'un pour l'eau de service, l'autre pour l'injection de chlore
- Une vidange (té et vanne)
- Une vanne manuelle de sectionnement
- Un ensemble de tés bridés, coudes 1/8 et ¼ bridés, manchettes bridées, bouts unis, joints gibaults et raccord pièces à bride – tuyaux en fonte, acier galvanisé nécessaires et suffisant jusqu'à la sortie de la station de pompage et à 0,90 m sous terrain naturel.

4.2.2.2. Equipement du surpresseur

La station comprend :

- Un compteur d'eau du type vitesse à turbines avec pièce de démontage, convergent et divergent
- Deux manchettes à bouts bridés ayant au moins les longueurs minimums exigées par le compteur d'eau
- Une ventouse
- Un manomètre 16 cm avec une vanne à 3 voies, indiquant la pression de refoulement
- Une vidange (té et vanne)
- Une vanne manuelle de sectionnement à l'aspiration
- Une vanne manuelle de sectionnement au refoulement
- Un ensemble de tés bridés, coudes 1/8 et ¼ bridées, manchettes bridées, bouts unis, joints gibaults et raccord pièces à bride – tuyaux en fonte, acier galvanisé nécessaires et suffisant jusqu'à la sortie de la station de pompage et à 0,90 m sous terrain naturel.

4.2.3. Equipement électromécanique et de commande du forage de Haroun

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). Le réservoir sera équipé d'un dispositif de détection par deux interrupteurs à flotteurs. La liaison entre les interrupteurs et la station de pompage sera assurée par une ligne pilote.

Les niveaux de fonctionnement et d'arrêt de la pompe sont donnés dans le tableau suivant :

Désignation	Valeur	Etat de fonctionnement de la pompe
Cote TN réservoir (m)	487,74	
Cote radier réservoir (m)	487,89	
Cote PBE réservoir (m)	489,92	Enclenchement (démarrage)
Cote PHE réservoir (m)	490,09	Déclenchement (arrêt)

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.

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.

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

- 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 que les gérants des points d'eau doivent payer au GIC,
- déceler les éventuelles avaries (grandes pertes dues à des fuites dans le réseau).

4.2.4. Poste 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 se situera entre 0,5 et 2,5 mg/l.

Le bac de préparation de 30 l en matière plastique dispose d'une vidange, d'un trop-plein, d'un départ et d'un agitateur manuel. 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 DN6. Les longueurs des tronçons des conduites de dosage, ne doivent pas dépasser 3 mètres afin de pouvoir pallier aux éventuelles obturations causées par des dépôts de réactifs précipités.

La pompe doseuse sera de type électrique à débit maximum de 1 l/h, PN16.

4.2.5. Alimentation électrique

4.2.5.1. Alimentation du forage

Le forage sera alimenté par le réseau électrique STEG MT triphasé grâce à l'installation d'un transformateur de 25 KVA de type sur poteau muni d'un sectionnement aérien et d'une protection parafoudre.

4.2.5.2. Alimentation du surpresseur

L'alimentation du surpresseur se fera par raccordement au réseau basse tension monophasé de la STEG.

Il sera installé un compteur monophasé et un disjoncteur bipolaire 32A. Une petite niche sera construite sur le mur du local.

4.2.6. Armoire de commande principale

4.2.6.1. Armoire de commande

Pour le groupe immergé, l'armoire de commande et de protection comprendra :

- Le groupe d'alimentation avec interrupteur général
- Les groupes de départ
    - Départ groupe de pompage
    - Départ petits consommateurs
    - Départs individuels avec disjoncteurs miniatures pour éclairage et prise de courant
- Arrêt pompe automatique par niveau haut réservoir et niveau bas forage et à main
- Marche pompe automatique par niveau haut forage et niveau bas réservoir et main
- Le dispositif sonore d'alarme

- Les appareils de contrôle dans la façade (voltmètres, ampèremètres, compteurs horaires)
- Les dispositifs pour commande et signalisation
- Les dispositifs pour protection contre surtension, absence et inversion de phase
- Les dispositifs pour la protection contre la marche à sec
- Les dispositifs de régulation par ligne pilote
- Les dispositifs pour signalisation défaut et essai lampes
- Les câbles et leur protection entre l'armoire et la boite de raccordement ou l'appareil électrique
- Le système jeux de barres
- Les prises de courant
- Les manuels et plaques d'opération, d'entretien, de réparation et de sécurité en langue française

4.2.6.2. Groupe surpresseur

Pour le groupe surpresseur l'armoire de commande et de protection comprendra :

- Le groupe d'alimentation avec interrupteur général
- Les groupes de départ
    - Départ groupe de pompage
    - Départ petits consommateurs
    - Départs individuels avec disjoncteurs miniatures pour éclairage et prise de courant
- Arrêt pompe automatique par pression haute refoulement et à main
- Marche pompe automatique par pression basse refoulement et à main
- Le dispositif sonore d'alarme
- Les appareils de contrôle dans la façade (voltmètres, ampèremètres, compteurs horaires)
- Les dispositifs pour commande et signalisation
- Les dispositifs pour protection contre surtension et baisse de tension
- Les dispositifs pour la protection contre la marche à sec par détection de pression basse à l'aspiration
- Les dispositifs de régulation manostatique
- Les dispositifs pour signalisation défaut et essai lampes
- Les câbles et leur protection entre l'armoire et la boite de raccordement ou l'appareil électrique
- Le système jeux de barres
- Les prises de courant 220V
- Les manuels et plaques d'opération, d'entretien, de réparation et de sécurité en langue française

4.2.7. Aménagement extérieur

Le terrain du local de pompage sera cloturé par un mur en briques de 12 trous posés à plat avec des poteaux tous les 4 m revêtu d'enduit. 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 1,7 m en menuiserie métallique selon plan joint. L'entrée sera exécutée avec une rampe empêchant l'eau de surface à pénétrer dans la concession. A l'intérieur, la surface se partage en zone carrossable et en zone de verdure.

Une pente continue amène les eaux de surface vers une exutoire au point bas dans le mur.

4.3. Stockage de l'eau (réservoir)

Un réservoir semi-enterré en béton armé d'un volume utile de 40 m3 est prévu à la côte 487,74 m NGT. Ses caractéristiques sont les suivantes :

- Forme : rectangulaire
- Capacité : 40 m3
- Dimensions : 4,50 x 4,70 h interne (voile) = 3,30 m
  Heau = 2,30 m
- Cote terrain : 487,74 m NGT
- Cote basse du radier : 487,86 m NGT
- Cote haute du radier (minimum 0,00) : 487,89 m NGT
- Cote de l'arrivée de la conduite de refoulement : 490,89 m NGT
- Cote axe départ : 488,19 m NGT
- Cote trop-plein : 490,19 m NGT
- Cote vidange : 487,94 m NGT

4.4. Réseau de distribution

4.4.1. Généralités

Les travaux seront exécutés en deux lots :

- Lot A : Fourniture de conduites et pièces spéciales et exécution de travaux de pose de conduites et de génie civil.
- Lot B : Fourniture et installation des équipements hydromécaniques et électriques pour les stations de pompage.

Le lot A comprend :

- La fourniture transport et pose de 20 802,11 ml de conduites y compris manchons électrosoudables de (linéaire majoré de 5%) :

    - 2965,33 ml de conduites Pehd 63 PN 10
    - 6613,37 ml de conduites Pehd 63 PN 16
    - 2818,42 ml de conduites Pehd 75 PN 10
    - 3227,20 ml de conduites Pehd 75 PN 16
    - 2272,23 ml de conduites Pehd 90 PN10
    - 381,36 ml de conduites fonte 65 PN25

- La fourniture, transport et pose des ouvrages annexes suivants :

    - 10 vannes
    - 29 ventouses
    - 9 vidanges
    - 17 bornes fontaines
    - 4 branchements particuliers

- La construction d'une station de pompage
- La construction et l'équipement d'une station de surpression
- La construction d'un réservoir semi-enterré de 40 m3 de capacité
- La construction d'un local de pompage, d'un local GIC et d'un local de chloration.

Le délai d'exécution est de 14 mois tel qu'il est établi et défini par le planning en annexe 8.

Le lot B comprend :

- La fourniture, le montage et l'essai d'un groupe électropompe immergé de débit unitaire 1,5 l/s et de HMT 154 m.
- La fourniture, le montage et l'essai d'un groupe électropompe à axe horizontal fonctionnant en surpresseur de débit 0,5 l/s et de HMT 116 m.
- La fourniture, le montage et l'essai des équipements hydromécaniques
- La fourniture, montage et essai des équipements électriques de commande et de régulation
- La fourniture de groupes électropompes de secours.

Le délai d'exécution des équipements électromécaniques et électriques est de 2,00 mois. Le planning détaillé est donné en annexe 8.

4.4.2. Canalisations et raccords – Ouvrages spécifiques

Les conduites constituant le réseau sont toutes des conduites en Pehd PN10 ou PN16 à raccords électrosoudables type long. La conduite de refoulement est en fonte GS joints verrouillés, elle sera aérienne.

4.4.3. Robinetterie et accessoires

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

- Vingt neuf (29) ventouses à tous les points hauts du réseau. Elles seront du type à entrée sortie d'air.
- Neuf (9) vidanges aux points bas les plus importants du réseau. Ces vidanges seront installées dans un regard simple ou double.
- Dix (10) vannes

4.4.4. Ouvrages de distribution

L'emplacement des bornes fontaines a été arrêté en tenant compte des critères suivants :

- Les avis de la population exprimés lors des différents passages de sensibilisation et enquêtes,
- La distance par rapport aux différents usagers a été de préférence limitée à 500 m,
- L'accessibilité à la borne fontaine doit être la plus aisée possible,
- La proximité des habitations pour faciliter le gardiennage de la BF,
- Les relations entre groupements,
- Les contraintes de pression.

Les points d'eau (bornes fontaines) ont été répartis de la manière suivante :

Localités	Nombre de famille 2017	Effectif de la population 2017	Points d'eau
Douar Ezzenk Smadah I	10 21	52 114	BF1 BF2
Smadah II	21	112	BF3 *BP 1et 2*
Haroun I et II	42	230	BF4-5-6 *BP3*
Grembil I	20	116	BF7 et BF8
Grembil II	9	52	BF9
Essomaâ I et II	9	39	BF10 et 11
El Ouarda I et II	53	231	BF12 et 13
Sayeh I et II	50	236	BF14 et 15 *BP4*
Lalloucha	10	47	BF16
Dbebha	8	30	BF17
Total	253	1259	17 BF 4 BP

4.4.5. Ouvrages particuliers

Au niveau des traversées des cours d'eau, des ouvrages spéciaux sont prévus, il s'agit :

- De passages sous-terrains, lorsque les lits ne sont pas suffisamment marqués
- De passage aérien lorsque les lits sont assez marqués et profonds

Le passage sous-terrain est conçu de la manière suivante :

- Mise en place de la conduite et son enrobage par du sable
- Protection de la couche de sable par des perrés de 25/40 et d'épaisseur 0,80 m minimum

Le passage aérien sera exécuté de la manière suivante :

- Conduite aérienne apparente en fonte
- Support sur des piliers en béton armé de diamètre 60 cm à raison d'un pilier chaque 4,10 m. Les piliers sont coulés sur une semelle en béton armé elle même coulée sur une semelle en gros béton comme indiqué sur le plan PL033..

Appuis sur les berges pour bien renforcer la stabilité de la conduite sur les deux berges.

4.5. Mode d'exploitation

L'exploitation du système d'AEP se fera conformément aux directives formulées dans la note en annexes 6 et 7.

4.6. Gestion GIC

La gestion du GIC se base sur les données suivantes :

- Nombre d'habitants en 2002 (année de mise en service) : 1068
- Nombre d'habitants en 2017 (horizon de l'étude) : 1259
- En 2002 année de mise en service, la consommation atteint 60 % de la consommation potentielle
- En 2017 horizon de l'étude, la consommation atteint 90 % de la consommation potentielle

Le calcul économique tel qu'il est établi par l'étude factibilité (étape antérieure de l'étude) donne :

- L'évolution de la consommation
- Les dépenses GIC
- Les recettes GIC
- Le calcul de la trésorerie – Cash flow

Ce calcul est repris en annexe 9.

5. ESTIMATION CONFIDENTIELLE

L'estimation confidentielle est présentée dans le rapport séparé joint au présent rapport. Le tableau suivant en donne une récapitulation :

Désignation	Estimation
Lot A	
Travaux	156 432,600
Fourniture	137 401,600
Total lot A hors TVA	293 834,200
TVA (18 %)	52 890,156
Total lot A	**346 724,356**
Lot B	
Fourniture	23 240,000
Montage	3618,000
Essai des équipements	1 206,000
Total lot B hors TVA	28 064,000
TVA (18 %) lot B	5 051,52
Total TTC	**33 115,52**
Lot A + B	321 898,200
TVA (18 %)	57 941,676
Total lot A + B TTC	**379 839,876**

Cette estimation aboutit à un coût de 256 DT par habitant. Nous rappelons qu'au niveau de l'étude factibilité et en tenant compte de 15 % d'imprévus et divers ce coût a été évalué à 293 DT par habitant.

ANNEXES

SMADAH

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 Schéma du réseau

Annexe 2 Calcul hydraulique

Annexe 2.1 Calcul statique
Annexe 2.2 Calcul dynamique

Annexe 3 Calcul de la hauteur manométrique totale

Annexe 4 Courbe caractéristique des pompes

Annexe 5 Calcul anti-bélier

Annexe 6 Manuel d'exploitation – Tâches du gardien

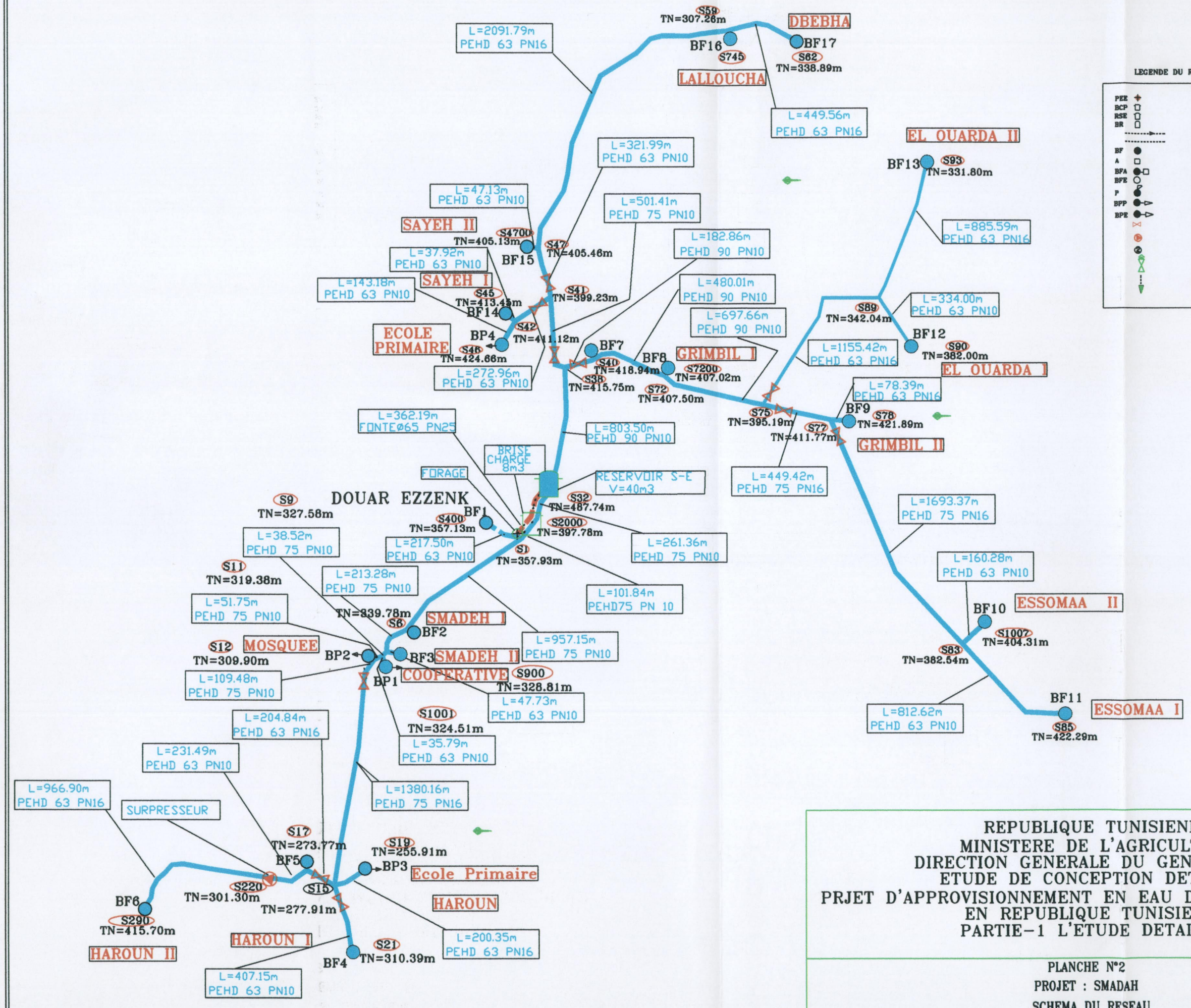
Annexe 7 Instruction trésorier du GIC

Annexe 8 Planning prévisionnel des travaux

Annexe 9 Calcul économique

ANNEXE 1

SCHEMA DU RESEAU



REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTERE DE L'AGRICULTURE
DIRECTION GENERALE DU GENIE RURAL
ETUDE DE CONCEPTION DETAILLEE
PRJET D'APPROVISIONNEMENT EN EAU DES ZONES RURALES
EN REPUBLIQUE TUNISIENNE
PARTIE-1 L'ETUDE DETAILLEE

PLANCHE N°2
PROJET : SMADAH
SCHEMA DU RESEAU