

Faculté des Sciences et Techniques de Fès



Département de Génie Industriel



LST de Génie Industriel

Projet de Fin d'Etudes :

Etude et Optimisation des frais énergétiques pour la station Ben sliman

Effectué à :

La Régie Autonome intercommunale de Distribution d'Eau et d'Electricité de Fès

Référence : 04/14GI

Préparé par : Sanae FAHD

Soutenu le 14 Juin 2014 devant le jury composé de :

- Pr. A. Chamat*
- Pr. L'H. Hamedi*
- Pr. A. Ennadi*
- Mr. Messoussi*

Remerciement

Je tiens à remercier M. Abdelhai Lahmimi chef de département eau et assainissement pour son acquis et la chance qui ma donner pour effectuer mon stage de fin d'étude au sein de la RADEEF.

Je tiens à remercier vivement M. Chamat et M. hamid pour leurs aides et conseils tout au long cette période.

Je présente mes remerciements, mon respect et ma gratitude aux membres de jury.

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE	5
Chapitre 1 :	6
1. Présentation	7
2. Organisation de la RADEEF	8
2.1. Conseil d'administration.....	8
2.2. Comité de direction	8
2.3. Comité d'audit	9
2.4. Organigramme de Direction	9
3. Les activités de la Régie	10
3.1. Activité Electricité	10
3.2. Activité Eau Potable	11
3.2.1. La qualité de l'eau	12
3.2.2. Ressources en eau	13
3.2.3. Laboratoire de contrôle de qualité	13
3.2.3.1. Rôle	13
3.2.3.2. Objectif	13
3.2.3.3. Activités	13
3.3. Activité Assainissement Liquide	14
4. Présentation du Département Eau et Assainissement	14
4.1. Division Exploitation	14
4.2. Division Travaux	15
4.3. Division Contrôle de la qualité d'eau	15
4.4. Division station de pompage	15
Chapitre 2	17
1. Présentation de la zone d'Etude	18
2. Topographie	18
3. Cahier de charge	18
3.1. Le But d'Etude.....	18
3.2. L'analyse fonctionnelle	19
3.2.1. Diagramme de Bête à cornes	19
3.2.2. Diagramme de Pieuvre	19
3.2.3. Diagramme IDEFO	20
3.2.4. Le Diagramme FAST.....	21
3.2.4.1 Fonction Technique.....	21
3.2.4.2 Lecture du FAST	21
4. Description du service Maintenance	22

4.1. Introduction	22
4.2 Différents types de maintenance	22
4.2.1. La maintenance préventive	22
4.2.2 La maintenance corrective	23
4.2.3 La maintenance systématique	23
4.2.4 La maintenance prédictive	23
4.3 Objectifs de la maintenance	24
4.4 Conclusion	24
4.5 Le service maintenance au sein de la RADEEF	25
4.5.1 Service Mesure et Entretien préventif des réseaux	25
4.5.2 Service entretien curatif des réseaux	25
4.5.3 Service conduite et maintenance.....	25
5. AMDEC de La station	26
5.1 Définition	26
5.2 Objectif de L'AMDEC	26
5.3 L'Etude de la station Ben Slimane	26
5.2.2 Classement des éléments critiques de la station	29
Chapitre 3	30
1. SITUATION EXISTANTE	31
1.1 Description de la situation actuelle en matière d'eau potabe.....	31
1.2. Mode de fonctionnement	31
1.3. Caractéristiques techniques	31
1.4. Description du mode de fonctionnement	32
2. Calcule de débit demandé par la population dhar lakhmiss.....	33
3. Calcule des frais énergétiques de la station actuelle	35
4 .Solutions pour réduire Les frais énergétiques	36
4.1. Solution N°1	36
4.2. Solution N°2	37
4.3. Solution N°3	37
4.4. Solution N°4	37
5. Conclusion.....	39
CONCLUSION GENERALE	40
Sitographie.....	41

INTRODUCTION GENERALE

Les stages pratiques constituent pour le stagiaire le meilleur moyen d'adaptation aux exigences des sociétés et des établissements en matière de qualification, ils permettent :

- La découverte du monde du travail,*
- L'adaptation à la vie d'une entreprise : horaire, encadrement et disciplines.*

Au cours de stage, j'ai pu avoir une fenêtre sur le monde de distribution d'eau et cela grâce au contact pratique réalisé au sein de la régie Autonome de distribution de l'Eau de l'Electricité. Elle est chargée d'assurer la gestion du réseau électrique, l'exploitation des captages et adductions d'eau appartenant à la ville et la distribution de l'eau et de l'électricité ainsi que la gestion du réseau d'assainissement liquide à l'intérieur de la ville de Fès.

Durant cette période de stage, mon travail portait sur l'étude et optimisation des frais énergétiques pour la station Ben Sliman.

Ce rapport s'articule autour de trois chapitres :

Premièrement je vais parler de la société où j'ai effectué mon stage « la RADEEF », son secteur d'activité, son organigramme et particulièrement le département eau et assainissement. Ensuite, je passerai à l'étude de la station Ben Sliman où j'ai donné une vision générale sur la station, son cahier de charge, et aussi j'ai calculée ses frais énergétiques. Et dernièrement, je vais terminer mon sujet par une optimisation des frais énergétiques par la proposition des quatre solutions.

Chapitre 1 :

***Présentation La Régie Autonome intercommunale de
Distribution d'Eau et d'Electricité de la wilaya de Fès.***

1. Présentation

La Régie Autonome intercommunale de Distribution d'Eau et d'Electricité de la wilaya de Fès (RADEEF) est un établissement public à caractère industriel et commercial, doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière, placé sous la tutelle du Ministère de l'Intérieur.

La RADEEF a été créée par délibération du conseil municipal de la ville de Fès en date du 30 avril et 29 août 1969 en vertu du Dahir n° 1.59.315 du 23 Juin 1960 relatif à l'Organisation communale, et ce après l'expiration du contrat de concession dont bénéficiait la Compagnie Fassie d'Electricité (CFE) au titre de la distribution de l'énergie électrique.

Par arrêté du 25 Décembre 1969, le Ministre de l'Intérieur a approuvé la délibération du conseil communal de la ville de Fès en date du 29 Août 1969 concernant la création de la RADEEF, fixant la dotation initiale établissant son règlement intérieur ainsi que son cahier des charges.

En Janvier 1970, la RADEEF s'est substituée, d'une part à la «Compagnie Fassie d'Electricité» pour la gestion du réseau électrique, et d'autre part à la ville de Fès pour la gestion du réseau d'eau potable.

La dotation en capital de la Régie, à sa création, fut constituée par l'apport initial auquel se sont ajoutés la valeur des installations, du matériel et du stock remis par la ville ainsi que les fonds détenus pour le compte de celle-ci par l'ancien concessionnaire.

Par la suite, la RADEEF a été transformée en Régie Intercommunale suite à l'arrêté du Ministre de l'Intérieur n°3211 du 02-10-1985 portant autorisation de créer le nouveau syndicat des communes pour la gestion du Service de l'Eau potable dans 19 communes.

La Régie est donc chargée d'assurer, à l'intérieur de son périmètre d'action, le service public de distribution d'eau et d'électricité, elle est également chargée de l'exploitation des captages et adductions d'eau appartenant à la ville.

A compter du 1er Janvier 1996, la RADEEF a été chargée de la gestion du réseau d'assainissement liquide de la ville de Fès en vertu de l'arrêté du Ministre de l'Intérieur n° 2806-95 du 3 Juin 1996 approuvant les délibérations du conseil de la Communauté Urbaine de Fès et des conseils communaux relevant de cette communauté, lesquelles délibérations ont chargé la RADEEF de la gestion du réseau d'assainissement liquide de la ville de Fès.

Par ailleurs, la RADEEF est assujettie au contrôle des finances de l'Etat en vertu du Dahir n° 1-03-195 du 11 Novembre 2003 portant promulgation de la loi N° 69-00 relative au contrôle financier de l'Etat sur les entreprises publiques et autre organismes.

Actuellement, la RADEEF assure la distribution de l'eau et de l'électricité ainsi que la gestion du réseau d'assainissement liquide à l'intérieur de la ville de Fès et de la commune Ain Chkef. Elle est en outre chargée de la distribution de l'eau potable dans les communes urbaines de Sefrou et Bhalil ainsi que dans les communes rurales suivantes : Bir Tam-Tam, Ras Tabouda, Sidi Harazem, Ain Timgnai, Ouled Tayeb, Douar Ait Taleb et Douar Ait El Kadi.

La régie comprend trois départements techniques : Département Eau, Département Electricité et Département Assainissement.

2. Organisation de la RADEEF :

2.1. Conseil d'administration

Le conseil d'administration de la RADEEF est présidé par le Wali de la Région Fès Boulemane et se compose des membres suivants :

- ❖ Huit conseillers communaux représentant les communes de Fès, Sefrou et Bhalil,*
- ❖ Le représentant du Ministère de l'Intérieur,*
- ❖ Le représentant du Ministère des Finances,*
- ❖ Le représentant du Ministère de l'Equipement,*
- ❖ Assistent à titre consultatif,*
- ❖ Le contrôleur d'état de la RADEEF,*
- ❖ L'ingénieur municipal de Fès,*
- ❖ Le directeur régional de l'ONE à Fès,*
- ❖ Le directeur régional de l'ONEP à Fès,*
- ❖ Le directeur régional de l'Energie et des Mines à Fès,*
- ❖ Le directeur de l'Agence urbaine de Fès,*
- ❖ Le directeur du Bassin Hydraulique du Sebou,*
- ❖ Le directeur général de la RADEEF,*
- ❖ Le trésorier payeur de la RADEEF.*

2.2 Comité de direction

Le comité de direction de la RADEEF se compose des membres suivants :

- ❖ Le secrétaire Général de la Wilaya de la région Fès Boulemane en sa qualité de président,*

- ❖ *Le représentant du Ministère de l'Intérieur,*
- ❖ *Trois conseillers communaux issus du conseil d'administration de la Régie.*

Assistent à titre consultatif :

- ✓ *Le contrôleur d'état de la RADEEF.*
- ✓ *L'ingénieur municipal de Fès.*
- ✓ *Le directeur général de la RADEEF.*

2.3. Comité d'audit

Le comité d'audit a été constitué le 15 Avril 2004. Il est composé du président du conseil communal de Fès en sa qualité de président du comité d'audit, du secrétaire général de la Wilaya de la région Fès Boulemane, du représentant du Ministère de l'Intérieur et du représentant du Ministère des Finances. Le directeur général de la régie assiste à titre consultatif.

2.4. Commission d'appel d'offre

La commission d'appel d'offres est présidée par le Directeur Général de la RADEEF en présence des membres suivants :

- ❖ *Un représentant du Ministère de l'Intérieur,*
- ❖ *Le Contrôleur d'Etat de la RADEEF,*
- ❖ *L'Ingénieur Municipal de Fès,*
- ❖ *Un représentant du service des marchés,*
- ❖ *Un représentant du service financier,*
- ❖ *Un représentant du service utilisateur.*

2.5. Organigramme de Direction

L'organigramme de la RADEEF est constitué comme suit : (voir figure1)

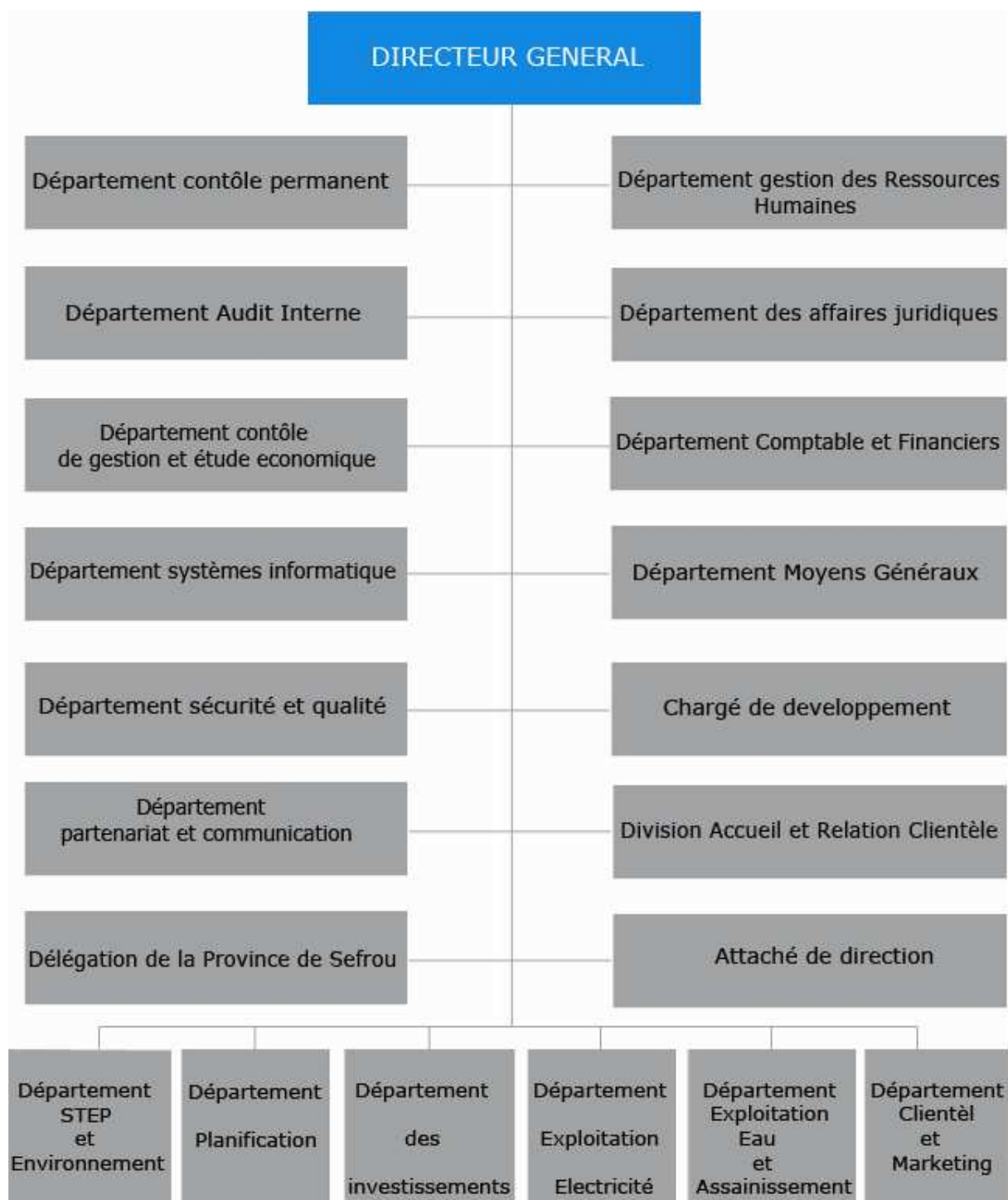


Figure 1 : Organigramme général de la RADEEF

3. Les activités de la Régie

3.1. Activité Electricité

La régie (RADEEF) assure la distribution de l'énergie électrique moyenne tension et basse tension à plus de 1.076.251 habitants répartis sur l'ensemble du territoire de la préfecture de Fès qui regroupe la commune urbaine de la ville partagée en arrondissements :

Agdal, Zouagha, Saiss, Médina, Jnanates, Mérinides, et les communes Ain Chkef et Mechoir. La zone d'action de la RADEEF en matière de distribution d'électricité est indiquée sur la carte, figure :



Figure 2 : Préfecture de Fès

3.2. Activité Eau Potable

La régie assure l'alimentation en eau potable pour une population dépassant les 1 .204 .000 personnes à l'intérieur des villes de FES, SEFROU, BHALIL, ainsi que des les communes rurales ; BIR TAM-TAM, RAS TABOUDA, SIDI HRAZEM, AIN TIMGNAI, OULAD TAIB, DOUAR AIT TALEB, et douar AIN ALQUADI. Les principaux ouvrages de distribution sont représentés au niveau de la carte, figure 3.

qui à travers son métier de captage, de traitement et de distribution d'eau potable desserve une eau propre à une population d'un million d'habitants.

3.2.2. Ressources en eau

L'alimentation en eau potable de la ville de FES et des centres sont gérés par la Régie est assurée à partir :

- ✓ Une production RADEEF : Forages et Sources (24% de la production totale),
- ✓ Une production ONEP : Forages et eau traitée de l'oued Sebou (76%),
- ✓ La Régie assure également l'alimentation en eau potable des villes et centres suivantes: SEFROU-BHALIL, SIDI HRAZEM, SKHINAT, RAS TBOUDA, BIR TAMTAM et TIMGANAY.

3.2.3. Laboratoire de contrôle de qualité

L'eau est une matière indispensable, mais très fragile et dangereuse quand sa qualité est altérée. Sa surveillance, sa protection et son traitement sont donc une nécessité absolue. C'est dans cet esprit que la Régie dispose d'un laboratoire bien équipé et très moderne pour le contrôle et la surveillance de la qualité de l'eau depuis 1976.

3.2.3.1. Rôle

Le rôle du Laboratoire est de veiller sur la qualité de l'eau livrée par la RADEEF aux consommateurs. Il assure la surveillance et la désinfection de l'eau potable sur l'ensemble du système de distribution.

3.2.3.2. Objectif

- ✓ Assurer le suivi de la qualité des eaux produites et distribuées la conformité à la norme marocaine relative à la qualité des eaux,
- ✓ Prévenir la dégradation de la qualité des eaux et surveiller la bonne chloration,
- ✓ Assurer le contrôle de l'hygiène de l'ensemble réseau,
- ✓ Assurer une prise de décision rapide en cas de danger.

3.2.3.3. Activités

Les activités du Laboratoire sont très diversifiées :

- ✓ Le contrôle de la qualité de l'eau potable est effectué sur l'ensemble du système de distribution : points de captage, réservoirs, réseau. Il s'accompagne par des prélèvements d'échantillons d'eau sur l'ensemble du système de distribution pour être analysés.
- ✓ Le contrôle des opérations de nettoyage et de désinfection des conduites neuves.

- ✓ La réalisation des enquêtes sur la qualité de l'eau à la suite des réclamations d'abonnés,
- ✓ Le lavage et la désinfection des réservoirs et points d'eau.

3.3. Activité Assainissement Liquide

En matière d'assainissement, la RADEEF intervient au niveau du territoire de la Commune urbaine de Fès et dans la zone Est nouvelle. Par ailleurs, la régie procède actuellement à l'équipement de la commune rurale d'Ouled Tayeb en réseau d'assainissement liquide, figure 4.

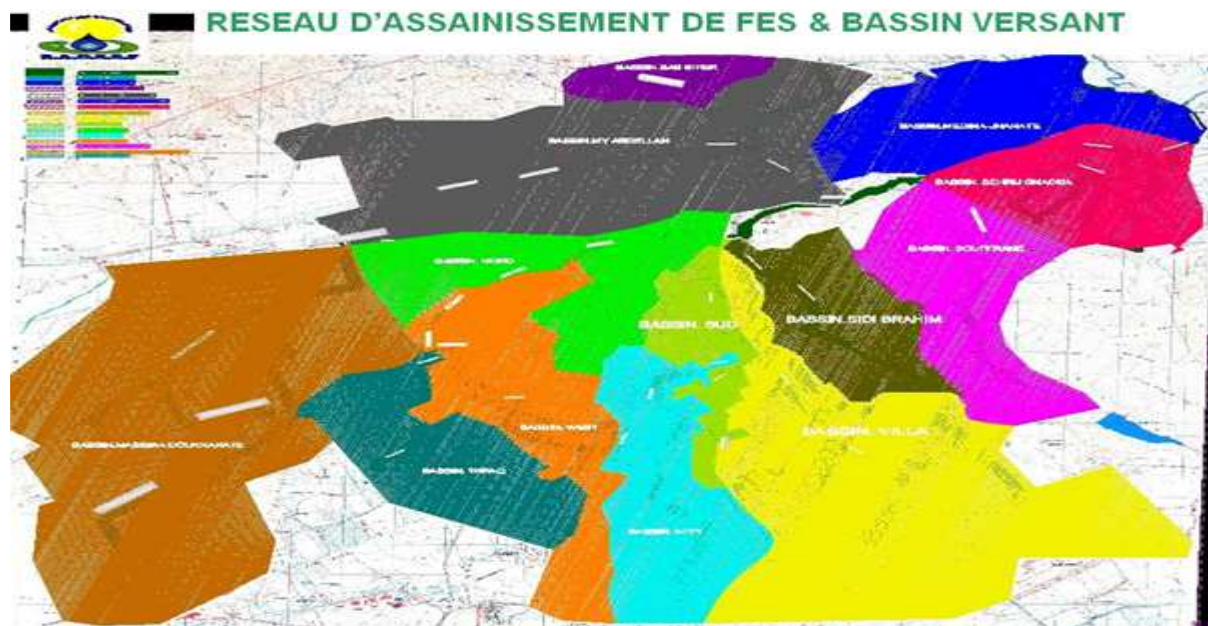


Figure 4 : Réseau d'assainissement de Fès.

4. Présentation du Département Eau et Assainissement

4.1. Division Exploitation

Le rôle principal de cette division se résume dans la gestion, l'entretien et la maintenance du réseau d'eau potable. Pour bien maîtriser son rôle la division est subdivisée en trois services, l'organigramme de la division se présent en figure 5 :

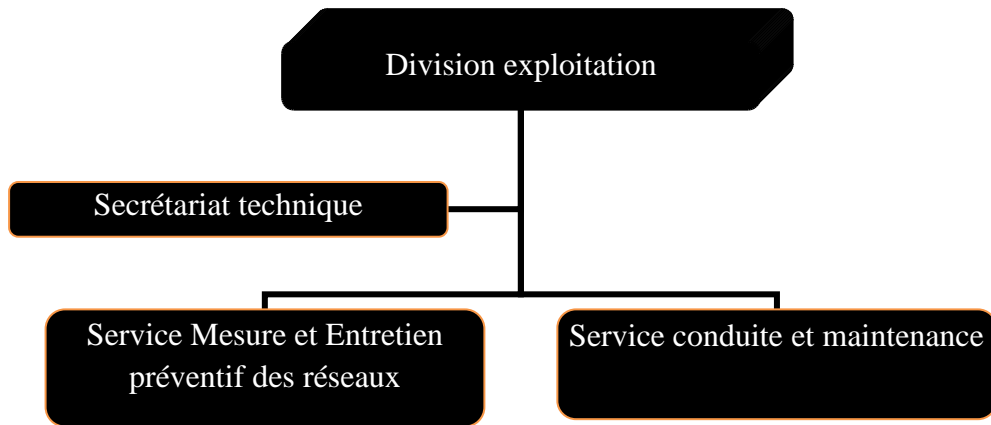


Figure 5 : Décomposition de la division exploitation

4.2. Division Travaux

La division travaux est chargée de tout ce qui concerne les travaux neufs qui sont tous sous-traités, sous forme de deux types de marchés, marché cadre et marché clé en main, figure 6.

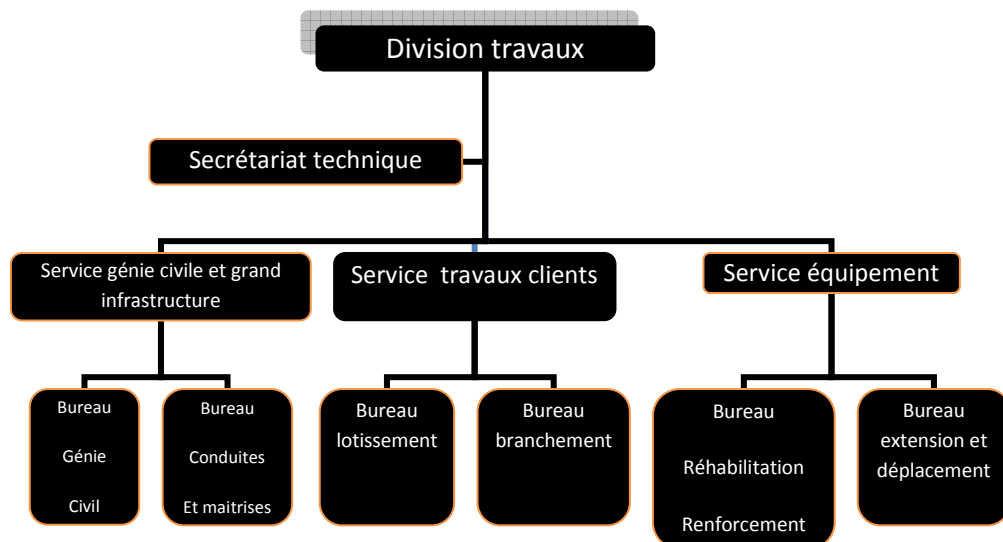


Figure 6 : Organigramme de la division Travaux

4.3. Division Contrôle de la qualité d'eau

La division est chargée de contrôler la qualité de l'eau des sources, des forages, ainsi que la qualité de l'eau vendue par l'ONEP à la RADEEF.

4.4. Division station de pompage

C'est la division responsable de la gestion et de suivi des huit stations de pompage qui sont structurées comme suit (voir figure 7) :

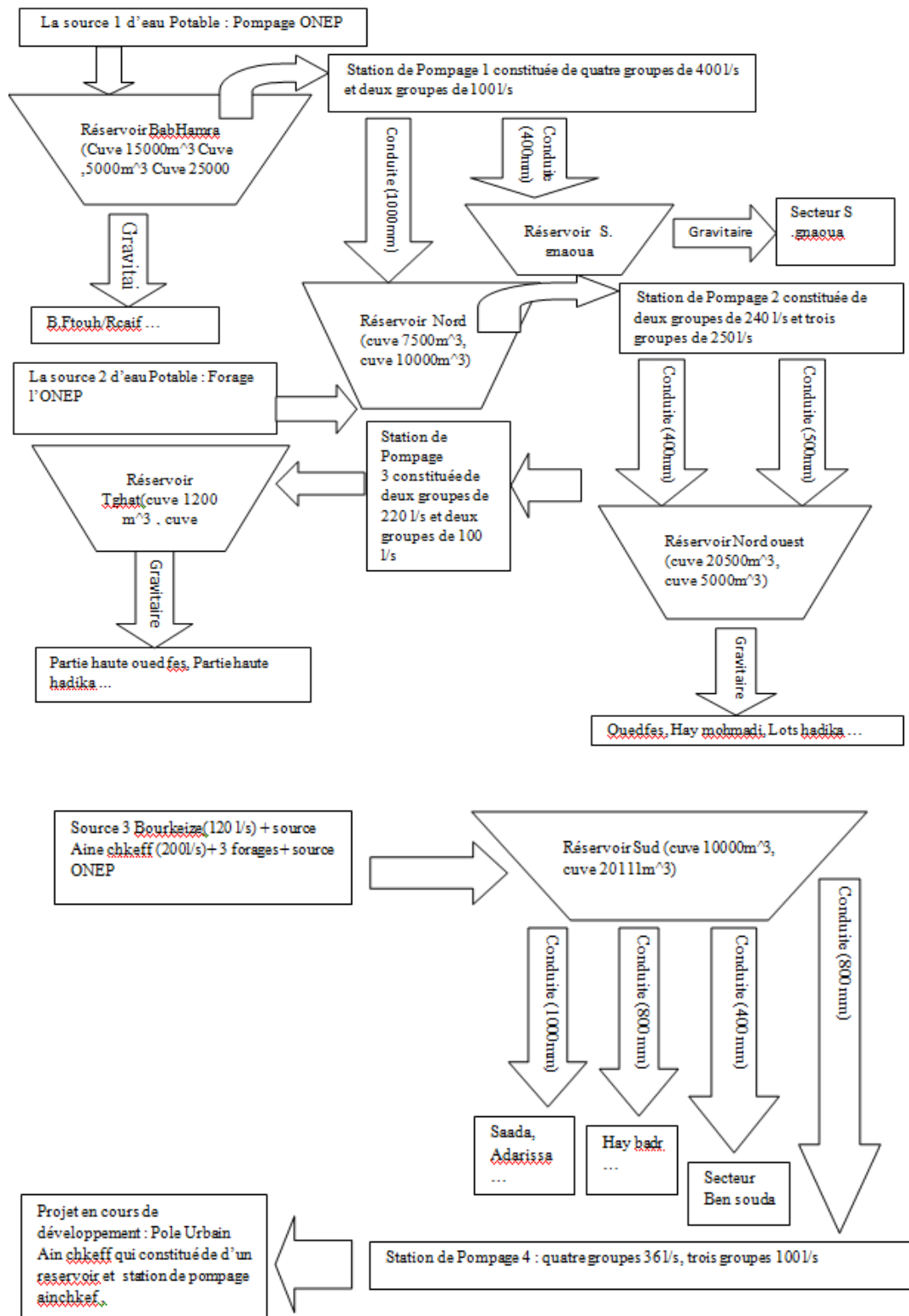


Figure 7 : structure des stations de pompage

Chapitre 2 :

Etude de la station Ben Sliman

1. Présentation de la zone d'Etude

La zone d'étude concerne principalement le quartier périphérique dhar lakhmiss qui fait partie de la commune urbaine mérinides de la wilaya de FES BOULMANE. Elle est limitée au nord par une ancienne carrière, à l'est par hay kaf el azba, à l'ouest par quartier l'habitat et au sud par la grande avenue longeant Al quaraouiyine.

Les coordonnées Lambert moyennes de l'aire d'étude sont : $X = 538,000$, $Y = 385,800$

La zone d'étude est d'une superficie de 20ha, figure 8. La zone d'étude

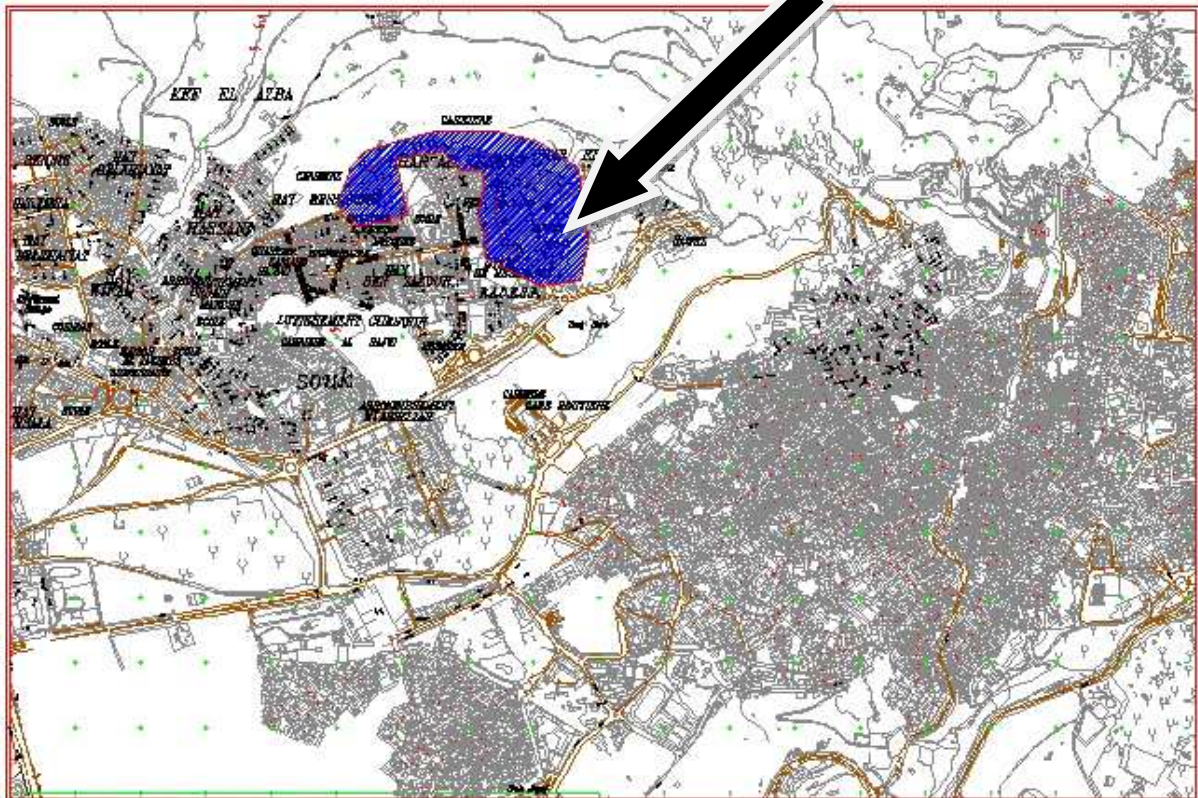


Figure 8 : la zone d'étude

2. Topographie

Les altitudes de la zone d'étude varient entre les cotes 472.00 m NGM et 431.00 m NGM, les pentes nord-sud et ouest-est, sont régulières et très accentuées et varient entre 6,5% et 1,8%.

3. Cahier de charge

3.1. Le But d'Etude

Cette étude s'est déroulée en suivant ces trois étapes : dans la première étape j'ai réalisé une analyse fonctionnelle afin de bien connaître les éléments et les fonctions de la station. Dans la deuxième étape j'ai décrit le service maintenance de la RADEEF et j'ai clôturé par la réalisation d'une étude AMDEC de la station pour connaître les composantes critiques.

3.2. L'analyse fonctionnelle

Pour pouvoir répondre aux mieux à l'analyse fonctionnelle des questions se pose alors :

A qui ce système rendra service ?

- Ce système rendra service à la population Dhar Alkhmiss qui sont non desservis par l'eau.

Pourquoi ce besoin existe-t-il ?

- Il permettra d'acheminer l'eau potable du réservoir nord-ouest avec une pression convenable.

3.2.1. Diagramme de Bête à cornes

La méthode APTE propose un outil graphique appelé bête à cornes qui permet une expression graphique du besoin en donnant la réponse aux questions suivantes, figure 9 :

- A qui le Produit rend-il service ?
- Sur quoi le Produit agit-il ?
- Dans quel but le Produit existe-t-il ?

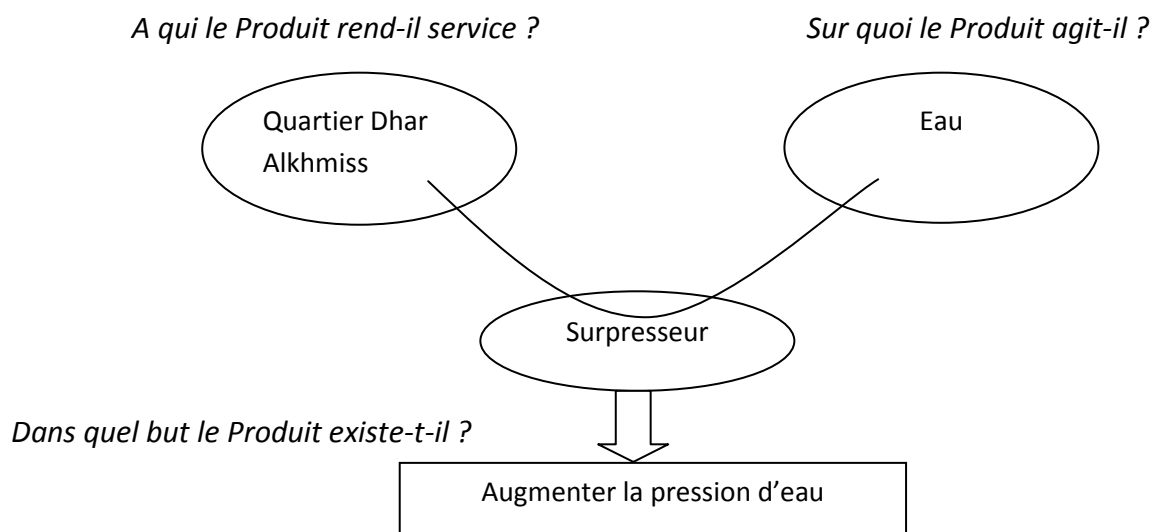


Figure 9 : diagramme de bête à cornes de suppresseur

Le suppresseur est un dispositif qui sert à augmenter la pression d'eau dans les canalisations.

3.2.2. Diagramme de Pieuvre

Ce diagramme est constitué du produit, au centre, et autour des éléments de son environnement (milieu extérieur). Il sert à l'expression de fonctions et aussi une représentation graphique du cahier de charges. Il permet également de bien identifier l'environnement d'évolution du système, de déterminer avec précision les relations entre ce

ystème et les éléments du milieu environnant et les relations entre couples d'éléments extérieurs, figure 10.

Le diagramme Pieuvre ne remplace pas un cahier de charges, il permet uniquement d'en représenter certains points avec une grande rapidité de compréhension.

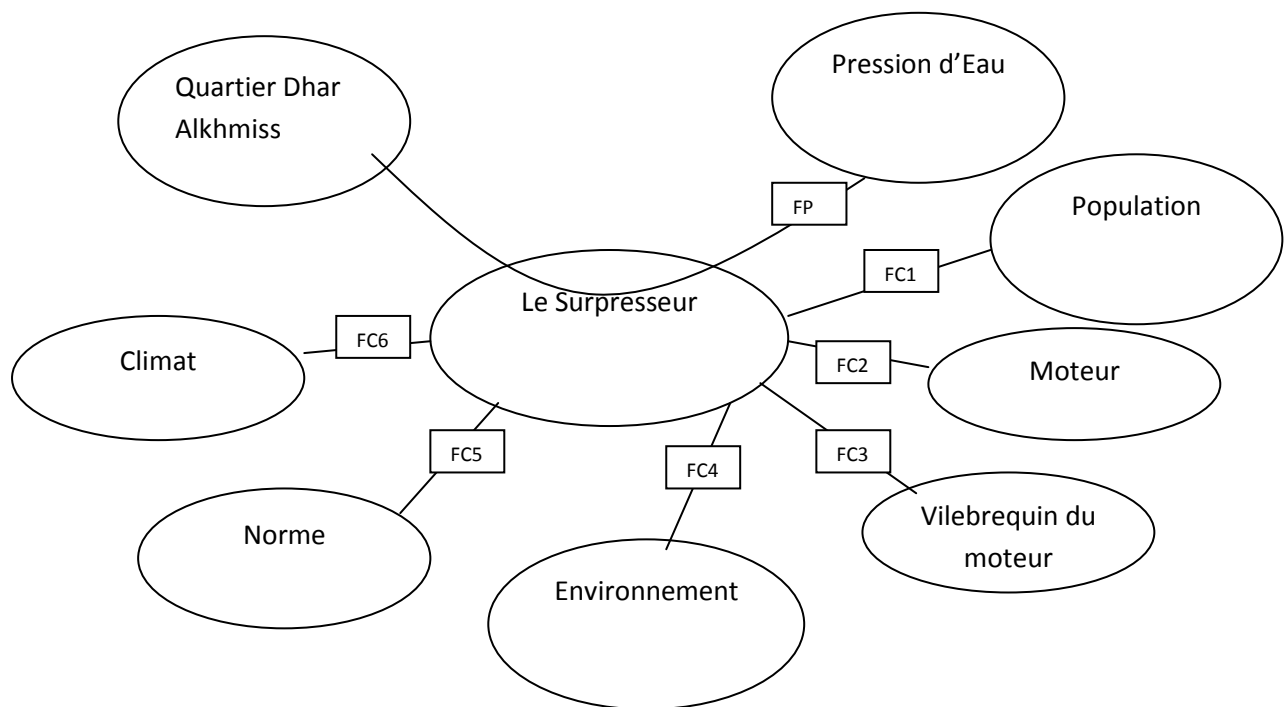


Figure 10 : diagramme pieuvre de surpresseur

FP : Permettre aux habitants de quartier Dhar Alkhmiss de s'approvisionner en eau avec une pression convenable.

FC1 : Etre capable d'acheminer cette eau à la population.

FC2 : fixer la pompe avec le moteur.

FC3 : Motoriser la pompe et respecter les limites de rotations.

FC4 : Résister aux milieux extérieurs.

FC5 : Respecter les normes et les législations en vigueur.

FC6 : Permettre le fonctionnement du système.

3.2.3. Diagramme IDEF0

IDEFO : Integration **D**efinition for **F**unction **M**odeling est un concept qui est défini dans plusieurs standards. IDEFO est le plus souvent utilisé pour la modélisation des processus de production et de service. Cette technique convient parfaitement pour la modélisation des activités et du flux des informations entre les activités. La modélisation du surpresseur par le diagramme IDEFO est représentée par la figure suivante :

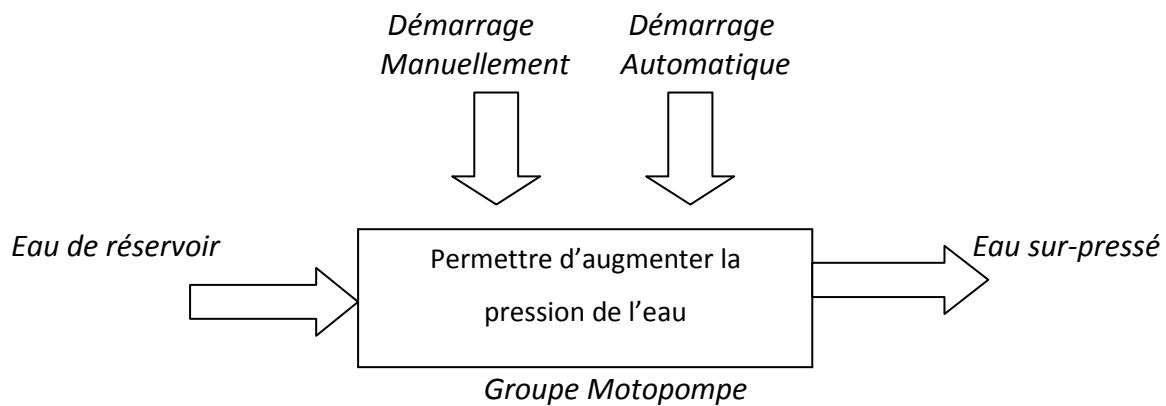


Figure11 : diagramme IDEF0 de surpresseur

3.2.4 Le Diagramme FAST

La méthode FAST présente une traduction rigoureuse de chacune des fonctions de service en fonctions techniques, puis matériellement en solutions constructives. Le diagramme FAST se construit de gauche à droite, dans une logique du pourquoi au comment. Grâce à sa culture technique et scientifique, l'ingénieur développe les fonctions de service du produit en fonctions techniques. Il choisit des solutions pour construire finalement le produit. Le FAST est un outil descriptif.

3.2.4.1 Fonction Technique

Une fonction Technique (F.T.) est une fonction contribuant à réaliser une fonction de service par un moyen technique.

3.2.4.2 Lecture du FAST

La méthode de lecture du diagramme FAST est :

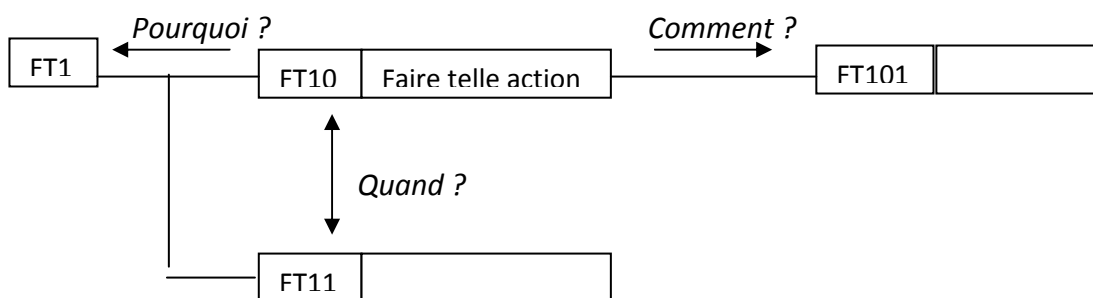


Figure 12 : Lecture du diagramme FAST

- Pourquoi FT10 existe-t-il ? → Pour réaliser FT1 (et seulement FT1)
- Comment FT10 est-elle réalisée ? → Grâce à FT101 (il peut y en avoir d'autres)
- Quand FT10 intervient-elle ? → En même temps que FT11.

On applique cette analyse sur le système de la station de surpresseur de Ben Slimane.

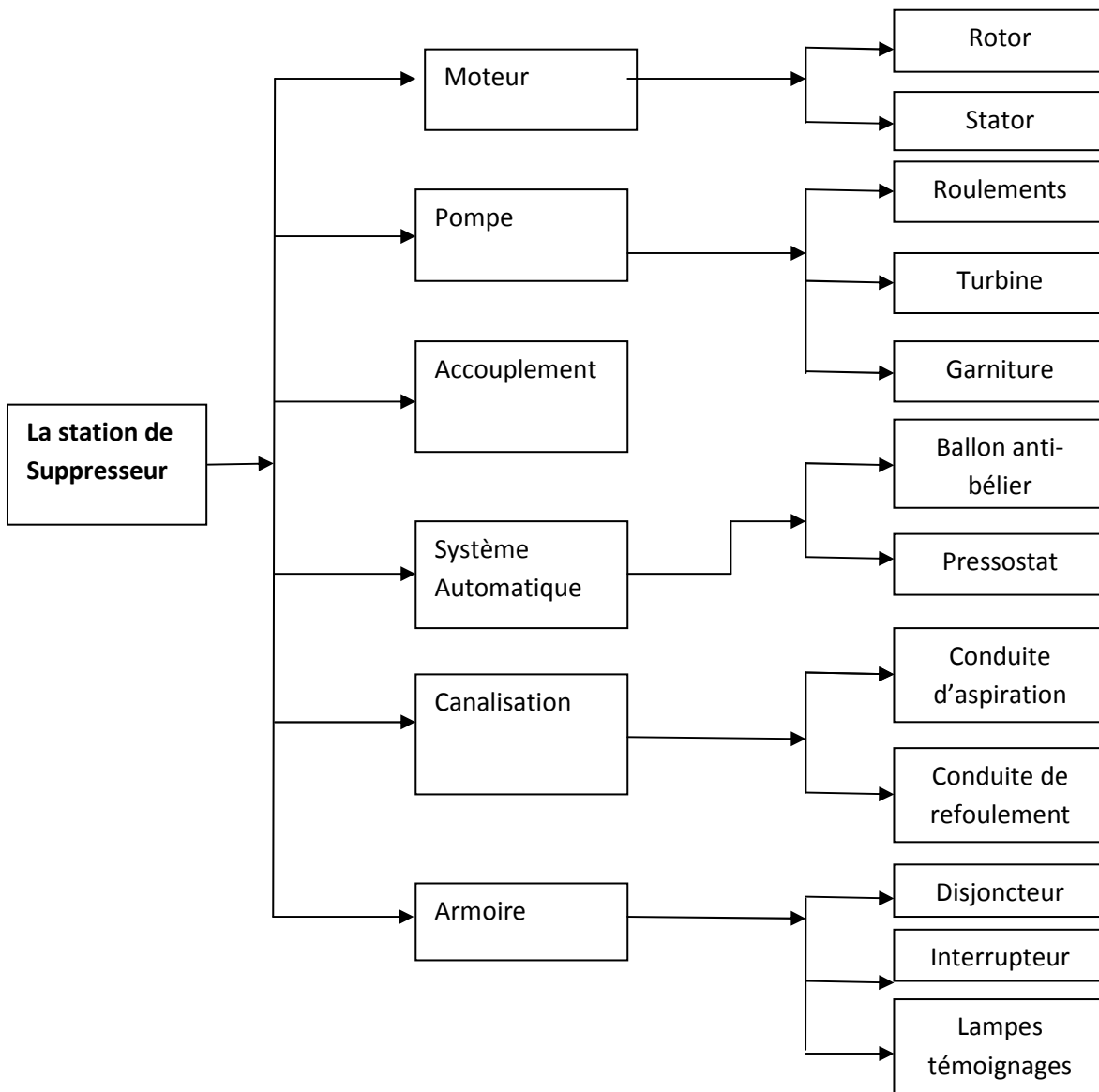


Figure 13 : diagramme fonctionnel de la station ben sliman

4. Description du service Maintenance

4.1 Introduction :

Le maintien des équipements de production est un enjeu clé pour la productivité des usines aussi bien pour la qualité des produits. L'objectif de cette partie est de définir la maintenance et les normes utilisées. On peut citer différents types de la maintenance utilisée dans l'industrie.

4.2 Différents types de maintenance

4.2.1. La maintenance préventive

Est une maintenance ayant pour objectif de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un bien ou d'un service rendu. Elle doit permettre d'éviter les défaillances des matériels en cours d'utilisation.

4.2.2 La maintenance corrective

Est une maintenance effectuée après la détection d'une panne, elle a pour objectif de remettre une entité d'un état défaillant à un état lui permettant d'accomplir une fonction requise ou peut être utilisée en complément d'une maintenance préventive pour l'élimination d'une avarie.

4.2.3 La maintenance systématique

Cette maintenance désigne des opérations systématiquement, soit selon un calendrier (à périodicité temporelle fixe), soit selon une périodicité d'usage (nombre d'heures de fonctionnement, nombre d'unités produites, nombre de mouvements effectués, etc.). Aucune intervention n'a lieu avant l'échéance déterminée à l'avance.

Parmi les avantages de cette maintenance :

- *Elle est facile à gérer, les périodes d'intervention étant fixes,*
- *Elle permet d'éviter les détériorations graves,*
- *Elle diminue les risques d'avarie imprévue.*

4.2.4 La maintenance prédictive

Selon la norme NF EN 13306 X 60-319, la maintenance prédictive est « une maintenance conditionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien ».

Son principe est le suivant : tout élément manifeste de signes de dégradation qui en annoncent la défaillance. Le tout est de savoir reconnaître ces signes précurseurs. Des appareils permettent de mesurer cette dégradation, laquelle peut être une variation de température, de vibration, de pression, de bruit, etc. ces dégradations peuvent donc être d'ordre physique, chimique, électrique ou autre. Les valeurs obtenues sont comparés à des valeurs de référence, dites seuil d'alarme.

Dans le but de d'identifier les composantes critiques de la station, on a utilisé la méthode suivante qui nous a permet de calculer la criticité :

On remplit pour chaque composante les cases correspondantes à a fréquence des pannes, la probabilité de la détection de ces pannes et la gravité sur le rendement de la station avec les poids correspondants, tableau 1 :

Niveau de cotation	1	2	3	4
Fréquence	Très faible : Taux d'aspiration moins d'une défaillance par ans	Faible taux d'apparition : $6\text{mois} \leq f \leq 1\text{ans}$	Moyen taux d'aspiration : $3\text{mois} \leq f \leq 6\text{mois}$	Taux d'aspiration élevé : Plusieurs défaillances par mois
Probabilité de Détection	Très faible : probabilité de ne pas détecter la défaillance	Faible probabilité de ne pas détecter la défaillance	Probabilité moyenne de ne pas détecter la défaillance	Probabilité élevée de ne pas détecter la défaillance
Gravité	Gravité mineure : Arrêt du groupe pendant une période inférieure à 2h	Gravité moyenne : Arrêt du groupe 2h à 8h	Gravité majeure : Arrêt du groupe 8h à 16h	Gravité catastrophique : Arrêt du groupe 16h à 24h

Tableau 1 : classification des indications de la criticité

Le produit de trois indicateurs cité ci-dessus (Fréquence, Probabilité de Détection, Gravité) permet le calcul de la criticité qui représente la probabilité d'occurrence d'une défaillance combiné à la gravité de ses conséquences.

4.3 Objectifs de la maintenance

Les objectifs que la maintenance réalise à travers son organisation, sa gestion et ses interventions, sont très nombreux. Ils peuvent toutefois être groupés en sept axes :

- La disponibilité ;
- L'économie ;
- La qualité ;
- La durabilité ;
- La sécurité ;
- La productivité ;
- La protection de l'environnement.

4.4 Conclusion

La maintenance est une source de productivité. Cette affirmation nécessite, pour être vérifiée, d'une part que l'on doit prévoir et ajuster la maintenance en fonction des performances envisagées et des critères d'évaluation que se fixe l'entreprise ; d'autre part

que ce travail doit être en permanence réajusté. En effet, un système technique se situe toujours dans un environnement en perpétuel changement. Il est par nature lui-même soumis à des évolutions de comportement de "vieillesse". Pour atteindre cet objectif, il est donc indispensable de revoir les moyens organisationnels et techniques ainsi que les moyens d'informations.

4.5 Le service maintenance au sein de la RADEEF

La division Exploitation, c'est une division qui se résume dans l'entretien et la maintenance du réseau d'eau potable. Elle est subdivisée en trois services :

4.5.1 Service Mesure et Entretien préventif des réseaux

L'objectif de ce service c'est d'augmenter le rendement du réseau par la diminution des fuites. Elle contient deux bureaux :

- *Bureau mesure : ce bureau a pour mission de contrôler le débit et la pression du grands conduites, pour cela le bureau pose des appareils MULTILOG sur les conduites. Cette appareil permet de mesurer le débit en fonction du temps et d'envoyer un message au bureau. Le logiciel WIN FLUIDE reçoit le message et calcul le débit MIN, MAX, MOY. L'analyse de ces données permet de localisé les fuites sur n'importe quel secteur s'il y en a.*
- *Bureau détection des fuites : son rôle est de détecté, localisé les fuites. Il utilise deux appareils : le Corrélateur (un appareil utilisé pour localisé une fuite sur une conduite entre deux vanne dont on pose le premier capteur sur la vanne 1 et le deuxième capteur sur la vanne 2, puisque la fuite émet des ondes, et par corrélation l'appareil donne la distance de la fuite par rapport aux capteurs) et la Hydrosol (l'utilisation de cette appareil c'est pour des fuites d'eau apparaitront sur une surface, le technicien la pose sur la surface et avec une écoute attentive avec déplacement il peut localiser la fuite, juste pour les conduites en pvc).*

4.5.2 Service entretien curatif des réseaux

Il a trois rôles principaux :

- *La réparation des fuites au niveau des branchements,*
- *La réparation des fuites au niveau des vannes,*
- *La réparation des fuites au niveau des conduites de diamètres inférieure a 90mm.*

4.5.3 Service conduite et maintenance

Il a pour but le Changement des compteurs, le changement des vannes (60 à 200) et la réparation des fuites au niveau des conduites pour tout le réseau.

5. AMDEC de La station

5.1 Définition

L'AMDEC (Analyse des modes des Défaillance de leurs Effets et de leurs Criticité) c'est un outil de sureté de fonctionnement et de gestion de la qualité.

5.2 Objectif de L'AMDEC

AMDEC a pour objectif, d'identifier les causes et les effets de l'échec potentiel d'un procédé ou d'un moyen de production et d'identifier les actions pouvant éliminer ou du moins réduire l'échec potentiel.

5.3 L'Etude de la station Ben Slimane

L'AMDEC vise à décomposer le groupe en trois parties principales :

- **Partie hydraulique** est constituée de la pompe.
- **Partie Mécaniques** est constituée de l'accouplement entre la pompe et le moteur, des deux conduites (aspiration et refoulement).
- **Partie Automatique** qui contient le pressostat et le ballon anti bélier.
- **Partie Electrique** qui contient le moteur et l'armoire.

L'étude de la station nous permet de calculer la criticité de chaque composant et de proposer une action correspondante, tableau 2.

Eléments	Fonction	mode de défaillance	mode de détection	Causes	effets	intervention	criticité			
							F	D	G	C
Pompe	assurer l'aspiration et le refoulement à haute pression de l'eau potable pour le distribué à la zone dhar alkmiss	-Cassure des roulements -bruit -Cavitation -D'défaut d'étanchéité	-Possible -auditif	-Fatigue -usure -bulle dans l'eau	-Manque de pression -Arrêt de distribution d'eau	-Changement de la pompe	1	3	2	6
Moteur	entraîner la rotation de la pompe	-usure ou cassure des paliers roulement -défaillance de phase -grillage d'enroulement	Après action de l'opérateur, vibration et auditif	Fatigue, vibration et climat	-Echauffement Blocage rotor -Arrêt et Fonctionnement moteur	-Changement de moteur -Changement des roulements	1	3	2	6
accouplement	assurer la liaison entre le moteur et la pompe	Cassure ou fissure de l'accouplement		-Choc -Surcharge -fatigue	-Mauvaise transmission mvt. -vibration -arrêt du groupe	Changement de l'accouplement	2	3	2	12
Conduite Refoulement	acheminer l'eau vers le réseau de la population	-Détérioration de conduite	-Fuite d'eau -augmentation de débit refoulé	-grande pression -fatigue -mauvaise état	-Absence d'eau au niveau des maisons -Manque de	-Nettoyage et entretien de conduite -Réparation de la	4	3	2	24

				d'eau	pression	conduite				
Conduite Aspiration	acheminer l'eau aspirée du réservoir	Détérioration de conduite	- Fuite d'eau -augmentation de débit aspiré	grande pression -fatigue -mauvaise état d'eau	-augmentation de production d'eau	-Nettoyage et entretien de conduite -Réparation ou changement de conduite	1	3	2	6
Pressostat	régler la pression min au démarrage et max à l'arrêt de pompe.	Cassure des contacts	-Visuelle -Auditif	surcharge	Fonctionnement de la pompe sans arrêt	Changement du pressostat	1	1	1	1
Ballon anti béliér	Reserve d'eau utilisé	-piquage du ballon	Visuelle	-Fatigue du ballon	-avoir une grande pression	Changement du ballon	2	1	1	2
Armoire	assurer l'alimentation, la commande et la protection de la station	-Défaillance contacteur -Défaillance relais -Défaillance interrupteur	-Détection possible	-Surintensité, Echauffement Et vibration	-Arrêt du groupe motopompe	-Changement des relais et/ ou contacteur -Changement interrupteur	3	3	1	9

Tableau 2 : Etude des défaillances des différents composants de la station.

5.2.2 Classement des éléments critiques de la station

Après avoir déterminé la criticité des composantes de la station Ben slimane, on adopte une valeur seuil de criticité 8. Les composantes dont la valeur de criticité dépasse le seuil sont classées dans le tableau 3, par ordre décroissant et son prioritaire pour un suivi, entretien et maintenance :

L'élément	criticité	Priorité de maintenance
Conduite de refoulement	24	3
Accouplement	12	2
Armoire	9	1

Tableau 3 : classement des éléments les plus critiques

Chapitre 3 :

**Optimisation des Frais énergétiques de la
station**

1. SITUATION EXISTANTE

1.1 Description de la situation actuelle en matière d'eau potable

Le quartier dhar lakhmiss est situé au Nord-ouest de la ville de fès, sa structure démographique a connue une expansion notable pendant les années 90, à cause de l'exode et de la prolifération des constructions clandestines des arrivistes. A noter qu'à partir de 1986, la zone était alimentée à partir du réservoir Tghat situé à environ 3 km de la zone d'étude. Mais avec la modification du tissu urbanistique de la zone, le service technique de la RADEEF a passé en mode sur-pressé en début des années 90. Alors qu'il était possible d'installer des stabilisateurs de pression sur la conduite de distribution chose qui n'as pas été faite. On peut noter donc que la structure actuelle de réseau (zone d'influence du réservoir Nord-ouest) d'eau potable du quartier fonctionne en mode sur-pressé moyennant une station de pompage comportant quatre motopompes dont le mode de fonctionnement et les caractéristiques techniques sont comme suit :

1.2. Mode de fonctionnement

- Deux motopompes (1) & (2) d'un débit de : 10 l/s chacun (fonctionnement automatique) ;
- Deux motopompes (3) & (4) d'un débit de : 25 l/s chacun (fonctionnement manuelle).

1.3. Caractéristiques techniques



Figure 14 : les groupes motopompes

Pompes numéro 1 et 2 :	Pompes numéro 3 et 4
Marque : Guinard	
Débit: 10 L/s	Débit: 25 L/s
HMT : 60m	HMT : 80m
Caractéristique du moteur	
Puissance : 7.5 kw	Puissance : 33 kw

<i>Tension d'alim : 400/690 V</i>	<i>Tension d'alim : 380/420 V</i>
<i>Vitesse : 2900 tr/min</i>	<i>Vitesse : 2950 tr/min</i>

Tableau 4 : Caractéristiques techniques des 4 groupes motopompes

1.4. Description du mode de fonctionnement

<i>Date</i>	<i>Groupe 1</i>		<i>Groupe 2</i>		<i>Groupe 3</i>		<i>Groupe 4</i>	
	<i>démarrage</i>	<i>Arrêt</i>	<i>Démarrage</i>	<i>Arrêt</i>	<i>démarrage</i>	<i>Arrêt</i>	<i>Démarrage</i>	<i>Arrêt</i>
<i>09/05</i>	<i>07h 17h</i>	<i>09h Auto</i>	<i>07h 17h</i>	<i>09h 01h</i>			<i>09h</i>	<i>17h</i>
<i>10/05</i>	<i>07h 17h45m</i>	<i>10h30m 01h</i>	<i>07h 17h45m</i>	<i>10h30m Auto</i>	<i>10h30m</i>	<i>17h45m</i>		
<i>11/05</i>	<i>07h 16h</i>	<i>09h30m 01h</i>	<i>07h 16h</i>	<i>09h30m Auto</i>	<i>09h30m</i>	<i>16h</i>		

Tableau 5 : les horaires de fonctionnement des groupes

(Source Division Station de Pompage RADEEF)

Du fait qu'une pompe ne puisse pas fonctionner sans arrêt 24h/24h. La station de pompage de dhar lakhmiss (Ben Slimane) est donc constituée de 4 pompes, afin de pouvoir les faire fonctionner par alternance.

Comme on peut le constater, d'après tableau 5, la station de pompage fonction en mode combiné. Les petites pompes fonctionnent simultanément de façon automatique à partir du 07h jusqu'à 09h du matin. A ce moment l'opérateur intervient et démarre une des grandes pompes en vue de compenser la demande en eau qui augmente. Ceci déclenche l'arrêt d'une des petites pompes.

La grande pompe démarrée manuellement fonctionne jusqu'au 17h, à partir duquel la petite pompe reprend son fonctionnement automatique jusqu'à 01 h du matin, (puisque la demande diminue).

Remarque.:

On peut noter que ce mode de fonctionnement présente l'inconvénient de priver la population de l'eau en heure de pointe en cas d'absence de l'agent exploitant en cas de forces majeures.

Recommandations.:

D'où la nécessité de trouver une solution alternative pour assurer une desserte permanente de la population soit en automatisant entièrement la station de pompage ou en adoptant une alimentation gravitaire via la construction d'un château d'eau à une côte

adéquate en se servant de la station actuelle pour remplir ce château et la réutiliser en cas d'intervention et d'entretien éventuel sur celui-ci.

2. Calcule de débit demandé par la population dhar lakhmiss

Pour estimer la consommation du secteur d'étude, on a réalisé une campagne de mesure de débit sur une journée, en installant un débitmètre sur la conduite de refoulement DN150 le 20/05/2014, dont le résultat des enregistrements est le suivant :

Pour les heures normales :

Temps	débit (l/s)	débit (m ³ /s)			
07:00:00	16.4	0.0164	14:30:00	19.7	0,0197
07:15:00	19.5	0,0164	14:45:00	19	0,019
07:30:00	18.5	0,0195	15:00:00	19.7	0,0197
07:45:00	17.4	0,0174	15:15:00	19.8	0,0198
08:00:00	17.6	0,0176	15:30:00	19.4	0,019.4
08:15:00	17.8	0,0178	15:45:00	20.8	0,0208
08:30:00	20.1	0,0201	16:00:00	19.2	0,0192
08:45:00	20.2	0,0202	16:15:00	19.1	0,0191
09:00:00	20.1	0,0201	16:30:00	14.6	0,014.6
09:15:00	21	0,021	16:45:00	19.1	0,0191
09:30:00	21.2	0,0212	17:00:00	14.4	0,0144
09:45:00	21	0,021	17:15:00	18.3	0,0183
10:00:00	20.2	0,0202	17:30:00	14.5	0,0145
10:15:00	20.7	0,0207	17:45:00	13.1	0,0131
10:30:00	22.5	0,0225	18:00:00	12.2	0,0122
10:45:00	23.2	0,0232			
11:00:00	26.0	0,0260			
11:15:00	26.1	0,0261			
11:30:00	25.7	0,0257			
11:45:00	27	0,027			
12:00:00	26.3	0,0263			
12:15:00	27.6	0,0276			
12:30:00	27.6	0,0276			
12:45:00	27.6	0,0276			
13:00:00	25.2	0,0252			
13:15:00	25.2	0,0252			
13:30:00	23.5	0,0235			
13:45:00	23.3	0,0233			
14:00:00	20	0,020			
14:15:00	19.9	0,0199			

Tableau 6 : le débit des heures normales

D'après le bilan de pompage, tableau 6, on peut déduire que :

- La consommation moyenne pendant les heures normales (07h à 18h) est de l'ordre de : 19.45 l/s.
- La consommation en pointe horaire (12h à 13h) atteint : 27,6 l/s.
- Pour les heures de pointe

Temps (h :m :s)	Débit (l/s)	Débit (m ³ /s)
18:00:00	13.1	0,0131
18:15:00	12.2	0,0122
18:30:00	11.6	0,0116
18:45:00	13.6	0,0136
19:00:00	18.7	0,0187
19:15:00	18.4	0,0184
19:30:00	18.7	0,0187
19:45:00	17.7	0,0177
20:00:00	18.6	0,0186
20:15:00	19	0,019
20:30:00	18.2	0,0182
20:45:00	18.3	0,0183
21:00:00	19	0,019
21:15:00	18.9	0,0189
21:30:00	18.9	0,0189
21:45:00	18.7	0,0187
22:00:00	14.2	0,0142
22:15:00	11	0,011
22:30:00	12.7	0,0127
22:45:00	13	0,013
23:00:00	12.3	0,0123

Tableau 7 : le débit des heures de pointe

D'après le bilan de pompage, tableau 7, on peut déduire que :

- La consommation moyenne pendant les heures de pointe (18h à 23h) est de l'ordre de : 16.03 l/s.
- La consommation en pointe horaire (20h à 21h) atteint : 19 l/s.

Pour les heures creuses

Temps (h :m :s)	débit (l/s)	débit (m ³ /s)
23:00:00	12.3	0,0123
23:15:00	12	0,012
23:30:00	11.9	0,0119
23:45:00	11	0,011
00:00:00	10.3	0,0103

00:15:00	9.9	0,0099
00:30:00	9.6	0,0096
00:45:00	9.2	0,0092
01:00:00	9.4	0,0094
01:15:00	9.6	0,0096
01:30:00	9.6	0,0096
01:45:00	9.4	0,0094
02:00:00	9.4	0,0094
02:15:00	9.2	0,0092
02:30:00	9.3	0,0093
02:45:00	9.6	0,0096
03:00:00	10.7	0,0107
03:15:00	11.0	0,0110
03:30:00	9.0	0,0090
03:45:00	9.3	0,0093
04:00:00	9.6	0,0096
04:15:00	9.5	0,0095
04:30:00	9.7	0,0097
04:45:00	10.0	0,0100
05:00:00	10.3	0,0103
05:15:00	10.5	0,0105
05:30:00	10.9	0,0109
05:45:00	11.5	0,0115
06:00:00	11.7	0,0117
06:15:00	12.8	0,0128
06:30:00	12.9	0,0129
06:45:00	12.9	0,0129
07:00:00	16.4	0,0164

Tableau 8 : le débit des heures creuses

D'après le bilan de pompage, tableau 8, on peut déduire que :

- La consommation moyenne pendant les heures creuses (23h à 07h) est de l'ordre de : 11,22 l/s.
- La consommation en pointe horaire (06h à 07h) atteint : 13 l/s.

Observation :

Le débit nocturne est très important, ce qui laisse supposé qu'il y'a des fuites au niveau des conduites.

3. Calcule des frais énergétiques de la station actuelle :

Les heures	la période	l'intervalle des heures	Tarif Moyen Tension (Dh)
Heures Normales	du mois 4 au mois 9	de 7h à 18h	0,70623
Heures Normales	du mois 10 au mois 12	de 7h à 17h	0,70623
Heures de pointes	du mois 4 au mois 9	de 18h à 23h	1,07588
Heures de pointes	du mois 10 au mois 12	de 17h à 22h	1,07588
Heures Creuses	du mois 4 au mois 9	de 23h à 7h	0,45957
Heures Creuses	du mois 10 au mois 12	de 22h à 7h	0,45957

Tableau 9 : les tarifs de consommation d'énergie

A l'aide de tableau 9 et le tableau de fonctionnement des pompes, on obtient le bilan des frais énergétiques suivant :

De 07h à 09h : fonctionnement de deux pompes de puissance 7.5Kw

De 09h à 17h : fonctionnement d'une pompe de puissance 33Kw

De 17h à 18h : fonctionnement de deux pompes de puissance 7.5Kw

- Donc les frais énergétiques de la station pendant les heures normales sont égales $[(2*7.5) + (2*7.5) + (33*8) + (2*7.5)]*0.706230 = 218.23Dh$

De 18h à 23h : fonctionnement de deux pompes de puissance 7.5Kw

- Donc les frais énergétiques de la station pendant les heures de pointe sont égales $[(5*7.5) + (5*7.5)]*1.075880 = 80.691Dh$

De 23h à 01h : fonctionnement de deux pompes de puissance 7.5Kw

De 01h à 07h : fonctionnement d'une pompe de puissance 7.5Kw

- Donc les frais énergétiques de la station pendant les heures creuses sont égales $[(2*7.5) + (2*7.5) + (6*7.5)]*0.459570 = 34.47Dh$

Donc :

Les frais énergétiques journaliers de la station sont : $218.23+80.691+34.47 = 333.4Dh$

Les frais énergétiques annuels de la station sont : $333.41Dh*365 = 121691Dh$.

4 .Solutions pour réduire Les frais énergétiques

4.1. Solution N°1

Normalement pendant les heures creuses la consommation est presque faible (environ 3l/s) ce qui exige un fonctionnement d'une seule pompe de 10 l/s. Par contre dans le cas existant, on trouve qu'entre 23h à 00h et de 05h à 07h, le débit demandé dépasse 10 l/s ce qui exige un fonctionnement des deux pompes (dans ce cas la puissance sera de 15Kw).

Donc, il y a une perte de débit de 8 l/s c'est pour cela il est nécessaire de faire une campagne d'entretien et de maintenance des conduites de refoulement dans les plus brefs délais afin d'éviter ces pertes :

- *Ce qui réduit les frais énergétiques journaliers de 333.40Dh à 318.36 Dh.*
- *Et les frais énergétiques annuel de 121691Dh à 116200.91Dh*

4.2. Solution N°2

Passer en mode gravitaire c'est-à-dire reprise de l'alimentation à partir du réservoir Tghat dont la cote radier est : 520,00 NGM avec installation de stabilisateurs de pression sur la conduite de distribution aux endroits appropriés.

- *Ce qui réduit les frais énergétiques de 121691Dh à zéro Dh.*

4.3. Solution N°3

On a pu noter que la consommation en pointe horaire atteint : 27.6 l/s, ce qui nous a mené à pensé de changer une des grandes pompes (Puissance = 33 Kw) par une petite semblable à celles déjà existantes (Puissance = 7,5 Kw) ; ce qui nous permet de réaliser une économie d'énergie de : 18 Kw par heure de fonctionnement pendant les heures normales.

- *Ce qui réduit les frais énergétiques journaliers de 333.4Dh à 190.31Dh.*
- *Et les frais énergétiques annuel de 121691Dh à 69463.15Dh.*

4.4. Solution N°4

Construction d'un réservoir :

Comme on a pu observé, la station actuelle fonctionne 24h/24h c'est-à-dire la consommation d'énergie pendant une journée passe par les trois périodes (Période où les tarifs de la consommation d'énergie sont grands (de 18h à 23h), Période où les tarifs de la consommation d'énergie sont moyens (de 7h à 18h) et Période où les tarifs de la consommation d'énergie sont faibles (de 23h à 7h)).

Ce qui laisse penser de construire à la partie haute de la zone Dhar Lakhmiss un réservoir qui sera rempli par pompage en heure creuse via la station de pompage actuelle. Ajoutons à ca qu'il ya une deuxième possibilité de la mise en marche de la station et c'est pendant les deux dernières heures normales ; (ie : ce réservoir va être rempli pendant les heures creuses où les tarifs de la consommation d'énergie sont faibles alors que pendant les heures de pointe la station sera arrêtée).

Pour réaliser ce projet nous aurons besoin de déterminer les équipements nécessaires qui sont :

- *Réservoir.*
- *Chambre des vannes.*
- *Deux conduites principales (de refoulement et d'aspiration).*

Dimensionnement de réservoir :

D'après le bilan de pompage envisagé (ci-joint), pompage uniquement en heures creuses et deux heures normales, la capacité du futur réservoir doit être de : 1121 m³, figure15.

Dimensionnement des conduites :

On a : $Q=V*S$

Avec (S : la section de la conduite. V la vitesse de l'écoulement d'eau et Q le débit).

Dans notre cas on a $V = 1.5$ m/s. $Q= 27.2$ l/s.

Donc $D = \text{sqrt} ((Q*4)/(V* \pi))$ et après une application numérique on obtient :

$$D = 0.15\text{m}=151.95\text{mm}.$$

On déduit que le diamètre des conduites d'aspiration et de refoulement est égale 152mm.

Coût financier du Projet :

Après une discussion avec une équipe d'étude, nous avons estimé le coût des équipements :

Pour le Réservoir et l'équipement de la chambre des vannes plus l'achat de terrain :
3.000.000Dh

Pour les deux conduites : 1.000.000Dh

Ce qui donne un coût d'investissement est égal 5.000.000Dh

Calcul des nouveaux frais énergétiques

Pendant les huit heures creuses et les deux heures normales les trois pompes seront démarrées c'est-à-dire nous auront un débit de 45 l/s et une puissance de 48Kw

- Ce qui réduit les frais énergétiques journaliers de 328.30Dh à 244.27Dh.
- Et les frais énergétiques annuel de 119828.90Dh à 89159.63Dh.

5. Conclusion :

D'après les résultats d'analyse et scénario ci-dessus, nous recommandons vivement d'adopter la solution N°2 à savoir la reprise de l'alimentation de la zone à partir du réservoir TGHAT avec installation de stabilisateurs de pression Avals.

CONCLUSION GENERALE

Pendant ce stage au sein de la RADEEF, premièrement j'avais l'occasion de voir les taches des cinq divisions de département eau et assainissement qui sont : Division exploitation assainissement, division exploitation eau, division comptage, mesures et recherche des fuites, division contrôle qualité des eaux et division station de pompage et de relevage. Cette dernière est le responsable de gestion et de suivis des sept stations de pompage.

Parmi ces stations il ya la station Ben slimane sur laquelle j'ai réalisé une Etude où j'ai déterminé un cahier de charge qui comprend l'analyse fonctionnelle de la station, le diagramme de bête à corne, le diagramme pieuvre, le diagramme IDEFO et le diagramme FAST afin de déterminer toutes les éléments de la station et j'ai clôturé cette partie par la réalisation d'une étude AMDEC pour connaitre les composantes les plus critiques de la station Ben slimane qu'ils sont les conduites de refoulement, l'accouplement qui relie la pompe avec le moteur ainsi que l'armoire Electrique.

Dans la deuxième partie j'ai terminé mon sujet par une optimisation des frais énergétiques de la station par la proposition des quatre solutions : la première c'est de faire une compagne d'entretien et de maintenance des conduites afin d'éliminer les pertes nocturnes, ce qui réduit les frais énergétiques annuels par 5491Dh. La deuxième est de remplacer une des deux grandes pompes par une autre petite semblable à celle déjà existante ce qui réduit les frais énergétiques annuels par 52228Dh. La troisième est d'installer un réservoir à la partie haute de la zone afin de le remplir pendant les heures creuses où les prix de consommations est moins chères ce qui réduit les frais énergétiques annuels par 30669Dh et la dernière solution c'est de passer en mode gravitaire par la reprise de l'alimentation à partir du réservoir Tghat avec une installation des stabilisateurs de pression c'est la solution la plus efficace car elle va réduire les frais énergétiques à 0Dh.

Sitographie

<http://www.radeef.ma/Accueil/Pr%C3%A9sentationetactivit%C3%A9s/Pr%C3%A9sentation/Pr%C3%A9sentationq%C3%A9n%C3%A9rale.aspx>

<http://www.radeef.ma/Accueil/Pr%C3%A9sentationetactivit%C3%A9s/Pr%C3%A9sentation/OrganisationdelARADEF.aspx>

<http://www.radeef.ma/Accueil/Pr%C3%A9sentationetactivit%C3%A9s/Activit%C3%A9s/Activit%C3%A9lectricit%C3%A9.aspx>