

I. Description générale de la pompe de charge centrifuge verticale 07 PM 0011 B

I.1. Rôle et Position de l'équipement dans le procédé

Les pompes de charge se situent au niveau des zones 07 ,27 et 37 « respectivement zone des sphères de stockage de la charge GPL phase I ,II et III», elles sont de nombre (14), dont sept (07) pour la phase I (07-PM-0011 A/B/C/D/E/F/G) et trois (03) pour la phase « II» «27-PM-0011A/B/C» et quatre (4) pour la phase «III» «37-PM-0011A/B/C /D» en disposition parallèle, une telle disposition a l'avantage d'augmenter le débit de refoulement final.

Les pompes de charge ont un entraînement électrique, c'est-à-dire entraînées par des moteurs électriques type vertical.

Les pompes 07-PM-0011A/B/C/D/E/F/ aspirent la charge GPL stockée dans seize (16) sphères de charge au moyen d'un collecteur commun d'aspiration de 20 pouces (ligne 20'') pour être refoulée dans un autre collecteur commun de refoulement de 16 pouces (ligne 16''). Ce dernier dirige la charge GPL vers la zone de process (Les quatre trains de la phase I). (Figure 24)

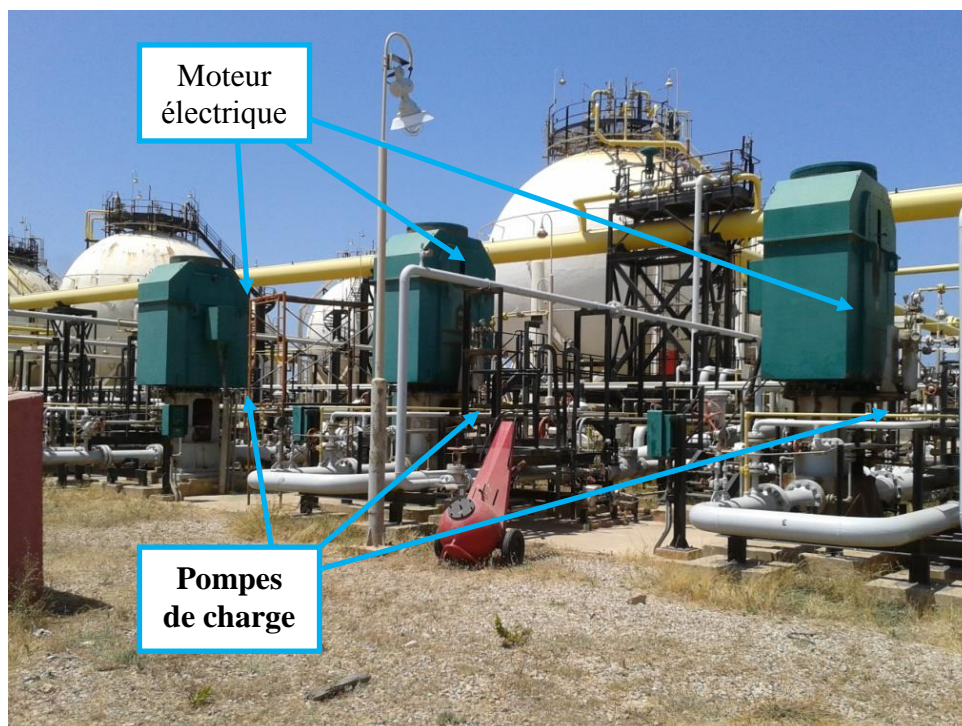


Figure 24 : Position et rôle des pompes 07 PM 00011A/B/C

I.2. Caractéristiques de conception

Les pompes de charge 07 PM 00011A/B/C/D/E/F sont de construction SHIN NIPPON, centrifuges à axe vertical, une telle disposition a l'avantage d'utiliser une place réduite en plan, de disposer les équipements mécaniques et électriques à un niveau supérieur, ainsi de faciliter l'aspiration de la pompe.

Nombre d'étages	10
Pression d'aspiration	7 (bar)
Pression de refoulement	35 (bar)
Température	45 (°C)
Type de tuyère d'aspiration :	Bridée
Type de tuyère de refoulement :	Bridée
Diamètre de la tuyère d'aspiration	10 (pouce)
Diamètre de la tuyère de refoulement	08 (pouce)
Type	Ferme,
Diamètre d'impulseur	429.440 (mm)
Poids de la pompe	7000 (kg)
Poids de la pompe +Moteur électrique	12300 (kg)
Type de bague d'étanchéité d'arbre	Garniture mécanique
Type de palier	Lisse
Excentricité admissible de l'arbre:	0.45 (mm)
Jeu admissible max entre diamètre de la bague et diamètre de l'impulseur	1.22 (mm)
Lever du rotor	12 (mm)

Tableau 05 : Caractéristiques de la pompe

I.3. Principe de fonctionnement

L'indice du bon état de la pompe, et sa capacité de fonctionnement pendant une longue durée à pleine puissance.

Le principe de fonctionnement consiste dans la rotation de la roue de la pompe grâce à la forme appropriée de ces aubes qui fait passer le liquide de la région d'aspiration à la région de refoulement. La dépression à l'entrée de la pompe produit le phénomène d'aspiration, tandis que l'énergie mécanique transmise par la roue accroît le moment

cinétique du liquide à travers des canaux de la roue. L'énergie cinétique est transformée en énergie de pression qui a lieu dans le récupérateur.

Pour les pompes à plusieurs étages (multicellulaires), la pression double d'un étage à un autre.

I.4. Les principales pièces de la pompe de charge verticales 07 PM 0011 B

a)- L'Arbre

La ligne d'arbre de cette pompe comporte un seul arbre qui est composé de dix étages. (Figure 25)

L'étanchéité avec le milieu extérieur est assurée par une garniture mécanique.



Figure 25 : Arbre de la pompe

L'assemblage de l'arbre de la pompe avec l'arbre du moteur électrique est assuré par un accouplement rigide à manchon.

b)-Les impulseur

L'impulseur est l'élément essentiel de la machine. La totalité de l'énergie est apportée au fluide par l'impulseur sous deux formes distinctes : D'une part, directement, sous la forme d'un accroissement de pression statique.

D'autre part, sous la forme d'un accroissement d'énergie cinétique, qui est lui-même transformé en pression dans les organes situés en aval de l'impulseur.



Figure 26 : impulseur de la pompe

L'impulseur dont le nombre est de dix.

Ils sont fixés sur l'arbre par des clavettes et des chemises. (Figure 26)

c)- Les diffuseurs

Dans un tel type de pompe, le fluide sortant de l'impulseur traverse un diffuseur ailettes, c'est-à-dire porteur d'aubes. Le rôle du diffuseur est double ; il permet :

D'une part, de ralentir fortement l'écoulement, créant de ce fait une forte remontée en pression statique.

D'autre part, de maintenir une pression à peu près axisymétrique autour de la roue et d'éviter ainsi de fortes poussées radiales. (Figure 27)



Figure 27 : diffuseurs de la pompe

d)-Le conduit d'amenée

Le conduit d'amenée du fluide vers l'impulseur de la pompe est, dans le cas général où l'aspiration est axiale, un simple cône ayant son axe confondu avec l'axe de la pompe.

Le fluide ne subit dans ce conduit ni apport, ni prélèvement d'énergie. Et aussi le conduit d'amenée contient le porte palier inférieur et le redresseur qui casse la turbulence.

(Figure 28)



Figure 28 : Conduit d'amenée de la pompe

e)- La garniture mécanique

L'utilisation des garnitures mécaniques est une solution moderne aux problèmes d'étanchéité sur arbre rotatif.

La garniture utilisée pour les pompes 07PM 0011A/F est de type tandem, comptant deux parties (inférieure et supérieure). L'étanchéité dynamique est assurée par la friction de deux pièces parfaitement rodées ; l'une fixe appelée « grain fixe » et l'autre mobile appelée « grain mobile ». (Figure 29)



Figure 29 : Garniture mécanique de la pompe

Le refroidissement de la partie inférieure de la garniture mécanique est assuré par le produit véhiculé lui-même.

Le refroidissement de la partie supérieure est assuré par le kérosène dont le cycle est fermé.

f)-Les paliers

Le palier a un rôle double :

D'une part, assurer le centrage de l'arbre (fonction palier radial).

D'autre part, équilibrer les efforts axiaux qui s'exercent sur l'équipage mobile (fonction butée).

L'arbre d'impulseur est supporté par trois (03) paliers de colonne radiale.

Un palier inférieure (coté conduite d'amenée), et un palier supérieure (coté diffuseur dixième étage), et l'autre palier de réduction de pression (coté garniture), il a pour rôle de réduire la pression. (Figure 30) [8]

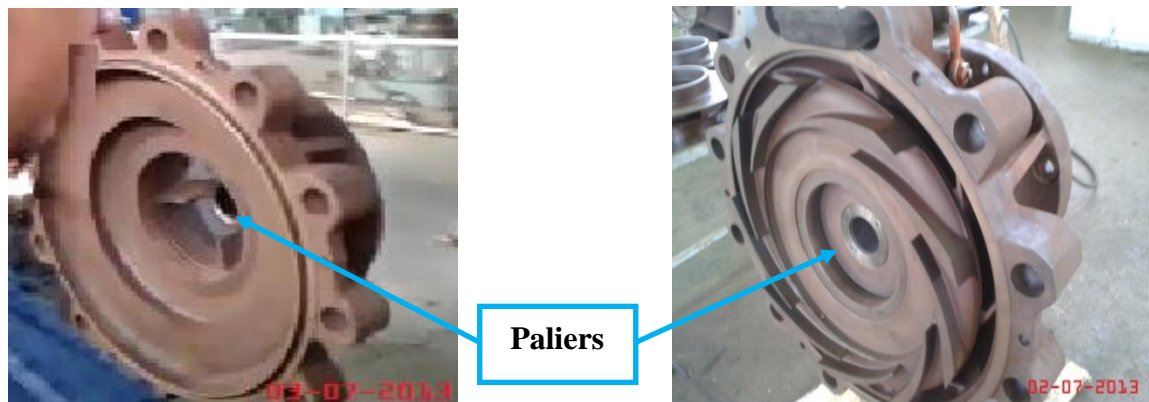


Figure 30 : Les paliers de la pompe

II. Maintenance de la pompe de charge verticale 07 PM 0011B

II.1. Gamme opératoire de la pompe

N	Opération	Temps H	Outillage et/ou moyen	Observation
1	Enlèvement de l'accouplement entre la pompe et le moteur électrique	1.30	Canon	Manuellement
2	Enlèvement du moteur Démontage de la garniture mécanique	02	Canon	Manuellement
3	Extraction de la pompe et la	03	Canon	

	transporter vers l'atelier			
4	Démontage du corps du conduit d'amenée + diffuseurs + impulsseurs + chemises	10	Clé à pipe	Manuellement
5	Inspection de toutes les pièces	04	Palan	
6	Sablage et peinture corps + impulsseurs + diffuseurs (Avant - Après)	02	Palan	
7	Contrôle des jeux suivant gamme	02	Canon	
8	Contrôle de la concentricité de l'arbre	01	Canon	

Tableau 06 : Gamme de démontage

III. Révision générale de la pompe

Durant notre passage au niveau du complexe TFT, nous avons été très chanceux d'assister à une révision générale de la pompe de charge phase I : 07-PM-0011 B dont les principaux travaux sont cités ci-dessous :

III.1. Historique de la pompe

L'historique de la pompe DE CHARGE VERTICALE 07 PM 0011B, obtenue du bureau de méthodes, est représenté sur le tableau 07. La colonne TBF, nous avons calculée et ajoutée à la fiche historique. [3]

N°	DEBUT TRAVAIL	FIN TRAVAIL	TTR (h)	TBF (h)	TA (h)	Cause	TRAVAUX REALISES
1	26/03/2003	27/03/2003	24	1400	240	Fuite au niveau de la garniture mécanique	Remplacement de la Garniture mécanique
2	07/06/2003	08/06/2003	06	1728	72	Bruit anormal	Démontage & contrôle de la clavette d'impulseur
3	07/12/2003	13/12/2003	08	4368	120	Vibration important palier Arrière	Nettoyage à l'intérieur de la pompe

4	30/11/2004	18/02/2005	10	8472	120	Changement de joint de couple de nettoyage	Réparation de la Garniture mécanique
5	31/12/2005	01/01/2006	24	7567	24	La Bague usées	Remplacement de la Bague d'usure
6	08/11/2006	09/11/2006	24	7464	24	Vibration important palier	Remplacement des roulements
7	05/02/2007	19/02/2007	10	2095	336	Changement de joint de couple de nettoyage	Réparation de la Garniture mécanique
8	17/10/2007	17/10/2007	2	5760	2	Haut température palier Avant	Changement l'huile
9	05/04/2008	22/04/2008	10	4090	168	Sablage et peinture du corps	Nettoyage des surfaces de corrosion
10	15/06/2009	23/06/2009	6	10056	192	accouplements mal monté,	contrôler l'accouplement.
11	05/08/2009	26/08/2009	24	1032	240	Fuite au niveau de la garniture mécanique	Remplacement de la Garniture mécanique
<p>La somme TBF=57016 heures</p> <p>La somme de nombre de panne N=11</p>							

Tableau 07 : historique de la pompe de charge

III.2. L'application Pratique des méthodes d'analyse

III.2.1. Méthodes d'analyse prévisionnelle « ABC (Pareto)»

Définition

La méthode ABC ; issue de la loi de Pareto est simple à appliquer et la courbe facile a tracé.

L'exploitation de cette loi permet de déterminer les éléments pénalisants afin d'en diminuer leurs effets

- diminuer les coûts de maintenance.
- améliorer la fiabilité des systèmes.
- justifier la mise en place, d'une politique de maintenance.

La méthode ABC permet de définir les priorités d'actions c'est outil d'aide à la décision.

a) Stratégie de Méthode du travail

Les étapes sont les suivantes:

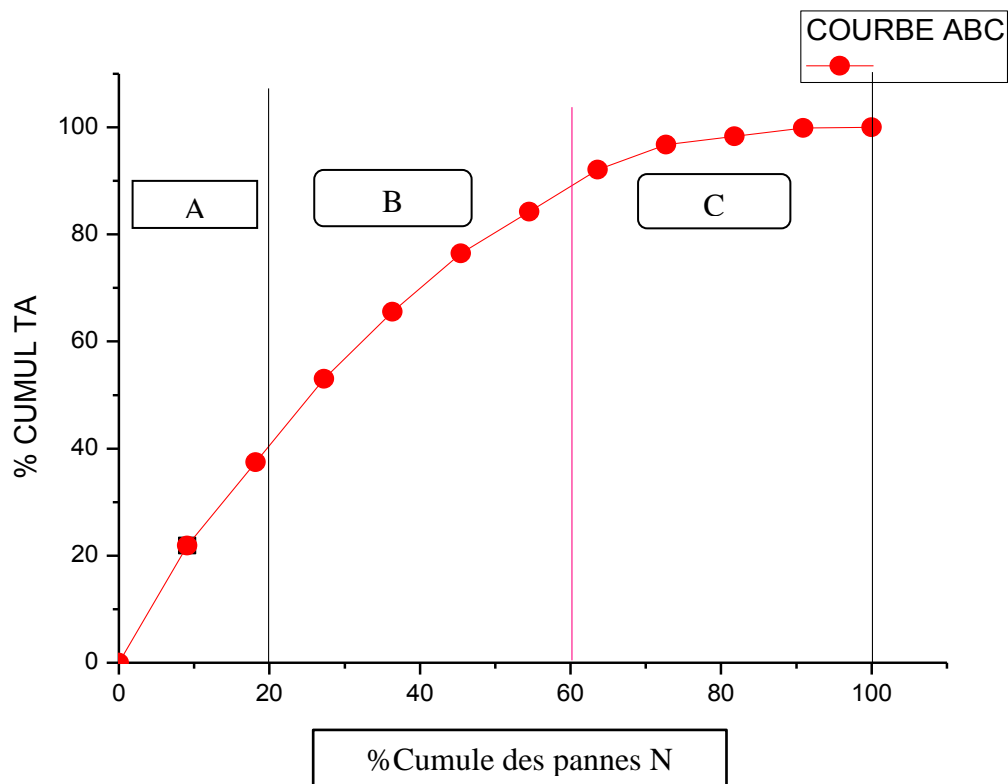
1. collecter les données relatives au problème.
2. définir un premier critère de sélection des sujets.
3. valoriser pour chaque sujet de critère.
4. classer les sujets dans l'ordre décroissant de la valeur critère.
5. calculer les valeurs cumulées du critère (dans l'ordre de classement).
6. confectionner le tableau ou tracer la courbe des fréquences cumulées.
7. interpréter le tableau ou la courbe.

Réitérer les étapes 2 à 7 avec un nouveau critère afin de confirmer les résultats

N°	TA (h)	Cumul TA	% TA	Nombre de panne	Cumulées des pannes	% de pannes Cumulées
1	336	336	21.84	1	1	9.09
2	240	576	37.45	1	2	18.18
3	240	816	53.05	1	3	27.27
4	192	1008	65.53	1	4	36.36
5	168	1176	76.46	1	5	45.45
6	120	1296	84.26	1	6	54.54
7	120	1416	92.06	1	7	63.63
8	72	1488	96.74	1	8	72.72
9	24	1512	98.30	1	9	81.81
10	24	1536	99.86	1	10	90.90
11	2	1538	100	1	11	100

Tableau 08 : L'analyse ABC (Pareto)

III.2.2. La courbe d'analyse ABC



Interprétation des résultats

Zone "A": Dans la majorité des cas, on constate que environ 56 % des pannes représente 70 % des heures d'arrêts, ceci constitue la zone A, zone des priorités (impulser, garniture mécanique, l'accouplement, palier avant et arrière).

Zone "B": Dans cette tranche, les 32.5 % des pannes représentent 26.5 % supplémentaire (palier Arrière, palier avant, roulement de moteur électrique).

Zone "C": Dans cette zone les 11.5% des pannes restantes ne représentent qu'ont 4% des heures d'arrêts (palier avant).

IV. Méthode L'A.M.D.E.C

L'A.M.D.E.C. est une technique d'analyse rigoureuse qui s'effectue par un travail de groupe, très efficace par la mise en commun de l'expérience et de la compétence de chaque participant.

Par une procédure systématique, bien définie, le groupe évalue et analyse les différents modes et causes de défaillances potentielles d'un produit, d'un processus, d'un moyen de production ou de tout autre système.

La méthode fait ressortir la nécessité de mettre en place des actions correctives et/ou préventives. C'est un outil très efficace pour appliquer l'un des principaux préceptes de la Qualité :

La prévention

A condition :

- De définir le système étudié de façon rigoureuse (analyse fonctionnelle)
- D'examiner de manière exhaustive l'ensemble des défaillances et des risques qui leurs sont liés
- De quantifier ces défaillances en évaluant leur criticité
- De déclencher des actions correctives et/ou préventives et de vérifier leur mise en œuvre et leur efficacité.

IV.1. Méthode préventive

Le but de l'AMDEC est d'éliminer avant le lancement opérationnel d'un produit ou d'un service, toutes les causes potentielles de défauts, de défaillances.

IV.2. Méthode systématique

Passer en revue critique, l'ensemble des éléments constitutifs du système étudié (composants, opérations, organes, fonctions, tâches), afin de réduire au minimum les risques et de tendre vers le « zéro défaut ».

IV.3. Méthode participative

Basée sur la mise en commun de l'expérience et des connaissances de chaque participant (synergie).

Tableau de criticité

FREQUENCE : F	
1	1 défaillance maxi par an
2	1 défaillance maxi par semestre
3	1 défaillance maxi par mois
4	1 défaillance maxi par semaine
NON DETECTION : N	
1	Visite par opérateur
2	Détection aisée par un agent de maintenance
3	Détection difficile
4	Indécelable

GRAVITE (INDISPONIBILITE) : G	
1	Pas d'arrêt de la production
2	Arrêt ≤ 1 heure
3	1 heure < arrêt ≤ 1 jour
4	Arrêt > 1 jour

Le calcul de la criticité se fait, pour chaque combinaison cause / mode / effet, à partir des niveaux atteints par les critères de cotation.

La valeur de la criticité est calculée par le produit des niveaux atteints par les critères de notation:

$$C = F \times G \times N$$

NIVEAU DE CRITICITE	ACTIONS CORRECTIVES A ENGAGER
$1 \leq C < 6$ Criticité négligeable	Aucune modification de conception Maintenance corrective
$6 \leq C < 12$ Criticité moyenne	Amélioration des performances de l'élément Maintenance préventive systématique
$12 \leq C < 18$ Criticité élevée	Révision de la conception du sous-ensemble Surveillance particulière, maintenance préventive conditionnelle / prévisionnelle
$18 \leq C < 24$ Criticité interdite	Remise en cause complète de la conception

Tableau 09 : Les niveaux de criticité et actions correctives à engagé

Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leur criticité										AMDEC MACHINE
Système : POMPE DE CHARGE VERTICALE				MACHINE NORMALE		Criticité				Action corrective
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	F	G	N	C	
L'ARBRE	Transmission de rotation	Usure	-usure de la surface externe de cals -Mauvaise utilisation des cales -Absence de nettoyage	Arrêt de la machine	Glissement et bruit	1	3	4	12	
Roulements de la charge	Guide et assure la rotation d'un arbre	Jeux excessive – Grippage -corrosion	-abrasion -vitesse excessive -ajustement très serré -Manque de Graissage	Arrêt de la machine	Bruit anormale	2	3	4	24	Vérifier le graissage choix des roulements conforme à la qualité

Car Diffuseur	ralentir fortement l'écoulement - maintenir une pression	-faible pression -faible écoulement	- glissement -erreur de montage	Arrêt de la machine	Bruit anormaux.	1	3	4	12	Entretien et suivie
Impulseur (rotor)	Transmission de rotation	Usure importante ou rupture d'une dent. -Jeux excessive	- Absence de lubrifiant errer de montage -Le jeu du pignon n'est pas réglé -Choc dans l'engrenage conique.	Arrêt de la machine	Bruit anormaux.	1	3	3	9	Entretien et suivie
Les Filtre	Filtrer l'huile	Mauvaise filtrage	Présence d'impureté détérioration des filtres	Arrêt de la machine absence de grésage	Visuel Entretien Et contrôle	3	1	2	6	Entretien Et contrôle

Joint	Eliminer les Fuites	- Fuite d'huile - eau	Surchauffe de la table de rotation.	Arrêt de la machine Fuite d'eau-huile		2	3	1	6	Entretien Et contrôle
les cales	Fixé la tige carré	Usure des peignes	Mauvaise utilisation	Change la cale	la tige glissée	1	2	2	4	Change la cale

Tableau 10 : Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leur criticité

V. Interprétation :

D'après la réalisation des tableaux de l'analyse AMDEC on trouve :

- Un élément dont l'indice de criticité est important (roulement de la charge)
- On a trouvé dans l'intervalle $12 \leq c < 18$ on peut trouver 02 éléments.

Dns ce cas mis sous préventive a fréquence faible.

VI. Plan de Maintenance

Pour ce faire, nous avons établi un tableau résumant toutes les opérations possibles pour la maintenance préventive

Plan de maintenance				Equipement : Groupe électropompe de refoulement								
N°	Opération	durée	Interv	Périodicité						N° gamme	Obs	
				mécanicien	J	h	m	t	S			a
01	Contrôle du niveau de la pompe.		//	X								La machin on marche
02	Contrôle du jeu axial (12mm).		//	X								
03	Vérifier la température d'huile		//	X								
04	Vérifier de bruit		//	X								
05	Vérifier les filtres d'huile		//	X								
06	Vérifier les étanchéités de la garniture		//	X								
07	Contrôler les jeux		//	X								
08	Nettoyage des pièces et assemblage de la pompe.		//			X						
09	Lubrification par l'huile ou graissage des roulements et des paliers.		//			X						Machine en arrêt
10	Changer l'huile et les filtres		//			X						

Tableau 11: Plan de Maintenance

VII. Conclusion

Au terme de notre étude, nous pouvons constater et conclure qu'il est très important de connaître les méthodes de calcul pour tous les équipements des pompes centrifuges avec une étude détaillée des problèmes qu'on peut rencontrer dans la roue, volute, roulement... etc

Ainsi de connaître les comportements avec une étude détaillée de la méthode ABC, AMDEC qui permet de choisir une meilleure politique de maintenance, ce qui donne la possibilité de réduire les pannes d'arrêt.