

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 BÉJA
RAPPORT SUR EL GARRAG**

MARS 2001

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

S S S
C R (5)
01 - 46

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....	1
2. RESUME DU PROJET.....	3
2.1 COMPOSANTES PRINCIPALES DU PROJET	3
2.1.1 RESSOURCE EN EAU	3
2.1.2 RESERVOIRS	3
2.1.3 CANALISATION	4
2.1.4 OUVRAGES.....	4
2.1.5 EQUIPEMENTS ET TRAVAUX ELECTRIQUES.....	5
2.2 PERSONNEL DE GESTION.....	5
2.3 COUT DU PROJET	5
2.4 REPARTITION DES TRAVAUX.....	5
3. DONNEES DE BASE.....	7
3.1 LOCALISATION.....	7
3.2 RESSOURCES EN EAU	7
3.2.1 APPROVISIONNEMENT EN EAU	7
3.2.2 QUALITE D’EAU	8
3.3 DEMOGRAPHIE ET BESOINS EN EAUX	8
3.3.1 DEMOGRAPHIE.....	8
3.3.2 CHEPTEL.....	9
3.3.3 BESOINS EN EAU DOMESTIQUE.....	9
3.3.4 BESOINS DU CHEPTEL	10
3.3.5 BESOINS TOTAUX.....	10
3.3.6 BILAN BESOINS / RESSOURCES EN EAU.....	11
4. CONCEPTION TECHNIQUE	12
4.1 GENERALITES.....	12
4.2 LE PIQUAGE ET LA STATION DE REPRISE	12
4.2.1 OUVRAGE DE PIQUAGE	12
4.2.2 INSTALLATIONS AUXILIAIRES	12
4.2.3 STATION DE REPRISE.....	12
4.2.4 AMENAGEMENTS EXTERIEURS	13
4.3 CANALISATION DU RESEAU	13
4.3.1 L’ADDUCTION	13
4.3.2 LE REFOULEMENT	14
4.3.3 PROTECTION CONTRE LE COUP DE BELIER.....	14
4.3.4 DISTRIBUTION.....	14
4.3.5 POINTS DE DISTRIBUTION	16
4.3.6 CANALISATION AERIENNE ET PROTECTION	17

4.3.7	INSTALLATIONS AUXILIAIRES	17
4.4	RESERVOIRS	17
4.4.1	RESERVOIR DE STOCKAGE	17
4.4.2	BACHE DE REPRISE	18
4.4.3	BRISE-CHARGE	18
4.4.4	INSTALLATIONS AUXILIAIRES	19
4.5	EQUIPEMENTS ELECTROMECHANQUES	
	ET INSTALLATIONS ELECTRIQUES	22
4.5.1	POMPE	22
4.5.2	SURPRESSEUR	23
4.5.3	ARMOIRE DE COMMANDE ET AUTRES INSTALLATIONS :	23
4.5.4	REGULATION DU NIVEAU D'EAU DANS LE RESERVOIR	26
4.5.5	REDUCTEUR DE PRESSION	27
4.5.6	ALIMENTATION ELECTRIQUE	27
4.5.7	LE POSTE DE TRANSFORMATION MT/BT	27
4.5.8	INSTALLATIONS DE DESINFECTION	29
4.5.9	INSTALLATIONS AUXILIAIRES	30
4.5.10	ECLAIRAGE DE LA STATION DE REPRISE	31
4.5.11	EXPLOITATION	31
5.	MEMOIRE DESCRIPTIF	32
5.1	GENERALITES	32
5.2	SOURCES D'EAU	33
5.2.1	GENIE CIVIL	33
5.2.2	EQUIPEMENT HYDRAULIQUE	33
5.3	RESERVOIR ET STATION DE POMPAGE	33
5.3.1	RESERVOIR	33
5.3.2	BACHE DE REPRISE	34
5.3.3	STATION DE REPRISE	34
5.3.4	BRISE CHARGE	35
5.4	CANALISATION	35
5.4.1	GENERALITES	35
5.4.2	POSE DE CANALISATION	35
5.4.3	INSTALLATIONS DE SERVICE	35
5.4.4	LE TABLEAU RECAPITULATIF	36
5.5	METHODE D'EXPLOITATION	36
5.6	GESTION DU GIC	37
5.6.1	EVOLUTION DE LA CONSOMMATION	37
5.7	FRAIS D'EXPLOITATION ET DE MAINTENANCE	37
5.7.1	RECETTES GIC	38
6.	ESTIMATION CONFIDENTIELLE	41

ANNEXE :

ANNEXE 1 : CALCULS ET ANALYSE

ANNEXE 2 : METRE

ANNEXE 3 : PLANS

ANNEXE 4 : MANUEL D'EXPLOITATION

ANNEXE 5 : DETAIL ESTIMATIF

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques des canalisations du réseau	4
Tableau 2 : Equipements du réseau.....	4
Tableau 3 : Caractéristiques des canalisations du réseau	5
Tableau 4 : Caractéristiques des canalisations du réseau	6
Tableau 5	7
Tableau 6 : Répartition de la population entre les groupements.....	8
Tableau 7 : Projection de la population par groupement jusqu'à l'an 2017	9
Tableau 8 : Répartition du cheptel par groupement.....	9
Tableau 9 : Besoins en eau domestiques totaux par échéance.....	10
Tableau 10 : Besoins en eau du cheptel.....	10
Tableau 11 : Besoins en eau totaux.....	11
Tableau 12 : Calcul hydraulique de la conduite d'adduction.....	14
Tableau 13 : Calcul hydraulique de la conduite de refoulement SR- R.....	14
Tableau 14 : Caractéristiques des conduites.....	15
Tableau 15 : Caractéristiques des conduites de cet étage de distribution.....	16
Tableau 16 : Répartition des points de distribution.....	16
Tableau 17 : Caractéristiques du réservoir de stockage	17
Tableau 18 : Caractéristique de la bache de reprise	18
Tableau 19 : Caractéristiques du brise-charge	18
Tableau 20 : Fourniture et transport de canalisation.....	32
Tableau 21 : Pose et essai de canalisation	32
Tableau 22 : Ouvrages courants	32
Tableau 23: Caractéristiques du réservoir de stockage	34
Tableau 24 : Caractéristique de la bache de reprise	34
Tableau 25 : Caractéristiques des canalisations du réseau.....	36
Tableau 26 : Taux d'adhésion et volumes d'eau consommés.....	37
Tableau 27 : Détail des calculs scénario 1 avec un taux d'actualisation de 5%.....	38
Tableau 28 : Détail des calculs scénario 2 avec un taux d'actualisation de 5%.....	39
Tableau 29 : Détail des calculs scénario 3 avec un taux d'actualisation de 5%.....	40

1. INTRODUCTION

Le projet d'alimentation en eau potable rurale en République de Tunisie, financé par le JBIC (Japon), concerne 44 sous-projets d'AEP rurale dans dix gouvernorats répartis en 5 lots.

Le sous-projet El Garrag fait partie du lot N°5, regroupant les sous-projets des gouvernorats de Béja et Jendouba

La zone d'étude du sous-projet El Garrag dépend du Secteur Azra de la Délégation de Béja Nord du Gouvernorat de Béja. et regroupe 278 familles pour une population totale enquêtée de 1412 habitants

Le système d'alimentation en eau potable du sous-projet El Garrag sera alimenté en eau à partir du réseau SONEDE de l'Aouiti et desservira 07 bornes fontaines et une école primaire.

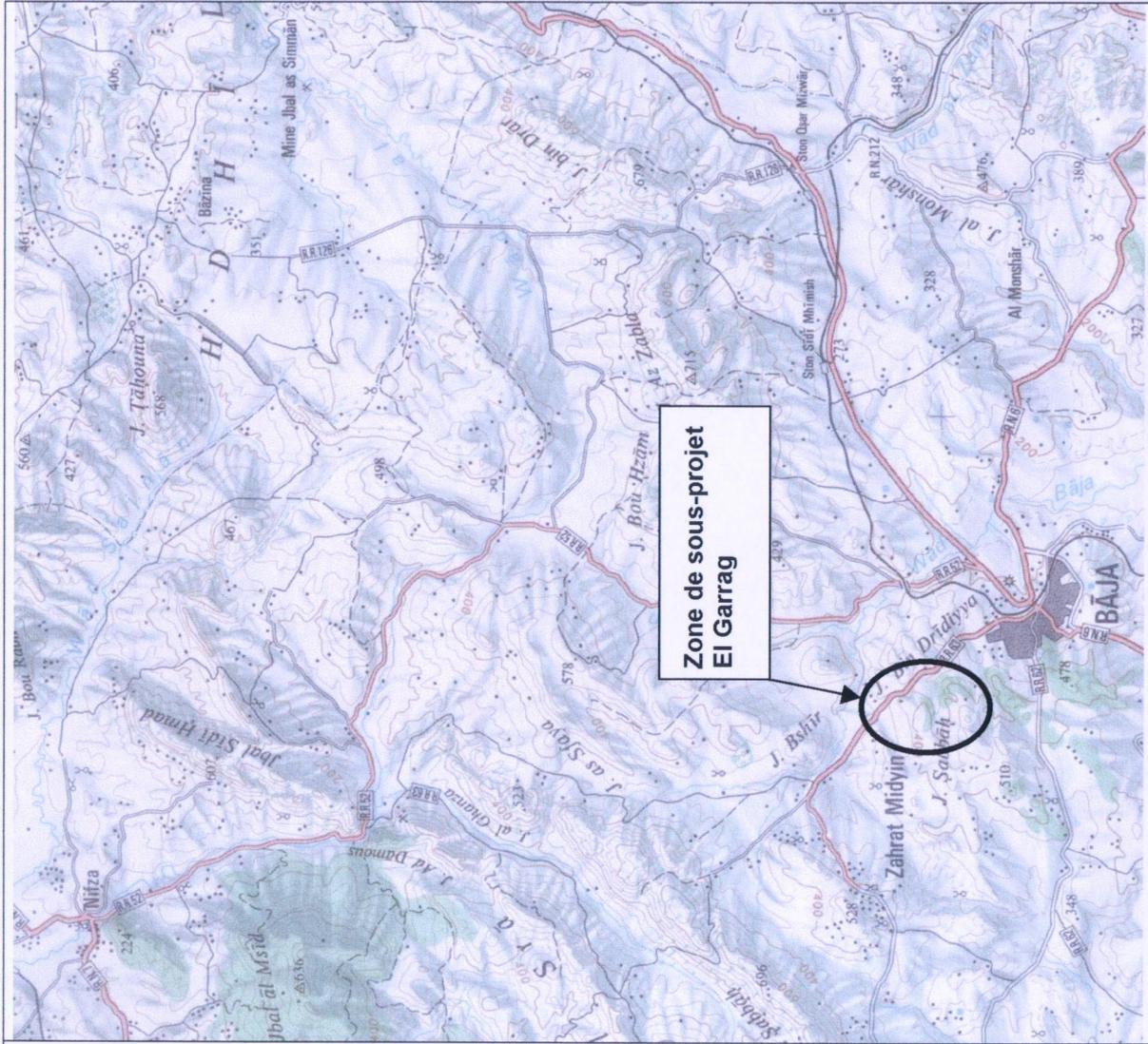
L'étude du sous projet s'articule sur 2 phases :

- Phase 1 : Etude de Faisabilité
- Phase 2 : Etude d'Avant Projet Détaillé et Dossier d'Appel d'Offres

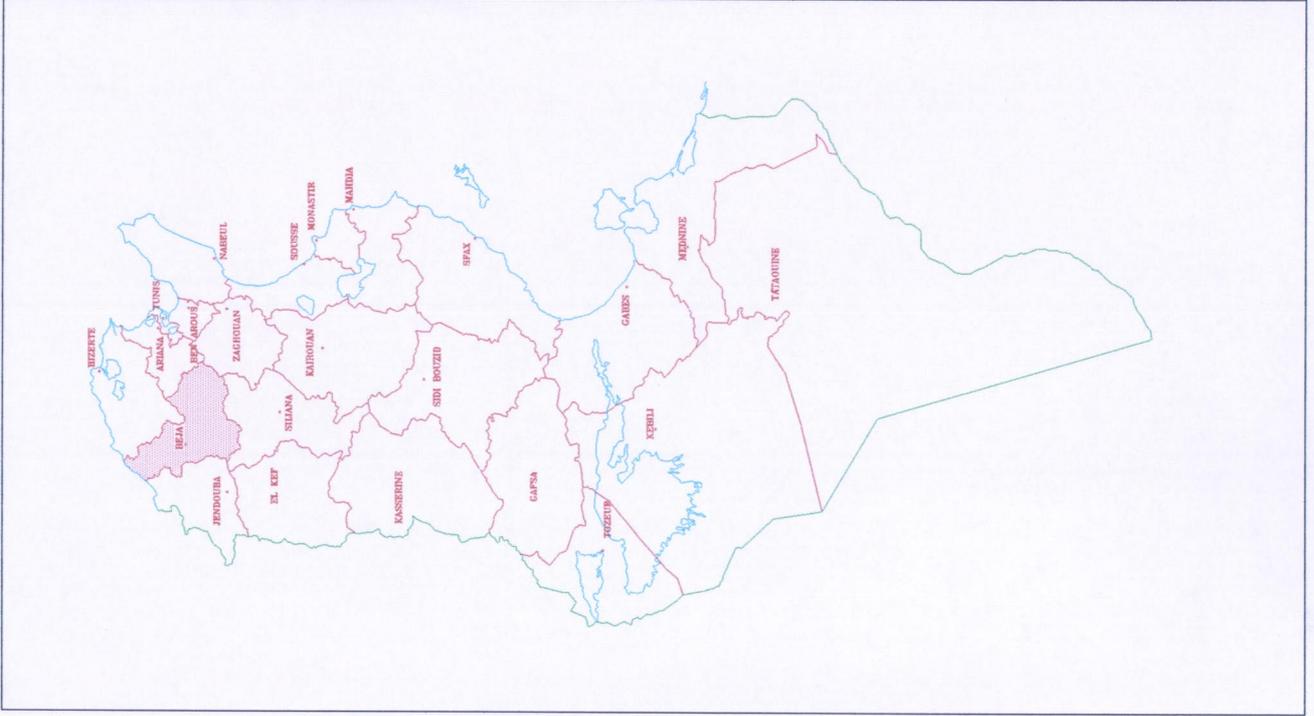
Le présent dossier comporte l'Avant Projet Détaillé où sont développées les solutions techniques qui ont été définies lors de l'étude de faisabilité.

Le présent rapport comportera principalement :

1. Résumé du projet
2. Données de base
3. Conception technique
4. Mémoire descriptif
5. Estimation



PLAN DE SITUATION
Extrait de la carte au 1/200.000



2. RESUME DU PROJET

Le projet est conçu pour subvenir aux besoins en eau potable de la population et du cheptel en l'an 2017.

Les composantes du système d'alimentation en eau potable du sous projet El Garrag se résument comme suit :

- Un piquage sur la conduite existante AC Φ 100 du réseau SONEDE au niveau du groupement El Aouiti sur la route de Zahret Madian ;
- Une conduite d'adduction de 2690 ml ;
- Une station de reprise au niveau du groupement Saâdia ;
- Une conduite de refoulement de 1260 ml ;
- Un réservoir semi enterré d'une capacité de 40 m³ ;
- Un réseau de distribution de 5400 ml de conduites en PEhd desservant les groupements de Ajarda, Saâdia, Zaafrana et El Garrag.

2.1 Composantes principales du projet

2.1.1 Ressource en eau

2.1.1.1 Ouvrage de piquage

La ressource en eau du sous-projet El Garrag est assurée par un piquage sur le réseau SONEDE d'El Aouiti. L'ouvrage de piquage sera équipé par un compteur, un robinet vanne DN 80 et pièces de démontage.

2.1.2 Réservoirs

Bâche de reprise 15 m³

Génie civil :

- Bâche de reprise réservoir capacité 15 m³ en béton armé avec chambre de vannes.

Equipements hydrauliques de la bâche de reprise :

- Conduite d'arrivée avec robinet vanne DN 80 et robinet à flotteur DN 80 ;
- Conduite de vidange DN 80 avec robinet vanne
- Conduite de trop plein DN 100 ;
- Départ refoulement vers le réservoir de stockage, robinet vanne DN 80, compteur cônes et pièces de démontage.

Réservoir de distribution 40 m³

Génie civil :

Réservoir semi-enterré de capacité standard 40 m³ en béton armé avec chambre de vannes.

Equipements hydrauliques :

- Une conduite d'arrivée et robinet vanne DN 80 ;
- Une conduite de départ avec crépine DN 100, robinet vanne, compteur, cônes et pièce de démontage ;
- Arrivée et distribution seront reliées par un by pass de retour d'eau avec clapet et robinet vanne DN 60 ;
- Une conduite de vidange DN 80 avec robinet vanne ;
- Conduite de trop plein DN100.

2.1.3 Canalisation

La canalisation du réseau d'adduction et de distribution sera en polyéthylène haute densité (PEhd) d'une longueur totale de 9 358 ml. Le Tableau 1 donne les caractéristiques des canalisations du réseau.

Tableau 1 : Caractéristiques des canalisations du réseau

Type de conduite	Diamètre (mm)	Longueur (m)		
		Adduction	Refolement	Distribution
PEhd PN 16	DE 90		1 260	
PEhd PN 10	DE 110			1 800
	DE 90	2 690		900
	DE 75			2 700
TOTAL		2 690	1 260	5 408

2.1.4 Ouvrages

Le réseau du sous projet El Garrag nécessite l'installation des ouvrages de vidange, de ventouse, de brise charge et des regards de sectionnement.

Le Tableau 2 donne les différents ouvrages à installer sur le réseau.

Tableau 2 : Equipements du réseau

Désignations	Nombre
Borne fontaine	07
Branchement public	01
Regard de sectionnement	04
Ouvrage de vidange	14
Ouvrage de ventouse	15
Ouvrage de brise charge	01

2.1.5 Equipements et travaux électriques

Equipements Station de reprise :

Groupes électropompes :

- Type : immergé
- Débit : 1,82 l/s soit 6,55 m³/h
- HMT : 132 m
- Puissance : 5,5 kW

Régulation :

- Par ligne pilote et sondes dans la bêche de reprise et dans le réservoir projeté ;

Electrification :

- Branchement STEG triphasé avec transformateur MT/BT de 25 kVA en amont, armoire électrique et de commande.

2.2 *Personnel de gestion*

Le système AEP d'El Garrag, nécessite l'intervention d'un gardien pompiste pour le contrôle du fonctionnement de la station de reprise et le relevé des compteurs des BF et la collecte des fonds.

2.3 *Coût du projet*

Le coût total du projet est estimé à 357 milles dinars, soit un coût de 249 dinars par habitant.

2.4 *Répartition des travaux*

L'ensemble des travaux du projet peut être réparti en deux « 2 » lots, décrit comme suit :

Lot A : Fourniture, transport, pose de tuyaux et accessoires et exécution des ouvrages courants

Sous-lot A.1 : Fourniture et transport de tuyaux en PEhd PN 10 et PN 16 et accessoires soit :

Tableau 3 : Caractéristiques des canalisations du réseau

Type de conduite	Diamètre (mm)	Longueur (m)
PEhd PN 16	DE 90	1 350
PEhd PN 10	DE 110	1 900
	DE 90	3 800
	DE 75	2 850
TOTAL		9 900

Les longueurs de conduites ont été majorées de 5 % pour imprévus et pertes.

Sous-lot A.2 : Pose et essai de tuyaux en PEhd, PN 10 et PN 16 et accessoires, soit :

Tableau 4 : Caractéristiques des canalisations du réseau

Type de conduite	Diamètre (mm)	Longueur (m)
PEhd PN 16	DE 90	1 260
PEhd PN 10	DE 110	1 795
	DE 90	3 597
	DE 75	2 706
TOTAL		9 358

Y compris réalisation complète des ouvrages de distribution (08 ouvrages de ventouse, 07 ouvrages de vidange, 07 bornes fontaines, 05 regards pour vanne de sectionnement, un ouvrage de piquage).

Sous-lot A.3 : Réalisation des ouvrages de Génie de Civil

- Un réservoir semi enterré de capacité standard de 40 m³, y compris aménagement extérieur ;
- La construction d'un réservoir de capacité standard de 15m³, servant de bêche de reprise, y compris aménagement extérieur ;
- La construction d'un brise charge de capacité standard de 8 m³

Délais d'exécution

Lot A : Fourniture, transport, pose de tuyaux et accessoires
et exécution des ouvrages courants

dix (10) mois

Lot B : Equipements électromécanique et électrique de la station de reprise

Equipement de la station de reprise :

- Fourniture, montage et essais de groupes électropompes immergés « Q=1,82 l/s, HMT=132 m » ;

Equipement électrique :

- Régulation par ligne pilote et sondes dans la bêche de reprise et dans le réservoir ;
- Armoire électrique et éclairage ;
- Branchement STEG, installation de transformateur sur poteaux de 25 kVA.

Délais d'exécution

Lot B : Equipements électromécanique et électrique de la station de reprise

trois (03) mois

3. DONNEES DE BASE

3.1 Localisation

La zone du sous-projet El Garrag est située dans le Nord-Ouest de la Tunisie entre 9°08' et 9°10' de Longitude Est et 36°44' et 36°47' de Latitude Nord. Elle est caractérisée par un relief relativement accidenté dominé par Jebal Khazna, Jebal Bint al Khamsa et Jebal El Garrag.

La zone d'étude est à 4 Km environ au Nord Ouest de la ville de Béja et à 6 km environ à l'Est de la ville de Zahret Median. On y accède par la route RR63 reliant la ville de Zahret Median à la ville de Béja.

Le sous-projet concerne 04 groupements d'habitations, le Tableau 5 donne les coordonnées géographiques des groupements du sous projet El Garrag.

Tableau 5 : Coordonnées géographiques des groupements du sous projet El Garrag

Groupements	Coordonnées géographiques		
	Latitude	Longitude	Altitude en m NGT
Ajarda	36°45'50''	9°08'10''	360
Saâdia	36°45'58''	9°08'30''	300
Zaafra	36°45'30''	9°09'30''	365
El Garrag	36°46'10''	9°09'25''	290

La zone du projet se trouve dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver doux, caractérisé par une pluviométrie comprise entre 600 et 800 mm et un nombre de jours pluvieux variant entre 70 et 100 jours. Les températures moyennes varient entre 10 et 28°C avec des maxima qui peuvent atteindre les 36°C.

3.2 Ressources en eau

3.2.1 Approvisionnement en eau

La zone d'étude dispose de nombreuses sources d'eau naturelle dont certaines sont aménagées par le CRDA. Ces aménagements constituent la seule ressource en eau pour l'alimentation de la population et de cheptel.

Les différentes sources de la zone du projet se caractérisent par des débits très faibles surtout en été et pendant les années non pluvieuses.

La plupart des points d'eau utilisés tarissent en été et ne peuvent plus subvenir aux besoins de la population, ce qui engendre des temps d'attente de plusieurs heures pour le remplissage des bidons et des citernes d'eau.

Les sources d'eau de la zone d'étude ne peuvent constituer une ressource sûre pour l'alimentation d'un système d'alimentation en eau potable. C'est pourquoi le CRDA de Béja a prévu initialement l'alimentation en eau du SAEP d'El Garrag à partir d'un forage projeté.

Vu les délais d'exécution d'un forage dans la zone et l'incertitude sur le résultat de la prospection, l'alimentation en eau du SAEP d'El Garrag a été arrêtée d'un commun accord avec la SONEDE qui réservera 2 l/s pour l'alimentation du système à partir du réseau d'El Aouiti.

3.2.2 Qualité d'eau

Le SAEP d'El Garrag sera alimenter en eau potable à partir d'un réseau SONEDE. L'eau est préalablement chlorée.

3.3 Démographie et besoins en eaux

3.3.1 Démographie

La population du sous projet El Garrag est répartie en 04 groupements (Ajarda, Saâdia, Zaafrana et El Garrag) représentant 278 familles pour une population totale de 1412 habitants.

La population de la zone d'étude en l'an 2000, selon l'enquête réalisée en collaboration avec les autorités locales, est de 1412 habitants. Le Tableau 6 donne la répartition de la population de la zone d'étude entre les groupements.

Tableau 6 : Répartition de la population entre les groupements

Groupements	Nbre familles	Pop. Groupée
El Garrag I	19	85
El Garrag II	19	83
El Garrag III	19	93
Zaafrana I	19	82
Zaafrana II	14	66
Zaafrana III	11	61
El Ajjerda	26	174
Saadia	27	176
Zyadine I	49	199
Zyadine II	75	393
Total	278	1 412

Pour le calcul de la population de la zone d'étude en l'an 2017, nous avons adopté un taux d'accroissement annuel moyen de la population non communal du Gouvernorat de Béja égal à 0,1 % et donné par l'Institut National de Statistique (INS), la population de la zone d'étude sera alors de 1436 habitants en l'an 2017.

Le Tableau 7 donne la population de la zone d'étude pour différentes échéances.

Tableau 7 : Projection de la population par groupement jusqu'à l'an 2017

Année	2000	2002	2005	2010	2015	2017
Groupement						
El Garrag I	85	85	85	86	86	86
El Garrag II	83	83	83	84	84	84
El Garrag III	93	93	93	94	94	95
Zaafrana I	82	82	82	83	83	83
Zaafrana II	66	66	66	67	67	67
Zaafrana III	61	61	61	62	62	62
El Ajerda	174	174	175	176	177	177
Saadia	176	176	177	178	179	179
Zyadine I	199	199	200	201	202	202
Zyadine II	393	394	395	397	399	400
Total	1 412	1415	1 419	1 426	1 433	1 436

3.3.2 Cheptel

Le Tableau 8 donne la répartition du cheptel de la zone d'étude par groupement d'habitants.

Tableau 8 : Répartition du cheptel par groupement

Groupements	Ovins-caprins	Bovins-équidés
El Garrag I	47	39
El Garrag II	20	26
El Garrag III	55	49
Zaafrana I	10	21
Zaafrana II	0	19
Zaafrana III	25	32
El Ajerda	102	54
Saadia	34	70
Zyadine I	60	48
Zyadine II	0	0
Total	353	358

3.3.3 Besoins en eau domestique

Les besoins en eau de la population ont été calculés, pour l'année de mise en service du réseau 2002, sur la base d'une consommation spécifique de 25 l/j/hab. pour la population groupée.

Pour tenir compte de l'évolution du niveau de vie de la population desservie, un taux d'accroissement annuel de 2,5 % a été appliqué à la consommation spécifique de la population groupée.

Sur la base des données de la population, et de la consommation spécifique de l'année 2017, les besoins en eau de la population en pointe journalière sont de 74,75 m³/j.

Le Tableau 9 donne les besoins en eaux domestiques à différentes échéances.

Tableau 9 : Besoins en eau domestiques totaux par échéance

Année	Population		Consommation moy. sans pertes	Consommation moy. avec pertes	Consommation de pointe jour		Pointe horaire
	Groupée	Dispersée	m ³ /j	m ³ /j	m ³ /j	l/s	l/s
2002	1 415		35,37	40,68	50,85	0,59	1,06
2007	1 422		40,22	46,25	57,82	0,67	1,20
2012	1 429		45,73	52,59	65,74	0,76	1,37
2017	1 436		52,00	59,80	74,75	0,87	1,56

3.3.4 Besoins du cheptel

La consommation spécifique du cheptel qui a été prise en compte pour le dimensionnement du réseau est :

- ovins et caprins = 5 l/j/tête

- bovins et équidés = 30 l/j/tête

La consommation spécifique du cheptel ne subira pas d'évolution et a été limitée à 40 % de la consommation domestique.

Le Tableau 10 donne les besoins en eaux du cheptel.

Tableau 10 : Besoins en eau du cheptel

Année	Consommation moy. sans pertes	Consommation moy. avec pertes	Consommation de pointe jour		Pointe horaire
	m ³ /j	m ³ /j	m ³ /j	l/s	l/s
2002	14,15	16,27	20,33	0,24	0,42
2007	16,09	18,50	23,13	0,27	0,48
2012	18,29	21,04	26,29	0,30	0,55
2017	20,08	23,92	29,9	0,35	0,62

3.3.5 Besoins totaux

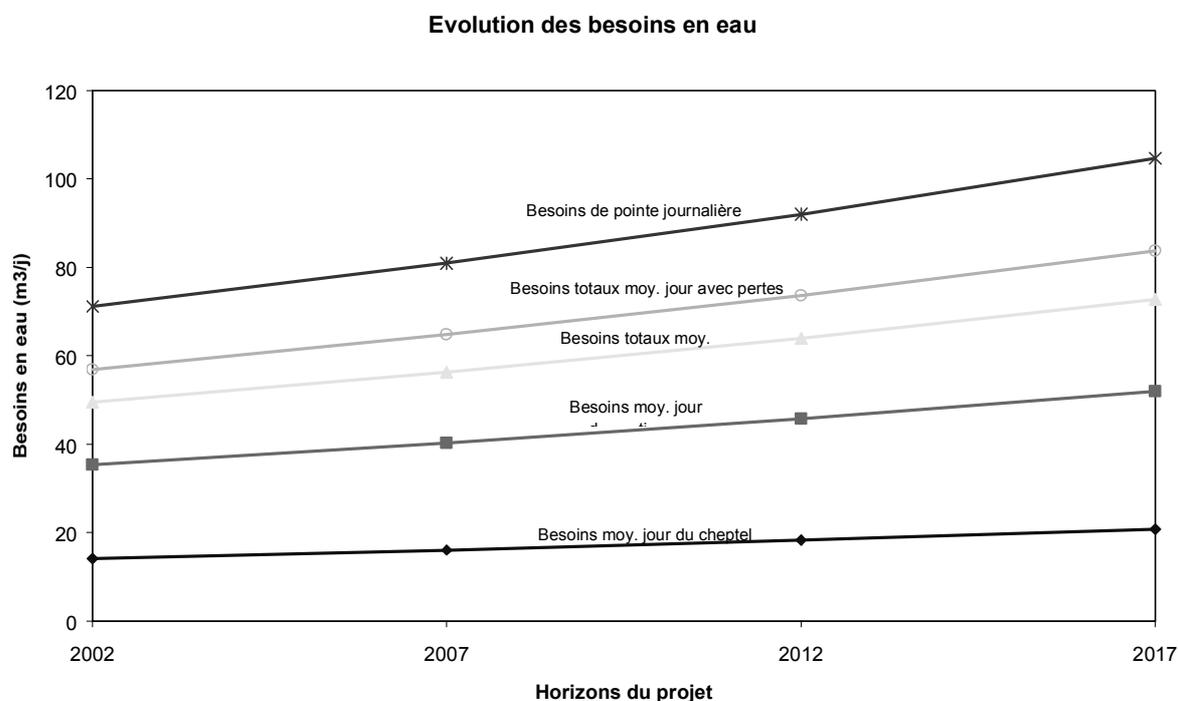
Les besoins nets moyens, en eau de la population sont de 52 m³/j ceux du cheptel sont de 20 m³/j en l'an 2017, horizon du projet. Les besoins en eau totaux nets moyens, sans pertes, sont alors de 72,8 m³/j.

Le Tableau 11 récapitule les besoins en eau totaux de la population et du cheptel pour les différents horizons du projet.

Tableau 11 : Besoins en eau totaux

Année	Consommation moy. sans pertes	Consommation moy. avec pertes	Consommation de pointe jour		Pointe horaire
	m ³ /j	m ³ /j	m ³ /j	l/s	l/s
2002	49,52	56,95	71,19	0,82	1,48
2007	56,03	64,43	80,54	0,93	1,68
2012	64,02	73,62	92,03	1,07	1,92
2017	72,80	83,72	104,65	1,21	2,18

Figure 1 : Evolution des besoins en eau totaux dans la zone du sous-projet El Garrag



3.3.6 Bilan besoins / ressources en eau

Les besoins en eau de la zone d'étude sont de 1,21 l/s en pointe journalière de l'an 2017, le débit à prélever, autorisé par la SONEDE étant de 2 l/s ; les besoins sont ainsi couverts de manière confortable pour la pointe journalière de 2017.

4. CONCEPTION TECHNIQUE

4.1 Généralités

La zone d'étude sera alimentée en eau potable à partir d'un piquage sur la conduite AC Φ 100 du réseau SONEDE du groupement El Aouiti qui est situé à 3 Km environ au Nord Ouest du sous projet El Garrag et à 2 Km environ au Nord Est de la ville Zahret Median.

Le piquage sur la conduite existante AC Φ 100 sera réalisé au niveau de l'abri de compteur d'abonnement n°=44994 sur la piste menant à Aïn Salem près de la route RR63.

La conduite d'adduction aura une longueur de 2690 m environ jusqu'à la station de reprise projetée culminant à la cote 260 m NGT.

La station de reprise projetée qui est située près du groupement Saâdia permet de refouler le débit d'eau potable sur une longueur de 1260 m environ jusqu'au réservoir semi enterré projeté qui est situé près du groupement Ajarda et culminant à la cote 378 m NGT.

Le réservoir projeté servira de réservoir de stockage pour l'alimentation en eau potable de la zone d'étude. La distribution sera gravitaire sur tout le périmètre du sous projet El Garrag.

Le réseau de distribution a été subdivisé en deux étages de distributions permettant de pallier les problèmes d'une topographie accidentée. L'implantation d'un brise charge sur la conduite principale a permis de limiter les pressions au niveau des points de distributions sans avoir recours à des organes spéciales, qui lorsque ça ne fonctionnent pas risquent de nuire au SAEP et par la même à la desserte de la population.

4.2 Le piquage et la station de reprise

4.2.1 Ouvrage de piquage

Le piquage convenu avec la SONEDE pour l'alimentation du sous projet El Garrag sera fait, sur la conduite existante AC Φ 100 du réseau SONEDE du groupement El Aouiti.

Le piquage sur cette conduite sera réalisé à proximité de l'abri du branchement portant la police d'abonnement n°= 44994 près de la route RR63. L'ouvrage de départ de la conduite d'adduction sera calé à la cote 262 m NGT.

4.2.2 Installations auxiliaires

L'ouvrage de piquage au départ de la conduite d'adduction sera équipé :

- un compteur volumétrique général ;
- un robinet vanne DN 80 qui va permettre d'isoler la conduite d'adduction en cas de réparation ou toute autre intervention.

4.2.3 Station de reprise

La station de reprise projetée sera située près du groupement Saâdia, à la côte TN de 260 m NGT. La station de reprise est dimensionnée pour fonctionner pendant 16 heures au jour de pointe de l'an 2017. Ainsi le débit d'équipement de la station de pompage sera égal au débit de pointe journalière multiplié par $24/16^{\text{ème}}$, soit 1,82 l/s.

Cette cote a été imposée par les hypothèses prises pour le calcul hydraulique et le dimensionnement de la conduite d'adduction. Ainsi le site a été déterminé par la cote la plus élevée dont l'alimentation peut être garantie en toute circonstance, à partir du réseau de la SONEDE.

La cote TN au droit du piquage étant de 262 m NGT, nous avons retenu comme cote piézométrique minimale, la cote 282 m NGT, soit une pression nette garantie de 2 bars, conforme à la qualité du service fourni habituellement par la SONEDE. Cette hypothèse sur la cote minimale, constitue plutôt une hypothèse conservatrice, compte tenu du fait que la cote du brise charge alimentant la conduite, est de 315m NGT.

4.2.3.1 Equipements

La station de reprise sera équipée de deux électropompes immergées. Chaque électropompe aura les caractéristiques suivantes :

- Débit : 1,82 l/s soit 6,55 m³/h
- HMT : 132 m

Les deux électropompes seront installées dans la bache de reprise.

4.2.3.2 Installations auxiliaires

Les installations auxiliaires de la station de reprise sont ceux de la bache de reprise.

4.2.4 Aménagements extérieurs

La station de reprise sera clôturée par un mur en dur. Un portail à deux vantaux de dimensions 4m x 1,8 m permettra l'accès à l'enceinte de la station.

Une aire de stationnement sera aménagée sur la totalité de la longueur de la façade de la clôture.

4.3 Canalisation du réseau

4.3.1 L'Adduction

Du piquage, la conduite d'adduction aura une longueur de 2690 m jusqu'à la station de reprise.

L'application de la formule de Bresse pour le calcul du diamètre de la conduite et pour un débit de 2 l/s, on aura :

$$\varnothing_{\text{int}}(\text{mm}) = 47,43 \times Q^{1/2}$$

donne un diamètre intérieur théorique de 67 mm.

La conduite d'adduction sera en PEhd PN10 DE90 de diamètre intérieur moyen de 76mm et aura les caractéristiques suivantes :

- Côte TN départ conduite 262,20 m NGT
- Débit max. 7,2 m³/h
- Côte arrivée de la bache de reprise 262,25 m NGT

Le Tableau 12 donne les résultats des calculs hydrauliques de l'adduction.

Tableau 12 : Calcul hydraulique de la conduite d'adduction

Nœud		Nature	Long (m)	Q (l/s)	V (m/s)	DE (mm)	Perte de charge		Cote m NGT		Piézo. disponible	
Amont	Aval						(m/km)	totale	amont	aval	amont	aval
Piquage	SP	PEhd	2 690	2	0,37	90	4,17	11,22	262,10	259,85	282,10	270,88

4.3.2 Le refoulement

La conduite de refoulement SR – R, d'une longueur de 1314 m, aura les caractéristiques suivantes :

- Côte départ SR 260,15 m NGT
- Débit de refoulement 6,53 m³/h
- Côte arrivée du réservoir R 380,50 m NGT
- Hauteur géométrique 120,35 m

La hauteur géométrique dépasse les 100 m. La conduite de refoulement SR-R sera en PEhd PN16.

L'application de la formule de Bresse pour le calcul du diamètre de la conduite donne un diamètre intérieur théorique de 64 mm. On prendra une conduite en PEhd PN16 DE90 de diamètre intérieur moyen de 69 mm.

Le Tableau 13 donne le calcul hydraulique de la conduite de refoulement SR - R.

Tableau 13 : Calcul hydraulique de la conduite de refoulement SR- R

Nœud		Long (m)	Nature	Q (l/s)	V (m/s)	DE (mm)	Ø int (mm)	Perte de charge		Cote m NGT	
Amont	Aval							(m/km)	Totale	Amont	Aval
SR	R	1260	PEhd	1,82	0,49	90	69	6,11	7,70	260,15	380,50

4.3.3 Protection contre le coup de bélier

Le calcul hydraulique en régime transitoire, résultant d'un arrêt ou d'un démarrage de l'électropompe, est donné en annexe 1.

Des calculs hydrauliques en régime transitoire ressort que l'enveloppe des sous pressions et des surpressions est contenue dans les limites admissibles de la conduite de refoulement. La conduite de refoulement n'a pas besoin d'une protection anti-bélier.

4.3.4 Distribution

La zone d'étude d'El Garrag a un relief accidenté. Le réservoir projeté est à la cote TN de 378 m NGT et le point de distribution dont la cote est la plus basse, BF El Garrag, est à la cote de 283 m NGT, soit une dénivelée de 95 m nécessitant la subdivision du réseau de distribution en étages de distribution.

Les ouvrages de distribution du sous-projet El Garrag culminent aux cotes de terrain naturel de 380 m NGT pour le réservoir de stockage, 283 m NGT pour la BF la plus basse desservant le groupement El Garrag, et 362 m NGT pour la BF la plus haute desservant le groupement Ajarda.

Les conduites du réseau de distribution ont une longueur totale de 5408 m et seront en polyéthylène haute densité (PEhd). Les conduites ont été dimensionnées pour subvenir aux besoins de la population et du cheptel en eau potable pour l'an 2017.

Vu le nombre de familles par groupement, supérieur à 20 familles, les BF seront équipés de 2 robinets chacune. Pour cette considération et afin d'éviter le temps d'attente au niveau des BF, le diamètre minimum des conduites du réseau sera de 75 mm.

Les calculs hydrauliques du réseau de distribution ont été effectués avec le logiciel LOOP utilisant la formule de WILLIAMS HAZEN avec un coefficient C égal à 120. Le détail des calculs est donné en annexe 1.

Pour le dimensionnement du réseau les hypothèses suivantes ont été adoptées :

- Débit de la borne fontaine égale à 0,5 l/s
- Coefficient de rugosité $k = 0,4$ mm
- Vitesse d'écoulement comprise entre 0,4 et 1,2 m/s
- Pression résiduelle minimale au point de distribution égale à 1 bar, la pression maximale dynamique ne devra pas dépasser 5 bars.
- Le calcul hydraulique de calage des réseaux sera effectué sur la base des diamètres intérieurs moyens des conduites en polyéthylène haute densité (PEhd) conformément à la norme Française AFNOR NF-54063 utilisée en Tunisie.

Etage bas de distribution

Cet étage du réseau de distribution est dominé par le Brise charge calé à la cote TN de 335,70m NGT. Il dessert les trois BF du groupement El Garrag, les cotes du terrain naturel des BF sont comprises entre 283 m NGT et 308 m NGT et les pressions résiduelles entre 48 m et 26 m (aux nœuds 10 et 8).

Le Tableau 14 donne les caractéristiques des conduites de cet étage de distribution.

Tableau 14 : Caractéristiques des conduites

Nœud		Type de conduite	Débit (l/s)	Longueur (m)
Amont	Aval			
7 (BC)	8	PEhd DE75 PN10	1,50	350
8	9	PEhd DE75 PN10	1,00	574
9	10	PEhd DE75 PN10	0,50	360
9	11	PEhd DE75 PN10	0,50	143

La longueur totale des conduites de cet étage de distribution est de 1427 m.

Etage Haut de distribution

Cet étage du réseau est dominé par le réservoir R de 40 m³ de capacité calé à la cote TN de 378 m NGT. Il dessert 5 points de distribution d'eau. Les pressions résiduelles sont comprises entre 14,5 m et 50,61m (aux nœuds 21 et 31). Il dessert respectivement la BF du groupement Ajarda (cote TN 362 m NGT), l'école primaire (cote TN 363 m NGT), les BF du groupement Zaafrana (cote TN 360 et 316 m NGT), et la BF Saâdia (323 m NGT).

La longueur totale des conduites de cet étage de distribution est de 3 980 m.

Le Tableau 15 donne les caractéristiques des conduites de cet étage du réseau de distribution.

Tableau 15 : Caractéristiques des conduites de cet étage de distribution

Nœud		Type de conduite	Débit (l/s)	Longueur (m)
Amont	Aval			
1(R)	2	PEhd PN 10 DE 110	4,0	190
2	21	PEhd PN 10 DE 75	0,5	81
2	3	PEhd PN 10 DE 110	3,5	260
3	31	PEhd PN 10 DE 75	0,5	377
3	4	PEhd PN 10 DE 110	3,0	1345
4	5	PEhd PN 10 DE 90	2,5	273
5	6	PEhd PN 10 DE 90	2,0	634
6	61	PEhd PN 10 DE 75	0,5	709
6	7 (BC)	PEhd PN 10 DE 75	1,5	111

4.3.5 Points de distribution

Le sous-projet El Garrag dispose de 07 points de distribution d'eau collectifs et d'un branchement public (école primaire). Les bornes fontaines ont été implantées dans les groupements en respectant la distance par rapport aux usagers, de 500 m au maximum d'une part et les besoins exprimés par la population d'autre part.

Les points de distribution du sous-projet El Garrag culminent aux cotes de terrain naturel de 283 m NGT pour la BF la plus basse desservant le groupement El Garrag, et 362 m NGT pour la BF la plus haute desservant le groupement Ajarda.

Selon les critères de dimensionnement, débit unitaire d'une borne fontaine et d'un branchement public de 0,5 l/s, le débit total à distribuer sera de 4 l/s pour le sous-projet El Garrag.

Le Tableau 16 donne la répartition des BF entre les groupements.

Tableau 16 : Répartition des points de distribution

Groupements	Borne fontaine	Cote TN m NGT
Ajarda	BF 1	362,58
Saâdia	BF 2	321,62
Zaafrana	BF 3	361,00
	BF 4	316,38
El Garrag	BF 5	307,67
	BF 6	299,26
	BF 7	283,20
Ecole primaire	BP	349,94

4.3.6 Canalisation aérienne et protection

Le réseau du SAEP El Garrag ne dispose pas de canalisation aérienne.

4.3.7 Installations auxiliaires

Le réseau sera équipé de la robinetterie nécessaire à son bon fonctionnement et à son entretien.

- Les robinets vannes sont prévus au départ d'antenne du réseau afin de permettre l'isolement des tronçons pour les réparations ou toutes autres interventions éventuelles. Le réseau du sous projet El Garrag sera équipé au total de 38 vannes rondes à passage direct de diamètre variant entre DN 50 à 100 mm. La bride de perçage sera du type GN10.

Les robinets vannes seront de type rond à passage direct et installés dans des regards. Les vannes seront en fonte avec joint élastomère sur l'opercule.

- Les ventouses seront à simple effet permettant la purge d'air en fonctionnement normal, elles seront installées sur les points hauts du réseau. Le réseau de distribution sera équipé de 15 ventouses à simple effet de diamètre DN 50 mm, avec vannes.
- Les vidanges seront installées aux points bas du réseau et permettent de vider le réseau en cas de réparation ou entretien. Le réseau de distribution sera équipé de 14 vidanges avec vannes de diamètres DN 50 mm.
- Le réseau sera équipé de 11 compteurs volumétriques (08 compteurs pour les bornes fontaines et le branchement public, un compteur pour l'ouvrage de piquage au début de la conduite d'adduction, un compteur au début de la conduite de refoulement et un compteur à la sortie du réservoir de distribution. Les différents ouvrages sont mentionnés sur le schéma du réseau (voir dossier plan).

4.4 Réservoirs

4.4.1 Réservoir de stockage

Le réservoir projeté sera de type semi enterré et sera implanté à proximité du groupement Ajarda à la cote 380 m NGT.

Le réservoir de stockage sera en béton armé avec chambre de vannes de capacité standard de 40 m³, correspondant à des besoins moyens journalier de l'an 2017.

Le réservoir a été implanté en assurant une pression minimum de 1 bar en dynamique pour le point de distribution ayant la cote la plus élevé (Douar Ajarda cote TN égale à 363 m NGT).

Le Tableau 17 donne les caractéristiques du réservoir de stockage.

Tableau 17 : Caractéristiques du réservoir de stockage

Réservoir	Volume m3	Nature du réservoir	Cote TN m NGT	Cote PHE m NGT	Cote arrivée m NGT	Cote départ m NGT
R	40	Semi enterré	378,00	380,30	380,50	378,30

4.4.2 Bâche de reprise

La bâche de reprise projetée sera située près du groupement Saâdia, à la côte TN de 260 m NGT. Cette cote a été imposée par les hypothèses prises pour le calcul hydraulique et le dimensionnement de la conduite d'adduction. Ainsi le site a été déterminé par la côte la plus élevée dont l'alimentation peut être garantie en toute circonstance, à partir du réseau de la SONEDE.

La côte TN au droit du piquage étant de 262 m NGT, nous avons retenu comme côte piézométrique minimale, la cote 282 m NGT, soit une pression nette garantie de 2 bars, conforme à la qualité du service fourni habituellement par la SONEDE. Cette hypothèse sur la côte minimale, constitue plutôt une hypothèse conservatrice, compte tenu du fait que la côte du brise charge alimentant la conduite, est de 315m NGT.

La station de reprise est dimensionnée pour fonctionner pendant 16 heures au jour de pointe de l'an 2017. Le débit de refoulement de la station de reprise est de 1,82 l/s soit 6,55m³/h.

La bâche de reprise aura un volume standard de 15 m³ soit l'équivalent de 2,3 heures de pompage environ.

Le local annexe contiendra tous les organes de contrôle et de raccordement, soit :

- la tuyauterie d'alimentation jusqu'à la manchette de scellement
- la tuyauterie et robinetterie de vidange et de trop plein
- la tuyauterie de refoulement, des pompes, leur vannerie, le comptage
- le coffret électrique de puissance, de contrôle et de régulation

Le Tableau 18 donne les caractéristiques de la bâche de reprise.

Tableau 18 : Caractéristique de la bâche de reprise

Réservoir	Volume m ³	Nature du réservoir	Cote TN m NGT	Cote PHE m NGT	Cote arrivée m NGT	Cote départ m NGT
SR	15	Semi enterré	259,85	262,15	262,45	260,15

4.4.3 Brise-charge

Le réseau de distribution du sous-projet El Garrag est constitué de deux étages de distributions nécessitant l'implantation d'un brise-charge à la cote TN de 335 m NGT.

A la demande du CRDA de Béja et de l'Equipe JICA le brise-charge sera du type standard de capacité 8 m³.

Le Tableau 19 donne les caractéristiques du brise-charge.

Tableau 19 : Caractéristiques du brise-charge

Brise charge	Brise-charge			
	Cote TN m NGT	Charge amont mCE	Vitesse m/s	Débit l/s
BC (Nœud 7)	335,70	42,60	0,34	1,5

4.4.4 Installations auxiliaires

Equipements hydraulique du réservoir

- **Une ligne d'alimentation avec :**
 - collet à souder DE 90 PEhd / à bride DN 80 PN 10,
 - manchette à brides de raccordement altimétrique L=1.5ml, avec coude et contre coude 1/8 à brides DN 80 PN 10, en fonte,
 - manchette à brides de traversée du mur DN 80 PN 10, L=0.5ml, en acier galvanisé bitumé,
 - une manchette à bride DN 80 de raccordement horizontal, en acier galvanisé, portant tubulure DN 60 pour raccordement de la ligne d'alimentation avec la ligne de départ,
 - deux coudes ¼ à brides DN80 PN 10 en fonte,
 - une manchette à brides DN 80 de raccordement vertical, en acier galvanisé,
 - un robinet vanne à brides DN 80 PN 10, en fonte,
 - une manchette de scellement dans le voile de la bâche à brides DN 80, avec CS, en acier galvanisé,
- **une ligne de vidange avec**
 - une manchette de scellement dans le voile de la bâche avec CS DN 80 L=0.5m, en acier galvanisé,
 - robinet vanne DN 80 en fonte,
 - un coude ¼ BU DN 80 en acier galvanisé,
- **une ligne de trop plein avec :**
 - une tulipe bride/uni 150/80 en acier galvanisé,
 - deux coudes ¼ à brides DN 80 en fonte,
 - une manchette de scellement avec CS, en acier galvanisé, à brides DN 80,
 - une manchette B/U verticale de restitution en acier galvanisé,
- **une ligne de distribution,**
 - une crépine, DN 100,
 - une manchette de scellement avec CS DN 100 à bride, PN 10 L=0.5m, en acier galvanisé,
 - un joint de démontage DN 100 à brides, en fonte,
 - une vanne ronde DN 100 à brides, en fonte,
 - un Té à brides 100/60, pour raccordement entre la ligne d'alimentation et la ligne de distribution,
 - une manchette à brides de stabilisation avant comptage, DN 100 en acier galvanisé,
 - un compteur DN 100 à brides,
 - une manchette de traversée du mur en acier galvanisé à brides DN 100 PN 10,
 - un coude et un contrecoude 1/8 à brides, avec manchette à brides de raccordement altimétrique, DN 100 PN 10,

- un collet à souder à bride DN 100 / DE 110 Pehd,
- **une ligne de by pass DN 60 avec,**
 - une vanne ronde, DN 60,
 - un joint de démontage DN 60 à brides, en fonte,
 - un clapet anti retour DN 60 en fonte,
 - une manchette à brides DN 60 en acier galvanisé.

Equipements hydraulique de la bête de reprise

- **une ligne d'alimentation PN 10 avec :**
 - collet à souder DE 90 PEhd / à bride DN 80
 - manchette à brides de raccordement altimétrique L=1.5ml, avec coude et contre coude 1/8 à brides DN 80, en fonte
 - manchette à brides de traversée du mur DN 80 L=0.5ml, en acier galvanisé bitumé
 - deux coudes ¼ à brides DN80 en fonte
 - une manchette à brides DN 80 de raccordement vertical, en acier galvanisé
 - une manchette à brides DN 80 de raccordement horizontal, en acier galvanisé
 - un robinet vanne à brides DN 80 en fonte
 - une manchette de scellement dans le voile de la bête à brides DN 80, avec CS, en acier galvanisé
 - un robinet à flotteur DN 80 en fonte
- **une ligne de vidange PN 10 avec**
 - une manchette de scellement dans le voile de la bête avec CS DN 80 L=0.5m, en acier galvanisé
 - robinet vanne DN 80 en fonte
 - un coude ¼ BU DN 80 en acier galvanisé
- **une ligne de trop plein PN 10 avec :**
 - une tulipe bride/uni 150/80 en acier galvanisé
 - deux coudes ¼ à brides DN 80 en fonte
 - une manchette de scellement avec CS, en acier galvanisé, à brides DN 80
 - une manchette B/U verticale de restitution en acier galvanisé
- **une ligne de pompage PN 16** constituée de deux départs individuels pour chaque pompe, regroupés avant le comptage et le raccordement à l'adduction, soit d'amont en aval
 - sur chaque pompe :
 - un adaptateur permettant le raccordement de chaque pompe (terminaison généralement en 2" gaz femelle (filetage de la série LP line pipe), et bride DN 80, en acier galvanisé
 - une manchette de scellement au voile de la bête avec CS, à brides DN 80 L=0.5m, en acier galvanisé

- un clapet anti-retour DN 80 à brides, en fonte
- un joint de démontage DN 80 à brides, en fonte
- une vanne ronde DN80 à brides, en fonte
- la ligne commune de pompage avec :
 - un Té à brides 80/80, un coude à brides ¼ DN80, et une manchette BB DN 80, l'ensemble permettant de coupler les deux refoulements, en acier galvanisé
 - une vanne générale de sectionnement DN 80 à brides, en fonte
 - une manchette à brides de stabilisation avant comptage, DN 80 en acier galvanisé
 - un compteur DN 80 à brides
 - une manchette de traversée du mur en acier galvanisé à brides DN80
 - un coude et un contrecoude 1/8 à brides, avec manchette à brides de raccordement altimétrique
 - un collet à souder à bride DN 80 / DE 90 PEhd.

Equipements hydraulique du brise charge

- **une ligne d'alimentation PN 10 avec :**
 - conduite d'arrivée PEhd DE 75 PN10
 - collet à souder DE 75 PEhd / à bride DN 60
 - manchette à brides DN 60
 - vanne ronde DN 60 sous bouche à clé
 - coude ¼ à brides DN 60mm
 - manchette verticale DN 60
 - manchette de scellement avec CS à brides DN 60
 - robinet à flotteur DN 60
- **une ligne de vidange PN 10 avec :**
 - une manchette de scellement dans le voile de la bâche avec CS DN 60 L=0.5m, en acier galvanisé
 - robinet vanne DN 60 en fonte
 - un coude ¼ BB DN 60 en acier galvanisé
 - manchette BU DN 60 de restitution à l'exutoire
- **une ligne de trop plein PN 10 avec :**
 - une manchette BU avec CS DN 80
 - deux coudes ¼ DN 80
 - une manchette BB verticale de restitution en acier galvanisé
- **une ligne de distribution PN 10**
 - une crépine DN 60 à bride

- manchette de scellement au voile de la bâche avec CS, à brides DN 60 L= 0.5m, en acier galvanisé
- une vanne ronde DN 60
- un joint de démontage DN 60
- un coude et contre coude 1/8 de raccordement altimétrique avec manchette BB intermédiaire
- un collet à souder DN 60/ DE 75 PEhd

4.5 Equipements électromécaniques et installations électriques

4.5.1 Pompe

La station de reprise sera équipée de deux pompes centrifuges du type immergé pour forages dont une de secours. Elles seront choisies de façon telle que les courbes caractéristiques (Débit, HMT) ne présentent aucun point d'instabilité.

L'étanchéité du passage de l'arbre sera réalisée par presse étoupe à tresses graphitées, à refroidissement par la même eau pompée

Les pièces importantes et susceptibles d'usure (roue, arbre, corps) seront exécutées dans un métal parfaitement adapté aux conditions de service et à la qualité de l'eau. Des bagues d'usure sur la roue ou dans le corps et des chemises d'arbre amovibles doivent être prévues de façon à réduire au maximum le remplacement des pièces importantes ; Tout accessoire utile doit être prévu.

Les organes principaux des groupes seront prévus pour des fonctionnements de 20/24 H.

Le refoulement de chaque pompe immergée comportera une pièce de raccordement entre sortie pompe et ligne de refoulement

Choix de la pompe :

Type : immergée
Débit : 1,82l/s
HMT : 131,38mCE
Mode d'installation : en position horizontale dans la bâche de pompage

Moteur électrique

La puissance absorbée par le moteur est donnée par la formule suivante :

$$P_{ab} = \frac{g \times Q \times HMT}{r1 \times r2}$$

avec : g : accélération de la pesanteur égale à 9,81 m/s²

Q : débit en l/s

HMT : Hauteur manométrique totale en m

r1 : Rendement de la pompe

r2 : Rendement du moteur

$$P_{ab} = 9,81 \times 1,82 \times 131,38 / 0,7 \times 0,8 = 4,188 \text{Kw arrondi à } 4,2 \text{ Kw}$$

Pour une puissance de 4,2 kW, le courant absorbé calculé en triphasé 380 V, pour un $\cos\phi = 0,85$, l'intensité du courant sera de $I = 7,5$ A

Choix du moteur

Pour le choix du moteur on optera pour une puissance égale à : $P_{ab} \times 1,2 = 5,04$ kW.

On choisira un moteur triphasé à cage d'écureuil, d'une puissance normalisée égale à 5,5 kW.

- Degré de protection IP68
- Classe F
- Vitesse : 1500t/mn
- Mode de démarrage : direct

Pour le cas de notre station de reprise SR, et à titre indicatif, on peut choisir une électropompe immergée de 5,5 kW de puissance donnant un débit de 6,55 m³/h pour une HMT de 131 m. L'intensité du courant en triphasée est de 11,9 A.

La courbe caractéristique de l'électropompe utilisée est donnée en annexe 1.

4.5.2 Surpresseur

Aucun surpresseur n'est prévu sur le réseau

4.5.3 Armoire de commande et autres installations :

4.5.3.1 Armoire de commande

L'armoire électrique sera conforme à la norme C15-100 relative aux installations électriques à basse tension et aux spécifications particulières du client. Cette armoire comprendra sur la face avant :

- 1) Un voltmètre 0-500V avec commutateur à 7 positions
- 2) trois ampèremètres 0 –50A
- 3) Un commutateur de choix à trois positions (marche manuelle, marche automatique, arrêt)
- 4) un compteur horaire
- 5) Un compteur d'impulsion
- 6) Un bouton d'arrêt d'urgence type à coup de poing

Coffrets de commande, contrôle et protection

Ces coffrets qui contiennent les organes essentiels nécessaires à la commande, au contrôle et aux protections du groupe et des auxiliaires de la station, les coffrets seront réceptionnés en usine de fabrication et feront l'objet à cette occasion des opérations suivantes :

- Contrôle de conformité à tous les critères imposés par la normalisation du CRDA
- Contrôle de la fabrication des coffrets et des châssis
- Essais avec simulation de fonctionnement et des défauts sur un coffret à choisir au hasard
- Essai d'interchangeabilité des châssis de puissance et des auxiliaires d'un coffret avec un autre dans la gamme du même modèle.

Les protections suivantes devront être assurées :

- Relais R1: protection +ou- tension, seuil haut à 1,1 et seuil bas à 0,85.
- Relais Rt r1: temporisation de l'action du relais R1, réglage à 3 minutes.
- Relais R3: protection à minimum de courant réglé à 30 % de In (théorique).
- Relais R4: protection des personnes réglage à 20 ms (Provisoire).
- Relais Magnétique du disjoncteur DM: réglage à environ 1.1Id
- Relais thermique Th1 - Th 2: réglage à 1,1 de In
- Relais R5 (protection thermique du moteur par thermistance): sans réglage.
- Relais R6: Protection marche à sec par sondes de niveau, temporisation réglée à 5 secondes.
- Relais R7: temporisation réglée à 5 secondes pour arrêt et démarrage du groupe asservi aux sondes de niveau

4.5.3.2 Câblages

Les circuits d'éclairage, prises de courant, automatisme ou alimentations extérieures (réservoir, télécommande, coupure de pointe, alimentation gardien,...) seront exécutés avec des câbles industriels U 1000 RO 2V

Ces câbles seront installés comme suit :

- Crampés sur les murs pour les circuits éclairage et la prise de courant (2ème prise dans le cas de deux locaux)
- Les câbles seront fixés par colliers, du type en acier traité, ou en Rilsan ou polyamide avec embase, avec pattes de scellements ou spits, espacés de 200 mm, ou sous tube PVC dans les parties droites avec fixation tous les 400 mm.
- Encastrés dans le plancher de la station sous tube PVC de diamètre intérieur égal à deux fois environ celui du câble. Les câbles seront protégés à la sortie du plancher par une protection mécanique (tube métallique) sur une hauteur de 300 mm.
- En tranchée pour les câbles extérieurs (vers la cabine de comptage)
- Sous tube P.V.C épais avec grillage avertisseur
- Avec protection par dalettes béton et grillage avertisseur.
- Les tubes PVC et les dalettes béton peuvent être supprimés dans le cas d'utilisation d'un câble armé avec feuillard.
- La tranchée permettant l'amenée des câbles extérieurs contournera si nécessaire le bâtiment pour pénétrer dans la station sous le coffret de contrôle et protections.

4.5.3.3 Aménagement des câblages B.T. et auxiliaires vers le local abri de la station

Pour préserver les câbles qui sont d'un prix élevé, ils seront placés dans des cheminements protégés. Ces cheminements seront réalisés en fonction de la nature des câbles

- Câbles de puissance : les câbles de puissance 380 V de l'alimentation du moteur chemineront dans une buse de diamètre intérieur suffisant.
- Câbles des auxiliaires : Les câbles de mesure, de télécommande et de signalisation chemineront dans une buse de diamètre intérieur suffisant (câble des sondes de niveau ; câble des sondes à thermistances du moteur ; câble de la masse du moteur).

A chaque extrémité de ces buses, est exigée la confection d'un regard permettant :

- D'un côté, la remontée vers le coffret de contrôle et de commande dans la station,
- De l'autre côté, la remontée vers le groupe électropompe. La couverture de ces regards extérieurs sera exécutée en béton armé.

Dans le cas où les cheminements entre le coffret de contrôle de la station et le groupe immergé dans le réservoir nécessite un angle de moins de 150 degrés, un regard sera confectionné pour permettre le tirage des câbles.

Les câbles seront de la série U 1000 RO 2V entre le regard de tirage de câble situé près du réservoir et le coffret électrique, et entre ce coffret et le tableau de comptage STEG.

4.5.3.4 Calibrage des câbles des groupes et des auxiliaires

Comme il a été précisé ci-avant, les accès à l'armoires ou coffrets des câbles seront réalisés par l'intermédiaire des presse-étoupe. Selon le cas un ou deux câbles de puissance (380 V) souples, unipolaires, tripolaires, ronds ou méplats, de sections appropriées aux moteurs et aux longueurs des liaisons. Le calcul des chutes de tension devra tenir compte :

- De la longueur totale depuis le coffret de protection jusqu'au moteur;
- D'une chute de tension au niveau du coffret de 1%;
- Des chutes de tension admissibles avec un maximum de 4% en fonctionnement Normal et de 8% en état de démarrage.

Les valeurs des paramètres entrant dans les calculs tiendront compte des conditions suivantes :

Z = Impédances des câbles en ohm/km ;

- facteur de puissance = 0,8 (Normal) ;
- facteur de puissance = 0,4 (Démarrage) ;

L = Longueur des câbles en mètres de chaque 1/2 branche c-à-d la longueur de la liaison "Coffret-Moteur" x 2 ;

I_n = Intensité nominale du moteur ;

$I_{n/2b}$ = Intensité nominale du moteur dans chaque demi-branche = $I_n / \sqrt{3}$

I_d = Intensité de démarrage = 2.8 I_n

- Les deux câbles des sondes de marche et d'arrêt 2 x 1,5 mm² souples.
- Le câble de sondes à thermistances tripolaires souples 3 x 2,5 mm²

Le câble de mise à la terre du moteur sera d'une constitution normale mais souple. La section sera au minimum de 16 mm² pour les moteurs câblés à cette section ou inférieure et de 25 mm² maximum pour les puissances supérieures.

Les câbles seront d'une seule longueur depuis l'armoire électrique jusqu'aux boîtes à bornes des moteurs.

4.5.3.5 Prise de terre et circuit de la station

Afin de compléter les protections de sécurité de la station et de permettre aux protections contre les défauts d'isolements, il est nécessaire de réaliser un circuit de terre avec liaisons équipotentielles de toutes les parties métalliques susceptibles d'être portées à un potentiel dangereux pour les personnes. Ce circuit doit être complété par une prise de terre dite "

d'UTILISATION "qui permet l'écoulement des courants de défauts de la station vers la prise de terre du neutre du poste MT/BT qui est relié directement aux bobinages du transformateur côté basse tension.

Les courants de défauts circulant dans le circuit décrit ci-dessus sont détectés par les tores homopolaires des protections différentielles disposées sur l'alimentation générale et sur tous les départs concernés. Ces tores très sensibles détectent les courants de défauts aussitôt que l'isolement de la partie incriminée baisse et font déclencher l'organe d'alimentation du circuit en question (Disjoncteur ou Contacteur).

Cette installation avec les appareils envisagés est conforme aux Normes C15.100 et C15.200 traitant de la protection des travailleurs.

N.B. Lorsqu'une station est située au début de ligne d'alimentation STEG 30 KV, il est possible que la tension B.T. soit supérieure à 380 Volts, elle peut dépasser le seuil de 410 Volts en heures creuses. Il est recommandé de s'assurer, au moyen de mesures fréquentes matin et soir pendant plusieurs jours (2 à 3), que cette tension ne descend pas en dessous de 400 Volts en charge. Dans ce cas il faut, si le transformateur possède un commutateur de +ou - 5 % (ou 2,5 %), placer l'index à la valeur de +5%. L'inverse peut se produire pour des forages alimentés en bout de réseau 30 KV, pour ce cas il faut placer l'index sur -5%.

4.5.3.6 Facteur de puissance de l'installation

A la mise en service, la mesure du facteur de puissance (cosinus phi) de l'installation doit être effectuée soit avec un cosinusphimètre, soit par la méthode des 2 wattmètres. La valeur relevée doit être supérieure à 0,8 (aux alentours de 0,82).

Dans le cas où elle est inférieure, l'Entrepreneur installera aux emplacements réservés à cet effet dans les coffrets, l'appareillage nécessaire à la protection de la batterie de condensateurs dont la capacité en KVAR sera à définir en fonction de la valeur du cosinus phi mesuré.

La valeur de la capacité de la batterie de condensateurs ne doit pas être supérieure à 15% de la puissance en KVA du transformateur HT/ BT d'alimentation du forage, afin d'éviter les phénomènes de ferrorésonance.

4.5.4 Régulation du niveau d'eau dans le réservoir

Deux modes de fonctionnement devront être prévus pour la station de reprise du sous projet El Garrag : le mode manuel et le mode automatique.

En mode automatique, la régulation par ligne pilote et sondes de niveau sera adoptée, (longueur de conduite de 1600m). L'enclenchement des pompes est commandé à partir du réservoir vide et le déclenchement à partir du réservoir plein.

Le réservoir de stockage sera équipé de sonde de niveau. Le niveau bas, détecté par la sonde, enclenche la pompe et par conséquent le remplissage du réservoir. Le niveau haut déclenche la pompe. La sonde placée au niveau haut déclenche la pompe même en mode manuel lorsque le réservoir est plein.

La transmission des informations sera effectuée par ligne pilote, la ligne pilote sera placée sous dans une tranchée, de 40 cm de largeur, enrobée de sable (10 cm en bas et autant en haut), une

première protection en briques à 6 trous posées à plat sur le sable, sera suivi d'un recouvrement en remblai sélectionné dépierré sur 20 cm de hauteur, en suite une signalisation par une feuille en matière plastique sera superposée à au recouvrement, le remblayage du reste de la tranchée sera effectué avec du remblai ordinaire.

La station de reprise sera équipée de deux pompes immergées dont une de secours. Les électropompes seront commandées par une horloge qui permet d'éviter les pointes horaires de la STEG et ainsi bénéficier de la tarification avantageuse.

La bêche de reprise sera équipée d'un robinet flotteur qui commande l'arrivée d'eau. Pour protéger la pompe contre la marche à sec, une sonde du niveau bas, sera installée dans la bêche de reprise et reliée à l'armoire de commande qui arrête la pompe.

Accessoires de régulation du niveau d'eau des réservoirs

Dans la bêche de reprise le groupe doit être équipé de trois sondes :

- Une sonde de protection contre marche à sec placée dans la bêche calée à 50cm du radier de la bêche.
- Une sonde niveau bas d'arrêt du groupe calée à 70cm du radier de la bêche
- Une sonde niveau très haut actionnant une alarme sonore par Klaxon calée à 20cm plus bas que la cote de trop plein

Dans le réservoir de stockage, le groupe sera asservi à 4 sondes de niveaux :

- 1 sonde "Niveau Marche" de mise en fonctionnement du groupe calée au niveau +70cm par rapport au fond du réservoir
- 1 sonde "niveau très bas" commandant le démarrage du groupe (confirmation du niveau Marche s'il est défaillant), calée au niveau +60 cm par rapport au fond du réservoir
- 1 sonde "Niveau Arrêt " commandant l'arrêt du groupe calée au niveau +230 cm par rapport au fond du radier
- 1 sonde "Niveau Très Haut" commandant l'arrêt du groupe (confirmation du niveau haut s'il est défaillant) avec alarme visuelle et sonore, calée au niveau +240 cm par rapport au niveau du radier du réservoir

4.5.5 Réducteur de pression

Aucun réducteur de pression n'est prévu dans l'installation

4.5.6 Alimentation électrique

L'alimentation électrique de la station de reprise sera assurée par la STEG en moyenne tension en triphasé avec un poste de transformation 25 KVA, la ligne électrique existante est à 500 m environ du site de la station de reprise au niveau du groupement Saâdia.

4.5.7 Le poste de transformation MT/BT

4.5.7.1 généralités

La puissance totale à installer sera de 25 KVA (puissance normalisée), cette puissance nécessite l'installation d'un transformateur de 25 KVA (puissance normalisée) posé sur poteau.

Le poste MT/BT sera équipé conformément à la norme C13.100 et aux règlements de la STEG et les règles de l'art.

IL sera du type aérien en antenne. L'alimentation électrique du poste MT/BT sera faite en 30KV en triphasé.

4.5.7.2 Parafoudre ligne 30 KV

Le poste sera équipé de trois Parafoudres de protection des équipements du poste contre les effets indirects des décharges atmosphériques (tension électriques très élevées).

En présence d'une surtension atmosphérique, le parafoudre devient immédiatement conducteur pour écouler à la terre le courant de foudre (courant de décharge) en un temps extrêmement court pour limiter la surtension à une valeur pouvant être supportée par le matériel à protéger. Cette "tension limitée" s'appelle tension résiduelle.

Les caractéristiques du parafoudre à installer sont :

- Parafoudre 36 KV, tenue en court-circuit 10 KA
- Type à résistance variable avec signalisation d'avarie visible d'en bas,

Le fournisseur doit préciser la valeur de la tension résiduelle.

Le parafoudre sera monté sur ferrures support. Il sera raccordé d'un côté à une phase du réseau MT et l'autre côté au circuit de terre par un conducteur en cuivre de section minimum 25 mm².

4.5.7.3 Sectionneurs fusibles unipolaires

Il s'agit de fusibles unipolaires 36 KV de calibre approprié à la puissance du transformateur pour assurer la protection électrique et pour permettre l'isolement du poste du reste du réseau.

4.5.7.4 Transformateur de puissance

Caractéristiques électriques du transformateur :

Puissance :	25KVA
Tension primaire :	36KV
Tension secondaire :	380 V
Couplage :	D /yn ou D/Zn ou Y/Zn

Le transformateur sera fourni accompagné d'un P.V. d'essai en usine et muni d'une plaque signalétique indiquant essentiellement :

- Marque et type du transfo,
- Numéro du transfo,
- Date de fabrication,
- Tension primaire – tension secondaire,
- La puissance du transformateur
- Tension de court circuit
- Indice horaire
- Couplage
- Nature du diélectrique
- Poids du diélectrique,
- Poids total

Ce transformateur sera installé avec tous les accessoires nécessaires à leur mise en place et en état de fonctionnement (fer en U, cornières, boulons ...)

4.5.7.5 Protection basse tension

Pour protéger le transformateur contre les défauts dans l'installation BT, il est prévu l'installation dans un coffret d'un disjoncteur débrochable tétrapolaire équipé à trois déclencheurs magnéto thermique. Le calibre sera de : 50A

L'arrivée et le départ des câbles de puissance seront effectués directement sur les plages ou bornes de raccordement des socles du disjoncteur.

Les plages de raccordement seront protégées par capots caches bornes.

4.5.7.6 Câblage de puissance 380 V

Les calculs des chutes de tension au démarrage et en fonctionnement sont pris en compte.

Les câbles à installer seront du type U1000 RO2 V.

- du transformateur au panneau de comptage

Fourniture et pose d'un câble de puissance du type u 1000 RO2V pour poste aérien monté sur poteau.

Le passage du câble sera assuré par ferrures fixées sur le poteau.

Le passage du câble entre le poteau et la cabine de comptage sera exécuté en tranchée avec passage du câble en tube PVC (d = 100 mm) épais couvert d'un lit de sable de deux couches au-dessus et au-dessous, et d'un grillage avertisseur.

L'entrée et la sortie du câble entre le poteau et la tranchée d'une part, et entre la tranchée cabine de comptage d'autre part seront exécutées conformément au plan n° NOR.1.E.13.1.

A l'intérieur du bâtiment de la station, le câble devra être protégé au passage des murs par des fourreaux en tube plastique épais sur une hauteur de 0,3 m au-dessus du sol.

- du panneau de comptage au coffret disjoncteur

Câble de puissance type U 1000 R0 2V.

4.5.7.7 Le puits de terre :

Le puits de terre sera constitué d'un regard carré de dimension 70cmx70cm

Equipé de piquets de terre en cuivre de deux mètres de long sur lesquels sera raccordé le câble des masses métalliques(voir plan des puits de terre). Une dalle de protection en béton équipée de poignées en fer rond DN14 servira de couvercle au puits de terre.

4.5.8 Installations de désinfection

L'alimentation en eau potable des localités rurales est assurée à partir d'un piquage SONEDE d'eau traitée, et désinfectée. Aucune installation spécifique de désinfection n'est donc prévue.

4.5.9 Installations auxiliaires

4.5.9.1 Vannes

4.5.9.1.1 Vannes principales

Les vannes prévues dans le présent projet concernent :

- les vannes disposées dans les ouvrages principaux, soit le réservoir de stockage, la bêche de reprise et le brise charge. Dans chacun de ces ouvrages, trois lignes sont prévues toutes commandées par des vannes de sectionnement, et qui sont :
 - ligne d'alimentation
 - ligne de départ
 - ligne de vidange
- par ailleurs, et sur le réseau de distribution, des ouvrages de sectionnement sont prévus à chaque bifurcation, chaque ouvrage de sectionnement est équipé de deux vannes, une sur chaque départ
- l'ouvrage d'alimentation à partir du réseau SONEDE, est équipé d'une vanne de sectionnement à l'amont du compteur.
- Enfin les points de distribution sont dotés de vannes de sectionnement, soit une vanne par ouvrage

4.5.9.1.2 Vannes sur ouvrages courants

Tous les ouvrages courants de points hauts et points bas, sont dotés de vannes de sectionnement placées sur les tubulures latérales DN 50 mm, permettant soit le dégazage, soit la vidange.

4.5.9.2 Compteurs

Les principaux ouvrages d'adduction ainsi que tous les points de distribution sont dotés de compteurs.

4.5.9.2.1 Compteurs sur ouvrages principaux

Il s'agit des ouvrages suivants :

- piquage sur l'adduction SONEDE
- refoulement de la bêche de reprise
- distribution réservoir

4.5.9.2.2 compteurs sur les points de distribution

Les huit points de distribution, seront tous dotés de compteurs de calibre approprié.

4.5.10 Eclairage de la station de reprise

4.5.10.1 Luminaires :

l'éclairage intérieur des stations sera réalisé avec des appareils avec vasques. Les luminaires auront les caractéristiques suivantes :

- Fluorescents " DUO"
- Modèle compensé
- Equipé de 2 tubes 1m,20 couleur " Blanc industrie".

Si la station comporte un autre local, ce dernier sera équipé d'un hublot normal, plafonnier avec diffuseur pour lampe de 100w 220V- E.27.

Les différents points lumineux seront commandés chacun par un interrupteur modèle étanche. 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 du modèle avec socle et diffuseur résistant aux chocs, avec lampe à incandescence 100 W, 220 V, E.27.

L'éclairage intérieur sera assuré par un appareil fluo. 2 x 1,20 situé au plafond, parallèlement au mur supportant le coffret de contrôle, à environ 1m,50 à 2 m approximativement dans l'axe du coffret.

Les accessoires des circuits d'éclairage, interrupteurs, va et vient (dans le cas de deux accès) et les boites de dérivation seront d'un modèle étanche IP 55 posés en apparent. Les boites de dérivation comporteront à l'intérieur des bornes de connexion.

4.5.10.2 Prises de courant

Pour la station de reprise les prises de courant seront intégrées dans le coffret.

4.5.11 Exploitation

La station fonctionnera en automatique, cependant le gardiennage sera assuré par un pompiste qui sera formé sur place et assurera en plus du gardiennage, la fonction de contrôle et signalera les éventuelles anomalies. Le pompiste devra effectuer les opérations suivantes tous les jours :

- Le Contrôle du fonctionnement normal de la pompe (débit, pression, absorption du courant)
- Le Contrôle du fonctionnement des appareils de Contrôle et des voyants lumineux à l'armoire de commande (voltmètre, ampèremètre, compteur horaire).
- L'écriture des relevés journaliers au carnet de bord (lecture compteur, heures de fonctionnement et observations particulières).

L'annexe 4.1 donne les consignes de l'exploitation de la station de reprise et du réseau de distribution d'eau.

5. MEMOIRE DESCRIPTIF

5.1 Généralités

Les éléments décrits dans ce mémoire concernent le partage en lots et la description détaillée des ouvrages projetées.

L'ensemble des travaux du sous projet El Garrag sera présenté en deux lots, le partage proposé se résume comme suit :

Lot A : Fourniture, transport, pose de canalisation et accessoires et réalisation des ouvrages de Génie Civil

Sous-lot A.1 : Fourniture et transport des conduites et pièces spéciales.

Le Tableau 20 donne la consistance du sous-lot A1.

Tableau 20 : Fourniture et transport de canalisation

Diamètre	Nature	Classe	Longueur (ml)
DE 110	PEhd	PN 10	1 885
DE 90	PEhd	PN 10	3 777
DE 90	PEhd	PN 16	1 323
DE 75	PEhd	PN 10	2 842
Total	PEhd		9 827

Sous-lot A.2 : Pose des conduites et pièces spéciales et exécution des ouvrages courants.

La consistance du sous-lot A2 est donnée par le Tableau 21 et le Tableau 22.

Tableau 21 : Pose et essai de canalisation

Diamètre	Nature	Classe	Longueur (ml)
DE 110	PEHD	PN 10	1 795
DE 90	PEHD	PN 10	3 597
DE 90	PEHD	PN 16	1 260
DE 75	PEHD	PN 10	2 706
Total	PEHD		9 358

Tableau 22 : Ouvrages courants

Désignation	Nombre
Borne fontaine	07
Regard de sectionnement	04
Ouvrage de ventouse	15
Ouvrage de vidange	14

Sous-lot A.3 : Réalisation des ouvrages de Génie Civil

- Un réservoir semi enterré standard de 40 m³, y compris aménagement extérieur.
- Un réservoir standard de 15 m³ servant de station de reprise
- Un brise charge standard de 8 m³

Lot B : Equipements électromécanique et électrique de la station de reprise

Equipement de la station de reprise :

- Fourniture, montage et essais de groupes électropompes immergés : Q=1,82 l/s, HMT=132 m ;

Equipement électrique :

- Régulation par ligne pilote et sondes dans la bêche de reprise et dans le réservoir ;
- Armoire électrique et éclairage ;
- Branchement STEG, installation de transformateur sur poteaux de 25 kVA.

5.2 Sources d'eau

5.2.1 Génie civil

Le piquage convenu avec la SONEDE pour l'alimentation du sous projet El Garrag sera fait, sur la conduite existante AC Φ 100 du réseau SONEDE du groupement El Aouiti. Le piquage sur cette conduite sera réalisé au niveau de l'abri d'abonné n°= 44994 près de la route RR63.

L'ouvrage de piquage sera constitué d'un regard semi enterré, recevant la tubulure du té provenant de la conduite SONEDE, et donnant naissance à l'adduction alimentant la station de reprise.

L'ouvrage sera visitable à partir d'une trappe, fermée par un couvercle métallique avec fermeture inviolable.

5.2.2 Equipement hydraulique

L'ouvrage de piquage sera équipé d'amont en aval comme suit :

- manchette à brides DN 80 permettant tant la traversée du mur du regard que le raccordement à la tubulure installée par la SONEDE.
- Vanne de sectionnement DN 80 mm
- Compteur DN 80 mm
- Joint de démontage DN 80 mm
- Manchette à brides de sortie du regard
- Collet à souder DN80/ DE90 PEhd, permettant le raccordement à la conduite d'adduction.

5.3 Réservoir et station de pompage

5.3.1 Réservoir

Un réservoir semi enterré standard de capacité de 40 m³ en béton armé est prévue à proximité du groupement Ajarda.

Le Tableau 23 donne les caractéristiques du réservoir de stockage.

Tableau 23: Caractéristiques du réservoir de stockage

Réservoir	Volume m ³	Nature du réservoir	Cote TN m NGT	Cote PHE m NGT	Cote arrivée m NGT	Cote départ m NGT
R	40	Semi enterré	378,00	380,30	380,50	378,30

5.3.2 bêche de reprise

La bêche de reprise projetée sera située près du groupement Saâdia, à la côte TN de 260 m NGT. Sur le plan génie civil, la bêche de reprise sera un réservoir standard de 15 m³, le local accolé servira à l'installation des équipements hydromécaniques, et électriques de la station.

Le Tableau 24 donne les caractéristiques de la bêche de reprise.

Tableau 24 : Caractéristique de la bêche de reprise

Réservoir	Volume m ³	Nature du réservoir	Cote TN m NGT	Cote PHE m NGT	Cote arrivée m NGT	Cote départ m NGT
SR	15	Semi enterré	259,85	262,15	262,45	260,15

5.3.3 station de reprise

5.3.3.1 pompe

La station de reprise est dimensionnée pour fonctionner pendant 16 heures au jour de pointe de l'an 2017. Ainsi le débit d'équipement de la station de pompage sera égal au débit de pointe journalière multiplié par $24/16^{\text{ème}}$, soit 1,82 l/s.

La station de reprise sera équipée de deux électropompes immergées. Chaque électropompe aura les caractéristiques suivantes :

- Débit : 1,82 l/s soit 6,55 m³/h
- HMT : 132 m

Les deux électropompes seront installées dans la bêche de reprise.

5.3.3.2 Armoire de commande

L'armoire électrique sera conforme à la norme C15-100 relative aux installations électriques à basse tension et aux normes de la DGGR. Cette armoire assurera les fonctions de

- Contrôle
- Commande automatique et manuelle
- protection
- régulation
- signalisation

5.3.3.3 Installations auxiliaires

Les installations auxiliaires de la station de reprise sont ceux de la bêche de reprise :

- Conduite d'arrivée avec robinet vanne DN 80 et robinet à flotteur DN 80 ;
- Conduite de vidange DN 80 avec robinet vanne
- Conduite de trop plein DN 100 ;
- Départ refoulement vers le réservoir de stockage, robinet vanne DN 80, compteur cônes et pièces de démontage.

5.3.3.4 Alimentation électrique

L'alimentation électrique de la station de reprise sera assurée par la STEG en moyenne tension en triphasé avec un poste de transformation 25 KVA.

5.3.4 Brise charge

Un brise charge desservant les zones les plus basses du projet, est prévu. Il a été implanté à la cote TN de 335 m NGT. Il sera du type standard de capacité 8 m³.

Le Tableau 19 donne les caractéristiques du brise-charge.

Brise charge	Volume m ³	Cote TN m NGT	Cote arrivée m NGT	Cote départ m NGT
BC	8	335,70	337,50	334,70

5.4 Canalisation

5.4.1 Généralités

Les conduites du SAEP El Garrag sont constituées de canalisations en PEhd PN10 et PN 16. les diamètres intérieurs des conduites en polyéthylène haute densité (PEhd) seront conforme à la norme française AFNOR NF-54063 utilisée en Tunisie.

5.4.2 Pose de canalisation

La canalisation est posée à proximité 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 80 cm au-dessus de la génératrice supérieure. Les pentes minimales ascendantes et descendantes seront respectivement de 4‰ et 2‰. La conduite devra être posée sur un lit de sable de 10 cm d'épaisseur au minimum. La profondeur des fouilles devra être au minimum égale à 90 cm augmenté du diamètre extérieur de la conduite.

La profondeur des fouilles ne devra en aucun cas dépasser les 2,50 m.

5.4.3 Installations de service

La localisation et le type des ouvrages de distribution ont été définies en tenant compte de la configuration de l'habitat, de l'éloignement des groupements et des souhaits de la population.

Ces emplacements ont été confirmés lors de la concertation avec la population (phase de sensibilisation).

5.4.4 Le tableau récapitulatif

La canalisation du réseau d'adduction et de distribution sera en polyéthylène haute densité (PEhd) d'une longueur totale de 9 358 ml. Le Tableau 1 donne les caractéristiques des canalisations du réseau.

Tableau 25 : Caractéristiques des canalisations du réseau

Type de conduite	Diamètre (mm)	Longueur (m)		
		Adduction	Refoulement	Distribution
PEhd PN 16	DE 90		1 260	
PEhd PN 10	DE 110			1 800
	DE 90	2 690		900
	DE 75			2 700
TOTAL		2 690	1 260	5 408

5.5 Méthode d'exploitation

Système hydraulique

La pompe immergée de 1,82 l/s refoule dans une conduite en PEhd DE 90 PN16 sur une longueur de 1260 ml.

Fonctionnement de pompage et de distribution

Pour l'exploitation du système d'alimentation en eau potable, le gardien pompiste aura pour tâche :

Journalièrement :

- Le Contrôle du fonctionnement normal de la pompe (débit, pression, absorption du courant)
- Le Contrôle du fonctionnement des appareils de Contrôle et des voyants lumineux à l'armoire de commande (voltmètre, ampèremètre, compteur horaire).
- L'écriture des relevés journaliers au carnet de bord (lecture compteur, heures de fonctionnement et observations particulières).

Périodiquement

- Le Contrôle des fuites à la station et au réseau (1 fois par mois)
- Pour entretenir le réseau, chaque regard et point de distribution doivent être inspectés une fois par mois.
- Le réservoir sera selon le degré de son envasement, nettoyé et désinfecté une fois par semestre.

5.6 Gestion du GIC

5.6.1 Evolution de la consommation

A l'année de mise en service du projet, le taux d'adhésion de la population au GIC (familles membres) est égal à 60%, soit 167 familles. Avec un taux d'accroissement annuel de 2%, le taux d'adhésion de la population sera de 90% à l'échéance du projet, soit 250 familles.

Le Tableau 26 donne les volumes d'eau consommés en fonction du taux d'adhésion de la population à différentes échéances.

Tableau 26 : Taux d'adhésion et volumes d'eau consommés

Année	Consommation moyenne m3/j	Taux d'adhésion n %	Consommation réelle		Consommation avec pertes	
			m3/j	m3/an	m3/j	m3/an
2002	49,52	60	30	10845	34	12471
2007	56,31	70	39	14386	45	16544
2012	64,03	80	51	18695	59	21500
2017	72,80	90	66	23915	75	27503

5.7 Frais d'exploitation et de maintenance

Les frais d'exploitation et de maintenance sont de deux types :

Frais fixes :

Frais d'abonnement à la SONEDE	: 18 DT/an
Salaire du gardien pompiste	: 2 160 DT/an
Frais d'entretien des installations, données en annexe 3	: 2 922 DT/an
Frais de gestion GIC	: 200 DT/an
Total des frais fixes	: 5 300 DT/an

Frais variables :

Frais d'achat de l'eau à la SONEDE :	2 270 DT (à la mise en service du réseau)
	5 300 DT (à l'échéance 2017)

5.7.1 Recettes GIC

Les recettes du GIC proviennent de la participation de la population au fonds de roulement et de la vente d'eau.

Les montants du fond de roulement et du prix de vente de l'eau doivent permettre d'avoir un bilan cumulé équilibré de la trésorerie du GIC sur la période d'observation du projet, soit 16 ans.

Le calcul a été fait pour un taux d'actualisation des prix de 5% et tenant compte des :

- dépenses de la GIC : frais fixes (entretien et réparation, plus les frais de fonctionnement) et les frais variables qui correspondent aux frais de l'achat de l'eau ;
- des recettes provenant de la vente d'eau.

Le calcul a été fait pour trois scénarios permettant de calculer les recettes dégagées par la vente d'eau :

- **Scénario 1**

La vente d'eau est pratiquée et les recettes réelles du GIC sont égales aux recettes théoriques. Le prix de vente de l'eau qui assure l'équilibre de la trésorerie à l'échéance du projet est de 0,525 dinars/m³ à la mise en service. Ce prix subit un accroissement annuel de 5%. Le Tableau 27 donne le détail des calculs pour différentes échéances ;

Tableau 27 : Détail des calculs scénario 1 avec un taux d'actualisation de 5%

Année	2001	2002	2007	2012	2017
1) Population totale					
Nbre habitants	1413	1415	1422	1429	1436
Nbre familles	278	278	280	281	283
2) Familles membres					
% de famille		60	70	80	90
Nbre famille		167	196	225	254
3) Consommation eau potable					
Consommation m ³ /an		10845	14 386	18 695	23 915
Production m ³ /an		12 471	16 544	21 500	27 503
4) Dépenses GIC					
- Frais fixes (DT/an)					
Abonnement SONEDE		18	23	29	37
Salaire du gardien pompiste		2 160	2 757	3 518	4 490
Entretien (DT)		2 922	3 729	4 760	6 075
Gestion GIC (DT)		200	255	326	416
TOTAL Frais fixes (DT/an)		5 300	6 764	8 633	11 018
- Frais variables (DT/an)		2 270	3 844	6 375	10 409
TOTAL Dépenses GIC (DT/an)		7 570	10 608	15 009	21 427
5) Coût du m³ d'eau consommé (DT)		0,698	0,737	0,803	0,896
6) Prix de vente recommandé (DT/m³)		0,525	0,670	0,855	1,091
Recette théorique AIC (DT/an)		5 693	9 640	15 988	26 102
Recette réelle AIC (DT/an)		5 693	9 640	15 988	26 102
7) Subvention nécessaire					
(Dépenses - recettes) en (DT/an)		1 877	969	-979	-4 675
% de la subvention		25%	9%	-7%	-22%
8) Bilan cumule en DT courants	0	-1 877	-8 849	-8 382	6 714
9) Bilan cumule (actualisation 5%)		-1 877	-10 206	-12 733	14

- **Scénario 2**

Seulement 80% des familles adhérentes payent une cotisation mensuelle fixée à 4,400 DT à la mise en service du projet. Cette cotisation croît annuellement avec un taux de 5%.

A la fin de la période d'observation (2017) la trésorerie dégage un excédant de 2 473 dinars. Le Tableau 28 donne le détail des calculs pour différentes échéances ;

Tableau 28 : Détail des calculs scénario 2 avec un taux d'actualisation de 5%

Année	2001	2002	2007	2012	2017
1) Population totale					
Nbre habitants	1413	1415	1422	1429	1436
Nbre familles	278	278	280	281	283
2) Familles membres					
% de famille		60	70	80	90
Nbre famille		167	196	225	254
3) Consommation eau potable					
Consommation m3/an		10845	14386	18695	23915
Production m3/an		12 471	16 544	21 500	27 503
4) Dépenses GIC					
- Frais fixes (DT/an)					
Abonnement SONEDE		18	23	29	37
Salaire du gardien pompiste		2 160	2 757	3 518	4 490
Entretien (DT)		2 922	3 729	4 760	6 075
Gestion GIC (DT)		200	255	326	416
TOTAL Frais fixes (DT/an)		5 300	6 764	8 633	11 018
Frais variables (DT/an)		2 270	3 844	6 375	10 409
TOTAL Dépenses (GIC DT/an)		7 570	10 608	15 009	21 427
5) Coût du m3 d'eau consommé (DT)		0,698	0,737	0,803	0,896
6) Charge mensuelle nécessaire par famille adhérente (DT/mois)		3,777	4,514	5,561	7,021
7) Contribution mensuelle par famille		4,400	5,616	7,167	9,147
Recette théorique AIC (DT/an)		8 818	13 196	19 345	27 915
Recette réelle AIC (DT/an)		7 055	10 557	15 476	22 332
8) Subvention nécessaire					
(Dépenses - recettes) en (DT/an)		516	51	-467	-905
% de la subvention		7%	0%	-3%	-4%
9) Bilan cumule en DT courants	0	-516	-1 737	-440	3 283
10) Bilan cumule (actualisation 5%)		-516	-2 059	-1 251	2 473

- **Scénario 3 :**

A la mise en service du projet, un fond de roulement est constitué par l'équivalent de 4 mensualités de cotisations des familles adhérentes, 80% des familles de la zone d'étude soit 17,600 DT/famille.

Pour un prix de vente de 0,515 dinars/m³ et en supposant que les recettes réelles sont égales à 100% des recettes théoriques, la trésorerie du projet enregistre un excédant de 539 dinars à l'horizon 2017.

Le Tableau 29 donne le détail des calculs pour différentes échéances.

Tableau 29 : Détail des calculs scénario 3 avec un taux d'actualisation de 5%

Année	2001	2002	2007	2012	2017
1) Population totale					
Nbre habitants	1413	1415	1422	1429	1436
Nbre familles	278	278	280	281	283
2) Familles membres					
% de famille		60	70	80	90
Nbre famille		167	196	225	254
3) Consommation eau potable					
Consommation m ³ /an		10845	14 386	18 695	23 915
Production m ³ /an		12 471	16 544	21 500	27 503
4) Dépenses GIC					
- Frais fixes (DT/an)					
Abonnement SONEDE		18	23	29	37
Salaire du gardien pompiste		2 160	2 757	3 518	4 490
Entretien (DT)		2 922	3 729	4 760	6 075
Gestion GIC (DT)		200	255	326	416
TOTAL Frais fixes (DT/an)		5 300	6 764	8 633	11 018
- Frais variables (DT/an)		2 270	3 844	6 375	10 409
TOTAL Dépenses GIC (DT/an)		7 570	10 608	15 009	21 427
5) Coût du m³ d'eau consommé (DT)		0,698	0,737	0,803	0,896
6) Prix de vente recommandé (DT/m³)		0,515	0,657	0,839	1,071
Recette théorique AIC (DT/an)		5 585	9 456	15 683	25 605
Recette réelle AIC (DT/an)		5 585	9 456	15 683	25 605
7) Subvention nécessaire					
(Dépenses - recettes) en (DT/an)		1 985	1 152	-675	-4 178
% de la subvention		26%	11%	-4%	-19%
8) Bilan cumule en DT courants	2 939	954	-6 771	-7 563	5 469
9) Bilan cumule (actualisation 5%)		954	-7 417	-10 550	539

En accord avec le CRDA de Béja, les résultats du scénario 3 ont été adoptés et annoncés à la population lors du troisième passage de la campagne de sensibilisation.

Afin de bien gérer la vente d'eau et assurer un meilleur recouvrement des fonds, des gardiens gérants des bornes fontaines ont été désignés. Leur part sur les recettes a été fixé à 20%.

Ainsi le prix de vente à la borne fontaine devra être au moins égal à 0,620 DT.

6. ESTIMATION CONFIDENTIELLE

Les coûts des travaux ont été basés sur les prix unitaires de marché de travaux similaires récents dans le Gouvernorat de Béja et sur les avants-métrés calculés selon les plans d'exécution des ouvrages et des profils en longs des itinéraires des conduites.

Le détail des calculs de l'estimation détaillée est présenté en annexe 5. Le montant de l'estimation détaillé est de 357 024 DT et se réparti de la manière suivante :

<u>Lot A : Fourniture, transport, pose de tuyaux et accessoires et exécution des ouvrages courants</u>	<u>300 189 DT</u>
<i>Sous-lot A.1 : Fourniture et transport de tuyaux en PEhd et accessoires soit :</i>	<i>138 208 DT</i>
<i>Sous-lot A.2 : Pose et essai de tuyaux en PEhd et accessoires, soit :</i>	<i>97 137 DT</i>
<i>Sous-lot A.3 : Réalisation des ouvrages de Génie de Civil, soit :</i>	<i>64 844 DT</i>
<u>Lot B : Equipements électromécanique et électrique de la station de reprise</u>	<u>56 835 DT</u>
<u>COUT TOTAL</u>	<u>357 024 DT</u>
<u>Coût par habitant (horizon 2017)</u>	<u>249 DT</u>