

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 FATNASSA**

MARS 2001

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

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.....	5
2.1.5 EQUIPEMENTS ET TRAVAUX ELECTRIQUES.....	5
2.2 PERSONNEL DE GESTION	6
2.3 COUT DU PROJET.....	7
2.4 REPARTITION DES TRAVAUX.....	7
3. DONNEES DE BASE	10
3.1 LOCALISATION.....	10
3.2 RESSOURCES EN EAU	10
3.2.1 APPROVISIONNEMENT EN EAU.....	10
3.2.2 QUALITE D’EAU.....	11
3.3 DEMOGRAPHIE ET BESOINS EN EAUX	11
3.3.1 DEMOGRAPHIE.....	11
3.3.2 CHEPTEL.....	12
3.3.3 BESOINS EN EAU DOMESTIQUE	13
3.3.4 BESOINS DU CHEPTEL.....	13
3.3.5 BESOINS TOTAUX	14
3.3.6 BILAN BESOINS / RESSOURCES EN EAU.....	14
4. CONCEPTION TECHNIQUE.....	15
4.1 GENERALITES.....	15
4.2 L’OUVRAGE DE CAPTAGE EXISTANT ET LA STATION DE POMPAGE SP1	16
4.2.1 OUVRAGE DE CAPTAGE	16
4.2.2 LA STATION DE POMPAGE SP1.....	16
4.2.3 AMENAGEMENTS EXTERIEURS	18
4.3 LE RESERVOIR EXISTANT ET LA STATION DE POMPAGE SP2	18
4.3.1 LE RESERVOIR EXISTANT :.....	18
4.3.2 LA STATION DE POMPAGE SP2.....	18
4.3.3 AMENAGEMENTS EXTERIEURS	20
4.4 CANALISATION DU RESEAU	20
4.4.1 LE REFOULEMENT	20
4.4.2 PROTECTION CONTRE LE COUP DE BELIER DES CONDUITES DE REFOULEMENT.....	21
4.4.3 DISTRIBUTION	21
4.4.4 POINTS DE DISTRIBUTION	23
4.4.5 CANALISATION AERIENNE ET PROTECTION.....	24
4.4.6 INSTALLATIONS AUXILIAIRES.....	24
4.5 RESERVOIR ET BRISE CHARGE.....	25
4.5.1 RESERVOIR DE STOCKAGE R2	25
4.5.2 LES BRISE-CHARGE	25
4.5.3 INSTALLATIONS AUXILIAIRES.....	26
4.6 EQUIPEMENTS ELECTROMECHANQUES ET INSTALLATIONS ELECTRIQUES	29

4.6.1	GROUPE ELECTROPOMPES	29
4.6.2	SURPRESSEUR.....	31
4.6.3	ARMOIRES DE COMMANDE ET AUTRES INSTALLATIONS :.....	31
4.6.4	REDUCTEUR DE PRESSION	36
4.6.5	INSTALLATIONS DE DESINFECTION.....	37
4.6.6	INSTALLATIONS AUXILIAIRES.....	38
4.6.7	ECLAIRAGE DES STATIONS DE REPRISE	39
4.6.8	EXPLOITATION	39
5.	MEMOIRE DESCRIPTIF.....	40
5.1	GENERALITES.....	40
5.2	SOURCES D’EAU	41
5.2.1	GENIE CIVIL	41
5.3	RESERVOIR ET STATION DE POMPAGE.....	41
5.3.1	RESERVOIR	41
5.3.2	BACHE DE REPRISE	42
5.3.3	STATIONS DE POMPAGE	42
5.3.4	BRISE CHARGE	42
5.4	CANALISATION.....	43
5.4.1	GENERALITES.....	43
5.4.2	POSE DE CANALISATION	43
5.4.3	INSTALLATIONS DE SERVICE	43
5.4.4	LE TABLEAU RECAPITULATIF	43
5.5	METHODE D’EXPLOITATION.....	44
5.6	GESTION DU GIC.....	45
5.6.1	EVOLUTION DE LA CONSOMMATION	45
5.7	FRAIS D’EXPLOITATION ET DE MAINTENANCE	45
5.7.1	RECETTES GIC.....	47
6.	ESTIMATION CONFIDENTIELLE	48

ANNEXES :

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 du réservoir de stockage d'eau.....	4
Tableau 2 : Caractéristiques des canalisations du réseau.....	4
Tableau 3 : Equipements du réseau.....	5
Tableau 4 : Caractéristiques des canalisations du réseau.....	7
Tableau 5 : Equipements du réseau.....	8
Tableau 6 : Coordonnées géographiques des groupements.....	10
Tableau 7 : Répartition de la population de la zone d'étude entre les groupements.....	11
Tableau 8 : Projection de la population de la zone d'étude jusqu'à l'an 2017	12
Tableau 9 : Répartition du cheptel par groupement.....	12
Tableau 10 : Besoins en eau domestiques totaux par échéance	13
Tableau 11 : Besoins en eau du cheptel	13
Tableau 12 : Besoins en eau totaux.....	14
Tableau 13 : Calcul hydraulique de la conduite de refoulement SP1-R _{existant}	20
Tableau 14 : Calcul hydraulique de la conduite de refoulement SP2-R	21
Tableau 15 : Caractéristiques des conduites.....	22
Tableau 16 : Caractéristiques des conduites.....	23
Tableau 17 : Caractéristiques des conduites.....	23
Tableau 18 : Caractéristiques des conduites.....	23
Tableau 19 : Répartition des bornes fontaines entre les groupements.....	24
Tableau 20 : Caractéristiques du réservoir de stockage.....	25
Tableau 21 : Caractéristiques des brises-charges	26
Tableau 22 : Caractéristiques des réducteurs de pression	37
Tableau 23 : Fourniture et transport de canalisation	40
Tableau 24 : Pose et essai de canalisation.....	40
Tableau 25 : Ouvrages courants	41
Tableau 26: Caractéristiques du réservoir de stockage.....	42
Tableau 27 : Caractéristiques des canalisations du réseau.....	43
Tableau 28 : Taux d'adhésion et volumes d'eau consommés	45

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 Fatnassa fait partie du lot N°5, regroupant les sous-projets des gouvernorats de Béja et Jendouba

La zone d'étude du sous-projet Fatnassa dépend du Secteur de Fatnassa de la Délégation de Nefza du Gouvernorat de Béja et regroupe 201 familles pour une population totale enquêtée de 1013 habitants.

Le système d'alimentation en eau potable du sous-projet Fatnassa sera alimenté en eau à partir d'un captage sur la source Jouibi. La source Jouibi alimente déjà le système AEP existant de Rmila.

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

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.

Le système AEP projeté du sous-projet Fatnassa sera alimenté en eau à partir d'un captage sur la source Jouibi. La source Jouibi alimente déjà le système AEP existant de Rmila.

Afin d'optimiser les deux systèmes AEP, le système AEP existant de Rmila sera connecté au réseau projeté au niveau de l'école primaire de Rmila.

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

- la réhabilitation du captage de la source de Jouibi ;
- la réhabilitation d'un tronçon de 200 m de la conduite de refoulement existante ;
- l'équipement de l'ouvrage de captage d'une station de pompage ;
- l'équipement du réservoir existant d'une station de reprise et d'une conduite de refoulement ;
- un réservoir semi-enterré de stockage d'une capacité de 50 m³ ;
- un réseau de distribution de 13936 ml de longueur alimentant 11 bornes fontaines projetée et le réseau existant de Rmila.

2.1 Composantes principales du projet

2.1.1 Ressource en eau

2.1.1.1 Ouvrage de production d'eau

La zone d'étude sera alimentée en eau à partir d'un captage sur la source existant, déjà captée en vue de l'AEP de Rmila, de Aïn Jouibi.

Dans le cadre du présent projet, il est prévu de réhabiliter le captage existant, d'installer de nouveaux équipements de pompage et de réhabiliter un tronçon existant de 200 ml de la conduite de refoulement existante.

2.1.2 Réservoirs

2.1.2.1 Le réservoir existant R1:

Il s'agit d'un réservoir standard DGGR de 100 m³, calé à la côte 267 m NGT, et distant de l'ouvrage de captage existant et à réhabiliter de 2586 ml. La conduite de liaison existante est en Pehd DE 110 mm, dont 200 ml à réhabiliter.

Un réseau de distribution existant, dessert à partir du réservoir existant 5 BF et deux branchements particuliers. Toutefois, et afin d'unifier les conditions de desserte principalement pour ce qui est des pressions, il a été décidé de concert avec l'administration de basculer la distribution existante à partir du réservoir existant vers le réservoir projeté.

Ainsi la sortie de distribution du réservoir existant sera utilisée pour le refoulement vers le réservoir projeté, DE 110 mm Pehd, et la distribution existante en DN 80 mm Ac sera raccordée au réseau de distribution projeté à partir du nouveau réservoir.

Le local accolé à la bache du réservoir existant abritera la station de pompage projetée SP1, destinée à refouler les eaux du réservoir R1 au réservoir R2, via une nouvelle conduite projetée en Pehd DE 110 mm de 2474 ml.

2.1.2.2 Le réservoir projeté R2:

Le réservoir projeté sera de type semi enterré et sera calé à la cote 365 m NGT.

Le Tableau 1 donne les caractéristiques du réservoir de stockage d'eau projeté.

Tableau 1 : Caractéristiques du réservoir de stockage d'eau

Réservoir	Volume m ³	Nature	Cote TN m NGT	Cote PHE m NGT	Cote arrivée d'eau m NGT
R	50	Semi enterré	364,63 m	367,43 m	367,63 m

Equipements hydrauliques du réservoir:

- Conduite d'arrivée en refoulement à partir du réservoir existant de Rmila DN 100
- Conduite de vidange DN 80 avec robinet vanne
- Conduite de trop plein DN 100 ;
- Conduite de distribution DN 100 avec robinet vanne DN 100, compteur cônes et pièces de démontage, et raccordement à la conduite maîtresse de distribution DE 125 mm Pehd PN 10

Réservoir de distribution 50 m³

Génie civil :

Réservoir semi-enterré de capacité standard 50 m³ en béton armé avec chambre de vannes.

Equipements hydrauliques :

- Une conduite d'arrivée et robinet vanne DN 100 ;
- 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 13936 ml. Le Tableau 2 donne les caractéristiques des canalisations du réseau.

Tableau 2 : Caractéristiques des canalisations du réseau

Type de conduite	Diamètre (mm)	Longueur (m)	
		Refoulement	Distribution
PEhd PN 16	DN 110	2 786	
	DN 90		93
	DN 75		300
PEhd PN 10	DN 125		2.949
	DN 110		1.391
	DN 90		1 633
	DN 75		5 600
TOTAL		2 786	11 968

2.1.4 Ouvrages

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

Le Tableau 3 donne les différents ouvrages à installer sur le réseau.

Tableau 3 : Equipements du réseau

Désignations	Nombre
Borne fontaine	11 ¹
Regard de sectionnement	06
Ouvrage de vidange	19
Ouvrage de ventouse	17
Ouvrage de brise charge	03
Réducteur de pression	04

2.1.5 Equipements et travaux électriques

Equipements Station de pompage SP1 :

Groupe électropompes :

¹ Aux BF projetées s'ajoutent celle desservies actuellement par le réseau existant soit 5BF et deux branchements privés

- Type : immergé
- Débit : 1.14 l/s soit 4.1 m³/h
- HMT : 99.5 m
- Puissance : 2.2 kW
- Nombre de pompes : 2 U installées plus une de secours

Régulation :

- Par ligne pilote entre SP1 et le réservoir existant R1, et sondes dans l'ouvrage de captage (marche à sec) et R1 (commande)

Electrification :

L'alimentation électrique sera assurée en monophasée, compatible avec la puissance requise pour les moteurs. Le réseau STEG est à 40 ml de SP1. La station va être dotée d'un transformateur MT/BT de 10 kVA.

Equipements Station de pompage SP2 :

Groupes électropompes :

- Type : immergé
- Débit : 1.14 l/s soit 4.1 m³/h
- HMT : 111.8 m
- Puissance : 2.2 kW
- Nombre de pompes : 2 U installées plus une de secours

Régulation :

- Par ligne pilote entre SP2 et le réservoir projeté R2, et sondes dans R1(marche à sec) et R2 (commande)

Electrification :

L'alimentation électrique sera assurée en monophasée, compatible avec la puissance requise pour les moteurs. Le réseau STEG est à 500 ml environ de SP2. La station va être dotée d'un transformateur MT/BT de 10 kVA.

2.2 *Personnel de gestion*

Le système AEP de Fatnassa, nécessite :

- l'intervention permanente d'un gardien pompiste pour le contrôle et le suivi des deux stations de pompage ;
- l'intervention intermittente d'un gardien de réseau, pour le suivi et le contrôle des ouvrages hydrauliques sur le réseau et principalement les brises charges ainsi que les ouvrages de protection (points hauts, points bas et réducteurs de pression), ainsi que le relevé des compteurs des BF et la collecte des fonds.

2.3 Coût du projet

Le coût d'investissement total du projet est de 473 milles dinars, soit un coût par habitant de 453 dinars inférieur au plafond arrêté à 550 dinars par habitant. La population alimentée actuellement par le système AEP existant de Rmila n'a pas été prise en compte dans le calcul du coût 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 de génie civil

Sous-lot A.1 : Fourniture et transport 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)
		Refolement
PEhd PN 16	DN 110	2925
	DN 90	100
	DN 75	315
Sous total Pehd PN 16		3.340
PEhd PN 10	DN 125	3090
	DN 110	1460
	DN 90	1710
	DN 75	5800
Sous total Pehd PN 10		12.060
TOTAL		15.400

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 :

Il s'agit de la pose de la totalité des fournitures objet du sous lot A2, Y compris essais et réalisation complète des ouvrages courants sur le réseau de distribution .

Le Tableau 3 donne les différents ouvrages à installer sur le réseau.

Tableau 5 : Equipements du réseau

Désignations	Nombre
Borne fontaine	11
Regard de sectionnement	06
Ouvrage de vidange	19
Ouvrage de ventouse	17
Réducteur de pression	04

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

- Un réservoir semi enterré de capacité standard de 50 m³, y compris aménagement extérieur ;
- La réhabilitation du captage existant de Ain Jouibi
- La construction de trois (3) 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 des stations de pompage**Sous lot B1 : station SP1****Equipement de la station de pompage SP1 :**

- Fourniture, montage et essais de deux groupes électropompes immergés Q=1,14 l/s, HMT=99.5 m;
- Fourniture et installation d'un poste de chloration de capacité appropriée
- Fourniture et installation de toutes les pièces hydromécaniques nécessaires, de la menuiserie métallique et tous accessoires, depuis les pompes immergées y compris leur système de fixation et de manutention, jusqu'au raccords avec la conduite existante au niveau de la manchette de traversée du mur du local existant accolé à l'ouvrage de captage.
- Fourniture des pièces de rechange et groupe de secours

Equipement électrique :

- Régulation par ligne pilote et sondes dans l'ouvrage de captage et dans le réservoir R1 ;
- Armoire électrique et éclairage ;
- Branchement STEG, installation de transformateur monophasé de 10 kVA.

Sous lot B2 : station SP2

Equipement de la station de pompage SP2 :

- Fourniture, montage et essais de deux groupes électropompes immergés $Q=1,14$ l/s, HMT=111.8 m;
- Fourniture des pièces de rechange et groupe de secours

Fourniture et installation de toutes les pièces hydromécaniques nécessaires, à l'intérieur du réservoir existant, depuis la manchette de scellement existante jusqu'au raccordement à la conduite de refoulement existante, et y compris raccordement.

Equipement électrique :

- Régulation par ligne pilote et sondes dans la bache de reprise R1 et dans le réservoir R2 ;
- Armoire électrique et éclairage ;
- Branchement STEG, installation de transformateur monophasé de 10 kVA.

Délais d'exécution

Lot B : Equipements électromécanique et électrique des stations de reprise

trois (03) mois

3. DONNEES DE BASE

3.1 Localisation

La zone du sous-projet de Fatnassa est située dans le Nord-Ouest de la Tunisie entre 9°11' et 9°14' de Longitude Est et 36°55' et 36°58' Latitude Nord.

La zone d'étude est à une trentaine de km au nord de la ville de Béja. On y accède par la route menant à Néfza, à 28 km de Béja, puis par piste goudronnée menant à la région de Fatnassa.

Le sous-projet concerne 08 groupements d'habitations. Le Tableau 6 donne les coordonnées géographiques des groupements.

Tableau 6 : Coordonnées géographiques des groupements

Groupement	Coordonnées géographiques		
	Latitude	Longitude	Altitude en m NGT
Tfafha	36°56'33"	9°12'58"	308
El Araïfia	36°56'23"	9°13'46"	316
Oued Elil	36°55'36"	9°12'58"	297
Hthil	36°57'41"	9°12'19"	160
Zouarea	36°57'16"	9°13'33"	215
Ouled Mahnia	36°56'55"	9°12'05"	245
Ouled Abdallah	36°56'32"	9°13'27"	330
Ouled Ida	36°55'11"	9°11'25"	220

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 population s'alimente actuellement d'un certain nombre de sources naturelles existant dans les douars d'El Bjawiya El Araïfia, et Tfehia. Les bénéficiaires des localités de Hdhil et Ouled Mhenia s'alimente directement des Oueds.

La quantité de l'eau de ces sources est insuffisante et la qualité de l'eau est très médiocre selon la population.

Les localités les plus proches de Rmila s'alimentent à partir de la GIC de cette zone à des prix excessifs 5 DT la citerne de 3 m³, fournie par les transporteurs d'eau.

Les hommes se chargent de transporter l'eau utilisée pour les usages humains des sources naturelles à une distance qui dépasse les 5 Km à dos d'animaux. Les femmes transportent l'eau des oueds utilisée généralement pour les usages domestique et pour l'abreuvement du cheptel. Pour les localités où la source existait au sein du Douar, la femme se charge de transporter l'eau de 3 à 4 fois par jour suivant ses nécessités. Le temps dépensé par jour durant la corvée d'eau dépasse les trois heures dans toutes les localités.

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 de Fatnassa à partir d'un forage projeté au niveau du Douar Jrerha.

Le forage, après exécution s'est avéré non productif, d'où le choix de la ressource de Aïn Jouibi, dont le débit mesuré au mois d'avril 2000 est de 5 l/s. La source Aïn Jouiba alimente en eau le système AEP de Rmila et les ressources sont suffisantes pour la totalité de la zone.

3.2.2 Qualité d'eau

Le SAEP de Fatnassa sera alimenté en eau potable à partir d'un captage sur la source Aïn Jouibi. L'eau est de bonne qualité et ne présente pas selon les analyses effectuées par la JICA de présence bactériologique. Néanmoins et par mesure de sécurité un poste de chloration sera prévu au niveau de la station de pompage SP1. La chloration à base d'eau de Javel diluée sera assurée par une injection dans la conduite de refoulement moyennant une pompe doseuse. La pompe doseuse sera réglée sur un débit permettant de désinfecter 2,28 l/s soit 8,21 m³/h à concurrence de 0,8 mg/l de chlore libre.

3.3 Démographie et besoins en eaux

3.3.1 Démographie

La population du sous projet Fatnassa est répartie en 08 groupements (Tfafha, El Araïfia, oued ellil, Hdhil, Zouara, Ouled Mhenia, Ouled Abdallah, Ouled Ida). Le nombre d'habitants de la zone d'étude en l'an 2000, selon l'enquête réalisée en collaboration avec les autorités locales, est de 1013 habitants. Pour le système AEP existant de Rmila, la population prise en compte sera de 760 habitants, population 1999, donnée par l'Arrondissement GR du CRDA de Béja. Le Tableau 7 donne la répartition de la population de la zone d'étude entre les groupements.

Tableau 7 : Répartition de la population de la zone d'étude entre les groupements

Groupement	Nombre familles	Pop. Groupée
Tfafha	29	125
El Araïfia	19	110
Oued Elil	42	192
Hthil	19	103
Zouarea	19	96
Ouled Mahnia	23	138
Ouled Abdallah	34	169
Ouled Ida	16	80
SAEP Rmila	-	760
Total	201	1 773

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 1804 habitants en l'an 2017, dont 774 pour Rmila.

Le Tableau 8 donne la population de la zone d'étude pour les années 2005, 2010, 2015, et 2017.

Tableau 8 : Projection de la population de la zone d'étude jusqu'à l'an 2017

Année Groupe ment	2000	2005	2010	2015	2017
Tfafha	125	125,63	126,26	126,89	127
E l Araïfia	110	110,55	111,10	111,66	112
Oued Elil	192	192,96	193,93	194,90	195
Hthil	103	103,52	104,03	104,56	105
Zouarea	96	96,48	96,96	97,45	98
Ouled Mahnia	138	138,69	139,39	140,08	140
Ouled Abdallah	169	169,85	170,70	171,55	172
Ouled Ida	80	80,40	80,80	81,21	81
SAEP Rmila	761	764,57	768,40	772,25	774
Total	1 774	1 783	1 791	1 800	1 804

3.3.2 Cheptel

Le Tableau 9 donne la répartition du cheptel de la zone d'étude par groupement d'habitants.

Tableau 9 : Répartition du cheptel par groupement

Groupe ment	Ovins – caprins	Bovins – équidés
Tfafha	127	39
E l Araïfia	76	65
Oued Elil	524	53
Hthil	129	62
Zouarea	304	122
Ouled Mahnia	171	75
Ouled Abdallah	122	72
Ouled Ida	-	-
SAEP Rmila	-	-
Total	1453	488

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 93.90 m³/j dont 43% correspondent aux besoins en eau de SAEP existant de Rmila

Le Tableau 10 donne les besoins en eaux domestiques à différentes échéances.

Tableau 10 : 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	1 777		44,43	51,09	63,87	0,74	1,33
2007	1 786		50,52	58,10	72,63	0,84	1,51
2012	1 795		57,45	66,07	82,58	0,96	1,72
2017	1 804		65,32	75,12	93,90	1,09	1,96

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 11 donne les besoins en eaux du cheptel.

Tableau 11 : 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	17,77	20,44	25,55	0,30	0,53
2007	20,21	23,24	29,05	0,34	0,61
2012	22,98	26,43	33,03	0,38	0,69
2017	26,13	30,05	37,56	0,43	0,78

3.3.5 Besoins totaux

Les besoins nets moyens, en eau de la population sont de 65.32 m³/j ceux du cheptel sont de 26.13 m³/j en l'an 2017, horizon du projet. Les besoins en eau totaux nets moyens, sans pertes, sont alors de 91.45 m³/j.

Le Tableau 12 récapitule les besoins en eau totaux de la population et du cheptel pour les différents horizons du projet.

Tableau 12 : 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	62,21	71,54	89,42	1,03	1,86
2007	70,73	81,34	101,68	1,18	2,12
2012	80,43	92,49	115,62	1,34	2,41
2017	91,45	105,17	131,46	1,52	2,74

3.3.6 Bilan besoins / ressources en eau

Les besoins en eau de la zone d'étude sont de 1,52 l/s en pointe journalière de l'an 2017. Ces besoins correspondent à au tiers du débit de la source Aïn Jouibi mesuré au mois d'avril 2000.

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 captage sur la source Aïn Jouibi, dont l'ouvrage est à réhabiliter.

L'eau captée, sera préalablement chlorée, elle sera refoulée vers le réservoir existant du système AEP de Rmila (cote TN 267 m NGT). Ce réservoir existant servira de bache de reprise pour la station de reprise projeté SP2. L'eau est refoulée en suite vers le réservoir projeté R2, calée à la cote TN 373 m NGT.

La conduite de refoulement de Ain Jouibi à R1 est existante, elle a une longueur de 2586 ml en Pehd DE110 mm, dont 200ml environ sont à réhabiliter (remplacement de la conduite).

La conduite de refoulement de R1 à R2 projetée à une longueur de 2476 ml en Pehd DE 110 mm PN16.

A partir du réservoir R2, la distribution est gravitaire dans la totalité du réseau.

Pour les deux stations de pompage, le génie civil existe déjà, seuls les équipements electrohydromécaniques sont à prévoir, ainsi que les raccordements, et l'entretien des ouvrages existants et notamment l'ouvrage de captage.

Le réseau de distribution de Fatnassa, alimenté par le réservoir R2, est subdivisé au niveau du nœud 2 TN 354.94m en deux antennes maîtresses, après un tronc commun en DE 125 Pehd de 152 ml, un ouvrage de sectionnement S1 permet de commander chaque antenne de manière autonome.

L'antenne principale, DE 125 Pehd de longueur 2797 ml, dessert en cours de route au niveau du nœud 3 équipé d'un ouvrage de sectionnement S2 au pm² 959 la BF de Douar oued Ellil côte TN 296.80 m, par une antenne séparée DE 75 mm Pehd de 80 ml, commandée par un réducteur de pression aval RP1.

Au niveau du nœud 4 (pm 1743) l'antenne principale alimente la BF de Douar Bjaouia côte TN 321.60 m de manière directe.

Au niveau du nœud 5 équipé d'un ouvrage de sectionnement S3, au pm 2797, l'antenne maîtresse bifurque après avoir desservi la BF d'El Araifia par une antenne Pehd DE 75 de 391ml. A partir du nœud 5, l'antenne maîtresse passe en DE 90 Pehd, desservant au nœud 6 au pm 2976 la BF de Douar ouled Abdallah TN 345.23 m.

Au nœud 7 équipé d'un ouvrage de sectionnement S4, au pm 3185 l'antenne maîtresse éclate en deux branches, la branche secondaire a une longueur totale de 1756 ml DE 75 Pehd est commandée par un brise charge BC1 calé à la côte 272.54 m, et dessert les deux BF de douar Zouarea, la première directement à une côte TN de 214.80m, et la deuxième à la côte 160.39 m par l'intermédiaire d'un réducteur de pression aval RP2.

A partir du nœud 7, la branche principale de l'antenne maîtresse dessert après 935 ml, soit au nœud 8 pm 4120 la BF de Tfefhia par une antenne DE 75 de 127ml. Un ouvrage de sectionnement est prévu au nœud 8. Le reste de l'antenne, DE 75 Pehd, a une longueur totale de 2304 ml ; il est commandé par un brise charge côte TN 263.50 m et dessert respectivement la BF de Ouled Mhenia cote TN 244.07m, ensuite les deux BF terminales de Douar Hdhil (TN 154.55m) et Douar rouigib (TN 173.86) commandées toutes deux par un réducteur de pression aval Rp3.

² pm : signifie point métrique à partir du début de l'antenne.

Ainsi la BF la plus éloignée dans cette antenne est à 6 424 ml de la tête de l'antenne, soit 6 576 ml du réservoir de distribution, la BF la plus élevée est à 322 m NGT, la plus basse est à 154m NGT soit un écart de altimétrique de 168 mce, nécessitant ainsi des dispositions de maîtrise de la pression de desserte avec deux brise charge et trois réducteurs de pression.

L'antenne secondaire à partir du nœud 2, a une longueur totale de 1489 DE 110 Pehd, elle est commandée par un brise charge BC3 et se termine au nœud 22 commandé par un ouvrage de sectionnement S6, qui bifurque d'une part vers la BF de Douar Ida cote TN 220.20m, et se raccorde d'autre part au réseau de distribution existant de Rmila qui en DN 80 mm AC, par l'intermédiaire d'un réducteur de pression RP4.

4.2 L'ouvrage de captage existant et la station de pompage SP1

4.2.1 Ouvrage de captage

L'ouvrage de captage existant, est un bassin cylindrique d'un diamètre de 4m et d'une profondeur de 4m, couvert par une dalle en béton armé avec une trappe de visite amovible. Un bassin accolé reçoit le trop plein par l'intermédiaire de deux conduites déversantes DN 150 mm. Un local accolé sert actuellement d'abri aux équipements de pompage existants, il abritera dans le futur les équipements prévus.

L'intervention de réhabilitation sur les ouvrages existants consiste en :

- curage intérieur des boues éventuellement déposées au fond
- reprise des enduits et badigeons
- intervention sur la dalle de couverture permettant l'installation des équipements projetés.
- Une clôture ceinturant tant l'ouvrage de captage que l'abri des équipements.

4.2.2 La station de pompage SP1

La station de pompage projetée SP1, est située à Aïn Jouibi, à la côte TN de 178 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 2.28 l/s.

4.2.2.1 Equipements de pompage

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

- Débit : 1,14 l/s
- HMT : 100 m

Les deux électropompes seront installées dans l'ouvrage de captage, elles seront chacune suspendue à une tête de puits conforme aux normes DGGR, selon plan, un coude $\frac{1}{4}$ permettra ensuite de bifurquer vers le l'abri des équipements électromécaniques existant qui contiendra toute la robinetterie et l'armoire électrique.

Les têtes de puits seront boulonnées sur deux IPN 160 scellées dans la margelle de l'ouvrage de captage.

4.2.2.2 Installations auxiliaires

Les installations auxiliaires de la station de reprise comprennent :

- les équipements de tête de puits et les supports des pompes immergées
- les équipements hydrauliques de tuyauterie et robinetterie
- les massifs d'appui, la démolition et réfection de maçonnerie et voiles nécessaires à l'objet.

4.2.2.2.1 Equipements hydrauliques

Ces équipements comprennent toutes les pièces et organes depuis les pompes immergées jusqu'à la manchette de scellement au mur de l'abri des équipements permettant de se raccorder à la conduite existante.

- 2 colonnes montantes DN 80 à brides
- 2 coudes $\frac{1}{4}$ à brides
- 2 manchettes BB DN 80 de raccordements horizontal extérieur
- 2 manchettes de scellement à brides avec CS DN 80
- 2 manchettes horizontales à brides DN 80 de raccordement intérieur
- 2 clapet anti retour BB DN 80
- 2 vannes rondes BB DN 80
- 2 coudes $\frac{1}{4}$ BB DN 80
- 1 Té égal BB DN 80
- un compteur à brides DN 80
- une manchette BB DN 80 L=0.5m
- une réduction à brides 100/80
- une vanne BB DN 100
- un joint de démontage BB DN 100
- une manchette de scellement BB L=0.5m DN 100

4.2.2.2.2 Equipements de tête de puits

Ces équipements concernent le dispositif de fixation et de scellement des équipements dans l'ouvrage de captage, soit :

- 2 IPN 160 scellées à l'ouvrage de captage supportant les têtes de puits
- 2 têtes de puits boulonnées aux IPN
- 2 éléments de suspension sur tête de puits conformément aux plans

4.2.2.2.3 travaux divers

les travaux divers concernent :

l'intervention de réhabilitation sur les ouvrages existants soit :

- curage intérieur des boues éventuellement déposées au fond
- reprise des enduits et badigeons
- intervention sur la dalle de couverture permettant l'installation des équipements projetés.
- Une clôture ceinturant tant l'ouvrage de captage que l'abri des équipements.

Les prestations associées à la pose des équipements électrohydrauliques, soit :

- les massifs d'appui, la démolition et réfection de maçonnerie et voiles nécessaires à l'objet.
- les travaux de terrassements nécessaires

4.2.3 Aménagements extérieurs

La station de reprise, ainsi que l'ouvrage de captage seront clôturés par une clôture grillagée. 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 Le réservoir existant et la station de pompage SP2

4.3.1 Le réservoir existant :

Il s'agit d'un réservoir existant de capacité 100 m³, calé à la côte TN 267 m NGT. Ce réservoir sert actuellement de bache de distribution du réseau existant de Rmila.

Au futur, ce réservoir constituera une bache intermédiaire, qui abritera la station de reprise SP2 du projet Fatnassa. La distribution existante de Rmila sera raccordée au réseau projeté de Fatnassa

4.3.2 La station de pompage SP2

La station de pompage projetée SP2, est située dans le réservoir existant de Rmila, à la côte TN de 267 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^{ème}, soit 2.28 l/s.

4.3.2.1 Equipements de pompage

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

- Débit : 1,14 l/s
- HMT : 111.33 m

Les deux électropompes seront installées dans la bache selon plan, elles seront chacune posée sur des supports spités au radier., selon plan, et regroupés en une seule ligne raccordée au refoulement projeté. L'abri accolé à la bache, recevra les équipements hydrauliques projetés et existants ainsi que l'armoire électrique.

4.3.2.2 Installations auxiliaires

Les installations auxiliaires de la station de reprise comprennent :

- les équipements hydrauliques de tuyauterie et robinetterie
- les massifs d'appui, la démolition et réfection de maçonnerie et voiles nécessaires à l'objet.

4.3.2.2.1 Equipements hydrauliques

Ces équipements comprennent toutes les pièces et organes depuis les pompes immergées jusqu'à la manchette de scellement au mur de l'abri des équipements permettant de se raccorder à la conduite de refoulement projetée.

- 2 adapateurs tête de pompe à bride DN 80
- 2 manchettes de scellement à brides DN 80 scellées au voile de la bâche
- 2 vannes BB DN 80
- 2 clapets anti retour DN 80
- 2 joints de démontage DN 80
- 1 coude $\frac{1}{4}$ DN 80
- 12 Té égal BB DN 80
- une manchette de jonction BB DN 80
- une manchette de stabilisation DN 80 L=0.8m
- un compteur à brides DN 80
- une manchette BB DN 80 L=0.5m
- une réduction à brides 100/80
- une vanne BB DN 100
- un joint de démontage BB DN 100
- une manchette de scellement BB L=0.5m DN 100

4.3.2.2.2 travaux divers

les travaux divers concernent :

l'intervention de réhabilitation sur les ouvrages existants soit la reprise des enduits et badigeons

Les prestations associées à la pose des équipements électrohydrauliques, soit :

- les massifs d'appui, la démolition et réfection de maçonnerie et voiles nécessaires à l'objet.

- les travaux de terrassements nécessaires

4.3.3 Aménagements extérieurs

La station de reprise, sera clôturée par une clôture grillagée. 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.

4.4 Canalisation du réseau

4.4.1 Le refoulement

4.4.1.1 Refoulement SP1-R_{existant}

De l'ouvrage de captage, le refoulement d'une longueur de 1600 ml DE 110 Pehd PN16 est existant, seul 200ml sont à réhabiliter.

Les caractéristiques de la conduite de refoulement existante SP1 – R_{existant} :

- Côte départ SP1 178 m NGT
- Débit de refoulement 8,21 m³/h
- Cote arrivée du réservoir R_{existant} 269 m NGT
- Hauteur géométrique 91 m
- Type de conduite PEhd PN16 DE110
- Longueur 1600 m (estimée)

Le Tableau 13 donne le calcul hydraulique de la conduite de refoulement SP1 – R_{existant}.

Tableau 13 : Calcul hydraulique de la conduite de refoulement SP1-R_{existant}

Nœud		Long (m)	Nature	Q (l/s)	V (m/s)	DN (mm)	Ø int (mm)	Perte de charge		Cote m NGT	
Amont	Aval							(m/km)	totale	amont	aval
SP1	R _{existant}	1 600	PEhd	2,28	0,41	110	84	3,43	5,49	178	269

4.4.1.2 Refoulement SP2-R

Du réservoir existant R1 au réservoir projeté R2, il est prévu une conduite de refoulement PN 16 DE 110 Pehd.

Les caractéristiques de la conduite de refoulement projetée SP2 – R :

- Côte départ SP2 267,30 m NGT
- Débit de refoulement 8,21 m³/h
- Cote arrivée du réservoir R 367,13 m NGT
- Hauteur géométrique 99,83 m

L'application de la formule de Bresse pour le calcul du diamètre de la conduite et pour un débit de 2,28 l/s, on aura :

$\varnothing_{int}(mm) = 47,43 \times Q^{1/2}$ donne un diamètre intérieur théorique de 72 mm.

Ainsi, si la conduite d'adduction est en PEhd PN16 DE90 le diamètre intérieur moyen de 69mm est insuffisant, on passera donc au diamètre immédiatement supérieur soit DE 110 PN16 ayant un diamètre intérieur de 84 mm, ce qui diminuera les pertes de charge et donc la HMT.

- Côte TN départ conduite 267.30 m NGT
- Débit max. 8.21 m³/h
- Côte arrivée au réservoir R2 367.13 m NGT
- Hauteur géométrique 99.83

Le Tableau 14 donne le calcul hydraulique de la conduite de refoulement SP2 – R.

Tableau 14 : Calcul hydraulique de la conduite de refoulement SP2-R

Nœud		Long (m)	Nature	Q (l/s)	V (m/s)	DN (mm)	Ø int (mm)	Perte de charge		Cote m NGT	
Amont	Aval							(m/km)	totale	amont	aval
SP2	R	2 474	PEhd	2,3	0,36	110	84	3,43	8,50	267,30	367,13

4.4.2 Protection contre le coup de bélier des conduites de refoulement

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.

4.4.3 Distribution

La zone d'étude de Fatnassa a un relief accidenté. Le réservoir projeté est à la cote TN de 365 m NGT et le point de distribution dont la cote est la plus basse, BF Douar Hdhil, est à la cote de 154 m NGT, soit une dénivelée de 221 m nécessitant la subdivision du réseau de distribution en étages de distribution.

Les conduites du réseau de distribution ont une longueur totale de 11.968 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 principal de distribution

Cet étage du réseau de distribution est dominé par le réservoir projeté R2 de 50 m³ de capacité et culminant à la cote TN 364,63 m NGT. Il dessert 10 BF.

La dénivelé, entre le réservoir projeté R et la BF de Douar Hdhil, dont la cote est la plus basse, est de 210 m, ce qui impose la division de cet étage de distribution en sous-étages :

- Le sous-étage haut est dominé par le réservoir R2 qui dessert 05 BF. Les pressions résiduelles sont comprises entre 19 m CE, pour Douar Oued Ellil et 56 m CE pour Douar Tfafhia. La pression résiduelle au niveau du BF de Douar Oued Ellil, supérieure à 50 m CE, a nécessité l'installation d'un réducteur de pression RP1 PN10 ;

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

Tableau 15 : Caractéristiques des conduites

Nœud		Type de conduite	Débit (l/s)	Longueur (m)
Amont	Aval			
1 (R)	2	PEhd DE125 PN10	9	152
2	21(BC3)	PEhd DE110 PN10	3,5	809
2	3	PEhd DE125 PN10	5	959
3	31	PEhd DE75 PN10	0,5	80
3	4	PEhd DE125 PN10	4,5	784
4	5	PEhd DE125 PN10	4	1054
5	51	PEhd DE75 PN10	0,5	391
5	6	PEhd DE90 PN10	3,5	232
6	7	PEhd DE90 PN10	3	156
7	71(BC2)	PEhd DE75 PN10	1	418
7	8	PEhd DE90 PN10	2	935
8	81	PEhd DE75 PN10	0,5	127
8	9(BC1)	PEhd DE75 PN10	1,5	407

- Le sous-étage bas est dominé initialement par deux brise-charges, BC1 et BC2, implantés respectivement aux cotes TN de 263,50 et 200,12 m NGT. A la demande du CRDA de Béja le brise charge BC2 a été remplacé par un réducteur de pression. La charge à l'amont du BC1 est de 77 m CE pour un débit de 1,5 l/s. Les pressions résiduelles, en heure de pointe sont comprises entre 18 mCE pour Douar Ouled Mehnia, 98 m CE pour douar Hthil et 84 m CE pour le Douar Rouiguib (Nœuds 10, 11 et 12). Le réducteur de pression sera placé à l'amont du nœud 11 ;

Le Tableau 16 donne les caractéristiques des conduites de cet étage de distribution.

Tableau 16 : Caractéristiques des conduites

Nœud		Type de conduite	Débit (l/s)	Longueur (m)
Amont	Aval			
9(BC1)	10	PEhd DE75 PN10	1,5	277
10	11	PEhd DE75 PN10	1	1140
11	12	PEhd DE75 PN10	0,5	480

- Le sous-étage de Zouarea est dominé par un brise-charge BC2 implanté à la cote TN de 272,54 m NGT. La charge à l'amont du BC2 est de 73 m CE pour un débit de 1 l/s. Les pressions résiduelles, en heure de pointe sont comprises entre 54 m CE pour le Douar de Zouarea 1 et 108 m CE pour Douar Zouarea 2. La pression résiduelle au niveau du BF de Douar Zouarea 2, supérieure à 50 m CE, a nécessité l'installation d'un réducteur de pression PN16.

Le Tableau 17 donne les caractéristiques des conduites de cet étage de distribution.

Tableau 17 : Caractéristiques des conduites

Nœud		Type de conduite	Débit (l/s)	Longueur (m)
Amont	Aval			
71(BC2)	72	PEhd DE75 PN10	1	1109
72	73	PEhd DE75 PN16	0,5	229

Etage de distribution Rmila

Cet étage du réseau de distribution, desservant la BF de Ouled Ida et le réseau existant de Rmila, est dominé par le brise charge BC3 implanté à la cote TN 279.82 m NGT. Les pressions résiduelles, en heure de pointe sont de 55 m CE au niveau du BF de Ouled Ida et de 27 m au niveau du nœud desservant le réseau existant de Rmila.

Le Tableau 18 donne les caractéristiques des conduites de cet étage de distribution.

Tableau 18 : Caractéristiques des conduites

Nœud		Type de conduite	Débit (l/s)	Longueur (m)
Amont	Aval			
21(BC3)	22	PEhd DE110 PN10	3,5	592
22	23	PEhd DE75 PN10	0,5	1060

4.4.4 Points de distribution

Le sous-projet Fatnassa dispose de 11 points de distribution d'eau collectifs. 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.

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 Fatnassa.

Le Tableau 19 donne la répartition des BF entre les groupements.

Tableau 19 : Répartition des bornes fontaines entre les groupements

Groupelement	Borne fontaine	Cote TN m NGT
Tfafha	01	302
El Araïfia	01	316
Oued Elil	01	297
Rouigib	01	174
Bjaouia	01	322
Hthil	01	154
Zouarea	02	214 et 160
Ouled Mahnia	01	244
Ouled Abdallah	01	345
Ouled Ida	01	220
TOTAL	11	

4.4.5 Canalisation aérienne et protection

Le réseau du SAEP Fatnassa ne dispose pas de canalisation aérienne.

4.4.6 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 Fatnassa sera équipé au total de six (6) ouvrages de sectionnement sur réseau, permettant en cas d'entretien sur une antenne de laisser le reste du réseau en exploitation. 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 19 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 17 vidanges avec vannes de diamètres DN 50 mm.
- Le réseau sera équipé de 14 compteurs volumétriques (11 compteurs pour les bornes fontaines, un compteur pour la station SP1, un autre sur SP2, et un compteur à la sortie du réservoir de distribution. Les différents ouvrages sont mentionnés sur le schéma du réseau (voir dossier plan).

4.5 Réservoir et brise charge

4.5.1 Réservoir de stockage R2

Le réservoir projeté sera de type semi enterré de capacité 50m³, et sera implanté à la cote TN 364.63 m NGT.

Le réservoir de stockage sera en béton armé avec chambre de vannes de capacité standard de 50 m³, correspondant à 38% des besoins de pointe journalière 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 élevée (Douar ouled abdallah cote TN égale à 345 m NGT).

Le Tableau 20 donne les caractéristiques du réservoir de stockage.

Tableau 20 : Caractéristiques du réservoir de stockage

Réservoir	Volume m3	Nature réservoir	Cote TN m NGT	Cote PHE m NGT	Cote arrivée d'eau m NGT
R	50	Semi enterré	364,63m	367,43 m	367,63m

Equipements hydrauliques du réservoir:

- Conduite d'arrivée en refoulement à partir du réservoir existant de Rmila DN 100
- Conduite de vidange DN 80 avec robinet vanne
- Conduite de trop plein DN 100 ;
- Conduite de distribution DN 100 avec robinet vanne DN 100, compteur cônes et pièces de démontage, et raccordement à la conduite maîtresse de distribution DE 125 mm Pehd PN 10

Génie civil :

Réservoir semi-enterré de capacité standard 50 m³ en béton armé avec chambre de vannes.

Equipements hydrauliques :

- Une conduite d'arrivée et robinet vanne DN 100 ;
- 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.

4.5.2 Les Brise-charge

Le réseau de distribution du sous-projet Fatnassa est constitué au total de quatre sous étages de distribution nécessitant l'implantation de trois brise-charge en sus des réducteurs de pression.

Le Tableau 21 donne les caractéristiques des brises-charges.

Tableau 21 : Caractéristiques des brises-charges

Brise charge	Brise-charge			
	Cote TN m NGT	Charge amont mCE	Vitesse m/s	Débit l/s
BC1	263,50	76,57	0,50	1,5
BC2	272,54	73,03	0,33	1,0
BC3	279,82	77,93	0,59	4,0

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

4.5.3 Installations auxiliaires

4.5.3.1 Equipements hydraulique du réservoir R2

- **Une ligne d'alimentation avec :**
 - collet à souder DE 100 PEhd / à bride DN 100 PN 10,
 - manchette à brides de raccordement altimétrique L=1.5ml, avec coude et contre coude 1/8 à brides DN 100 PN 10, en fonte,
 - manchette à brides de traversée du mur DN 100 PN 10, L=0.5ml, en acier galvanisé bitumé,
 - une manchette à bride DN 100 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 DN100 PN 10 en fonte,
 - une manchette à brides DN 100 de raccordement vertical, en acier galvanisé,
 - un robinet vanne à brides DN 100 PN 10, en fonte,
 - une manchette de scellement dans le voile de la bâche à brides DN 100, 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 125 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.

4.5.3.2 Equipements hydraulique des brise charge

Il s'agit de trois brise charge, dont deux sont sur sur conduite Pehd DE75 (BC1 et BC2) et un sur conduite Pehd DE110 (BC3).

4.5.3.2.1 Equipements des brise charge BC1 et BC2

- **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 $\frac{1}{4}$ 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

4.5.3.2.2 Equipements du brise charge BC3

- **une ligne d'alimentation PN 10 avec :**
 - conduite d'arrivée Pehd DE 110 PN10
 - collet à souder DE 110 Pehd / à bride DN 100
 - une réduction BB 100/80
 - manchette à brides DN 80
 - vanne ronde DN 80 sous bouche à clé
 - coude $\frac{1}{4}$ à brides DN 80mm
 - manchette verticale DN 80
 - manchette de scellement avec CS à brides DN 80
 - robinet à flotteur DN 80
- **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 $\frac{1}{4}$ 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 $\frac{1}{4}$ DN 80
 - une manchette BB verticale de restitution en acier galvanisé
- **une ligne de distribution PN 10**
 - une crépine DN 80 à bride

- manchette de scellement au voile de la bâche avec CS, à brides DN 80 L= 0.5m, en acier galvanisé
- une vanne ronde DN 80
- un joint de démontage DN 80
- un coude et contre coude 1/8 de raccordement altimétrique avec manchette BB intermédiaire
- une réduction BB 100/80
- un collet à souder DN 100/ DE 110 Pehd

4.6 Equipements électromécaniques et installations électriques

4.6.1 Groupes électropompes

4.6.1.1 Caractéristiques générales

Les stations de reprise seront équipées de deux pompes centrifuges du type immergé pour forages, fonctionnant avec du courant électrique monophasé 220v. Une pompe de secours sera tenue en réserve pour chacune des stations.. 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

Les rendements attendus sont comme suit :

Rendement de la pompe r1	70 %
Rendement du moteur r2	80 %

Puissances des moteurs

La puissance du moteur de l'électropompe 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

Les caractéristiques des pompes sont comme suit :

SP1 :

deux groupes de capacité cumulée 2.28 l/s à 100m

Mode d'installation : en position verticale suspendue dans l'ouvrage de captage

SP2 :

deux groupes de capacité cumulée 2.28 l/s à 112m

Mode d'installation : en position horizontale dans la bache de pompage

4.6.1.2 Choix des moteurs

Pour le choix des moteurs on optera pour des moteurs monophasés de caractéristiques suivantes :

Degré de protection IP68

Tension d'alimentation 230V

Classe F

Vitesse 3000t/mn

Mode de démarrage :direct

4.6.1.3 Bilan des puissances

4.6.1.3.1 Station SP1

La station de pompage SP1 doit débiter 2,28 l/s, soit 8,2 m³/h, pour une HMT de 99,5 m, on prendra deux électropompes débitant chacune 1,14 l/s pour une HMT de 99,5 m. La puissance absorbée par chaque moteur sera alors :

$$P_{ab} = \frac{9,81 \times 1,14 \times 99,5}{0,7 \times 0,8} = 1987 \text{ watts ; soit } 2 \text{ kW}$$

Pour une puissance de 2 kW, le courant absorbé calculé en monophasé 220 V, pour un cosφ = 0,85, l'intensité du courant sera de I = 10,71 A.

Pour le choix du moteur on optera pour une puissance normalisée égale à 2,2 kW.

Pour le cas de notre station de pompage SP1, et à titre indicatif, on peut choisir deux électropompes immergées de 2,2 kW de puissance chacune. La courbe caractéristique de l'électropompe donne pour une HMT de 100 m un débit de 4,4 m³/h. L'intensité du courant en monophasée est de 14,6 A.

La puissance totale installée prends en compte également la puissance auxiliaire, éclairage et prises, soit :

- Intensité du courant des électropompes : 2 x 14,6 A
- Prises et éclairage de la station : 10 A

L'intensité de courant nécessaire pour le fonctionnement de la station de pompage est de 39,2 A, soit une puissance totale de 8,6 kVA. On optera pour un transformateur de 10 KVA

4.6.1.3.2 Station SP2

La station de pompage SP2 doit débiter 2,28 l/s pour une HMT de 111,83 m, on prendra deux électropompes débitant chacun 1,14 l/s pour une HMT de 111,83 m. La puissance absorbée par chaque moteur sera alors :

$$P_{ab} = \frac{9,81 \times 1,14 \times 111,33}{0,7 \times 0,8} = 2223 \text{ watts ; soit } 2,2 \text{ kW}$$

Pour une puissance de 2,2 kW, le courant absorbé calculé en monophasé 220 V, pour un $\cos\phi = 0,85$, l'intensité du courant sera de $I = 11,94 \text{ A}$.

Pour le choix du moteur on optera pour une puissance normalisée égale à 2,2 kW

Pour le cas de notre station de pompage SP2, et à titre indicatif, on peut choisir deux électropompes immergées de 2,2 kW de puissance chacune. La courbe caractéristique de l'électropompe donne pour une HMT de 111,13 m un débit de 4,1 m³/h. Pour que la station de pompage SP2 donne un débit de 8,21 m³/h, débit de pointe journalière de l'an 2017, les électropompes doivent fonctionner un peu plus de 16 heures le jour de pointe. L'intensité du courant en monophasée est alors de 14,6 Ampères.

La puissance totale installée prends en compte également la puissance auxiliaire, éclairage et prises, soit :

- Intensité du courant des électropompes : 2 x 14,6 A
- Prises et éclairage de la station : 10 A

L'intensité de courant nécessaire pour le fonctionnement de la station de pompage est de 39,2 A, soit une puissance totale de 8,6 kVA. On optera pour un transformateur de 10 KVA

4.6.2 Surpresseur

Aucun surpresseur n'est prévu sur le réseau

4.6.3 Armoires de commande et autres installations :

4.6.3.1 Armoire de commande

Deux armoires de commande seront fournies l'une pour SP1 l'autre pour SP2 Chaque armoire électrique sera conforme à la norme C15-100 relative aux installations électriques à basse tension et aux spécifications particulières du CRDA (voir plan N° NOR .E.21.1)

Cette armoire comprendra sur la face avant :

- 1)Un voltmètre 0-500V avec commutateur à 3 positions
- 2)deux ampèremètres 0 –50A C11,5
- 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
- 7) Deux lampes de présence de tension, une par phase
- 8) Deux leds signalant les défauts d'isolement et le défaut thermique du moteur
- 9) Un regard vitré ou en plexiglass pour visualiser les leds et les relais de protection placés à l'intérieur
- 10) Deux boutons poussoirs "Marche" et "ARRET"

Chaque armoire contiendra à l'intérieur :

les organes essentiels nécessaires à la commande, au contrôle et aux protections du groupe et des auxiliaires de la station conformément au plan NOR .S.21 pour la conception et NOR C 25 pour le dimensionnement .

Le mode de démarrage du groupe est : démarrage direct

L'automatisme de fonctionnement des deux groupes électropompes est : deux pompes en fonctionnement simultané et à démarrage temporisé l'une par rapport à l'autre. Une permutation circulaire entre les deux pompes doit être assurée à chaque arrêt de la pompe en fonctionnement

Les protection 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 I_n (théorique).
- Relais R4: protection des personnes réglage à 20 ms (Provisoire).
- Relais Magnétique du disjoncteur DM: réglage à environ 1.1 I_d
- Relais thermique Th1 - Th 2: réglage à 1,1 de I_n
- 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
- Relais RM de protection contre l'inversion de phase et coupure de phase

4.6.3.2 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.

4.6.3.3 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 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.

4.6.3.4 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 souples, unipolaires, tripolaires, ronds ou méplats, de sections appropriées aux moteurs et aux longueurs des liaisons.

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

4.6.3.5 Prise de terre et circuit des stations

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.

Le puits de terre sera constitué d'un regard carré de dimension 70cmx70cm conforme à la norme NOR A.E 1.3.2 équipé 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

4.6.3.6 Régulation du niveau d'eau dans les réservoirs

Deux modes de fonctionnement devront être prévus pour les stations de reprise du sous projet Fatnassa : le mode manuel et le mode automatique.

En mode automatique, la régulation par ligne pilote à 5 paires et sondes de niveau sera adoptée, les longueurs des conduites de refoulement sont respectivement de 1600m pour SP1 et 2474 m pour SP2. L'enclenchement des pompes est commandé respectivement:

- pour SP1 à partir du réservoir R1 vide et le déclenchement à partir du réservoir plein.
- Pour SP2 à partir du réservoir R2 vide et le déclenchement à partir du réservoir plein

Les électropompes seront commandées par une horloge qui permet d'éviter les pointes horaires de la STEG et ainsi bénéficier de la tarification avantageuse

4.6.3.6.1 :Accessoires de régulation

Station de pompage SP1:Les accessoires ci-après sont à fournir et à installer:

- Une sonde de protection contre marche à sec placée dans le puits , calée à 50cm au dessus de la pompe empêchant le démarrage de chaque groupe quand le niveau de l'eau dans le puits baisse et atteint la hauteur de protection.
- Une sonde de niveau placée au réservoir de Rmila commandant "la marche de la pompe une "calée à 70cm au dessus du radier du réservoir de 100m³de Rmila
- Une sonde de niveau placée au réservoir de Rmila commandant "la marche de la pompe deux "calée à 80 cm au dessus du radier du réservoir de Rmila
- Une sonde placée au réservoir de Rmila de niveau haut "arrêt de la pompe une actionnant " l'arrêt de la pompe une" calée à 30cm plus bas que la cote des plus hautes eaux
- Une sonde placée au réservoir de Rmila de niveau haut "arrêt de la pompe deux" actionnant l'arrêt de la pompe deux calée à 20cm de la cote de trop plein

- Une sonde de niveau très haut calée à 10cm plus bas que la cote de trop plein signalant par Klaxon que l'une des sondes d'arrêt n'a pas rempli sa fonction et qu'il y a risque de débordement

L'ensemble des commandes de niveau provenant du réservoir de 100m³ seront transmis par ligne pilote à l'armoire électrique de SP1 pour assurer l'automatisme de fonctionnement. La ligne pilote sera en câble armé à 5 paires et de longueur de 1600ml

Station de pompage SP2 : Les accessoires ci-après sont à fournir et à installer:

- Une sonde de protection contre marche à sec placée dans le réservoir de 100m³ calée à 50cm au dessus de la pompe empêchant le démarrage de chaque groupe quand le niveau de l'eau dans le réservoir baisse et atteint la hauteur de protection.

-1 sonde "Niveau Marche" de mise en fonctionnement d'un premier groupe calée au niveau +70cm par rapport au fond du réservoir

-1 sonde "niveau marche" commandant le démarrage du deuxième groupe, calée au niveau +80 cm par rapport au fond du réservoir

-1 sonde placée au réservoir de 50m³ "Niveau Arrêt 1" commandant l'arrêt du premier groupe ayant démarré calée au niveau -30 cm par rapport à la cote du trop plein

-1 sonde placée au réservoir de 50m³ "Niveau arrêt 2" commandant l'arrêt du deuxième groupe calée au niveau -20cm par rapport au niveau du trop plein

-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 -20cm par rapport au niveau du trop plein du réservoir

L'ensemble des commandes de niveau provenant du réservoir de 50m³ seront transmis par ligne pilote à l'armoire électrique de SP2 pour assurer l'automatisme de fonctionnement

La ligne pilote sera posée entre le réservoir de 100m³ et le réservoir de 50m³ et aura une longueur de 2474ml. La ligne pilote sera en câble armé et aura 5 paires

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.

4.6.3.7 : Prises de courant

La station étant constituée par un seul local n'aura pas de prises de courant complémentaires, celles prévues sur le coffret seront suffisantes.

4.6.3.8 : Alimentation électrique

L'alimentation électrique des deux stations de reprise sera assurée par la STEG en moyenne tension en monophasé avec deux postes de transformation 10 KVA chacun,

4.6.3.8.1 Les postes de transformation MT/BT:

La puissance totale à installer sera de 10 KVA (puissance normalisée), cette puissance nécessite l'installation d'un transformateur de 10 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 monophasé

4.6.3.8.2 Parafoudre ligne 30 KV:

Chaque poste sera équipé de deux 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.

4.6.3.8.3 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.

4.6.3.8.4 Transformateur de puissance:

Caractéristiques électriques du transformateur_:

Puissance :10KVA

Tension primaire :36KV

Tension secondaire :230 V

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

4.6.4 Réducteur de pression

Quatre ouvrages réducteurs de pression sont prévus.

Chaque ouvrage réducteur de pression est équipé d'amont en aval comme suit :

- collet à souder DE conduite/ DN réducteur

- manchette de scellement BB L=0.5m DN réducteur
- Té à brides DN réducteur/50 mm pour équipement de ventousage
- Ventouse DN 50mm avec ronde à brides
- Joint de démontage à brides
- Réducteur de pression
- Manchette de scellement DN réducteur L=0.5m
- Collet à souder DN réducteur/DE conduite Pehd.

Chaque fois qu'un réducteur de pression peut être associé à un point haut nécessaire à la protection du réseau, ils ont été associés.

Le Tableau 22 donne les caractéristiques des réducteurs de pressions.

Tableau 22 : Caractéristiques des réducteurs de pression

Réducteur de pression	Réducteur de pression			
	Cote TN m NGT	Charge amont mCE	Charge aval mCE	Débit l/s
Oued Ellil	295,52	60,91	20	0,5
Zouarea 2	160	108	20	0,5
Douar Hdhil	156	108	38 ³	1.0
Ouled Ida	220,20	55,20	20	0,5

4.6.5 Installations de désinfection

Le sous-projet de Fatnassa sera alimenté en eau à partir d'un captage sur la source Aïn Jouibi. L'eau est de bonne qualité et ne présente pas selon les analyses effectuées par la JICA de présence bactériologique. Néanmoins et par mesure de sécurité un poste de chloration sera prévu au niveau de la station de pompage SP1. La chloration à base d'eau de Javel diluée sera assurée par une injection dans la conduite de refoulement moyennant une pompe doseuse. La pompe doseuse sera réglée sur un débit permettant de désinfecter 2,28 l/s soit 8,21 m³/h à concurrence de 0,8 mg/l de chlore libre.

Le poste de chloration sera composé d'une pompe doseuse et d'un bac de préparation de 20 litres. Avec une solution 1/5 d'eau de Javel de 12° (dosé à 38,52 mg/l) et un pompage de pointe de 131,46 m³/j, le bac de préparation permettra une autonomie du poste de chloration, pour 04 litres d'eau de Javel, de :

$$\frac{4 \times 38,52}{0,8} = 192,6 \text{ m}^3$$

soit 1,47 jours avec un débit du doseur de :

³ ce réducteur alimente deux BF dont la dernière est 18m plus élevée que la première.

$$\frac{20 \times 8,21}{192,6} = 0,85 \text{ l/h}$$

La pompe doseuse sera du type électrique à injection fixe, débit maximum 2,5 l/h et pression maximale 16 bars.

4.6.6 Installations auxiliaires

4.6.6.1 Vannes

4.6.6.1.1 Vannes principales

Les vannes prévues dans le présent projet concernent :

- les vannes disposées dans les ouvrages principaux, projetés, soit, le réservoir de stockage et les 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
- les vannes disposées dans les ouvrages principaux, existants, soit, les deux stations de reprise, pour lesquelles seules les lignes de refoulement sont à équiper. Dans chacun de ces ouvrages, chaque pompe dispose de sa propre vanne de sectionnement, et une vanne de sectionnement générale permet d'isoler la totalité de l'ouvrage.
- 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
- les ouvrages réducteurs de pression seront également dotés de vannes de sectionnement.
- Enfin les points de distribution sont dotés de vannes de sectionnement, soit une vanne par ouvrage

4.6.6.1.2 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.

4.6.6.2 Compteurs

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

4.6.6.2.1 Compteurs sur ouvrages principaux

Il s'agit des ouvrages suivants :

- refoulement SP1
- refoulement SP2
- distribution réservoir

4.6.6.2.2 compteurs sur les points de distribution

Les 11 points de distribution, seront tous dotés de compteurs de calibre approprié.

4.6.7 Eclairage des stations de reprise

4.6.7.1 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 boîtes de dérivations seront d'un modèle étanche IP 55 posés en apparent. Les boîtes de dérivation comporteront à l'intérieur des bornes de connexion.

4.6.8 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 des stations 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 projetés.

L'ensemble des travaux du sous projet Fatnassa 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 23 donne la consistance du sous-lot A1.

Tableau 23 : Fourniture et transport de canalisation

Diamètre	Nature	Classe	Longueur (ml)
DE 125	PEhd	PN 10	3.100
DE 110	PEhd	PN 16	2.800
DE 110	PEhd	PN 10	1.450
DE 90	PEhd	PN 10	1.390
DE 75	PEhd	PN 16	240
DE 75	PEhd	PN 10	5.750
Total	PEhd		14.730

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 24 et le Tableau 25.

Tableau 24 : Pose et essai de canalisation

Diamètre	Nature	Classe	Longueur (ml)
DE 125	PEhd	PN 10	3.100
DE 110	PEhd	PN 16	2.800
DE 110	PEhd	PN 10	1.450
DE 90	PEhd	PN 10	1.390
DE 75	PEhd	PN 16	240
DE 75	PEhd	PN 10	5.750
Total	PEhd		14.730

Tableau 25 : Ouvrages courants

Désignation	Nombre
Borne fontaine	11
Regard de sectionnement	06
Ouvrage de ventouse	19
Ouvrage de vidange	17
Réducteurs de pression	4

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

- Un réservoir semi enterré standard de 50 m³, y compris aménagement extérieur.
- trois brise charge standard de 8 m³
- réhabilitation des ouvrages existants

Lot B : Equipements électromécanique et électrique de la station de reprise**Equipement des stations de pompage****Sous lot B1 station SP1 :**

- Fourniture, montage et essais de groupes électropompes immergés : Q=2.14 l/s, HMT=100 m ;

Equipement électrique :

- Régulation par ligne pilote et sondes dans la bache de reprise et dans le réservoir ;
- Armoire électrique et éclairage ;
- Branchement STEG, installation de transformateur sur poteaux de 10 kVA.

Sous lot B1 station SP2 :

- Fourniture, montage et essais de groupes électropompes immergés : Q=2.14 l/s, HMT=112 m ;

Equipement électrique :

- Régulation par ligne pilote et sondes dans la bache de reprise et dans le réservoir ;
- Armoire électrique et éclairage ;
- Branchement STEG, installation de transformateur sur poteaux de 10 kVA.

5.2 Sources d'eau**5.2.1 Génie civil**

L'ouvrage de captage existant constitué d'un puits cylindrique couvert par une dalle en béton armé dotée d'une trappe de visite, devra être réhabilité, clôturé afin de garantir une bonne qualité bactériologique de l'eau.

5.3 Réservoir et station de pompage**5.3.1 Réservoir**

Un réservoir semi enterré standard de capacité de 50 m³ en béton armé

Le Tableau 26 donne les caractéristiques du réservoir de stockage.

Tableau 26: Caractéristiques du réservoir de stockage

Réservoir	Volume m ³	Nature du réservoir	Cote TN m NGT	Cote PHE m NGT	Cote arrivée m NGT
R	50	Semi enterré	364.63	367.43	367.63

5.3.2 bêche de reprise

Les baches de reprise des deux stations de pompage sont constituées respectivement par :

- pour SP1, par l'ouvrage de captage de Aïn Jouibi existant
- pour SP2 par le réservoir existant de Rmila de 100 m³

5.3.3 stations de pompage

5.3.3.1 pompe

Les station de pompage SP1 et SP2, sont dimensionnées 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 2.28 l/s.

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

- Débit : 1.14 l/s
- HMT : 100 m pour SP1 et 112m pour SP2

Les deux électropompes de SP1 seront installées verticalement dans l'ouvrage de captage, et celles de SP2 seront installées horizontalement dans le réservoir existant R1 de 100 m³.

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 des la stations de reprise concernent uniquement les lignes de refoulement:

5.3.3.4 Alimentation électrique

L'alimentation électrique de chaque station de reprise sera assurée par la STEG en moyenne tension monophasée avec un poste de transformation 10 KVA.

5.3.4 Brise charge

trois brise charge desservant les zones les plus basses du projet, sont prévus.

5.4 Canalisation

5.4.1 Généralités

Les conduites du SAEP Fatnassa 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'Equipeement, 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 2 donne les caractéristiques des canalisations du réseau.

Tableau 27 : Caractéristiques des canalisations du réseau

Type de conduite	Diamètre (mm)	Longueur (m)	
		Refoulement	Distribution
PEhd PN 16	DN 110	2 674	
	DN 75		229
PEhd PN 10	DN 125		2 949
	DN 110		1 400
	DN 90		1 323
	DN 75		5 489
TOTAL		2 674	11 390

5.5 Méthode d'exploitation

Système hydraulique

La station SP1 dotée de deux pompes immergées de capacité cumulée, 2.28l/s refoule dans une conduite en PEhd DE 110 PN16 sur une longueur de 1600 ml jusqu'au réservoir existant R1.

La station SP2 dotée de deux pompes immergées de capacité cumulée, 2.28l/s refoule dans une conduite en PEhd DE 110 PN16 sur une longueur de 2474 ml jusqu'au réservoir existant R1.

Fonctionnement de pompage et de distribution

Pour l'exploitation du système d'alimentation en eau potable, le gardien pompiste assisté du gardien du réseau 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 28 donne les volumes d'eau consommés en fonction du taux d'adhésion de la population à différentes échéances.

Tableau 28 : Taux d'adhésion et volumes d'eau consommés

Année	Consommation moyenne m3/j	Taux d'adhésion %	Consommation réelle		Consommation avec pertes	
			m3/j	m3/an	m3/j	m3/an
2002	62,21	60	37	13625	43	15669
2003	63,83	62	40	14445	46	16612
2004	65,49	64	42	15300	48	17594
2005	67,20	66	44	16188	51	18617
2006	68,95	68	47	17113	54	19680
2007	70,74	70	50	18075	57	20786
2008	72,58	72	52	19075	60	21936
2009	74,47	74	55	20115	63	23132
2010	76,41	76	58	21196	67	24376
2011	78,40	78	61	22320	70	25668
2012	80,44	80	64	23488	74	27012
2013	82,53	82	68	24702	78	28407
2014	84,68	84	71	25963	82	29858
2015	86,88	86	75	27273	86	31364
2016	89,15	88	78	28634	90	32929
2017	91,47	90	82	30047	95	34554

5.7 Frais d'exploitation et de maintenance

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

Frais fixes :

Salaire des gardiens pompistes	:	2.160 DT/an
Frais d'entretien des installations, y compris SAEP Rmila	:	4.850 DT/an
Frais de gestion GIC	:	200 DT/an
Total des frais fixes	:	7.210 DT/an

Frais variables :

Les frais variables sont proportionnels à la production d'eau et ceci concerne les frais de javellisation de l'eau (0,020 DT/m³) et les frais énergétiques.

Exprimés en dinars constants, les frais variables sont de 1021 dinars à la mise en service du projet et de 2251 à l'horizon 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 0,420 dinars/m³ à la mise en service. Ce prix subit un accroissement annuel de 5%. Le détail de calcul est présenté en annexe 5

- **Scénario 2**

Seulement 80% des familles adhérentes payent une cotisation mensuelle fixée à 3.435 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 31 dinars. Le détail des calculs est présenté en annexe.

- **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 15.000 DT/famille.

Pour un prix de vente de 0,410 dinars/m³ et en supposant que les recettes réelles sont égales à 100% des recettes théoriques, la trésorerie du projet enregistre un excédant de 3397 dinars à l'horizon 2017.

Ce prix de vente doit être majoré de 20%, soit 0,500 dinars/m³ pour tenir compte de la part des gardiens des bornes fontaines

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.

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>402.137 DT</u>
<i>Sous-lot A.1 : Fourniture et transport de tuyaux en PEhd et accessoires soit :</i>	<i>183.113 DT</i>
<i>Sous-lot A.2 : Pose et essai de tuyaux en PEhd et accessoires, soit :</i>	<i>122.884 DT</i>
<i>Sous-lot A.3 : Réalisation des ouvrages de Génie de Civil, soit :</i>	<i>96.140 DT</i>
<u>Lot B : Equipements électromécanique et électrique de la station de reprise</u>	<u>90.390 DT</u>
<u>COUT TOTAL</u>	<u>492.527 DT</u>
<u>Coût par habitant (horizon 2017)</u>	<u>453 DT</u>

ANNEXES

ANNEXE 1

CALCULS ET ANALYSE

ANNEXE 1.1

CALCULS HYDRAULIQUES

ANNEXE 1.1.1

Calculs hydrauliques du réseau de distribution

T I T R E : Fatnassa Etage de distribution Rmila

NB. DE CONDUITES : 2
 NB. DE NOEUDS : 3
 COEF. DE POINTE : 1
 PERTE DE CHARGE MAX/Km : 10

COND. Nº	DU Noeud	AU Noeud	LONG. (M)	DIAM. (MM)	HWC	DEBIT (L/S)	VITESSE (M/S)	PERTE DE CHARG (M/KM)	CHARG (M)
1	21	22	592.00	93	120	4.00	0.59	5.86	3.4
2	22	23	1060.00	62	120	0.50	0.17LO	0.90	0.9

NOEUD Nº	DEBIT (L/S)	COTE (M)	H G L (M)	PRESSION (M)
21 R	4.000	279.82	279.82	0.00
22	-3.500	249.71	276.35	26.64
23	-0.500	220.20	275.40	55.20

T I T R E : Fatnassa Etage de distribution Rmila

NB. DE CONDUITES : 2
 NB. DE NOEUDS : 3
 COEF. DE POINTE : .01
 PERTE DE CHARGE MAX/Km : 10

COND. Nº	DU Noeud	AU Noeud	LONG. (M)	DIAM. (MM)	HWC	DEBIT (L/S)	VITESSE (M/S)	PERTE DE CHARG (M/KM)	CHARG (M)
1	21	22	592.00	93	120	0.04	0.01LO	0.00	0.0
2	22	23	1060.00	62	120	0.00	0.00LO	0.00	0.0

NOEUD Nº	DEBIT (L/S)	COTE (M)	H G L (M)	PRESSION (M)
21 R	0.040	279.82	279.82	0.00
22	-0.035	249.71	279.82	30.11
23	-0.005	220.20	279.82	59.62

T I T R E : Fatnassa Etage de distribution Zouarea

NB. DE CONDUITES : 2
 NB. DE NOEUDS : 3
 COEF. DE POINTE : 1
 PERTE DE CHARGE MAX/Km : 10

COND. Nº	DU Noeud	AU Noeud	LONG. (M)	DIAM. (MM)	HWC	DEBIT (L/S)	VITESSE (M/S)	PERTE DE CHARG (M/KM)	CHARG (M)
1	71	72	1109.00	62	120	1.00	0.33	3.25	3.6
2	72	73	229.00	57	120	0.50	0.20LO	1.36	0.3

NOEUD Nº	DEBIT (L/S)	COTE (M)	H G L (M)	PRESSION (M)
71 R	1.000	272.54	272.54	0.00
72	-0.500	214.80	268.94	54.14
73	-0.500	160.39	268.63	108.24

T I T R E : Fatnassa Etage de distribution Zouarea

NB. DE CONDUITES : 2
 NB. DE NOEUDS : 3
 COEF. DE POINTE : .01
 PERTE DE CHARGE MAX/Km : 10

COND. Nº	DU Noeud	AU Noeud	LONG. (M)	DIAM. (MM)	HWC	DEBIT (L/S)	VITESSE (M/S)	PERTE DE CHARG (M/KM)	CHARG (M)
1	71	72	1109.00	62	120	0.01	0.00LO	0.00	0.0
2	72	73	229.00	57	120	0.00	0.00LO	0.00	0.0

NOEUD Nº	DEBIT (L/S)	COTE (M)	H G L (M)	PRESSION (M)
71 R	0.010	272.54	272.54	0.00
72	-0.005	214.80	272.54	57.74
73	-0.005	160.39	272.54	112.15

T I T R E : Fatnassa Etage Bas de distribution

NB. DE CONDUITES : 3
 NB. DE NOEUDS : 4
 COEF. DE POINTE : 1
 PERTE DE CHARGE MAX/Km : 10

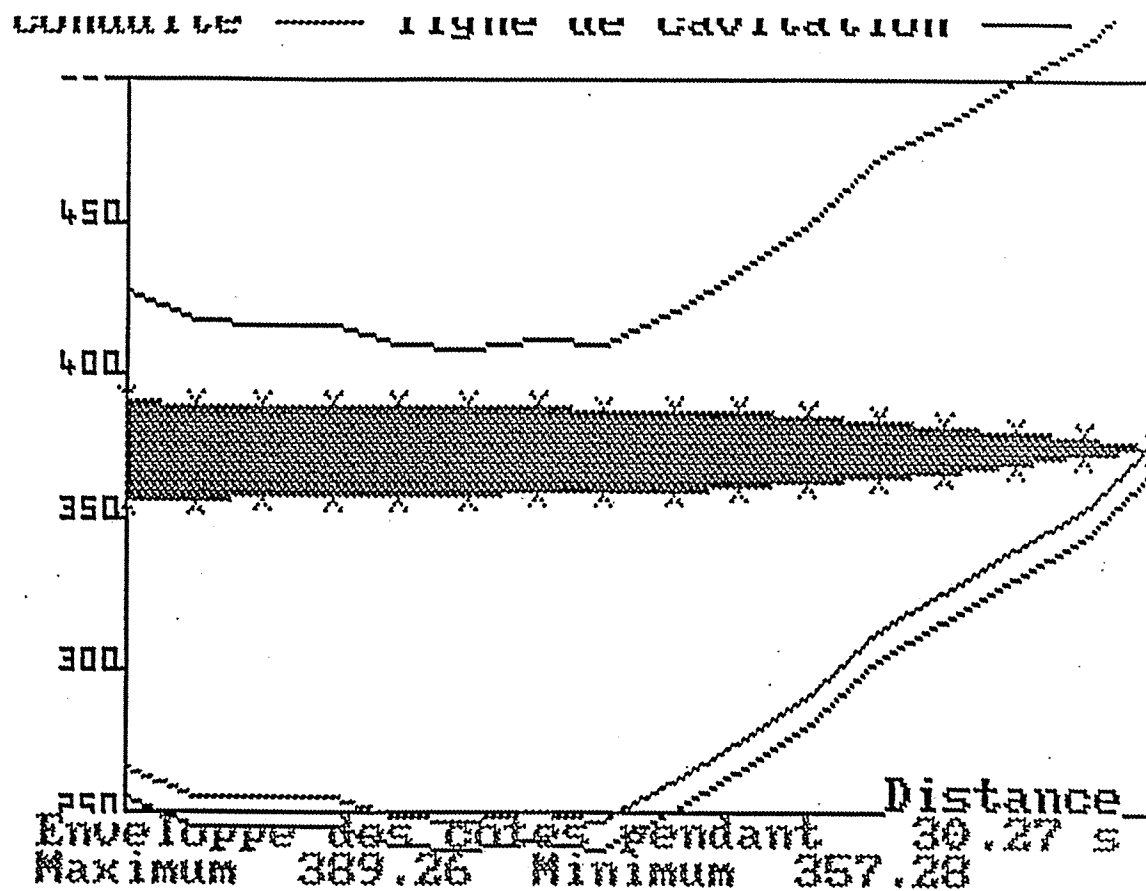
COND. Nº	DU Noeud	AU Noeud	LONG. (M)	DIAM. (MM)	HWC	DEBIT (L/S)	VITESSE (M/S)	PERTE DE CHARG (M/KM)	CHARG (M)
1	9	10	277.00	62	120	1.50	0.50	6.88	1.9
2	10	11	1140.00	62	120	1.00	0.33	3.25	3.7
3	11	12	480.00	62	120	0.50	0.17LO	0.90	0.4

NOEUD Nº	DEBIT (L/S)	COTE (M)	H G L (M)	PRESSION (M)
9 R	1.500	263.50	263.50	0.00
10	-0.500	244.07	261.59	17.52
11	-0.500	159.58	257.89	98.31
12	-0.500	173.86	257.46	83.60

T I T R E : Fatnassa Etage Bas de distribution
 NB. DE CONDUITES : 3
 NB. DE NOEUDS : 4
 COEF. DE POINTE : .01
 PERTE DE CHARGE MAX/Km : 10

COND. Nº	DU Noeud	AU Noeud	LONG. (M)	DIAM. (MM)	HWC	DEBIT (L/S)	VITESSE (M/S)	PERTE DE CHARG (M/KM)	(M
1	9	10	277.00	62	120	0.01	0.00LO	0.00	0.0
2	10	11	1140.00	62	120	0.01	0.00LO	0.00	0.0
3	11	12	480.00	62	120	0.00	0.00LO	0.00	0.0

NOEUD Nº	DEBIT (L/S)	COTE (M)	H G L (M)	PRESSION (M)
9 R	0.015	263.50	263.50	0.00
10	-0.005	244.07	263.50	19.43
11	-0.005	159.58	263.50	103.92
12	-0.005	173.86	263.50	89.64



... frapper une touche

ENVELOPPE DES COTES
obtenues lors des 30.00 premières secondes.

NOEUD	COTES ---> MAXIMUM			MINIMUM		
	face : amont	appareil	aval	amont	appareil	aval
1	389.26	389.26	389.26	357.28	357.28	357.28
2	388.97	388.97	388.97	357.64	357.64	357.64
3	388.69	388.69	388.69	358.00	358.00	358.00
4	388.40	388.40	388.40	358.36	358.36	358.36
5	388.11	388.11	388.11	358.72	358.72	358.72
6	387.83	387.83	387.83	359.07	359.07	359.07
7	387.54	387.54	387.54	359.43	359.43	359.43
8	387.26	387.26	387.26	359.79	359.79	359.79
9	386.78	386.78	386.78	360.51	360.51	360.51
10	385.89	385.89	385.89	361.84	361.84	361.84
11	384.73	384.73	384.73	363.50	363.50	363.50
12	383.37	383.37	383.37	365.37	365.37	365.37
13	381.80	381.80	381.80	367.51	367.51	367.51
14	379.97	379.97	379.97	369.96	369.96	369.96
15	377.92	377.92	377.92	372.72	372.72	372.72
16	375.72	375.72	375.72	375.72	375.72	375.72

Autre passage ? (o/n)

Refoulement SP2 - R

DESCRIPTION DE LA CONDUITE :

fichier profil en long [.PRF] : FAT2
 longueur (m) : 1600.00
 clrit (m/s) : 500.00
 diamtre (mm) : 84.0
 P.Max.Adm (m) : 160

PARAMETRES DE LA SIMULATION

nombre de tronons 15
 ==> pas de temps (s) 0.21
 dure de la simulation (s) 30.00

DESCRIPTION DE L'APPAREIL DE TYPE 1 AU NOEUD 1

Donnez ci dessous le dbit FACE APPAREIL en fonction du temps.

Un dbit est > 0 s'il arrive au noeud,
 < 0 s'il part du noeud.

NOEUD A DEBIT IMPOSE

instant (s) 0.00
 dbit distribu (l/s) 2.28
 instant (s) 5.00
 dbit distribu (l/s) 0.00

DESCRIPTION DU REGIME HYDRAULIQUE :

Donnez les noeuds de l'amont vers l'aval (1 16)

S'il y a discontinuit de cote ou de dbit,
 n'oubliez pas de la dcrire.

(le programme linarise les cotes entre deux noeuds

Noeud 1 cote pizo face aval (m) 277.50
 dbit de 1 vers 16 (l/s) 2.28
 Noeud 16 cote pizo face amont (m) 269.00

DEFINITION DE LA PERTE DE CHARGE LINEAIRE DE LA CONDUITE :

D'aprs le dernier tronon. dbit non nul que vous avez dcrit,
 la perte de charge linaire de la conduite est dfinie par :

dbit (l/s) 2.28
 perte de charge (mm/m) 5.31

DESCRIPTION DE L'APPAREIL DE TYPE 2 AU NOEUD 16

RESERVOIR

rappel : cote face conduite ==> 269.00

cote du rservoir 269.00

coefficients de perte de charge ...

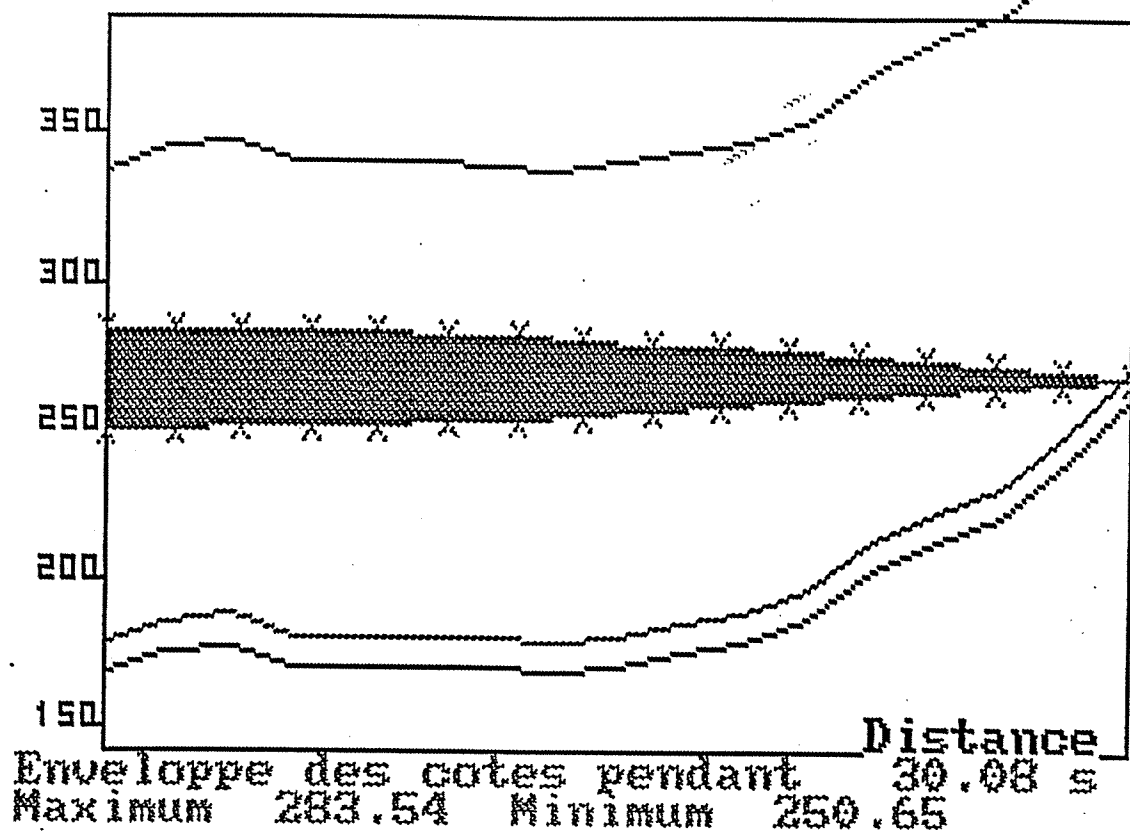
en vidange (/1) 0.00
 en remplissage (/1) 0.00

==> pertes de charge :

en vidange 0.00 m pour 2.28 l/s
 en remplissage 0.00 m pour 2.28 l/s

Refoulement SP1 – R_{existant}

GRAPHIQUE ——— LIGNE DE CAVITATION ———



... frapper une touche

ENVELOPPE DES COTES

obtenues lors des 30.00 premières secondes.

NOEUD	COTES ---->			MINIMUM		
	face : amont	MAXIMUM appareil	aval	amont	appareil	aval
1	283.54	283.54	283.54	250.65	250.65	250.65
2	283.32	283.32	283.32	250.91	250.91	250.91
3	283.10	283.10	283.10	251.18	251.18	251.18
4	282.88	282.88	282.88	251.44	251.44	251.44
5	282.32	282.32	282.32	252.24	252.24	252.24
6	281.63	281.63	281.63	253.18	253.18	253.18
7	280.84	280.84	280.84	254.23	254.23	254.23
8	279.95	279.95	279.95	255.38	255.38	255.38
9	278.93	278.93	278.93	256.67	256.67	256.67
10	277.78	277.78	277.78	258.10	258.10	258.10
11	276.51	276.51	276.51	259.66	259.66	259.66
12	275.13	275.13	275.13	261.35	261.35	261.35
13	273.66	273.66	273.66	263.14	263.14	263.14
14	272.13	272.13	272.13	265.03	265.03	265.03
15	270.57	270.57	270.57	266.99	266.99	266.99
16	269.00	269.00	269.00	269.00	269.00	269.00

Autre passage ? (o/n)

Refoulement SP1 – R_{existant}

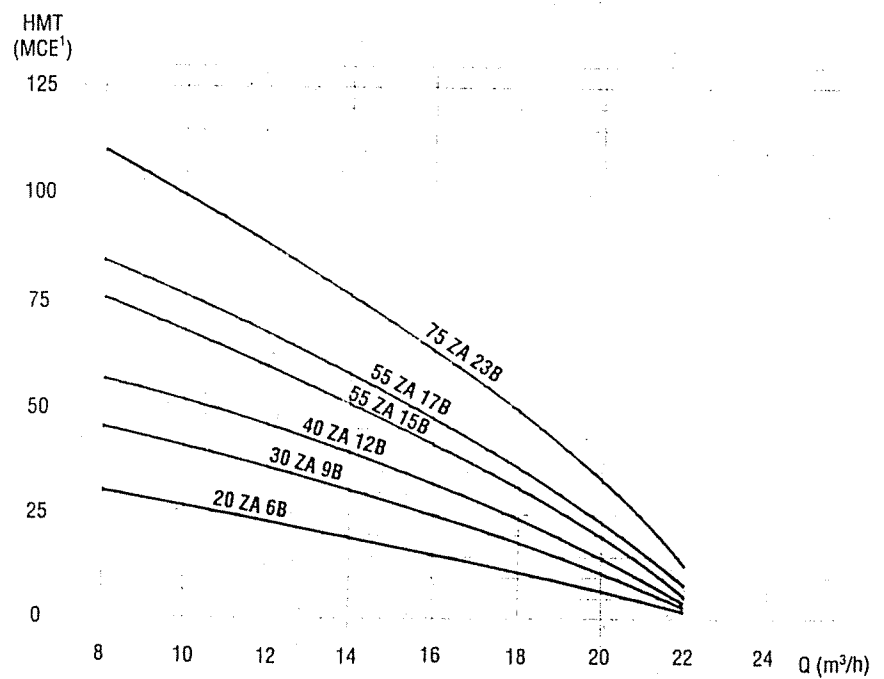
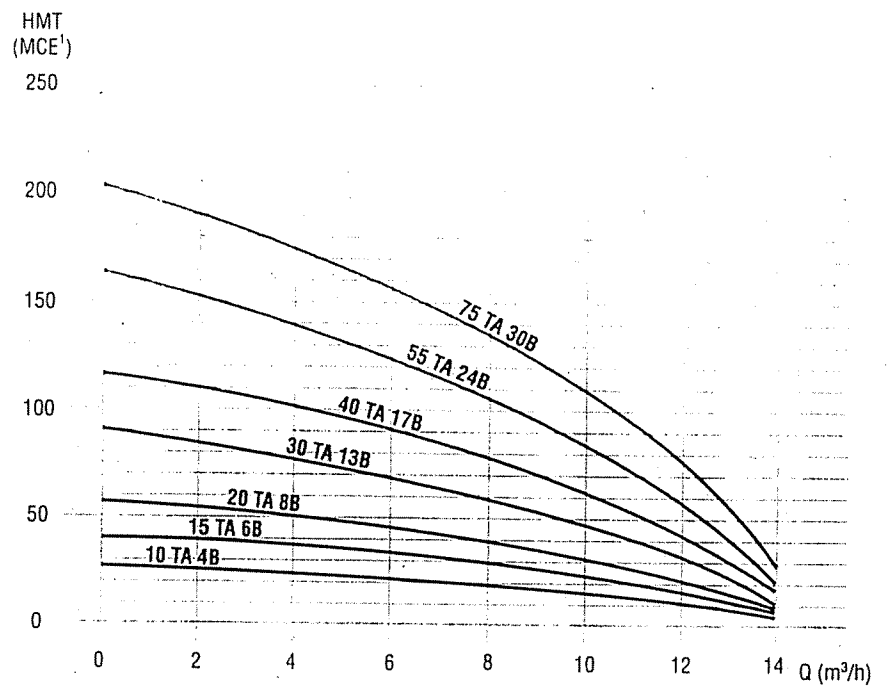
SOUS PROJET FATNASSA

STATIONS DE POMPAGES

DESIGNATION	UNITE	QUANTITE
Equipements électriques		
Armoire électrique de commande (Station SP)	U	1
Armoire électrique de commande (Station SR)	U	1
Sondes de niveaux	U	6
Câbles pour sondes	ml	50
Câble électrique armé à 7 fils pour ligne pilote	ml	3900
Cable électrique type immergé	ml	20
Système d'éclairage (points lumineux et accessoires...)	Ens	3
Transformateur de puissance 25 KVA/230V (sectionneur, parafoudre...)	Ens	2
Equipements hydro-mécaniques		
(Etude, fourniture, transport, montage et essai)		
Groupe immergé Q=1,2 l/s et HMT=96 m	U	3
Groupe immergé Q=1,2 l/s et HMT=111 m	U	3

Pompes immergées 4" (100 mm)

Sélection



Pompes immergées 4" (100 mm)

Sélection

Débit nominal : 9 m³/h

Type	Code produit	Débit en m ³ /h	0	4	6	7	8	9	10	11	12	14	kW	Intensité en A		
													Utile	Mono 230V	Tri 400V	Id/In
10 TA 4B S2	I 304 PC 11		27	24	22	21	19	17	15	12	9.5	2.5	0.75	5.1	-	4.4
10 TA 4B T3	I 304 PC 12		27	24	22	21	19	17	15	12	9.5	2.5	0.75	-	2.2	4.6
15 TA 6B S2	I 306 PC 11		41	36	33	31	28	25	22	18	14	4	1.1	7.6	-	4.7
15 TA 6B T3	I 306 PC 12		41	36	33	31	28	25	22	18	14	4	1.1	-	2.9	4.6
20 TA 8B S2	I 308 PC 11		56	48	45	42	39	35	31	25	20	6	1.5	10.4	-	3.6
20 TA 8B T3	I 308 PC 12		56	48	45	42	39	35	31	25	20	6	1.5	-	4.1	5.9
30 TA 13B S2	I 313 PC 11	HMT en MCE ¹	90	80	71	66	61	55	47	39	30	8	2.2	14.6	-	5.6
30 TA 13B T3	I 313 PC 12		90	80	71	66	61	55	47	39	30	8	2.2	-	5.9	5
40 TA 17B T3	I 317 PC 12		116	101	92	86	79	71	62	51	48	16	3	-	6.9	5.6
55 TA 24B T3	I 324 PC 12		163	139	125	117	106	94	86	71	58	18	4	-	8.9	5
75 TA 30B T3	I 330 PC 12		203	178	158	147	135	118	110	95	71	26	5.5	-	11.9	5.5

1. Hauteur manométrique totale (HMT) en mètres de colonne d'eau (MCE).

Débit nominal : 14 m³/h

Type	Code produit	Débit en m ³ /h	8	10	12	14	16	18	20	22	kW	Intensité en A		
											Utile	Mono 230V	Tri 400V	Id/In
20 ZA 6B S2	I 406 PC 11		29	26	23	19	15	11	6	1.5	1.5	10.4	-	3.6
20 ZA 6B T3	I 406 PC 12		29	26	23	19	15	11	6	1.5	1.5	-	4.1	5.9
30 ZA 9B S2	I 409 PC 11		45	40	36	30	25	19	11	2	2.2	14.6	-	5.6
30 ZA 9B T3	I 409 PC 12	HMT en MCE ¹	45	40	36	30	25	19	11	2	2.2	-	5.9	5
40 ZA 12B T3	I 412 PC 12		57	52	46	39	33	25	14	2.5	3	-	6.9	5.6
55 ZA 15B T3	I 415 PC 12		74	66	59	51	43	32	18	4	4	-	8.9	5
55 ZA 17B T3	I 417 PC 12		83	75	67	56	47	37	22	7	4	-	8.9	5
75 ZA 23B T3	I 423 PC 12		109	100	87	76	63	48	30	12	5.5	-	11.9	5.5

1. Hauteur manométrique totale (HMT) en mètres de colonne d'eau (MCE).

Moteurs S2 : monophasé 230V

Moteurs T3 : triphasé 400V

ATTENTION : Les électropompes 4" monophasées S2 doivent être impérativement associées à un coffret de démarrage correspondant à la puissance du moteur.

DESCRIPTION DE LA CONDUITE :

fichier profil en long [.PRF] : FAT2
 longueur (m) : 1600.00
 clrit (m/s) : 500.00
 diamtre (mm) : 84.0
 P.Max.Adm (m) : 160

PARAMETRES DE LA SIMULATION

nombre de tronons 15
 ==> pas de temps (s) 0.21
 dure de la simulation (s) 30.00

DESCRIPTION DE L'APPAREIL DE TYPE 1 AU NOEUD 1

Donnez ci dessous le dbit FACE APPAREIL en fonction du temps.
 Un dbit est > 0 s'il arrive au noeud,
 < 0 s'il part du noeud.

NOEUD A DEBIT IMPOSE

instant (s) 0.00
 dbit distribu (l/s) 0.20
 instant (s) 5.00
 dbit distribu (l/s) 2.28

DESCRIPTION DU REGIME HYDRAULIQUE :

Donnez les noeuds de l'amont vers l'aval (1 16)

s'il y a discontinuité de cote ou de dbit,
 n'oubliez pas de la décrire

(le programme linéarise les cotes entre deux noeuds).

Noeud 1 cote pizo face aval (m) 269.08
 dbit de 1 vers 16 (l/s) 0.20
 Noeud 16 cote pizo face amont (m) 269.00

DEFINITION DE LA PERTE DE CHARGE LINEAIRE DE LA CONDUITE :

D'après le dernier tronon dbit non nul que vous avez décrit,
 la perte de charge linéaire de la conduite est définie par :

dbit (l/s) 0.20
 perte de charge (mm/m) 0.05

DESCRIPTION DE L'APPAREIL DE TYPE 2 AU NOEUD 16

RESERVOIR

rappel : cote face conduite ==> 269.00

cote du rservoir 269.00

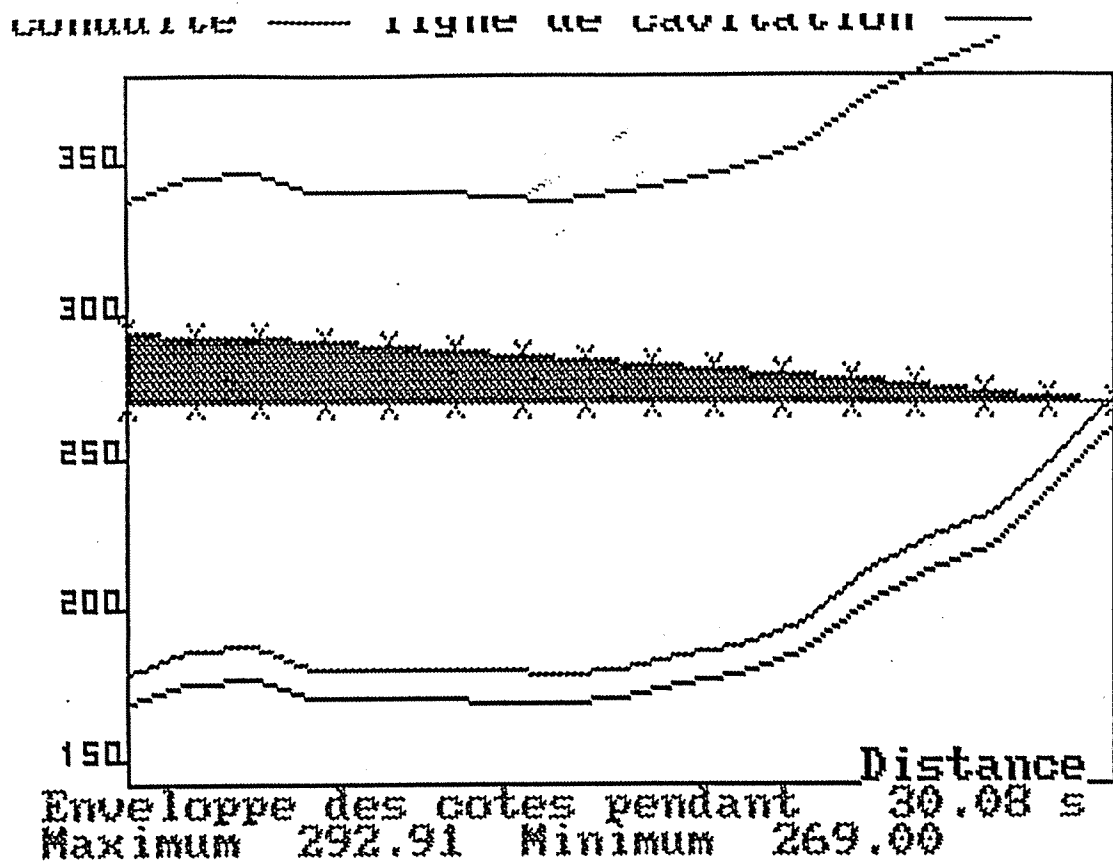
coefficients de perte de charge ...

en vidange (/1) 0.00
 en remplissage (/1) 0.00

==> pertes de charge :

en vidange 0.00 m pour 0.20 l/s
 en remplissage 0.00 m pour 0.20 l/s

Refoulement SP1 – R_{existant}



... frapper une touche

ENVELOPPE DES COTES
obtenues lors des 30.00 premières secondes.

NOEUD	COTES --->			MINIMUM		
	face : amont	MAXIMUM appareil	aval	amont	appareil	aval
1	292.91	292.91	292.91	269.08	269.08	269.08
2	291.93	291.93	291.93	269.07	269.07	269.07
3	290.97	290.97	290.97	269.07	269.07	269.07
4	290.02	290.02	290.02	269.06	269.06	269.06
5	288.43	288.43	288.43	269.06	269.06	269.06
6	286.83	286.83	286.83	269.05	269.05	269.05
7	285.23	285.23	285.23	269.05	269.05	269.05
8	283.63	283.63	283.63	269.04	269.04	269.04
9	282.00	282.00	282.00	269.04	269.04	269.04
10	280.34	280.34	280.34	269.03	269.03	269.03
11	278.63	278.63	278.63	269.03	269.03	269.03
12	276.86	276.86	276.86	269.02	269.02	269.02
13	275.03	275.03	275.03	269.02	269.02	269.02
14	273.11	273.11	273.11	269.01	269.01	269.01
15	271.11	271.11	271.11	269.01	269.01	269.01
16	269.00	269.00	269.00	269.00	269.00	269.00

Refoulement SP1 – R_{existant}

DESCRIPTION DE LA CONDUITE :

fichier profil en long [.PRF] : FAT
 longueur (m) : 2580.00
 clrit (m/s) : 500.00
 diamtre (mm) : 84.0
 P.Max.Adm (m) : 160

PARAMETRES DE LA SIMULATION

nombre de tronons 15
 ==> pas de temps (s) 0.34
 dure de la simulation (s) 30.00

DESCRIPTION DU REGIME HYDRAULIQUE :

Donnez les noeuds de l'amont vers l'aval (1 16)

S'il y a discontinuité de cote ou de dbit,
 n'oubliez pas de la dcrire

(le programme linarise les cotes entre deux noeuds)

Noeud 1 cote pizo face aval (m) 375.83
 dbit de 1 vers 16 (l/s) 0.20
 Noeud 16 cote pizo face amont (m) 375.72

DEFINITION DE LA PERTE DE CHARGE LINEAIRE DE LA CONDUITE :

D'après le dernier tronon dbit non nul que vous avez dcrit,
 la perte de charge linaire de la conduite est dfinie par :
 dbit (l/s) 0.20
 perte de charge (mm/m) 0.04

DESCRIPTION DE L'APPAREIL DE TYPE 1 AU NOEUD 1

Donnez ci dessous le dbit FACE APPAREIL en fonction du temps.
 Un dbit est > 0 s'il arrive au noeud,
 < 0 s'il part du noeud.

NOEUD A DEBIT IMPOSE

instant (s) 0.00
 dbit distribu (l/s) 0.20
 instant (s) 5.00
 dbit distribu (l/s) 2.28

DESCRIPTION DE L'APPAREIL DE TYPE 2 AU NOEUD 16
 RESERVOIR

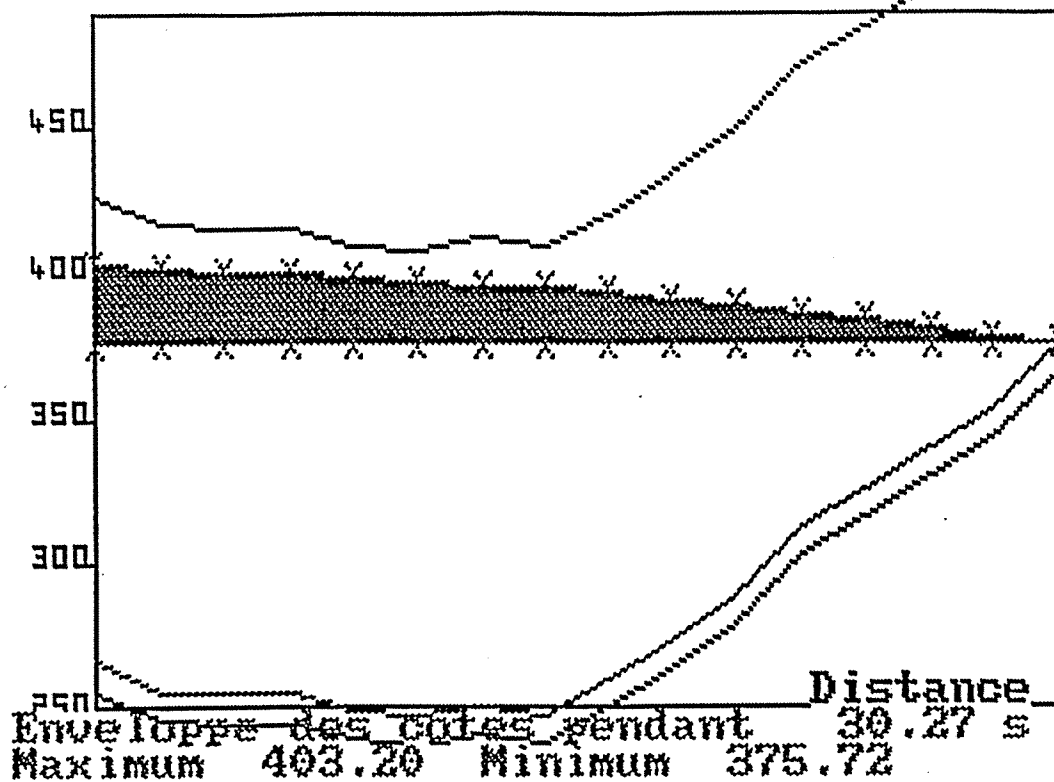
rappel : cote face conduite ==> 375.72
 cote du rservoir 375.72
 coefficients de perte de charge ...
 en vidange (/1) 0.00
 en remplissage (/1) 0.00

==> pertes de charge :

en vidange 0.00 m pour 0.20 l/s
 en remplissage 0.00 m pour 0.20 l/s

Refoulement SP2 – R

COMMANDE ——— LIGNE DE CAVITATION ———



... frapper une touche

ENVELOPPE DES COTES

obtenues lors des 30.00 premières secondes.

NOEUD	COTES ----> MAXIMUM			MINIMUM		
	face : amont	appareil	aval	amont	appareil	aval
1	403.20	403.20	403.20	375.83	375.83	375.83
2	401.92	401.92	401.92	375.82	375.82	375.82
3	400.66	400.66	400.66	375.82	375.82	375.82
4	399.43	399.43	399.43	375.81	375.81	375.81
5	398.21	398.21	398.21	375.80	375.80	375.80
6	397.02	397.02	397.02	375.79	375.79	375.79
7	395.85	395.85	395.85	375.79	375.79	375.79
8	394.70	394.70	394.70	375.78	375.78	375.78
9	393.08	393.08	393.08	375.77	375.77	375.77
10	390.65	390.65	390.65	375.76	375.76	375.76
11	388.28	388.28	388.28	375.76	375.76	375.76
12	385.92	385.92	385.92	375.75	375.75	375.75
13	383.52	383.52	383.52	375.74	375.74	375.74
14	381.05	381.05	381.05	375.73	375.73	375.73
15	378.46	378.46	378.46	375.73	375.73	375.73
16	375.72	375.72	375.72	375.72	375.72	375.72

Autre passage ? (o/n)

Refoulement SP2 – R

DESCRIPTION DE LA CONDUITE :

fichier profil en long [.PRF] : FAT
 longueur (m) : 2580.00
 clrit (m/s) : 500.00
 diamtre (mm) : 84.0
 P.Max.Adm (m) : 160

PARAMETRES DE LA SIMULATION

nombre de tronons 15
 ==> pas de temps (s) 0.34
 dure de la simulation (s) 30.00

DESCRIPTION DU REGIME HYDRAULIQUE :

Donnez les noeuds de l'amont vers l'aval (1 16)

S'il y a discontinuité de cote ou de dbit
 n'oubliez pas de la dcrit
 (le programme linarise les cotes entre deux noeud

Noeud 1 cote pizo face aval (m) 387.42
 dbit de 1 vers 16 (l/s) 2.28
 Noeud 16 cote pizo face amont (m) 375.72

DEFINITION DE LA PERTE DE CHARGE LINEAIRE DE LA CONDUITE :

D'aprs le dernier tronon dbit non nul que vous avez dcrit,
 la perte de charge linaire de la conduite est dfinie par :
 dbit (l/s) 2.28
 perte de charge (mm/m) 4.53

DESCRIPTION DE L'APPAREIL DE TYPE 1 AU NOEUD 1

Donnez ci dessous le dbit FACE APPAREIL en fonction du temps.
 Un dbit est > 0 s'il arrive au noeud,
 < 0 s'il part du noeud.

NOEUD A DEBIT IMPOSE

instant (s) 0.00
 dbit distribu (l/s) 2.28
 instant (s) 5.00
 dbit distribu (l/s) 0.00

DESCRIPTION DE L'APPAREIL DE TYPE 2 AU NOEUD 16
RESERVOIR

rappel : cote face conduite ==> 375.72
 cote du rservoir 375.72
 coefficients de perte de charge ...
 en vidange (/1) 0.00
 en remplissage (/1) 0.00

==> pertes de charge :

en vidange 0.00 m pour 2.28 l/s
 en remplissage 0.00 m pour 2.28 l/s

Refoulement SP2 – R

ANNEXE 1.1.2

Calculs hydrauliques de la conduite de refoulement
en régime transitoire