

A GREAT RELIABILITY, CAUSES A DECREASE OF FAILURES IN THE ROTATING MACHINES

M. Bensaci^{*1}, R. Chaib²

¹Département de génie mécanique, Université 20Aout55 Skikda, Algérie

²Département de Génie des transports, Université Constantine1, Algérie

Received: 11 February 2017 / Accepted: 16 December 2017 / Published online: 01 January 2018

ABSTRACT

Since industrial machines are prone to multiple modes of failures, or the opportunities for breakdowns and incidents are multiple, and given that the operating factors have a random nature, may cause unanticipated cataleptic failures. To reduce overall maintenance costs, the number of unplanned outages, it is necessary to ensure a great reliability, causes a decrease of failures in the rotating machines and to improve the MTBF of the machine. Thus define the maintenance actions to be carried out and the spare part at the appropriate time, or make selective maintenance. That is why, the aim of this work is to use the law of Waloddi Weibull in order to know at all times the reliability, the MTBF and ensure the availability of equipment.

Keywords: Reliability, Failure, Failure Rate, Conditional Maintenance;

Author Correspondence, e-mail: mahmoud_bens61@yahoo.fr

doi: <http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v10i1.18>

1. INTRODUCTION

Les pannes imprévues sont très coûteuses [1,2]. Le dégât de production produit pendant les corrections une insuffisance à encaisser qui peut simuler les gains de l'entreprise [2]. Si l'on y



additionne les peines de sécurité imparfaite pour le personnel, la valeur de production affaiblie et le déficit incertain de célébrité pour l'entreprise, il sera certain que de tels incidents ne nécessitent pas être supportées [3]. Pour résoudre cette question, il faut chercher une nouvelle approche maintenance dans les ateliers [2,4].

Les approches quotidiennes de maintenance se soulagent de lisser les machines en état de fonctionnement jusqu'à l'apparition du défaut, ou bien d'utiliser l'entretien à des moments fixes [4]. L'initiale approche intéresse les équipements peu onéreux et reproduits, lorsqu'un dégât de production peut être supportée sur une uniformité. La deuxième approche, nommée maintenance préventive, montre le danger que des équipements en bon état de fonctionnement inacceptable, soit des équipements sur la position de rester en incident soient spontanément abandonnés sans surveillance.

Une grande fiabilité, entraîne une diminution de défaillances dans les machines tournantes, le traité de la fiabilité s'est développé un peu plus rapidement depuis les vingt dernières années, surtout à l'occasion de l'intérêt plus vif des industriels qui veulent assurer une plus grande fiabilité de leurs machines tournantes [5].

L'intérêt de l'étude de la fiabilité va permettre de résoudre plusieurs questions (l'âge du produit, la période de garantie peut-on donner au nouveau produit, le délai pour réaliser les tâches de maintenance ou remplacer une pièce) [5]. Dans notre travail, nous donnons une méthodologie pour le calcul de la fiabilité pour l'entretien dans le cas d'une moto compresseur 62 CM 101 A.

Parmi les méthodes utilisées on utilise la loi de Waloddi Weibull qui est une méthode continue et plus largement utilisée.

2. LA LOI DE WALODDI WEIBULL

La distribution de Waloddi Weibull est flexible et s'adapte à un large éventail de données, elle permet de couvrir les cas où le taux de défaillance λ est variable, elle permet aussi d'ajuster les différentes périodes (jeunesse à obsolescence) [6], elle est très souple, grâce à ses trois paramètres (γ, β, η) , ce qui lui permet de s'ajuster à grand nombre d'échantillons prélevés au long de la vie d'un équipement. La distribution de Waloddi Weibull à deux paramètres est la

distribution la plus largement utilisée pour l'analyse des données de vie.

2.1. L'étude de la fiabilité à partir du modèle de Waloddi Weibull

2.1.1. Préparation des données

D'après L'historique, on détermine les TBF et on calcul les fréquences cumulées de défaillance $F(i)$, approximation de $F(t)$ [7].

- Classement des TBF en ordre croissant dans un tableau
- N = nombre de TBF
- Calcul des cumules de $F(i)$ dans un tableau, $F(i)$ représente la probabilité de panne au temps correspondant au TBF de l'ième défaillant.

- Si $N < 20$, On affecte un rang "i" à chaque défaillance (approximation des rangs médians) :

$$F(t) = (i - 0,3) / (N + 0,4) = F(t) \dots\dots\dots (1)$$

- Si $20 < N < 50$, On affecte un rang "i" à chaque défaillance (approximation des rangs moyens) :

$$F(t) \% = (\sum n_i) * 100 / (n_0 + 1) \dots\dots\dots (2)$$

- Si $N > 50$, regroupement des TBF par classes avec la fréquence cumulée :

$$F(t) = i / (N) = \sum n_i / N = F(t) \dots\dots\dots (3)$$

- Tracé de l'ensemble des points $M(F(i), t)$ sur le papier de weibull, on a 2 cas :

Premier cas : Si l'ensemble des points correspond à une droite, alors γ (gamma) = 0 et il faut déterminer η (êta) et β (béta).

Deuxième cas : Si l'ensemble des points correspond à une courbe, on a les paramètres à déterminer (γ , η et β).

Prenant l'étude du premier cas, car il correspond à la recherche que je suis en train de la réalisée.

2.1.2. Contexte

L'étude d'un historique des arrêts (défaillances) du Groupe Turbine Alternateur (GTA) de SONALGAZ de la zone de SKIKDA, de la date de 01/01/2010 au 09/01/2012 [8], nous a donné les TBF en heures, se résumant de telle manière voir (Tab.1).

Tableau1. TBF classées par ordre croissant

nombres d'arrêts	TBF(h)	nombres d'arrêts	TBF(h)	nombres d'arrêts	TBF(h)
N°	TBF(h)	N°	TBF(h)	N°	TBF(h)
1	0.98	14	57.95	27	540.56
2	1.36	15	64.31	28	650.93
3	1.7	16	73.43	29	668.31
4	3.36	17	192.13	30	726.61
5	7.63	18	194.64	31	745.95
6	12.16	19	218.53	32	839.58
7	14.33	20	240.71	33	971.33
8	18.95	21	380.8	34	979.35
9	20.23	22	421.41	35	1195.48
10	23.41	23	466.11	36	1277.11
11	30.53	24	466.21	37	1467.73
12	34.33	25	520.28		
13	54.36	26	538.71		

2.1.3. Calcul de la fonction de répartition F(t)%

Il se réalise comme suit (Tab. 2).

On utilise l'équation (2) pour remplir le tableau (Tab. 2), avec TBF $n=37$, $20 < n < 50$.

Tableau 2. Calcul des F(t)%

Nombres d'arrêts	TBF(h)	TBF Converties	Nombre de défaillances	Nombre Cumulé	Fonction de Répartition
N	TBF(h)	TBF(h)	n_i	∑ n_i	F(t) en %
1	0.98	0.066	1	1	2,63
2	1.36	0.092	1	2	5,26
3	1.7	0.115	1	3	7,89
4	3.36	0.228	1	4	10,53
5	7.63	0.519	1	5	13,16
6	12.16	0.828	1	6	15,79
7	14.33	0.976	1	7	18,42
8	18.95	1.29	1	8	21,05
9	20.23	1.37	1	9	23,68
10	23.41	1.59	1	10	26,32
11	30.53	2.08	1	11	28,95
12	34.33	2.33	1	12	31,58
13	54.36	3.7	1	13	34,21
14	57.95	3.94	1	14	36,84
15	64.31	4.38	1	15	39,47
16	73.43	5	1	16	42,11
17	192.13	13.09	1	17	44,74
18	194.64	13.26	1	18	47,37
19	218.53	14.88	1	19	50,00
20	240.71	16.4	1	20	52,63
21	380.8	25.94	1	21	55,26
22	421.41	28.71	1	22	57,89
23	466.11	31.75	1	23	60,53
24	466.21	31.76	1	24	63,16
25	520.28	35.44	1	25	65,79
26	538.71	36.7	1	26	68,42
27	540.56	36.82	1	27	71,05
28	650.93	44.34	1	28	73,68
29	668.31	44.53	1	29	76,32
30	726.61	49.5	1	30	78,95
31	745.95	50.82	1	31	81,58
32	839.58	57.2	1	32	84,21
33	971.33	66.17	1	33	86,84
34	979.35	66.72	1	34	89,47
35	1195.48	81.45	1	35	92,11
36	1277.11	87.01	1	36	94,74
37	1467.73	100	1	37	97,37

Les TBF sont converties sur l'échelle Logarithmique pour l'adaptation sur le papier de Walloodi Weibull.

2.1.4. Traçage des points M [t, F(t)]

Le traçage des points M [t, F(t)] se réalise sur le papier Waloddi Weibull, (Fig.1)

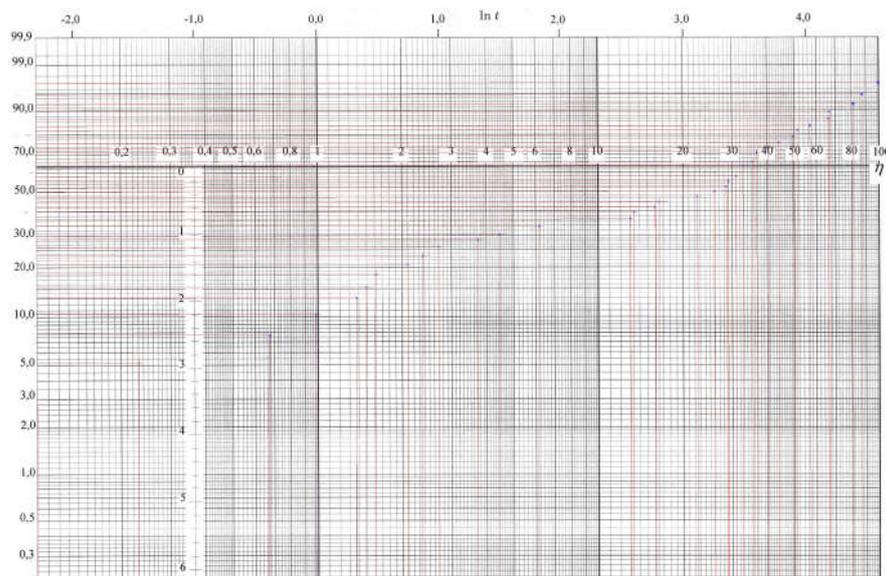


Fig.1. Tracé du nuage des points M[t, F(i)]

2.1.5. Traçage de l'allure

Le traçage de l'allure est une droite F (Fig. 2)

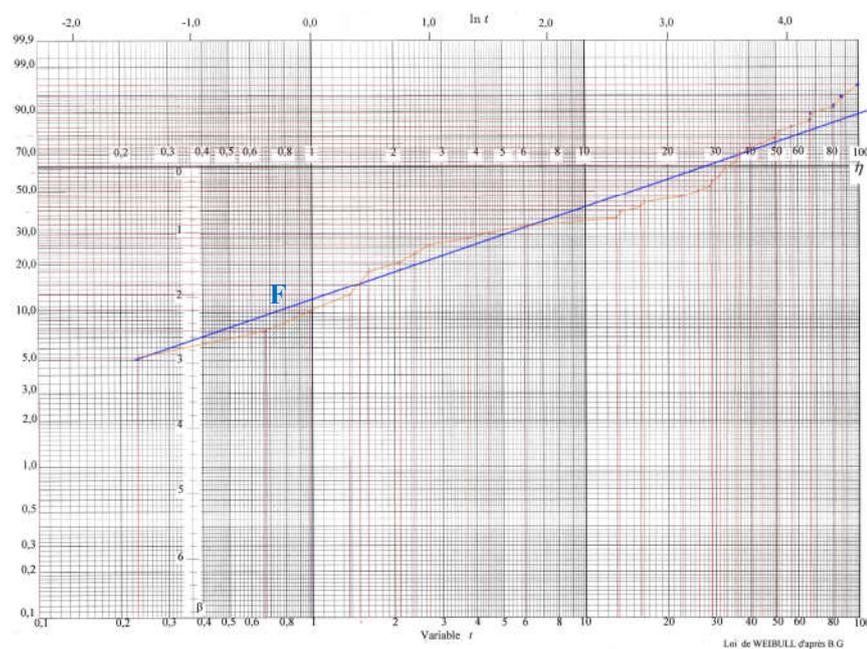


Fig.2. Tracé de la droite F

2.2. Etude des fonctions de la méthode de Weibull R(t),F(t), λ(t) et f(t) graphiquement

2.2.1. Représentation graphique de la fonction de Fiabilité R(t)

$$R(t) = 1-F(t) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \dots\dots\dots(5)$$

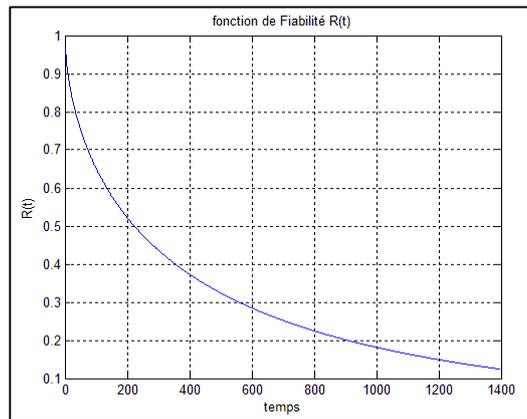


Fig. 4. La fonction de Fiabilité R(t)

2.2.2. Représentation graphique de la fonction de Répartition F(t)

$$F(t) = 1- R(t) = 1- e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \dots\dots\dots(6)$$

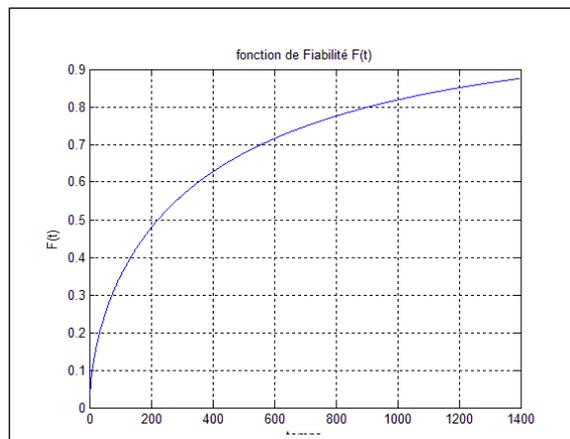


Fig. 5. La fonction de Répartition F(t)

2.2.3. Représentation graphique du Taux de défaillance $\lambda(t)$

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\beta}{\eta} \cdot \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} \dots\dots\dots(7)$$

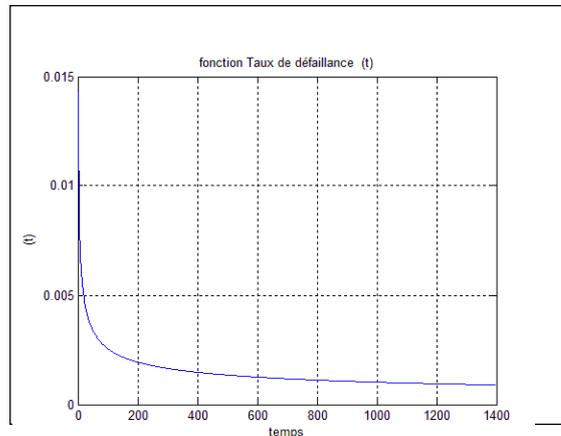


Fig.6. La fonction du Taux de défaillance $\lambda(t)$

2.2.4. Représentation graphique de la fonction de Densité de probabilité f (t)

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = \frac{\beta}{\eta} \cdot \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} \cdot e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \dots\dots\dots(8)$$

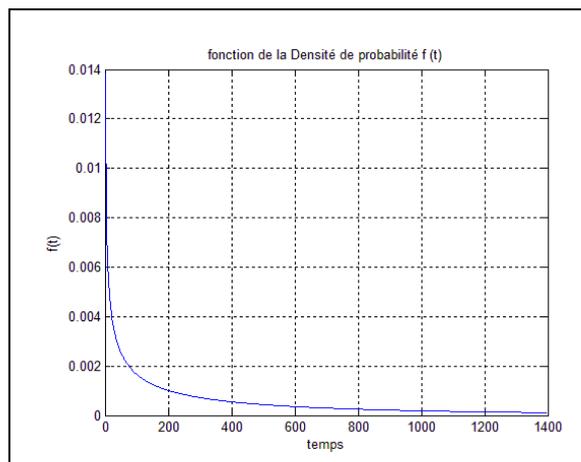


Fig.7. La fonction de la densité de probabilité f(t)

2.3. Constat

Les graphiques de l’analyse de la méthode de weibull nous permet de faire les constatations suivantes, on remarque bien que la fonction de répartition est relativement inversée à la fiabilité, elle présente le risque de tomber en panne c.à.d. plus la fiabilité diminue plus le risque de tomber en panne augmente Fig.4 et Fig.5.

La Fig.6 de la fonction Taux de défaillance nous montre que la courbe a une forme décroissante due à la diminution du risque de défaillance avec le temps, on dit que les installations ayant des « défauts de jeunesse » Cela aussi nous montre un état de rodage.

Après l'allure de la courbe, elle va se stabiliser et est due au fonctionnement normal (période de maturité).

La Fig. 7, de la fonction Densité de probabilité son intérêt est de voir comment se distribuent les défaillances enregistrées et leurs répartitions autour de la moyenne de tenue d'un matériel. Pour notre application la densité de probabilité devient presque nulle lorsque l'équipement dépasse le temps MTBF. Ce qui désigne que les pannes se minimisent après l'utilisation moyenne c.à. d. la probabilité de la défaillance diminue avec le temps pour qu'elle reste presque stable avec le temps.

3. VALIDATION DU MODELE CHOISI PAR LE TEST DE KOLMOGOROV-SMIRNOV

Il est primordial pour valider une loi de fiabilité, il faut tester les hypothèses pour savoir si la nécessité d'accepter ou de refuser le modèle choisi [7].

3.1. Calcul de la loi théorique $F_t(t)$ et la fonction réelle $F_r(t)$

On se fixe à un seuil de confiance $\alpha = 5\%$ (0,05) et $n=37$, dépendant de la politique exigée.

Il s'agit de calculer l'écart entre la fonction théorique $F_t(t)$ et la fonction réelle $F_r(t)$ et de prendre le maximum de leur différence en valeur absolue voir tableau (Tab.3) en utilisons la formule suivante :

$$D_{n,\max} = |F_t(t_i) - F_r(t_i)| \dots \dots \dots (9)$$

En appliquant les formules (6), (2) et (9) pour compléter le tableau ci-dessous, ce qui nous donne les valeurs suivantes qui sont présentées par le tableau (Tab. 3) suivant :

Tableau 3. Détermination de l'écart entre la fonction théorique et la fonction réelle

nombres d'arrêts	TBF(h)	Nombre de défaillances	Nombre cumulé	Fonction théorique	Fonction Réelle	$D_n= F_t(t)-F_r(t) $	
N	TBF(h)	n_i	$\sum n_i$	$F_t(t)$	$F_r(t)$	D_n en %	D_n
1	0.98	1	1	2,63	3,28	0,65	0,0064
2	1.36	1	2	5,26	5,56	0,30	0,0029
3	1.7	1	3	7,89	10,007	2,11	0,0211
4	3.36	1	4	10,53	12,75	2,22	0,0222
5	7.63	1	5	13,16	15,44	2,29	0,0228
6	12.16	1	6	15,79	16,06	0,27	0,0027
7	14.33	1	7	18,42	16,73	1,68	0,0168
8	18.95	1	8	21,05	19,32	1,73	0,0172
9	20.23	1	9	23,68	20,57	3,11	0,0310
10	23.41	1	10	26,32	22,28	4,03	0,0403
11	30.53	1	11	28,95	26,18	2,76	0,0276
12	34.33	1	12	31,58	28,52	3,06	0,0305
13	54.36	1	13	34,21	33,60	0,60	0,0060
14	57.95	1	14	36,84	47,66	10,82	0,1082
15	64.31	1	15	39,47	47,92	8,46	0,0845
16	73.43	1	16	42,11	51,49	9,39	0,0939
17	192.13	1	17	44,74	52,34	7,61	0,0761
18	194.64	1	18	47,37	59,23	11,86	0,1186
19	218.53	1	19	50,00	62,32	12,32	0,1232
20	240.71	1	20	52,63	64,55	11,93	0,1192
21	380.8	1	21	55,26	64,91	9,65	0,0965
22	421.41	1	22	57,89	66,40	8,51	0,0850
23	466.11	1	23	60,53	66,77	6,25	0,0625
24	466.21	1	24	63,16	66,78	3,63	0,0362
25	520.28	1	25	65,79	69,18	3,39	0,0339
26	538.71	1	26	68,42	69,93	1,52	0,0151
27	540.56	1	27	71,05	70,01	1,04	0,0103
28	650.93	1	28	73,68	72,04	1,64	0,0164
29	668.31	1	29	76,32	73,98	2,33	0,0233
30	726.61	1	30	78,95	76,26	2,68	0,0267
31	745.95	1	31	81,58	76,80	4,78	0,0477
32	839.58	1	32	84,21	79,16	5,04	0,0504
33	971.33	1	33	86,84	81,94	4,89	0,0489
34	979.35	1	34	89,47	82,10	7,37	0,0737
35	1195.48	1	35	92,11	85,61	6,49	0,0648
36	1277.11	1	36	94,74	86,70	8,04	0,0803
37	1467.73	1	37	97,37	88,84	8,53	0,0852

D'après le tableau (Tab. 3) on prend le maximum en valeur absolue de l'écart entre la fonction théorique $F_t(t)$ et la fonction réelle $F_r(t)$;

$$D_{n,\max} = |F_t(t_i) - F_r(t_i)| = 0,123$$

3.2. Comparaison entre les deux valeurs $D_{n,\max}$ et $D_{n,\alpha}$

On compare celle-ci à la valeur $D_{n,\alpha}$ donnée par la tableau de Kolmogorov-S ($1,36 / \sqrt{n}$) [7], selon ce dernier, avec $n = 37$ et $\alpha = 0,05$ on a :

$$D_{n,\alpha} = D_{37; 0,05} = 0,223 \dots \dots \dots (1,36 / \sqrt{37})$$

3.3. Rappel

Si la Différence $D_{n,\max}$ calculée est supérieure à la valeur indiquée d'après le tableau $D_{n,\alpha}$, donc on rejette l'hypothèse au niveau de confiance choisi si non on l'accepte [7].

D'après les résultats obtenus $D_{n,\max}$ est inférieur à $D_{n,\alpha}$, ($0,123 < 0,223$), on peut dire que le model choisi est accepté.

4. CONCLUSION

Les compresseurs de gaz de régénération sont à un seul étage et du type centrifuge entraîné par moteur; l'un est normalement en service et l'autre en secours. Ils peuvent être commandés soit localement en mode manuel soit à distance en mode manuel ou automatique, ce choix se fait en salle de contrôle à partir de l'écran / clavier.

Au cours de notre étude on a constaté que :

Le paramètre β est de $0,6 < 1$ cela nous montre que le taux de défaillance est décroissant, la machine fonctionne en état normal, suivant la courbe en baignoire la machine se trouve en état de maturité (zone de fonctionnement normal),

Le MTBF qui est de 618,32 heures cela montre que la machine peut fonctionner presque un mois sans tomber en panne.

Aussi le choix du modèle pour l'estimation de la fiabilité, il est primordial pour valider une loi de fiabilité, il faut tester les hypothèses pour savoir si la nécessité d'accepter ou de rejeter, cela nous a permis d'utiliser le test de KOLMOGOROV – SMIRNOV qui nous a donné une avance favorable, mène à la validation du modèle choisi, par son théorème de la différence de

$D_{n,max}$ calculée à celle $D_{n,\alpha}$ du tableau de Kolmogorov-S [7].

Le test de KOLMOGOROV – SMIRNOV s'adapte mieux dans ce cas, il apporte une information supplémentaire concernant l'adéquation des fréquences cumulées étudiées au modèle de Waloddi Weibull.

5. BIBLIOGRAPHIE

- [1] Pr.Ahmed BELLAOUAR ; M.A. Salima BELEULMI, fiabilité maintenabilité disponibilité. Faculté des Sciences de la Technologie Département Génie des Transports UNIVERSITE Constantine 1 ; année Académique 2013-2014
- [2] Chaib rachid. La maintenance et la sécurité industrielle dans l'entreprise. Dépôt légal 460-2007 bibliothèque nationale.
- [3] Jean Héng. Pratique de la maintenance préventive, mécanique, pneumatique, hydraulique, électricité, froid. Dunod, paris 2011 (3^e édition), EAN13 : 9782100543977.
- [4] Chaib rachid. La maintenance industrielle. Editions université de Constantine 2003/2004.
- [5] Marc THOMAS. Fiabilité, maintenance prédictive et vibration des machines. Préface de René Archambault, IMS, Président de l'Association canadienne en vibration de machines (ACVM/CMVA) 2012.
- [6] LIGERON J.C. La fiabilité en mécanique. Un outil d'aide à la conception, préface de H.-P. LIEURADE, Paris 1979.
- [7] LYONNET P. La maintenance : mathématiques et méthodes, 3^e édition, Ed. Lavoisier, Paris 1992.
- [8] Rapports techniques, département technique, service maintenance, « Historiques des turbines à gaz », complexe Sonalgaz SKIKDA 2012.

How to cite this article:

Bensaci M, Chaib R.A great reliability, causes a decrease of failures in the rotating machines. J. Fundam. Appl. Sci., 2018, 10(1), 235-247.