

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA
FACULTE DES SCIENCES APPLIQUEES
DEPARTEMENT GENIE MECANIQUE



Mémoire

Master Professionnel

Domaine : Génie Mécanique

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Maintenance Industrielle

Présenté par : Taibat Belkassem Et Neghmouche Ali Ourabi

Thème

*Etude comparative de la fiabilité du
Top drive (Canrig) à courant continu et
à courant Alternatif*

Soutenu publiquement

Le : 08/06/2015

Devant le jury

Mr : bouhmame Nacer

MA. Université d'Ouargla

Président

Mr : Ameer Toufik

MA. Université d'Ouargla

Examineur

Mme : I. ALLOUI

MA. Université d'Ouargla

Rapporteur

Année universitaire 2014/2015

Remerciements

Nous remercions dieu le clément de nous avoir éclairé le chemin du savoir afin de terminer ce travail.

Nous tenons à remercier tout particulièrement notre promotrice : Mme ALLOUI IMANE pour son suivi et ses orientations éclairées ainsi que Mr Y. Aouf pour ses conseils si précieux.

Nous remercions les membres de jury de nous avoir accordé l'honneur d'examiner et de valoriser notre travail.

Taibat, Neghmouche Ali

Dédicace

Je dédie ce modeste travail.

À ... Ma très chère mère

Mon très cher père

A mon frère : Adel

Mes sœurs Leïla, Maha

Neveux Et Nièce: Mohammed Taher, Abd El Rahman, Djouri

Et à toute les fammilles des Neghmouche Ali, Baffi, Taibat.

Et ceux qui m'ont aidé durant ma formation.

A la fin je dédie très chaleureusement ce mémoire à tous

mes amis

Neghmouche Ali Ourabi



Dédicace

Au nom du DIEU clément et miséricordieux et que le salut de DIEU soit sur son prophète MOHAMED

Je dédie ce Modeste travail :

A toutes ma famille TAIBET et HACINI

Aux êtres qui me sont les plus chers au monde :

Ma chère maman Fatma

Ma promotrice ALIOUI Imane et toute personne qui m'a aidé dans ce travail de près ou de loin

Mes frères "Lhadj et Laiachi"

Mes chères sœurs : Zina et Lyamna

A la mémoire de ma sœur Djamila

A mes anges " Maria, Yahia, Elhachemi, Siradj,

Takai, Eddine, Louai, Koussai et Aousse "

A toute la famille de département de génie mécanique "travailleurs et professeurs "

A mes chers amis " Abdelouahab, Med Amine, Mostafa, Walid, Yacine,..... "

Taibat Belkassem



SOMMAIRE

Liste des figures	III
Liste des Tableaux	V
Nomenclature	VI
Introduction Générale	01

Chapitre I: Discription Du Top Drive

I.1) Introduction	4
I.2) Historique	4
I.3) Le rôle du top drive	4
I.4) Avantages	5
I.5) Inconvénients	5
I.6) Différent types de Top Drive	5
I.6.1) Différent types de Top Drive	6
I.6.2) Selon le type de moteur d'entraînement	6
I.7) Désignation de top drive du Modèle 8050AC-712	6
I.8) Constitution de top drive	8
I.8.1) Description de la partie mécanique	9
I.8.2) Description Partie Hydraulique	9
I.8.3) Description de la partie électrique	9
I.9) CONCLUSION	10

Chapitre II : Théorie de la fiabilité

II.1) Introduction	12
II.2) Fiabilité (Reliability)	12
II.3) Expressions mathématiques de la fiabilité	12
II.4) Représentation graphique $R(t), F(t)$	13

II.5) Définitions	14
II.5.1) Moyen des temps de bon fonctionnement MUT (Mean Up Time)	14
II.5.2) temps moyen pour réparer MTTR (Mean Time To Repair)	14
II.5.3) Taux de réparation μ	14
II.5.4) la moyenne des temps de fonctionnement ou moyenne de temps entre pannes MTBF (Mean Time Between Failure)	14
II.5.5) La relation entre MUT, MTBF, et MTTR	14
II.6) Disponibilité	15
II.6.1) Définition	15
II.6.2) Courbe en baignoire	15
II.7) Lois de probabilité usuelles en fiabilité	16
II.7.1) Loi exponentielle	16
II.7.2) Loi de Weibull	16
II.7.2.1) Application à la fiabilité	17
II.7.2.2) Estimation des paramètres de la loi de weibull	18
II.7.2.3) Test d'adéquation	18
II.8) conclusion	19
Chapitre III : Etude de la fiabilité du Top-Drive	
III.1) INTRODUCTION	21
III.2) Choix des Top- Drive type AC à étudier	21
III.2.1) Etude de la fiabilité du Top drive (2000032144)	22
III.2.2) Etude de fiabilité du Top drive (2000033209)	30
III.3) Etude de la Fiabilité du top drive (DC)	38
III.3.1) Etude de la fiabilité du Top drive (2000005844)	38
III.3.2) Etude de la fiabilité Top drive(2000005426)	47
III.4) Conclusion	55
Conclusion Générale	57
Bibliographie	58
Annexe	

Liste des figures

Figure I.1: type du top drive	06
Figure I.2: type top drive canrig	07
Figure I-3: Top Drive vue cotée foreur	08
Figure II.1: courbes des fonctions de probabilité	13
Figure II.2: courbes paramétrique de fiabilité	13
Figure II.3: Vie d'un système : évolution dans le temps	14
Figure II.4 : Taux de défaillance en fonction de l'âge (Courbe en baignoire).	15
Figure II.5: densité de probabilité	17
Figure III .1 : histogramme du nombre de pannes dans l'intervalle de temps (top drive) (AC2000032144).	24
Figure III .2: fonction de défaillance d'un top drive (AC2000032144).	25
Figure III .3: fonction de fiabilité d'un top drive (AC2000032144)	25
Figure III .4: fonction de répartition densité de probabilité d'un top drive (AC2000032144).	26
Figure III .5 : taux de défaillance d'top drive (AC2000032144).	26
Figure III .6: Graphe de weibull d'un top drive (AC 2000032144).	27
Figure III .7: taux de défaillance de la loi weibull.	30
Figure III .8: histogramme du nombre de pannes dans l'intervalle de temps (d'un top drive) (AC2000033209).	32
Figure III .9: fonction de défaillance d'un top drive(AC2000033209).	33
Figure III .10: fonction de fiabilité d'un top drive(AC2000033209).	33
Figure III .11 : fonction de répartition densité de probabilité d'un top drive(AC2000033209).	34
Figure III .12: taux de défaillance d'top drive(AC2000033209).	34
Figure III .13 : graphe de weibull d'un top drive (AC 2000033209).	35
Figure III .14 : taux de défaillance de la loi weibull	38
Figure III .15 : histogramme du nombre de pannes dans l'intervalle de temps (top drive) (DC 2000005844).	41
Figure III .16: fonction de défaillance d'un top drive (DC 2000005844).	42
Figure III .17: fonction de fiabilité d'un top drive (DC 2000005844).	42
Figure III .18 : fonction de répartition densité de probabilité d'un top drive (DC 2000005844).	43
Figure III .19 : taux de défaillance d'top drive (DC 2000005844).	43

Figure III .20 : graphe de weibull d'un top drive	44
Figure III .21: taux de défaillance de la loi de weibull.	47
Figure III .22: histogramme du nombre de pannes dans l'intervalle de temps (du top drive) (DC 2000005426).	49
Figure III .23 : fonction de défaillance d'un top drive (DC 2000005426).	50
Figure III .24: fonction de fiabilité d'un top drive(DC 2000005426).	50
Figure III .25 : fonction de répartition densité de probabilité d'un top drive (DC 2000005426).	51
Figure III .26: taux de défaillance d'top drive (DC2000005426).	51
Figure III .27: graphe de la loi de weibull d'un top drive (DC 2000005426).	52
Figure III .28 : taux de défaillance de la loi de weibull.	54

Liste des tableaux

Tableau III .1 : nombre des arrêts du top drive durant 2008-2014	21
Tableau III .2 : historique des pannes du Top drive (2000032144)	22
Tableau III .3 : distribution des pannes d'un top drive par classe	23
Tableau III .4 : Tableau des résultats (top drive)(AC2000032144)	25
Tableau III .5 : fréquences cumulées de défaillance $F(i)$	27
Tableau III .6 : comparaison entre la fonction de répartition théorique et réelle	28
Tableau III .7 : taux de défaillance du top drive (AC-2000032144).	29
Tableau III .8 : historique des pannes d'un top drive(2000033209).	30
Tableau III .9 : distribution des pannes d'un top drive par classe	32
Tableau III .10 : Tableau des résultats (top drive) (AC2000033209).	33
Tableau III .11 : fréquences cumulées de défaillance $F(i)$.	35
Tableau III .12 : comparaison entre la fonction de répartition théorique et réelle (AC2000033209).	36
Tableau III .13 : taux de défaillance d'un top drive(AC 2000033209).	37
Tableau III 14 : nombre des arrêts d'un top drive durant la période 2008-2014	38
Tableau III.15 : historique des pannes d'un top drive(DC2000005844).	39
Tableau III .16 : distribution des pannes d'un top drive par classe	40
Tableau III .17 : Tableau des résultats (top drive) (DC 2000005844).	42
Tableau III .18 : fréquences cumulées de défaillance $F(i)$.	44
Tableau III .19 : comparaison entre la fonction de répartition théorique et réelle (AC-2000005844).	45
Tableau III .20 : taux de défaillance du top drive (AC-2000005844).	46
Tableau III .21 : historique des pannes d'un top drive (DC 2000005426).	47
Tableau-22- : distribution des pannes d'un top drive par classe	48
Tableau III .23 : Tableau des résultats (top drive) (DC 2000005426).	50
Tableau III .24 : fréquences cumulées de défaillance $F(i)$.	52
Tableau III .25 : comparaison entre la fonction de répartition théorique et réelle (DC 2000005426).	53
Tableau III .26 : taux de défaillance du top drive (DC 2000005426).	54
Tableau III .27 : récapitulatif des Resultats pour $t=30$ jours	55

NOMENCLATURE

Symbole	Désignation
R(t)	Fonction de fiabilité.
F(t)	Fonction de défaillance.
f(t)	Densité de probabilité.
$\lambda(t)$	Taux de défaillance.
MUT	(Mean Up Time) Moyenne des Temps de bon fonctionnement.
MTTR	(Mean Time To Repair) Moyenne des Temps de réparation.
μ	Taux de réparation.
MTBF	(Mean Time between failer) Moyenne des temps entre défaillance.
TBF	(Time Between Failer) Temps entre défaillance
UT	(Up Time) Temps de bon fonctionnement.
TTR	(Time To Repair) Temps de réparation.
D	Disponibilité
γ	Paramètre de position.
β	Paramètre de forme.
η	Paramètre d'échelle.
r	Le nombre de classe.
Δt	Intervalle des temps.
$n_i(moy)$	Le nombre des pannes au milieu de l'intervalle.
$Dn. \alpha$	L'erreur de référence
B	Coefficient liée à la fonction eulérienne
A	Coefficient liée à la fonction eulérienne
SAP	Système application progiciel

Introduction Générale

Introduction générale

Contexte

L'importance considérable de l'énergie pétrolière au plan économique justifie la concurrence actuelle à la recherche constante d'innovations, dans ce secteur d'activité, dans le but d'optimiser les procédures de prospection, d'extraction et de transport de cette ressource. Par ailleurs, la croissance des besoins en énergie pétrolière conduit à mener des investigations poussées afin de satisfaire cette demande, l'augmentation de la capacité de production, nécessite des moyens performants et fiables.

Grace aux dix dernières années d'innovation technique et technologique, l'industrie pétrolière a repoussé les limites de forage pour aller exploiter des réserves devenues difficiles d'accès. De nombreux records ont été battus, citons par exemple le plus long puits en offshore au large du Katar de 12 289 m, la plus grande profondeur d'eau jamais atteinte en forage 3051 m dans le golf du Mexique, et la plus puissante Top-Drive jamais construite de 1250 tonnes.[6]

L'Algérie étant l'un des pays membres de l'Organisation des pays exportateurs de pétrole, elle est le 3^e producteur de pétrole en Afrique derrière le Nigeria et l'Angola et le 11^e exportateur de pétrole à l'échelle mondiale. Elle occupe la 15^e place mondiale en matière de réserves pétrolières (45 milliards de tonnes en équivalent pétrole pour les réserves prouvées en pétrole), et 18^e producteur mondial de pétrole. [7]

Toutes ces richesses, constituent la source la plus importante d'énergie dans le pays, et jouent un rôle fondamental dans l'économie nationale. L'Algérie a donc adopté les nouvelles technologies de forage pour améliorer le fonctionnement, la sécurité du personnel et de l'environnement.

Le Top-Drive est un équipement de forage récemment introduit dans les chantiers de forage en Algérie, et qui remplace plusieurs équipements tels que le crochet, la tête d'injection, la table de rotation, et la tige carrée, cet appareil a également montré de bonnes performances, dont l'avantage principal est la réduction du temps des opérations de forage, et donc une meilleure fiabilité.

Le présent travail entre dans le cadre de la collaboration entre l'entreprise nationale de forage ENAFOR et l'université, et a pour objectif de mener une étude comparative de la fiabilité de deux types de Top-Drive (Canrig), à courant Alternatif (AC) et à courant continu (DC).

Les défaillances du TOP-Drive arrêtent fatalement les opérations de forage, dans des conditions difficiles, voire dangereuses. L'intervention pour la réparation du Top-drive est également problématique, et très inconfortable du fait de sa difficile accessibilité : travail en hauteur, circuits hydrauliques et électriques pénibles d'accès.

Notre travail consiste à calculer la fiabilité des deux types de Top-Drive, en se basant sur l'historique de pannes élaboré au sein de l'entreprise par le système SAP, et ceci pour les sept dernières années, depuis 2008 et jusqu'à 2014.

Les résultats contribueront à éclaircir et à mieux comprendre les causes des défaillances, donneront des solutions visant à améliorer la fiabilité de cet équipement, et apporteront des réponses aux préoccupations posées par les responsables de l'entreprise.

Organisation du mémoire

Ce mémoire de thèse comporte trois chapitres :

Chapitre01 : Dans ce chapitre on présente, la description générale d'un Top-Drive, son principe de fonctionnement et ses avantages.

Chapitre 02 : Ce chapitre est consacré à la théorie de la fiabilité, des lois usuelles utilisées pour la détermination des principaux indicateurs de fiabilité.

Chapitre 03 : On présente le calcul effectué par l'approche fiabiliste pour les deux types de Top-Drive choisis, enfin les résultats et leurs discussions seront donnés en fin du chapitre.

Et pour conclure, une conclusion générale sera donnée, suivie par des recommandations pour une future étude plus poussée.

CHAPITRE I

Description du Top Drive

CHAPITRE I : Description Top Drive

I.1) Introduction : [10]

L'entraînement supérieur ou le top drive est un appareil nouvellement introduit dans les chantiers de forage qui a pour but de remplacer plusieurs équipements tels que le crochet, la tête d'injection, la table de rotation, et la tige carrée, cet appareil a également montré de bonnes performances, dont l'avantage principale est la réduction du temps des opérations de forage.

Le top drive est un équipement de rotation, Il fait tourner la garniture de forage directement du haut du mât, sa remonte et sa descente est assurée par une glissière fixée au derrick.

Il existe plusieurs modèles de Top-Drive selon les constructeurs et le système d'entraînement, dans notre mémoire c'est le cas de **Canrig** utilisé par L'ENAFOR

I.2) Historique :

En 1983 le développement du derrick a commencé par le remplacement de ce système conventionnel par un autre système appelé Top drive, le premier modèle est publié en 1984, était DDM650 c'est-à-dire Derrick Drilling Machine-capacité de levage 650 tonnes- avec un moteur à courant continu. Le développement du Top drive s'est poursuivi pour introduire en 1987 le système d'entraînement hydraulique, avec le model DDM500/600 HYD.

Les besoins n'étant pas satisfaits complètement, la demande d'un moment de rotation plus élevée a nécessité le développement des moteurs à courant alternatif.

Actuellement il existe toute une gamme de Top drive de différentes capacités et puissances. Le concept de cet équipement n'est pas nouveau, ce qui est nouveau est la combinaison de plusieurs parties de système de levage, de rotation et de pompage en un seul organe. [4]

I.3) Le rôle du top drive :

Le top drive à plusieurs tâches peut assemblées en trois fonctions principales qui sont :

La rotation, la manipulation des tiges, et l'injection de fluide de forage.

Donc il assure :

- Le forage (en utilisant le moteur électrique).
- La remontée et descente des tiges de forage.

- Serrage et desserrage des connections (en utilisant le torque boost).
- Circulation des fluides de forage.
- Manipulation des tiges en utilisant les Link Tilts (les bras).
- Blocage de la garniture de forage (en utilisant le frein).

I.4) Avantages:

- Diminuer le temps de forage (de 25%) puisque on ne manipule pas la tige carrée de plus le forage se fait par triple.
- Connexion sur la garniture en manœuvre à n'importe quelle hauteur.
- Plus efficace pour la manutention des tiges.
- Elle fournit une puissance de rotation plus variable que celle de la table de rotation.
- Permet la rotation de la garniture de forage et la circulation à tout niveau dans le puits pendant les descentes et les remontées ; Cet avantage aide à prévenir les problèmes dans le puits.
- Réduire le nombre de connections.
- Possibilité d'application d'un couple statique pendant un temps indéterminé (seulement dans le cas d'un top drive hydraulique).
- Maintenir l'orientation directionnelle (L'utilisation des trois tiges simples de forage va aider à avoir un puits plus vertical).
- Soulager le travail des accrocheurs.

I.5) Inconvénients:

- Le coût de leur maintenance qui est plus élevé en comparant avec l'ancien système.
- Leurs dimensions importantes.
- Du fait du poids supplémentaire, le câble de forage s'use plus rapidement.
- Nécessite un personnel qualifié et formé sur le type d'appareil.
- Maintenance et entretien journalier (lubrification, stabilisation, etc.....).
- Elles sont aussi plus difficiles à déplacer sur les installations de forage sur terre qui doivent être démontées lors du déménagement

I.6) Différent types de Top Drive:

Dans l'industrie il existe plusieurs types de Top Drives selon la construction et selon le moteur d'entraînement :

I.6.1) Selon le fabricant :

- Canrig
- Varco
- Tesco

TESCO**CANRIG****VARCO****Figure I.1:** type du top drive.**I.6.2) Selon le type de moteur d'entraînement :**

- Top drive à moteur hydraulique
- Top drive à moteur électrique

I.7) Désignation de top drive du Modèle 8050AC-712 :[8]**80** :80X10=800 HP : la puissance du moteur électrique.**50** : 50X10=500 tons : la capacité de levage.**AC** : Entraînement électrique (à courant alternatif).**7.120/1** : rapport de réduction (moteur/pignon).

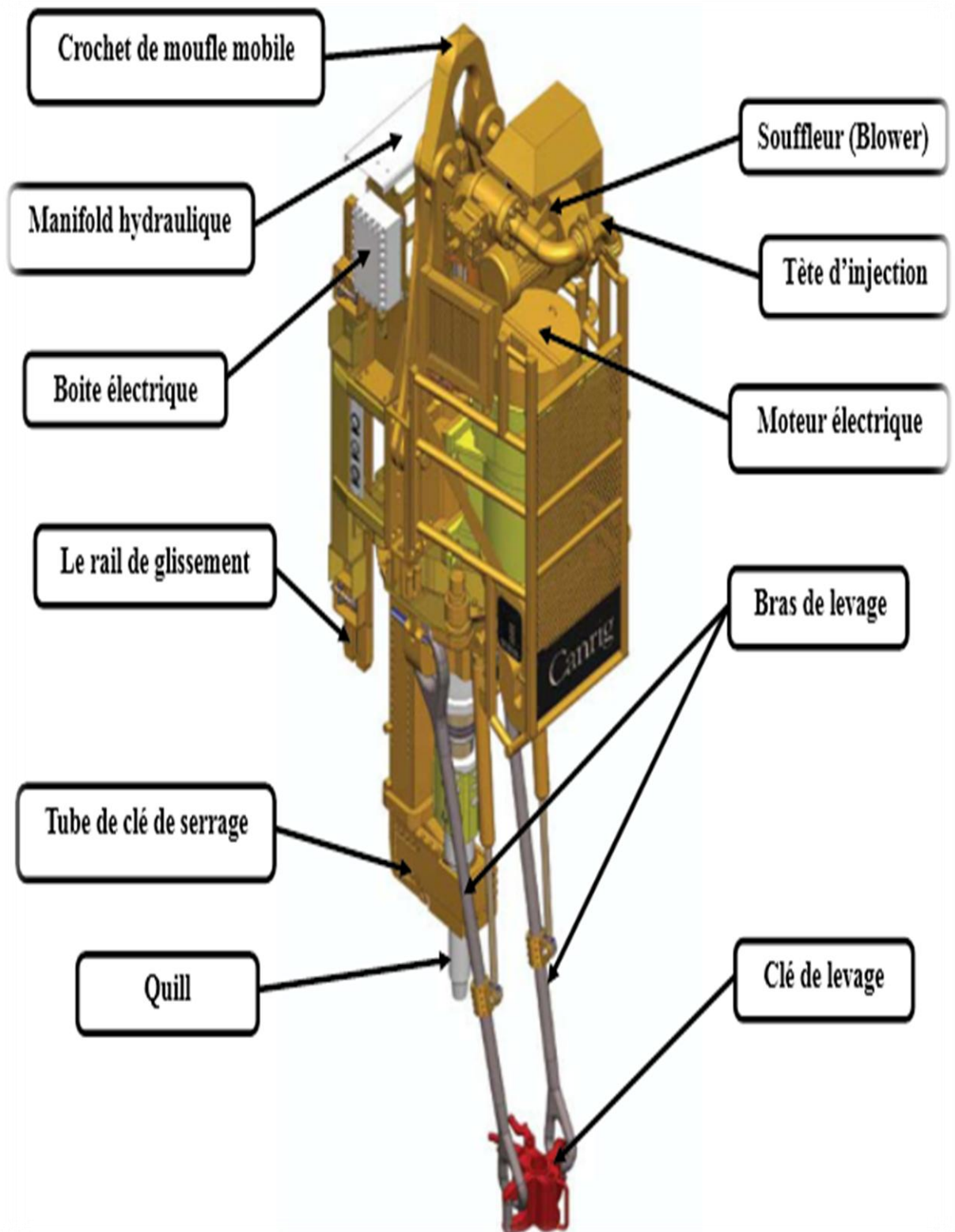


Figure I.2: types de Top Drive Canrig.

I.8) Constitution de top drive:

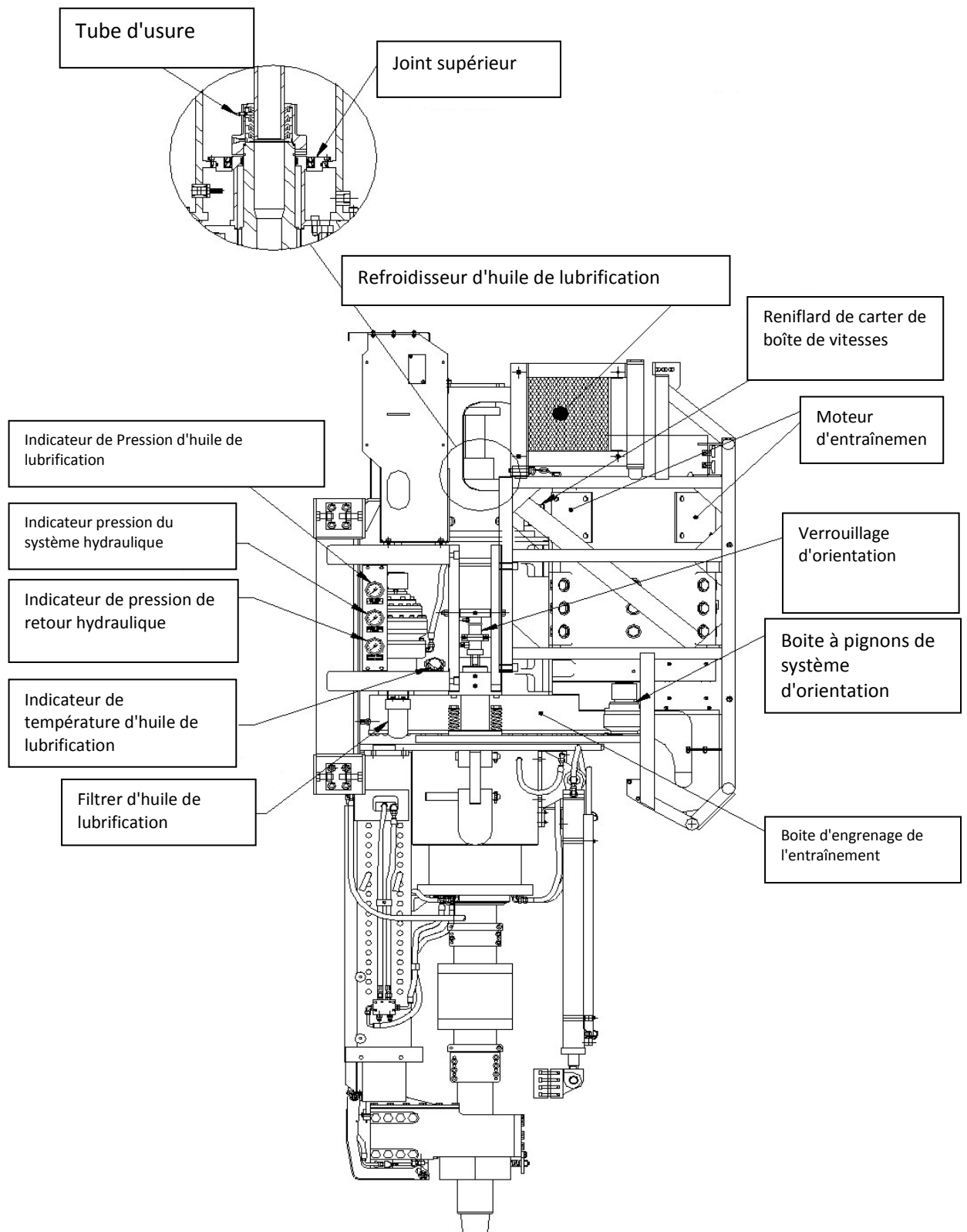


Figure I-3: Top Drive vue cotée foreur

Le top drive se compose de trois parties essentielles :

- La partie mécanique (l'arbre principal, le bonnet, boîte d'engrenage ...etc.).
- La partie hydraulique (le HPU, générateur de couple, circuit hydraulique, circuit de lubrification).
- La partie électrique : (Moteur à courant alternatif GE B20)

I.8.1) Description de la partie mécanique : [8][9]

La partie mécanique du top drive se compose de :

- L'arbre principal (Quill)
- Le bonnet
- La Boite d'engrenage (Gear case)
- Le moyeu
- Le crabot (femelle spline)
- Le corps principal
- Pivot intégrale (le spindle)
- Clé de vissage (back up wrench)

I.8.2) Description Partie Hydraulique:

- Unité hydraulique (HPU)
- Frein hydraulique
- Pompe hydraulique
- Pompe de lubrification
- Les distributeurs (électrovannes)
- Les vannes de contrôle
- Vanne de contrôle de puits inférieure (LWCV)
- Vanne de contrôle de puits supérieure (UWCV)
- Rotation de manifolde
- Multiplicateur de couple :(torque boost).

I.8.3) Description de la partie électrique :

- Système de production et de conversion d'énergie électrique
- Le moteur
- L'unité de support de Top Drive
- Console de commande du top drive

I.9) CONCLUSION :

La description du Top-Drive a été présentée dans ce chapitre, ainsi que les différents types existants. L'application de ce système que nous proposons d'étudier permet de minimiser les pannes, éviter les interventions de la maintenance préventive et diminuer les frais d'exploitation. Le système de forage sera donc plus fiable, ce qui conduit à l'augmentation des indices économiques de l'entreprise.

Pour évaluer avec précision la fiabilité des deux types de Top-Drive AC et DC, une analyse de retour d'expérience de l'historique des pannes sera nécessaire, ainsi que la théorie de fiabilité, ils feront l'objet du chapitre 02

Chapitre II : Théorie de La Fiabilité

Chapitre II : Théorie de La Fiabilité

II.1) Introduction :

La fiabilité est devenue un élément essentiel pour les enjeux de sécurité et de performances des entreprises. La fiabilité est multiforme, fonction des différentes phases du cycle de vie d'un bien. Son estimation permet à la fois de comprendre le passé et de préparer le futur. Dans ce chapitre nous allons procéder au calcul de la fiabilité par la loi de weibull ou la loi exponentiel des équipements des Top drive (AC) et (DC)

II.2) Fiabilité (Reliability)

La norme NF X60-500 définit la fiabilité comme « l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, pendant un intervalle de temps de donné. »[2]

La fonction de fiabilité est définie par :

$$R(t_i) = p(T \geq t), t \geq 0 \quad (\text{II.1})$$

II.3) Expressions mathématiques de la fiabilité

Fonction de distribution et de répartition

a) Notion de variable aléatoire : On appelle variable aléatoire "T" une variable telle qu'à chaque valeur (t) de "T" on puisse associer une probabilité "F (t)". Une variable aléatoire peut être :

- Continue : intervalle de temps entre deux défaillances consécutives.
- Discrète : nombre de défaillances d'un composant sur un intervalle de temps.

b) Cas général d'une variable aléatoire continue

Soit une loi de probabilité relative à une variable aléatoire continue (t). Elle est caractérisée par sa fonction de répartition "F(t)" telle que :

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = \lim_{dt \rightarrow \infty} \frac{\text{prob}(t < T < t+dt)}{dt} \quad (\text{II.2})$$

La fonction de répartition "F(t)" représente la probabilité qu'un événement (une défaillance) survient à l'instant (t) dans l'intervalle [0, t] ; F(t)=P(T<t).

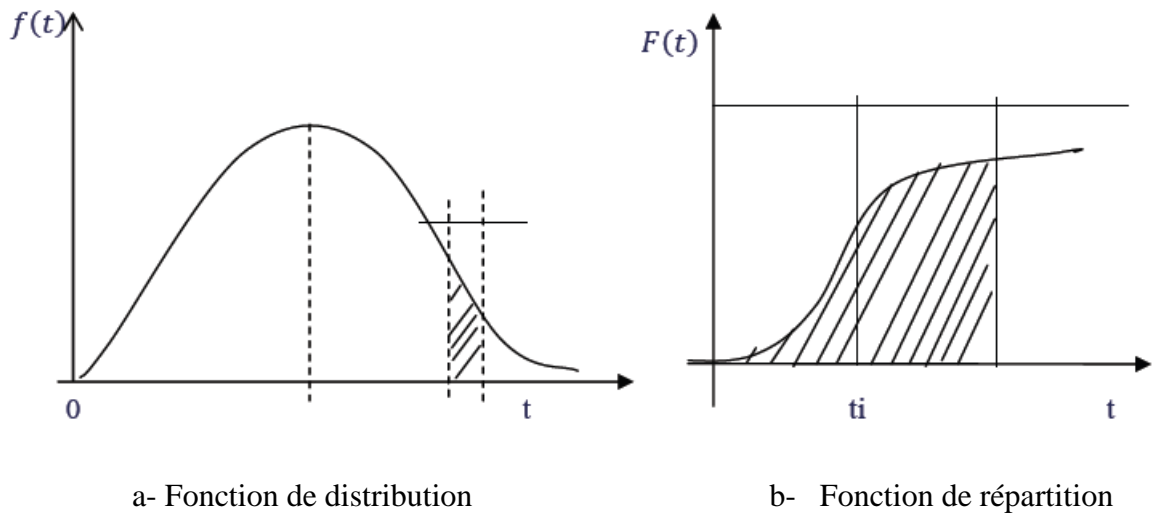


Figure II-1 : Courbes des fonctions de probabilité

II-4 : Représentation graphique de R(t) , F(t)

Un dispositif mis en marche pour la première fois à (to) tombera en panne à un instant non connu à priori "t" : date de la panne est une variable aléatoire de la fonction de répartition "F(t)".

F(t) est la probabilité d'une défaillance avant l'instant (ti).

R(t) est la probabilité de bon fonctionnement à (ti), c'est une fonction monotone décroissante.

R(t) et F(t) sont des probabilités complémentaires [11], telle que :

$$R(t) + F(t) = 1 \text{ ou } \int_0^t f(t)dt + \int_t^\infty f(t) dt = 1 \tag{II.3}$$

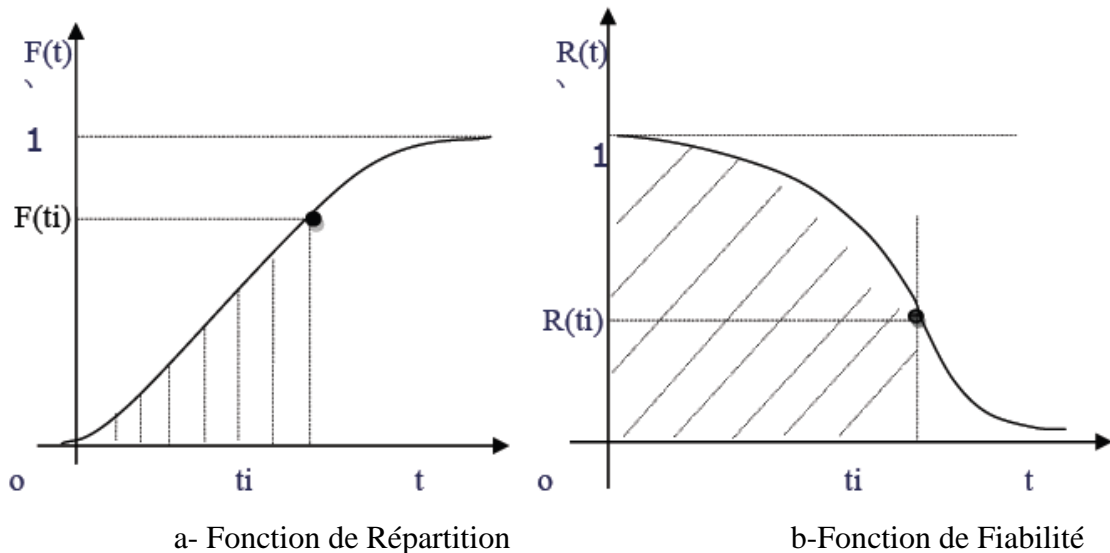


Figure II-2: Courbes paramétriques de la fiabilité

II.5) Indicateurs de la fiabilité:

II.5.1) Moyenne des temps de bon fonctionnement MUT (Mean Up Time) :

Le temps moyen jusqu'à défaillance (ou moyenne des temps de bon fonctionnement) est : [2]

$$MUT = \frac{\sum \text{temps de bon fonctionnement}}{\text{nombre d'intervalles de temps de bon fonctionnement}}$$

$$MUT = \int_0^{+\infty} R(t) dt \quad (\text{II.4})$$

II.5.2) temps moyen pour réparer MTTR (Mean Time To Repair):

Exprime la moyenne des temps de tâches de réparation. Il est calculé en additionnant les temps actifs de maintenance ainsi que les temps annexes de maintenance, le tout divisé par le nombre d'interventions. [2]

$$D'arrêt \quad MTTR = \frac{\text{Temps d'arrêt Total}}{\text{nombre d'arrêt}} \quad (\text{II.5})$$

II.5.3) Taux de réparation μ :

$$\mu = \frac{1}{MTTR} \quad (\text{II.6})$$

La probabilité de réparation d'un composant est principalement fonction du temps écoulé depuis l'instant de défaillance. Il existe un certain délai t avant que le composant puisse être réparé. Ce délai t comprend le temps de détection et le temps d'attente de l'équipe de réparation. Il s'y ajoute le temps de réparation proprement. [1]

II.5.4) la moyenne des temps de fonctionnement entre pannes MTBF (Mean Time Between Failure) :

C'est le temps qui sépare deux défaillances consécutives. Le MTBF est la moyenne sur un ensemble d'entités « identiques » et sur leurs durées de vie considérées des TBF. [2]

$$MTBF = \frac{\text{temps total de fonctionnement pour l'ensemble des produits}}{\text{Nombre total défaillances}}$$

II.5.5) La relation entre les indicateurs de fiabilité : MUT, MTBF, et MTTR

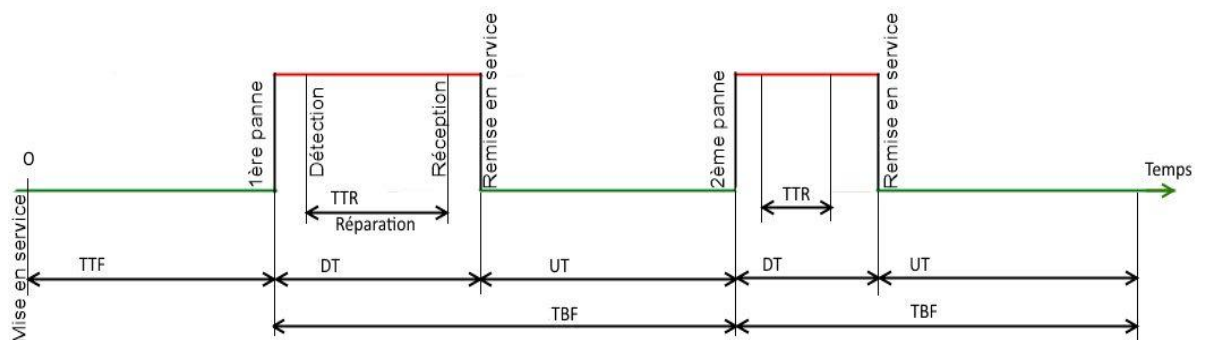


Figure II.3: Vie d'un système : évolution dans le temps [2]

On a :
$$MTBF = MUT + MTTR \quad (II.7)$$

II.6) Disponibilité

II.6.1) Définition :

La norme NF X60-500 définit la disponibilité comme « l'aptitude d'une entité à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions donnée, à un instant donné ou pendant un intervalle de temps donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires de maintenance soit assurée. [2]

II.6.2) Courbe en baignoire

La courbe du taux de défaillance a la forme générale dite en baignoire, mais présentant néanmoins des défaillances suivant la technologie principale du système étudié. [11]

1. La première zone (A) correspond à la jeunesse du produit. Les défaillances sont dues à des défauts de fabrication ou à des phénomènes à évolution rapide. Le taux de défaillance décroît avec l'âge. Cette période a une durée variable suivant le produit. Elle s'échelonne entre quelques heures et quelques centaines d'heures.
2. La deuxième zone (B) présente un taux de défaillance sensiblement constant. Elle correspond à l'apparition de défaillances provenant de causes très diverses. Cette période correspond à la vie utile. Sa durée s'étend de quelques milliers d'heures pour les pièces mécaniques à plusieurs centaines de milliers d'heures pour les composants électroniques.
3. La dernière (C) est caractérisée par un taux de défaillance croissant. Elle correspond à l'apparition des défaillances dues à l'usure ou à la fatigue (fin de vie). [11]

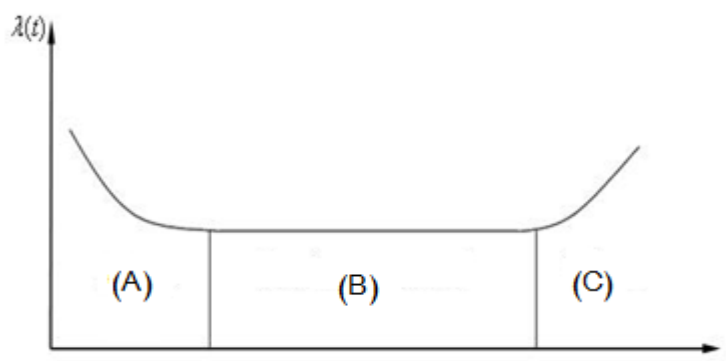


Figure II.4 : Taux de défaillance en fonction de l'âge
(Courbe en baignoire). [11]

II.7) Lois de probabilité usuelles en fiabilité

Nous présentons dans ce paragraphe les lois de fiabilité les plus couramment utilisées.

II.7.1) Loi exponentielle

C'est une loi qui ne dépend que d'un seul paramètre (le taux de défaillance, λ); elle s'applique d'une manière générale aux matériels qui subissent des défaillances brutales, ou à des systèmes complexes composés de plusieurs éléments dont les lois de fiabilité élémentaires sont différentes.

Durant la vie utile, le taux de défaillance λ est constant. [1]

- La fiabilité est solution de

$$R(t) = \exp(-\lambda t) \quad (\text{II.8})$$

- Densité de probabilité :

$$f(t) = \lambda \exp(-\lambda t) \quad (\text{II.9})$$

- Fonction de répartition :

$$F(t) = 1 - \exp(-\lambda t) \quad (\text{II.10})$$

II.7.2) Loi de Weibull :

La loi de weibull est utilisée en fiabilité, en particulier dans le domaine de la mécanique.

Cette loi a l'avantage d'être très souple et de pouvoir s'ajuster à différents résultats d'expérimentations. [3]

La loi de Weibull est une loi continue à trois paramètres :

- Le paramètre de position γ qui représente le décalage pouvant exister entre le début de l'observation (date à laquelle on commence à observer un échantillon) et le début du processus que l'on observe (date à laquelle s'est manifesté pour la première fois le processus observé). [3]
- Le paramètre d'échelle η qui, comme son nom l'indique, nous renseigne sur l'étendue de la distribution. [3]
- Le paramètre de forme β qui est associé à la cinétique du processus observé. [3]
- Densité de probabilité :

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} \exp\left(-\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta} \quad (\text{II.11})$$

Fiabilité :

$$R(t) = \exp^{-(t-\gamma)/\eta)^{\beta}} \quad (\text{II.12})$$

- Fonction de répartition:

$$F(t) = 1 - \exp^{-(t-\gamma)/\eta} \quad (\text{II.13})$$

- Taux de défaillance :

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} \quad (\text{II.14})$$

- Moyenne des temps de bon fonctionnement

$$MUT = \gamma + \eta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \quad (\text{II.15})$$

En fonction de β ; d'où $MUT = \gamma + A\eta \quad (\text{II.16})$

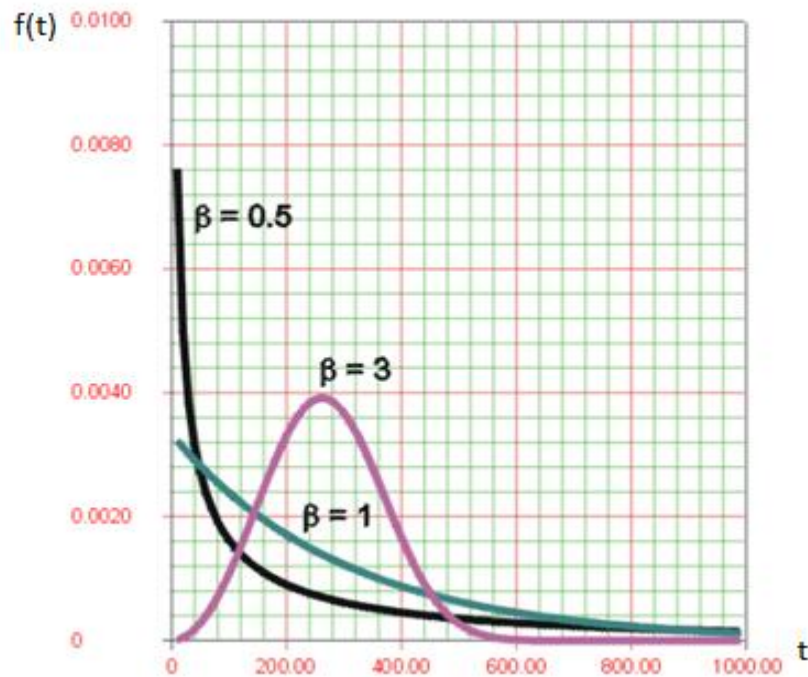


Figure II.5 : densité de probabilité

II.7.2.1) Application à la fiabilité

Suivant les valeurs de β , le taux de défaillance est

Soit décroissant ($\beta < 1$),

Soit constant ($\beta = 1$),

Soit croissant ($\beta > 1$).

La distribution de Weibull permet donc de représenter les trois périodes de la vie d'un dispositif (courbe de baignoire).

Le cas $\gamma > 0$ correspond à des dispositifs dont la probabilité de défaillance est infime jusqu'à un certain âge γ . [3]

II.7.2.2) Estimation des paramètres de la loi de weibull

Un des problèmes essentiel est l'estimation des paramètres (β, η, γ) de cette loi, pour cela, Nous disposons de la méthode suivante :

Méthode de l'actuariat :

Il s'agit donc de déterminer de façon expérimentale le taux de défaillance $\lambda(t)$, il correspond à la probabilité d'avoir une défaillance dans les différents intervalles de temps constituant la vie du matériel étudié. Une estimation de $\lambda(t)$ par tranche de temps est déterminée par le calcul suivant [1]:

$$\lambda(t) = \frac{n_i}{N_i \Delta t_i} \quad (\text{II.17})$$

Avec :

n_i : Nombre de défaillances

N_i : Nombre de survivants au début de la tranche de temps $t(i)$

$\Delta t_i = t_{i+1} - t_i$: intervalle de temps observé

La détermination du nombre de classe doit être telle que la courbe ne soit pas trop déformée, il dépend du nombre total de défaillance ; on peut déterminer le nombre de classe (r) tel que: [3]

$$r = 1 + 3.3(\log \sum_{i=1}^n (n_i)) \quad (\text{II.18})$$

On bien :

$$r = \sqrt{\sum_{i=1}^n (n_i)} \quad (\text{II.19})$$

II.7.2.3) Test d'adéquation :

Les modèles que l'on peut établir en fiabilité sont issus d'un échantillon de population, puis on fait l'hypothèse qu'ils suivent une loi particulière (loi normale, loi exponentielle,.....) ainsi, il reste à vérifier la validité de cette Loi, cette vérification est obtenue par un test d'adéquation. Pour cela utilisons le test de Kolmogorov-Smirnov.

L'idée est de comparer la fonction réelle de répartition des défaillances à la fonction de répartition théorique. [1]

Nous avons la taille d'échantillon N , on mesure l'écart, point par point entre les deux fonctions de répartition.

$$\Delta D_i = \mathcal{F}(i) - F(t) \quad (\text{II.20})$$

$\mathcal{F}(i)$: fonction de répartition réelle.

$$\mathcal{F}(i) = \frac{i}{n+1} \quad (\text{II.21})$$

$F(t)$: fonction de répartition théorique.

On montre que $D_n = \text{Max} | \mathcal{F}(i) - F(t) |$ suit une loi ne dépendant que de n et on écrit que : [1]

$$P [\text{Max} | \mathcal{F}(i) - F(t) | < D_n, \alpha] = 1 - \alpha \quad (\text{II.22})$$

La valeur de D_n, α est donnée par la table de Kolmogorov-Smirnov (annexe.3.).

$$\text{Si :} \quad D_n > D_n, \alpha \quad (\text{II.23})$$

On refuse l'hypothèse du modèle théorique

II.8) Conclusion

Dans ce chapitre, nous vous exposé brièvement la théorie fiabiliste, qui servira de base pour le calcul de la fiabilité des Top-drive. On a présenté les deux lois les plus usuelles, exponentielle et de Weibull. L'approche qui va déterminer laquelle des lois est suivie par le Top-Drive sera déterminée après un traitement des données de retour d'expérience qui nous ont été données par le personnel de L'ENAFOR, et ceci sera l'objet du troisième chapitre.

Chapitre III : Etude de la fiabilité du Top-Drive

Chapitre III : Etude de la fiabilité du Top-Drive

III.1) INTRODUCTION :

Dans ce chapitre nous allons procéder au calcul de la fiabilité, en suivant la méthode décrite au chapitre 02, de deux Top- Drive de modèle différent en analysant les données des statistiques de défaillances élaborées par le système SAP de l'ENAFOR, et ceci pour sept ans de fonctionnement depuis 2008 et jusqu'à 2014. Les lois suivies par ces équipements soit de weibull ou exponentielle seront déterminées après calcul.

L'ENAFOR dispose dans son parc de forage une vingtaine de Top-Drive étalés sur plusieurs chantiers, dans différentes régions du pays. Le choix des équipements à étudier se détermine après une analyse des défaillances enregistrées sur terrain, ceux qui datent le plus et qui présentent un historique de pannes plus enrichi feront l'objet de l'étude.

On a constaté d'après l'historique des pannes que les organes qui présentent les défaillances sont : le wash-pip (tube d'usure), le Torck-Boost, le gripper, le service loope, le insleve,etc, ces organes feront l'objet de l'étude de la fiabilité pour permettre la connaissance de ceux qui causent le maximum de pannes..

III.2) Choix des Top- Drive type AC à étudier:

En consultant l'historique des pannes pour sept ans de fonctionnement, on a pu dresser le tableau ci-dessous, comportant le nombre de pannes enregistrées durant cette période, le choix a été fixé sur les deux Top-Drive ayant fonctionné le plus d'années.

L'étude sera faite sur deux Top-Drive de chaque type, à courant continu et à courant alternatif, dans le but d'une meilleure interprétation des résultats vu que les conditions de travail dans les différents chantiers ne sont pas les mêmes.

Nous avons recensé le nombre des arrêts de quatorze (14) top drive(AC).

Tableau III .1 : nombre des arrêts du top drive durant 2008-2014.

Equipement	Nombres des arrêts
Top drive (2000032144)	50
Top drive (2000033209)	44
Top drive (2000033088)	41
Top drive (2000003511)	35
Top drive (2000032707)	27
Top drive (2000017319)	24
Top drive (2000032722)	22
Top drive (2000031567)	21
Top drive (2000031810)	18

Top drive (200003631)	16
Top drive (2000017597)	10
Top drive (2000016008)	9
Top drive (2000017638)	9
Top drive (2000032890)	6

III.2.1) Etude de la fiabilité du Top drive (2000032144)

Nous avons classé le tableau en fonction du temps de bon fonctionnement (UT) (en triant UT par ordre croissant) :

Tableau III .2 : historique des pannes du Top drive (2000032144).[5]

N ⁰	Date de défaillance	TBF(j)	TTR(j)	UT(j)	N ⁰	Date de défaillance	TBF(j)	TTR(j)	UT(j)
1	11/03/2008	2	0,98	1,02	26	18/02/2011	30	0,78	29,22
2	06/04/2011	3	0,42	2,58	27	29/01/2008	30	0,15	29,85
3	02/04/2011	4	0,15	3,85	28	14/01/2014	32	0,14	31,86
4	13/06/2012	4	0,03	3,97	29	09/04/2011	36	0,04	35,96
5	10/09/2008	5	0,34	4,66	30	15/09/2008	40	0,08	39,92
6	20/11/2011	6	0,41	5,59	31	27/07/2008	45	0,26	44,74
7	15/08/2012	8	0,05	7,95	32	15/02/2014	53	0,27	52,73
8	27/11/2010	10	0,06	9,94	33	08/09/2009	53	0,07	52,93
9	17/06/2012	11	0,89	10,11	34	13/07/2009	57	0,32	56,68
10	28/02/2008	12	0,04	11,96	35	10/04/2010	58	0,31	57,69
11	20/03/2011	13	0,02	12,98	36	10/09/2010	58	0,07	57,93
12	05/08/2010	15	0,25	14,75	37	07/06/2010	59	1	58
13	07/03/2010	15	0,15	14,85	38	15/05/2009	59	0,04	58,96
14	22/03/2010	19	2,41	16,59	39	14/09/2012	72	0,4	71,6
15	28/07/2012	18	0,05	17,95	40	07/12/2010	73	0,1	72,9
16	26/11/2011	18	0,02	17,98	41	14/12/2011	76	0,1	75,9
17	07/11/2010	20	0,39	19,61	42	31/10/2009	103	0,43	102,57
18	20/08/2010	21	0,18	20,82	43	03/10/2013	103	0,32	102,68
19	04/03/2009	21	0,08	20,92	44	28/02/2012	106	0,05	105,95
20	23/08/2012	22	0,07	21,93	45	25/10/2008	130	0,03	129,97
21	11/02/2010	24	0,39	23,61	46	13/03/2008	136	0,06	135,94
22	25/11/2012	24	0,26	23,74	47	15/05/2011	189	0,09	188,91
23	20/04/2009	25	0,31	24,69	48	09/04/2014	266	0,1	265,9
24	25/03/2009	26	0,06	25,94	49	19/12/2012	288	0,02	287,98
25	28/06/2012	30	0,88	29,13					

Calcul de M.T.B.F

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^N TBF}{N} = \frac{2528}{49} = 51.6 \text{ jour}$$

Calcul de M.U.T.

$$MUT = \frac{\sum_{i=1}^N UT}{N} = \frac{2513.86}{49} = 50.3 \text{ jour}$$

Disponibilité D:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^N UT}{\sum_{i=1}^N TBF} = \frac{2513.86}{2528} = 99\%$$

Calcul de M.T.T.R.

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^N TTR}{N} = \frac{14.14}{49} = 0.3 \text{ jour}$$

Taux de réparation μ :

$$\mu = \frac{1}{0.3} = 3.33 \frac{1}{\text{jour}}$$

Calcul de fiabilité :

Détermination du nombre de classe r

Méthode de l'actuariat

$$r = 1 + 3.3(\sum \log(49)) = 6.57$$

On bien :

$$r = \sqrt{49} = 7$$

Donc le nombre de classe $r = 6$

Calcul de l'intervalle des temps (ΔT) dans chaque classe :

$$\Delta T = \frac{UT_{max}}{r} \tag{III.1}$$

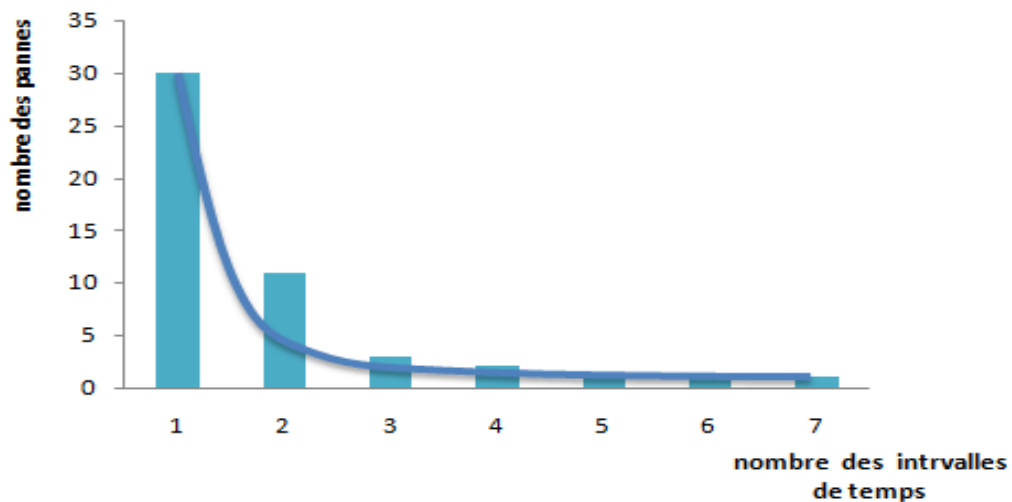
$$\Delta T = \frac{287.98}{7} = 41.14 \text{ jour}$$

Distribution des pannes par classe :

Nous avons calculé le nombre des pannes dans chaque intervalle ΔT pour construire l'histogramme.

Tableau III .3 : distribution des pannes d'un top drive par classe

N ⁰ =de classe	Intervalle (j)	Nombre de panne a l'intervalle
1	] 0; 41,14]	30
2	] 41,14; 82,28]	11
3	] 82,28; 123,42]	3
4	] 123,42; 164,56]	2
5	] 164,56; 205,7]	1
6	] 205,7; 246,84]	1
7	] 246,84; 287,98]	1

Histogramme des pannes :**Figure III .1** : histogramme du nombre de pannes dans l'intervalle de temps (top drive)
(AC2000032144).

À travers le graphe ci-dessus la distribution des pannes montre que c'est une loi décroissante en fonction du temps

$$n_i(moy) = n_{(i-1)} + \frac{n_i}{2} \quad (III.2)$$

La probabilité de défaillance est :

$$F(moy) = \frac{n(moy)}{N} \quad (III.3)$$

Calcul de probabilité de bon fonctionnement :

$$R(moy) = 1 - \frac{n(moy)}{N} \quad (III.4)$$

La densité de probabilité s'écrit comme suit :

$$f(moy) = \frac{n(\Delta t)}{N^0 \Delta t} \quad (III.5)$$

N° : Nombre de pannes total

Δt : La valeur de l'intervalle de temps

$N^\circ = 49$

$\Delta t = 41.14 \text{ jour}$

Calcul de l'intensité des pannes (taux de défaillance)

$$\lambda(moy) = \frac{f(t_{moy})}{R(t_{moy})} \tag{III.6}$$

Donc nous avons dressé le tableau suivant :

Tableau III .4 : Tableau des résultats (top drive)(AC2000032144).

N^0	Intervalles de temps	Le milieu intervalle (t_{moy})	Nombre de panne (n_i)	Nombre de pannes moyenne (n_{moy})	$F(t_{moy})$	$R(t_{moy})$	$f(t_{moy})$	$\lambda(t_{moy})$
1	] 0; 41,14]	20,57	30	15,5	32%	68%	1,16E-02	1,71E-02
2	] 41,14; 82,28]	61,71	11	37	76%	24%	4,26E-03	1,77E-02
3	] 82,28; 123,42]	102,85	3	44	90%	10%	1,16E-03	1,16E-02
4	] 123,42; 164,56]	143,99	2	45,5	93%	7%	7,74E-04	1,11E-02
5	] 164,56; 205,7]	185,13	1	46,5	95%	5%	3,87E-04	7,74E-03
6	] 205,7; 246,84]	226,27	1	47,5	97%	3%	3,87E-04	1,29E-02
7	] 246,84; 287,98]	267,41	1	48,5	99%	1%	3,87E-04	3,87E-02

D'après le tableau nous avons tracé les courbes suivantes

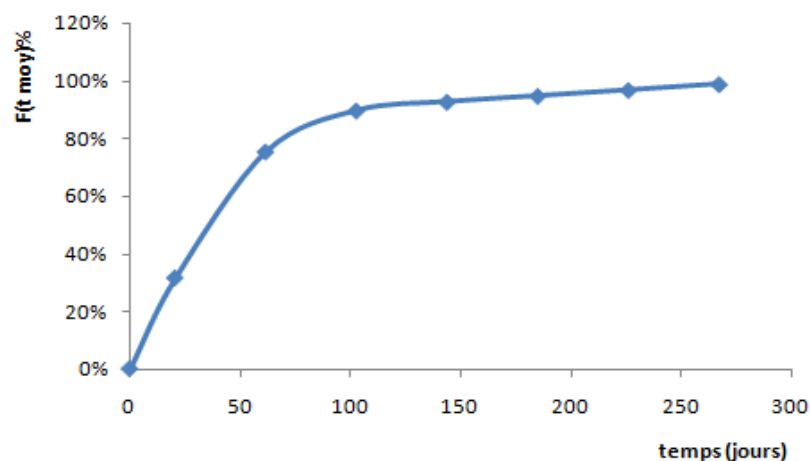


Figure III .2: fonction de défaillance d'un top drive (AC2000032144).

L'allure de la Courbe de répartition est croissante ce qui est en accord avec l'allure théorique des lois de fiabilité illustrée sur la (figure II-2)

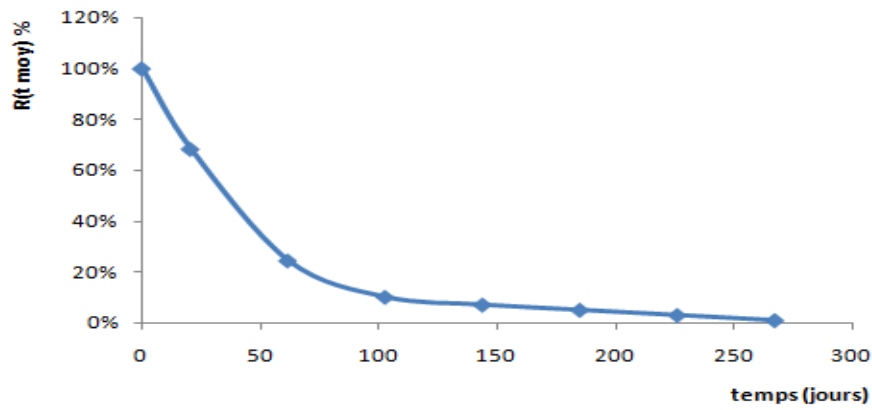


Figure III .3: fonction de fiabilité d'un top drive (AC 2000032144).

L'allure de la Courbe de Fiabilité est décroissante ce qui est en accord avec l'allure théorique des lois de fiabilité illustrée sur la (figure II-2)

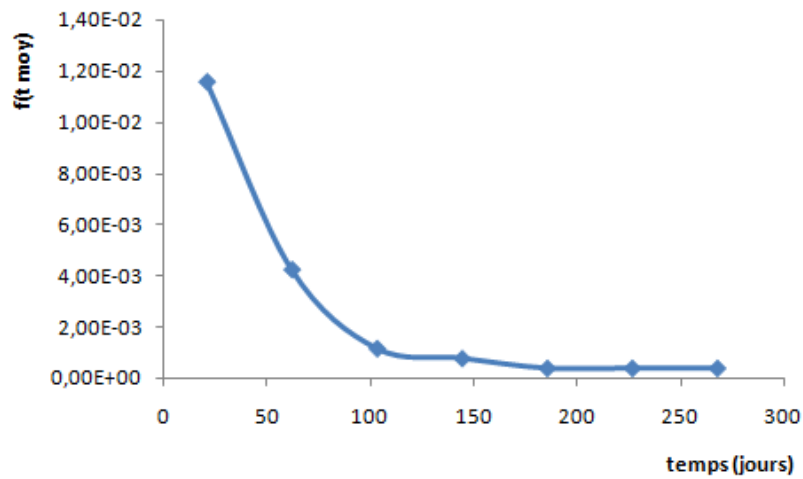


Figure III .4: fonction de répartition densité de probabilité d'un top drive (AC2000032144).

L'allure de la Courbe de densité de probabilité est décroissante ce qui est en accord avec l'allure théorique des lois de fiabilité illustrée sur la (figure II.5)

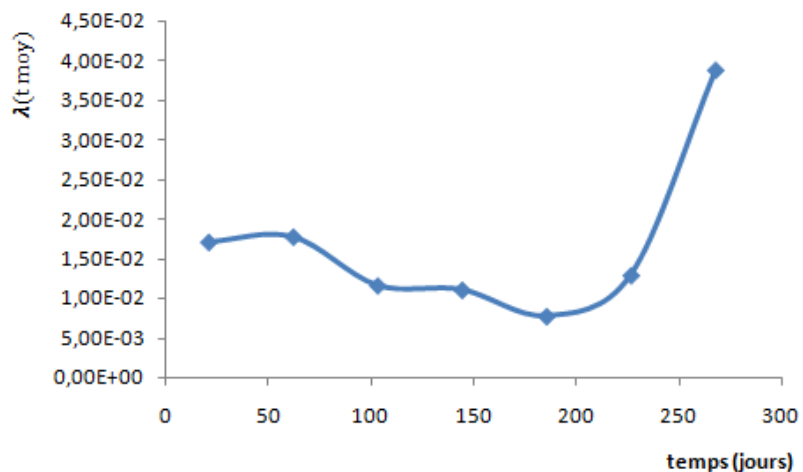


Figure III .5 : taux de défaillance d'top drive (AC2000032144).

Interprétation : Sur la figure III-5 ci-dessus, le taux de défaillance varie peu en fonction du temps, on peut voir clairement que l'allure peut être assimilée à une droite horizontale, sauf pour le dernier point qui représente un taux de défaillance élevé et dont on pourra ne pas considérer. D'après la courbe en baignoire illustrée dans la figure II-4, on peut conclure que le taux de défaillance appartient à la période de vie utile, et ceci nous permet de faire l'étude en appliquant la loi de weibull.

Méthode de loi de weibull:

En reprenant le tableau -1-, essentiellement les colonnes du numéro d'ordre de la panne N Avec $N > 50$ et le temps de bon fonctionnement UT,

Nous avons la fonction de défaillance réelle des pannes est donnée par la formule suivante :

$$F(i) = \frac{i}{N+1} \quad (III. 7)$$

Tableau III .5 : fréquences cumulées de défaillance F(i).

N ⁰	UT	F(i)	N ⁰	UT	F(i)	N ⁰	UT	F(i)
01	2,02	0,02	18	20,82	0,36	35	57,69	0,7
02	2,58	0,04	19	20,92	0,38	36	57,93	0,72
03	3,85	0,06	20	21,93	0,4	37	58	0,74
04	3,97	0,08	21	23,61	0,42	38	58,96	0,76
05	4,66	0,1	22	23,74	0,44	39	71,6	0,78
06	5,59	0,12	23	24,69	0,46	40	72,9	0,8
07	7,95	0,14	24	25,94	0,48	41	75,9	0,82
08	9,94	0,16	25	29,13	0,5	42	102,57	0,84
09	10,11	0,18	26	29,22	0,52	43	102,68	0,86
10	10,96	0,2	27	29,85	0,54	44	105,95	0,88
11	12,98	0,22	28	31,86	0,56	45	129,97	0,9
12	14,75	0,24	29	35,96	0,58	46	135,94	0,92
13	14,85	0,26	30	39,92	0,6	47	188,91	0,94
14	16,59	0,28	31	44,74	0,62	48	265,9	0,96
15	17,95	0,3	32	52,73	0,64	49	287,98	0,98
16	17,98	0,32	33	52,93	0,66			
17	19,61	0,34	34	56,68	0,68			

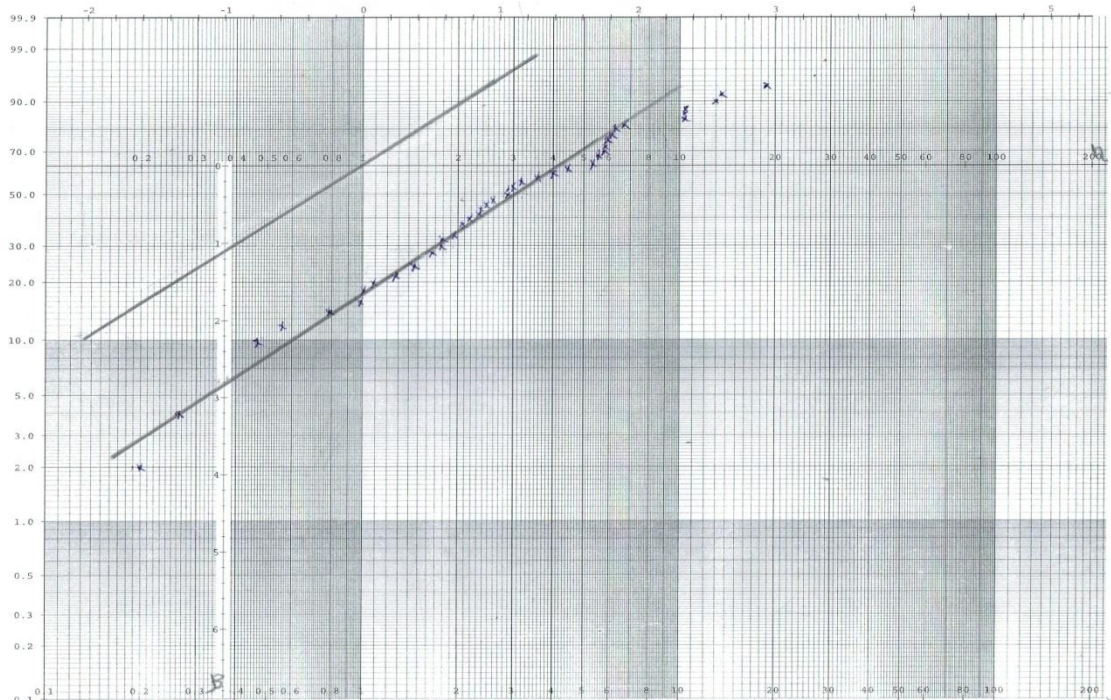


Figure III .6: Graphe de weibull d'un top drive (AC 2000032144).

D'après le graphe de weibull les points sont : $\gamma = 0$ $\beta = 1.1$ $\eta = 41j$

Tableau III .6 : comparaison entre la fonction de répartition théorique et réelle

N ⁰	UT	F(i)%	R(i) weibull%	F(i) weibull%	|F(i)-F(t)|	N ⁰	UT	F(i)%	R(i) weibull%	F(i) weibull%	|F(i)-F(t)|
01	2,02	2	96	4	0,02	26	29,22	52	50	50	0,02
02	2,58	4	95	5	0,01	27	29,85	54	49	51	0,03
03	3,85	6	93	7	0,01	28	31,86	56	47	53	0,03
04	3,97	8	93	7	0,01	29	35,96	58	42	58	0
05	4,66	10	91	9	0,01	30	39,92	60	38	62	0,02
06	5,59	12	89	11	0,01	31	44,74	62	33	67	0,05
07	7,95	14	85	15	0,01	32	52,73	64	27	73	0,09
08	9,94	16	81	19	0,03	33	52,93	66	27	73	0,07
09	10,11	18	81	19	0,01	34	56,68	68	24	76	0,08
10	10,96	20	79	21	0,01	35	57,69	70	23	77	0,07
11	12,98	22	75	25	0,03	36	57,93	72	23	77	0,05
12	14,75	24	72	28	0,04	37	58	74	23	77	0,03
13	14,85	26	72	28	0,02	38	58,96	76	23	77	0,01
14	16,59	28	69	31	0,03	39	71,6	78	16	84	0,06
15	17,95	30	67	33	0,03	40	72,9	80	15	85	0,05
16	17,98	32	67	33	0,01	41	75,9	82	14	86	0,04
17	19,61	34	64	36	0,02	42	102,57	84	6	94	0,1
18	20,82	36	62	38	0,02	43	102,68	86	6	94	0,08

19	20,92	38	62	38	0	44	105,95	88	6	94	0,06
20	21,93	40	61	39	0,01	45	129,97	90	3	97	0,07
21	23,61	42	58	42	0	46	135,94	92	2	98	0,06
22	23,74	44	58	42	0,02	47	188,91	94	0	100	0,06
23	24,69	46	56	44	0,02	48	265,9	96	0	100	0,04
24	25,94	48	55	45	0,03	49	287,98	98	0	100	0,02
25	29,13	50	50	50	0						

Test d'adéquation :

Admettons un risque d'erreur ($\alpha = 0.05$)(annexe 01)

Nous avons la taille de l'échantillon $n=49$, on mesure l'écart point par point entre les deux fonctions de répartition.

Pour $N=49$ et $\alpha = 0.05$

Selon le tableau on trouve : $Dn, \alpha = \frac{1.36}{\sqrt{49}} = 0.194$

D'après ce tableau on voit bien que $\Delta Dmax = 0.1$ donc :

$$\Delta Dmax = 0.1 < Dn, \alpha = 0.194$$

Calcul de MUT :

Nous avons calculé la moyenne des temps bon fonctionnement comme suit : (A-annexe 02)

$$MUT = \gamma + \eta A = 41 * 0.9649 = 39.56j$$

Calcul de la fiabilité :

Pour $t=10ans=3650jours$

$$R(t) = \exp\left(-\left(\frac{3650}{5600}\right)^{1.1}\right) = 54\%$$

Calcul du taux de défaillance :

L'expression du taux de défaillance en fonction de β :

$$\lambda(t) = \left(\frac{\beta}{\eta}\right) \left(\frac{x-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} \quad (\text{III.8})$$

Les résultats sont dressés dans le tableau suivant :

Tableau III .7: taux de défaillance du top drive (AC-2000032144).

N ⁰	UT	Taux de défaillance	N ⁰	UT	Taux de défaillance	N ⁰	UT	Taux de défaillance
1	2,02	0,02	18	20,82	0,025	35	57,69	0,028
2	2,58	0,02	19	20,92	0,025	36	57,93	0,028
3	3,85	0,021	20	21,93	0,025	37	58	0,028
4	3,97	0,021	21	23,61	0,025	38	58,96	0,028
5	4,66	0,022	22	23,74	0,025	39	71,6	0,028
6	5,59	0,022	23	24,69	0,026	40	72,9	0,028

7	7,95	0,023	24	25,94	0,026	41	75,9	0,029
8	9,94	0,023	25	29,13	0,026	42	102,57	0,029
9	10,11	0,023	26	29,22	0,026	43	102,68	0,029
10	10,96	0,024	27	29,85	0,026	44	105,95	0,03
11	12,98	0,024	28	31,86	0,026	45	129,97	0,03
12	14,75	0,024	29	35,96	0,026	46	135,94	0,03
13	14,85	0,024	30	39,92	0,027	47	188,91	0,031
14	16,59	0,025	31	44,74	0,027	48	265,9	0,032
15	17,95	0,025	32	52,73	0,028	49	287,98	0,033
16	17,98	0,025	33	52,93	0,028			
17	19,61	0,025	34	56,68	0,028			

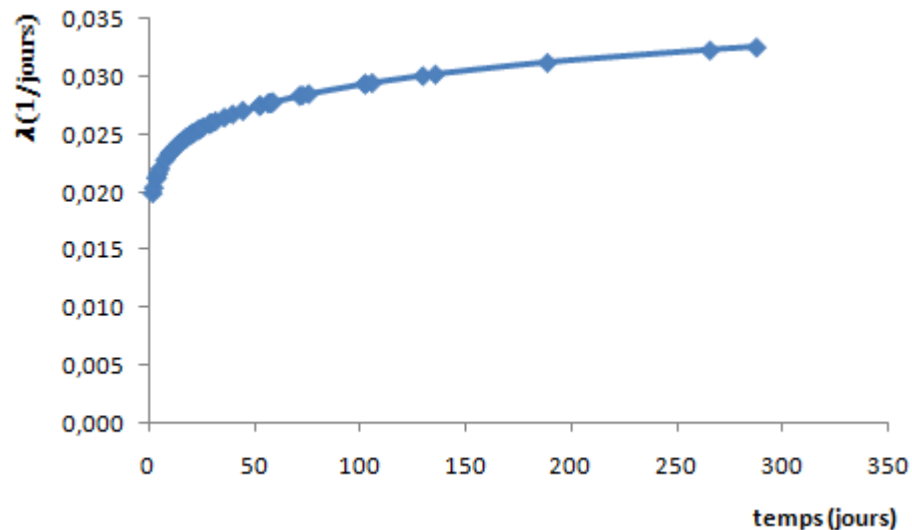


Figure III .7: taux de défaillance de la loi weibull.

III .2.2) Etude de fiabilité du Top drive (2000033209)

Nous avons classé le tableau en fonction du temps de bon fonctionnement (UT) (en triant UT par ordre croissant) :

Tableau III .8: historique des pannes d'un top drive(2000033209). [5]

N ⁰	Date de défaillance	TTR(j)	TBF(j)	UT(j)	N ⁰	Date de défaillance	TTR(j)	TBF(j)	UT(j)
1	21/06/2010	0,04	5	4,96	23	11/07/2010	0,31	24	23,69
2	17/03/2012	0,02	5	4,98	24	14/12/2011	0,84	27	26,16
3	13/03/2011	0,15	7	6,85	25	27/04/2011	0,67	28	27,33
4	20/03/2011	0,14	7	6,86	26	10/01/2012	0,27	29	28,73
5	10/03/2012	1,26	7	5,74	27	08/02/2012	0,49	31	30,51
6	03/04/2010	0,53	8	7,47	28	12/06/2011	0,15	39	38,85
7	25/05/2011	0,06	8	7,94	29	21/07/2011	0,35	39	38,65

8	22/03/2012	0,07	9	8,93	30	31/03/2012	0,06	39	38,94
9	02/06/2011	0,02	10	9,98	31	10/02/2013	0,03	42	41,97
10	07/11/2013	0,18	10	9,82	32	11/04/2013	0,02	44	43,98
11	18/11/2011	0,79	11	10,21	32	06/05/2010	0,51	46	45,49
12	24/04/2010	0,04	12	11,96	34	19/09/2013	0,21	49	48,79
13	10/02/2011	0,06	12	11,94	35	25/05/2013	0,02	56	55,98
14	15/04/2011	0,13	12	11,88	36	20/07/2013	0,48	61	60,52
15	11/04/2010	0,13	13	12,88	37	09/05/2012	3	62	59
16	26/06/2010	0,14	15	14,86	38	14/09/2010	0,14	68	67,86
17	29/11/2011	0,22	15	14,78	39	21/11/2010	0,03	81	80,97
18	24/03/2013	0,25	18	17,75	40	29/08/2011	0,26	81	80,74
19	04/08/2010	0,08	19	18,92	41	17/11/2013	0,14	146	141,86
20	22/02/2011	0,06	19	18,94	42	24/10/2009	1,32	161	159,68
21	27/03/2011	0,05	19	18,95	43	10/07/2012	0,5	215	214,5
22	23/08/2010	0,26	22	21,74					

Calcul de M.T.B.F

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^N TBF}{N} = \frac{1631}{43} = 37.93j$$

Calcul de M.U.T.

$$MUT = \frac{\sum_{i=1}^N UT}{N} = \frac{1616.52}{43} = 37.59j$$

Disponibilité D:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^N UT}{\sum TBF} = \frac{1616.52}{1631} = 0.99\%$$

Calcul de M.T.T.R.

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^N TTR}{N} = \frac{14.48}{49} = 0.37j$$

Taux de réparation μ :

$$\mu = \frac{1}{0.37} = 2.7 \frac{1}{j}$$

Calcul de fiabilité :

Détermination du nombre de classe r

Méthode de l'actuariat :

$$r = 1 + 3.3(\sum \log(43)) = 6.39 \approx 6$$

On bien :

$$r = \sqrt{43} = 6.55$$

Donc le nombre de classe $r = 6$

Calcul de l'intervalle des temps (ΔT) dans chaque classe :

$$\Delta T = \frac{UT_{max}}{r} \quad (\text{III.9})$$

$$\Delta T = \frac{214.5}{6} = 35.75 \text{ H}$$

Distribution des pannes par classe :

Nous avons calculé le nombre des pannes dans chaque intervalle ΔT pour construire l'histogramme.

Tableau III .9: distribution des pannes d'un top drive par classe

N^0 =de classe	Intervalle (j)	Nombre de panne a l'intervalle
1	] 0; 35,75]	27
2	] 35,75; 71,5]	11
3	] 71,5; 107,25]	2
4	] 107,25; 143]	1
5	] 143; 191,25]	1
6	] 178,75; 214,5]	1

Histogramme des pannes :

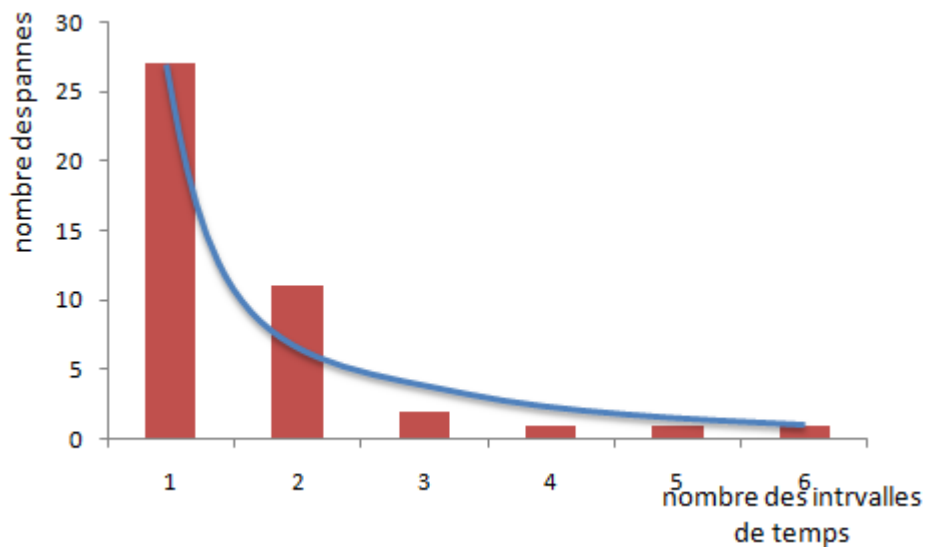


Figure III .8: histogramme du nombre de pannes dans l'intervalle de temps (d'un top drive) (AC2000033209).

À travers le graphe la distribution des pannes montre que c'est une loi décroissante en fonction du temps

$$n_i(moy) = n_{(i-1)} + \frac{n_i}{2} \quad (\text{III.10})$$

La probabilité de défaillance est :

$$F(moy) = \frac{n(moy)}{N} \quad (\text{III.11})$$

Calcul de probabilité de bon fonctionnement :

$$R(moy) = 1 - \frac{n(moy)}{N} \tag{III.12}$$

La densité de probabilité s'écrit comme suit :

$$f(moy) = \frac{n(\Delta t)}{N^0 \Delta t} \tag{III.13}$$

N^0 : Nombre de pannes total

Δt : La valeur de l'intervalle de temps

$N^0 = 28$

$\Delta T = 35.75$

Calcul de l'intensité des pannes (taux de défaillance)

$$\lambda(moy) = f(t moy)/R(t moy)$$

Donc nous avons dressé le tableau suivant :

Tableau III .10 : Tableau des résultats (top drive) (AC2000033209).

N ⁰	Intervalles de temps	Le milieu intervalle (t _{moy})	Nombre de panne (n _i)	Nombre de pannes moyenne (n _{moy})	F(t moy)	R(t moy)	f(t moy)	λ(t moy)
1	] 0; 35,75]	17,875	27	13,5	31%	69%	1,64E-02	2,39E-02
2	] 35,75; 71,5]	53,625	11	22,5	52%	48%	6,69E-03	1,40E-02
3	] 71,5; 107,25]	89,375	2	39	91%	9%	1,22E-03	1,31E-02
4	] 107,25; 143]	125,125	1	40,5	94%	6%	6,08E-04	1,05E-02
5	] 143; 191,25]	160,875	1	41,5	97%	3%	6,08E-04	1,74E-02
6	] 178,75; 214,5]	196,625	1	42,5	99%	1%	6,08E-04	5,23E-02

D'après le tableau nous avons tracé les courbes suivantes

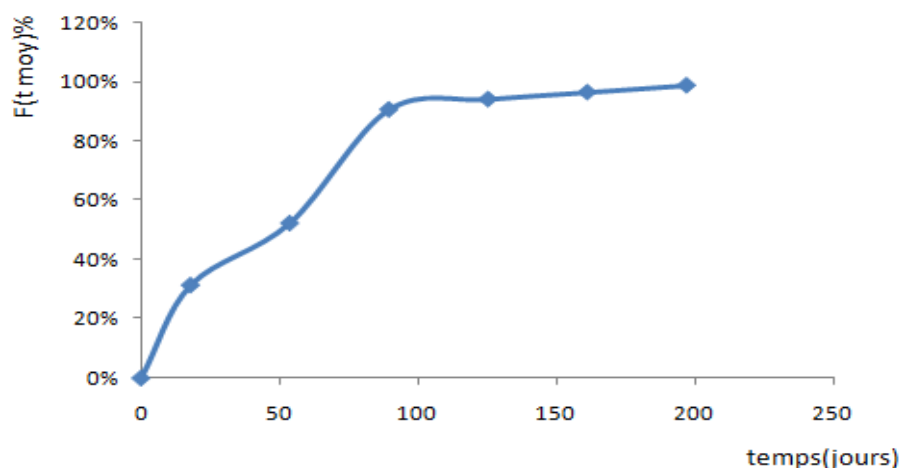


Figure III .9: fonction de défaillance d'un top drive(AC2000033209).

L'allure de la Courbe de répartition est croissante ce qui est en accord avec l'allure théorique des lois de fiabilité illustrée sur la (figure II-2)

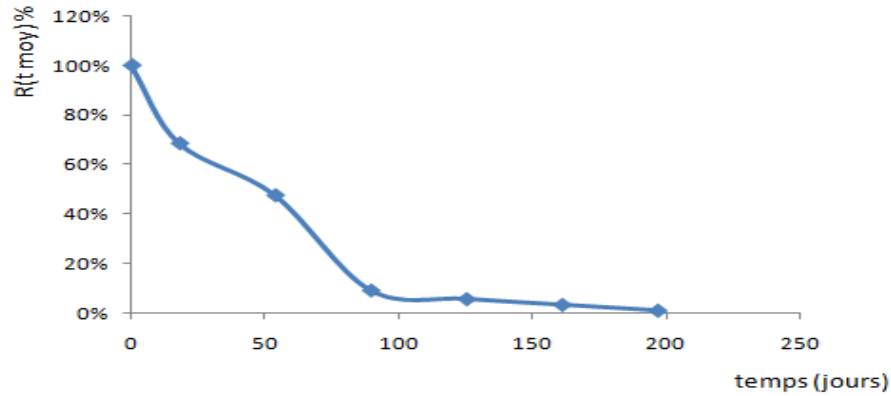


Figure III .10: fonction de fiabilité d'un top drive(AC2000033209).

L'allure de la Courbe de Fiabilité est décroissante ce qui est en accord avec l'allure théorique des lois de fiabilité illustrée sur la (figure II-2)

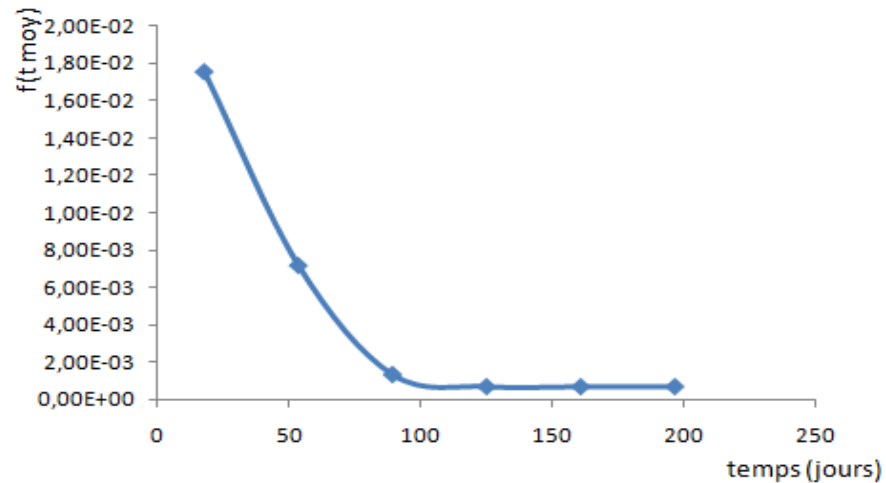


Figure III .11 : fonction de répartition densité de probabilité d'un top drive(AC2000033209).

L'allure de la Courbe de densité de probabilité est décroissante ce qui est en accord avec l'allure théorique des lois de fiabilité illustrée sur la (figure II.5)

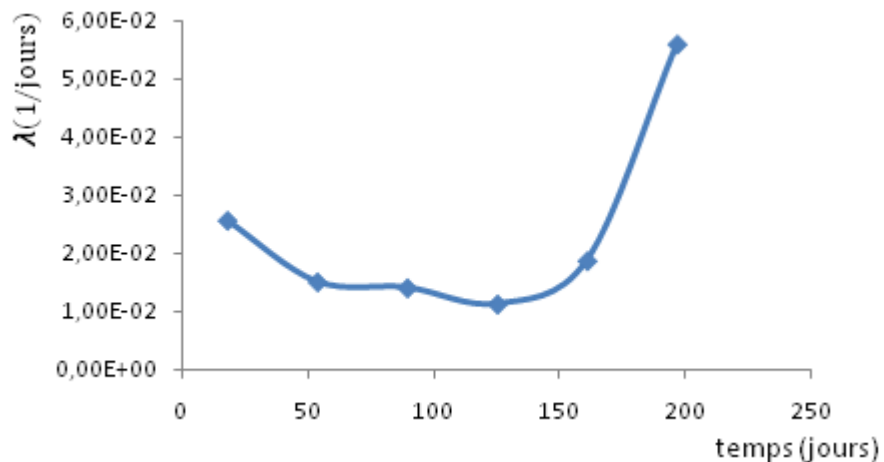


Figure III .12 : taux de défaillance d'top drive(AC2000033209).

L'allure la courbe du taux de défaillance correspond à l'étude théorique de la loi weibull.

Grâce courbes nous avons décidé d'appliquer la loi de weibull

Méthode de loi de weibull :

En reprenant le tableau -1-, essentiellement les colonnes du numéro d'ordre de la panne N

Avec $N > 50$ et le temps de bon fonctionnement UT,

Nous avons la fonction de défaillance réelle des pannes est donnée par la formule suivante :

$$F(i) = i/(N + 1) \quad (\text{III.15})$$

Tableau III .11: fréquences cumulées de défaillance F(i).

N ⁰	UT	F(i)	N ⁰	UT	F(i)	N ⁰	UT	F(i)
01	4,96	2,3	16	14,78	36,4	31	41,97	70,5
02	4,98	4,5	17	14,86	38,6	32	43,98	72,7
03	5,74	6,8	18	17,75	40,9	33	45,49	75
04	6,85	9,1	19	18,92	43,2	34	48,79	77,3
05	6,86	11,4	20	18,94	45,5	35	55,98	79,5
06	7,47	13,6	21	18,95	47,7	36	59	81,8
07	7,94	15,9	22	21,74	50	37	60,52	84,1
08	8,93	18,2	23	23,69	52,3	38	67,86	86,4
09	9,82	20,5	24	26,16	54,5	39	80,74	88,6
10	9,98	22,7	25	27,33	56,8	40	80,97	90,9
11	10,21	25	26	28,73	59,1	41	145,86	93,2
12	11,88	27,3	27	30,51	61,4	42	159,68	95,5
13	11,94	29,5	28	38,65	63,6	43	214,5	97,7
14	11,96	31,8	29	38,85	65,9			
15	12,88	34,1	30	38,94	68,2			

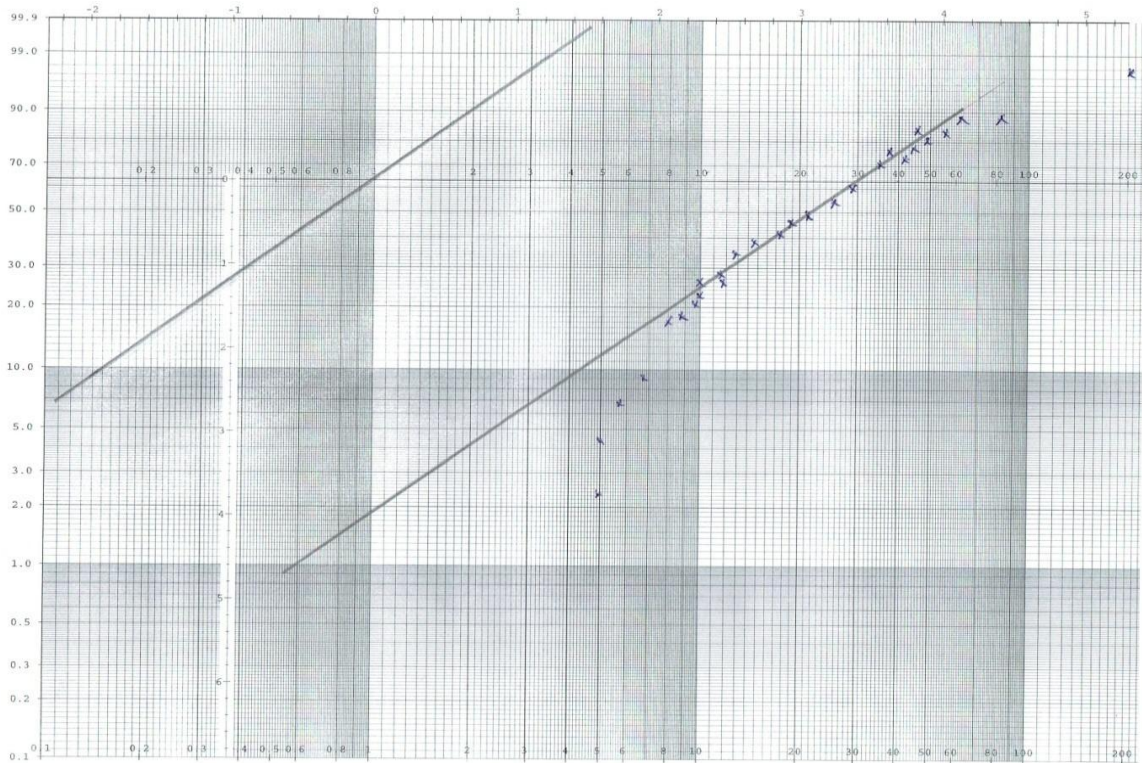


Figure III .13 : graphe de weibull d'un top drive (AC 2000033209).

D'après le graphe de weibull les points sont : $\gamma=0$ $\beta=1.15$ $\eta=31.5j$

Tableau III .12 : comparaison entre la fonction de répartition théorique et réelle (AC2000033209).

N ⁰	UT	F(i)%	R(i) weibull%	F(i) weibull%	|F(i)-F(t)|	N ⁰	UT	F(i)%	R(i) weibull%	F(i) weibull%	|F(i)-F(t)|
01	4,96	2	89	11	0,09	23	23,69	52	49	51	0,01
02	4,98	5	89	11	0,06	24	26,16	55	45	55	0,01
03	5,74	7	87	13	0,06	25	27,33	57	43	57	0
04	6,85	9	84	16	0,07	26	28,73	59	41	59	0
05	6,86	11	84	16	0,05	27	30,51	61	38	62	0,01
06	7,47	14	83	17	0,03	28	38,65	64	28	72	0,08
07	7,94	16	81	19	0,03	29	38,85	66	28	72	0,06
08	8,93	18	79	21	0,03	30	38,94	68	28	72	0,04
09	9,82	20	77	23	0,03	31	41,97	70	25	75	0,05
10	9,98	23	77	23	0	32	43,98	73	23	77	0,04
11	10,21	25	76	24	0,01	33	45,49	75	22	78	0,03
12	11,88	27	72	28	0,01	34	48,79	77	19	81	0,04
13	11,94	30	72	28	0,02	35	55,98	80	14	86	0,06
14	11,96	32	72	28	0,04	36	59	82	13	87	0,05
15	12,88	34	70	30	0,04	37	60,52	84	12	88	0,04

16	14,78	36	66	34	0,02	38	67,86	86	9	91	0,05
17	14,86	39	66	34	0,05	39	80,74	98	5	95	0,06
18	17,75	41	60	40	0,01	40	80,97	91	5	95	0,04
19	18,92	43	57	43	0,00	41	145,86	93	0,00	100	0,07
20	18,94	45	57	43	0,02	42	159,68	95	0,00	100	0,05
21	18,95	48	57	43	0,05	43	214,5	98	0,00	100	0,02
22	21,74	50	52	48	0,02						

Test d'adéquation :

Admettons un risque d'erreur ($\alpha=0.05$) (annexe 01)

Nous avons la taille de l'échantillon $n=43$, on mesure l'écart point par point entre les deux fonction de répartition.

Pour $N=43$ et $\alpha=0.05$

Selon le tableau on trouve : $D_{n,\alpha}=1.36/\sqrt{43}=0.207$

D'après ce tableau on voit bien que $\Delta D_{\max}=0.09$ donc :

$$\Delta D_{\max}=0.09 < D_{n,\alpha}=0.20$$

Calcul de MUT :

Nous avons calculé la moyenne des temps bon fonctionnement comme suit : (A-annexe 02)

$$MUT=\gamma+\eta A=31.5*0.9517=29.98j$$

Calcul de la fiabilité :

Pour $t=10\text{ans}=3650\text{jours}$

$$R(t) = \exp^{-\left(\frac{3650}{4300}\right)^{1.15}} = 45\%$$

Calcul du taux de défaillance :

L'expression du taux de défaillance en fonction de β :

$$\lambda(t)=(\beta/\eta) ((x-\gamma)/\eta) ^{(\beta-1)} \quad (\text{III.16})$$

Les résultats sont dressés dans le tableau suivant :

Tableau III .13 : taux de défaillance d'un top drive(AC 2000033209).

N ⁰	UT	Taux de défaillance	N ⁰	UT	Taux de défaillance	N	UT	Taux de défaillance
01	4,96	0,027667	16	14,78	0,032591	31	41,97	0,038114
02	4,98	0,027684	17	14,86	0,032617	32	43,98	0,038382
03	5,74	0,02828	18	17,75	0,033498	33	45,49	0,038577
04	6,85	0,02904	19	18,92	0,03382	34	48,79	0,038984
05	6,86	0,029046	20	18,94	0,033826	35	55,98	0,039797

06	7,47	0,02942	21	18,95	0,033828	36	59	0,040111
07	7,94	0,02969	22	21,74	0,034533	37	60,52	0,040265
08	8,93	0,030218	23	23,69	0,03498	38	67,86	0,040962
09	9,82	0,030652	24	26,16	0,035505	39	80,74	0,042044
10	9,98	0,030726	25	27,33	0,035739	40	80,97	0,042062
11	10,21	0,030831	26	28,73	0,036007	41	145,86	0,045944
12	11,88	0,03154	27	30,51	0,036333	42	159,68	0,046572
13	11,94	0,031564	28	38,65	0,037646	43	214,5	0,04868
14	11,96	0,031572	29	38,85	0,037675			
15	12,88	0,031925	30	38,94	0,037688			

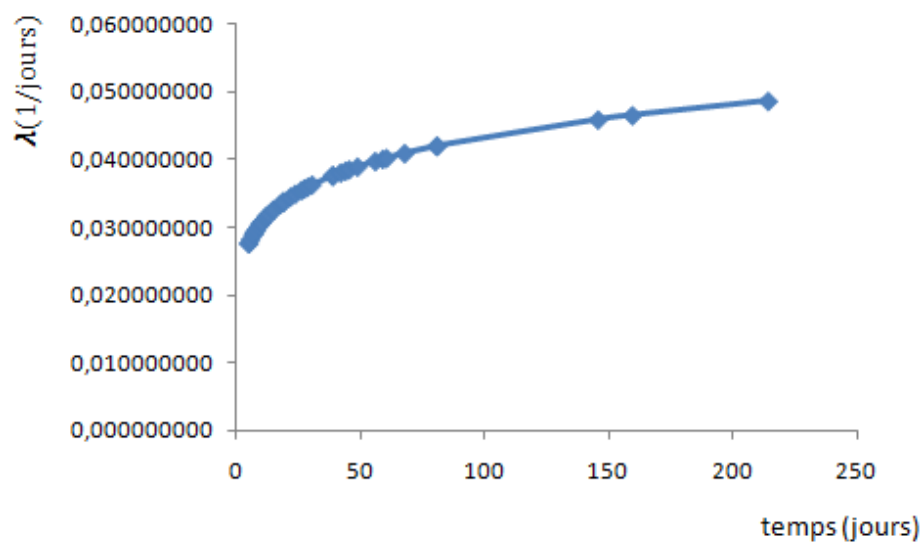


Figure III .14 : taux de défaillance de la loi weibull.

III.3) Etude de la Fiabilité du top drive (DC) :

En se basant sur l'historique des top drive modèle caring (DC)(pris du système de gestion SAP), nous avons recensé le nombre des arrêts de cinq (05) top drive(DC), puis nous avons calculé la moyenne des arrêts pour un seul top drive, ensuite nous avons comparé le nombre d'arrêts de chaque top drive avec la moyenne d'arrêts.

Tableau III 14 : nombre des arrêts d'un top drive durant 2008-2014

Equipement	Nombres des arrêts
Top drive (2000004854)	13
Top drive (2000001040)	28
Top drive (2000002795)	20
Top drive (2000005426)	30
Top drive (2000005844)	41

Nous choisissons ces deux top drive ayant le maximum de pannes, pour étudier la fiabilité de ces deux top drive.

III.3.1) Etude de la fiabilité du Top drive (2000005844)

Nous avons classé le tableau en fonction du temps de bon fonctionnement (UT) (en triant UT par ordre croissant) :

Tableau III.15 : historique des pannes d'un top drive(DC2000005844). [5]

N ⁰	Date de défaillance	TTR(j)	TBF(j)	UT(j)	N ⁰	Date de défaillance	TTR(j)	TBF(j)	UT(j)
2	25/04/2008	1,19	5	3,81	14	25/07/2010	0,04	55	54,96
13	19/07/2010	0,3	6	5,7	34	26/01/2013	0,07	56	55,93
11	23/02/2010	0,04	8	7,96	15	18/09/2010	0,24	58	57,76
24	01/09/2011	0,72	20	19,28	21	24/05/2011	0,08	58	57,92
22	21/07/2011	0,93	21	20,07	5	20/10/2008	0,06	58	57,94
23	11/08/2011	0,06	21	20,94	25	21/09/2011	0,06	59	58,94
19	03/03/2011	1,32	23	21,68	20	26/03/2011	0,03	59	58,97
32	04/01/2013	0,06	22	21,94	29	02/03/2012	0,14	79	78,86
27	15/12/2011	0,1	23	22,9	39	03/11/2013	0,06	80	79,94
38	10/10/2013	0,03	24	23,97	8	14/02/2009	0,25	86	85,75
16	15/11/2010	0,16	25	24,84	4	26/07/2008	0,09	86	85,91
26	19/11/2011	0,13	26	25,88	32	10/10/2012	0,09	86	85,91
36	16/08/2013	0,02	26	25,98	3	30/04/2008	0,42	87	86,58
31	12/09/2012	0,19	28	27,81	9	11/05/2009	0,09	111	110,91
17	10/12/2010	0,09	28	27,91	1	05/01/2008	0,06	111	110,94
6	17/12/2008	1,25	30	28,75	30	20/05/2012	0,04	115	114,96
7	16/01/2009	0,15	29	28,85	40	22/01/2014	1,18	119	117,82
37	11/09/2013	0,04	29	28,96	12	03/03/2010	3	138	135
18	07/01/2011	0,31	55	54,69	35	23/03/2013	0,31	146	145,69
28	07/01/2012	0,06	55	54,94	10	30/08/2009	0,04	177	176,96

Calcul de M.T.B.F

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^N TBF}{N} = 2328/40 = 58.2 \text{ jours}$$

Calcul de M.U.T.

$$MUT = \frac{\sum_{i=1}^N UT}{N} = 2314.47/40 = 57.86 \text{ jours}$$

Disponibilité D:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^N UT}{\sum_{i=1}^N TBF} = 1825.94/2328 = 99\%$$

Calcul de M.T.T.T.

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^N TTR}{N} = 13.53/40 = 0.34 \text{ jours}$$

Taux de réparation μ :

$$\mu = \frac{1}{MTTR} = 1/0.34 = 2.94 \text{ 1/jours}$$

Calcul de fiabilité :

Détermination du nombre de classe r

Méthode de l'actuariat :

$$r = 1 + 3.3(\sum \log_{10}(40)) = 6.3$$

On bien :

$$r = \sqrt{40} = 6.32 \approx 6$$

Donc le nombre de classe $r = 6$

Calcul de l'intervalle des temps (ΔT) dans chaque classe :

$$\Delta T = \frac{UT_{max}}{r} \quad (\text{III.17})$$

$$\Delta T = 176,96/6 = 29.49 \text{ jours}$$

Distribution des pannes par classe :

Nous avons calculé le nombre des pannes dans chaque intervalle ΔT pour construire l'histogramme.

Tableau III .16 : distribution des pannes d'un top drive par classe

N°=de classe	Intervalle (j)	Nombre de panne a l'intervalle
1	] 0; 29,49]	18
2	] 29,49; 58,98]	9
3	] 58,98; 88,47]	6
4	] 88,47; 117,96]	4
5	] 117,96; 147,45]	2
6	] 147,45; 176,96]	1

Histogramme des pannes :

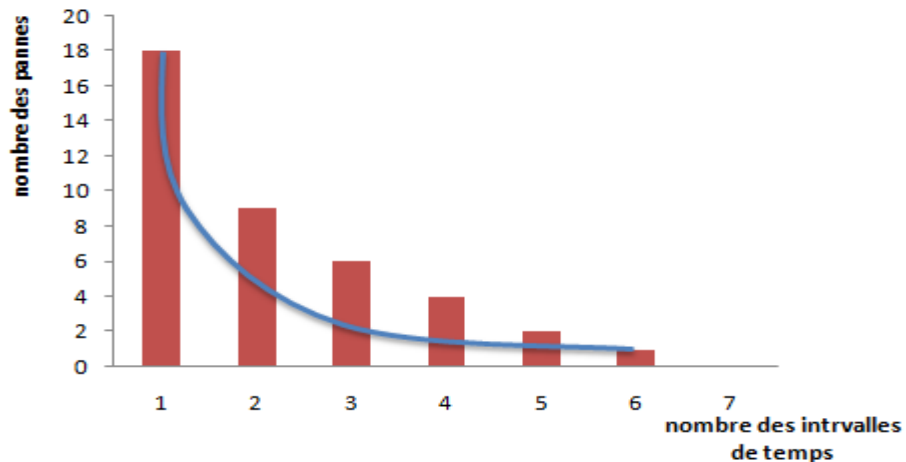


Figure III .15 : histogramme du nombre de pannes dans l'intervalle de temps (top drive)
(DC 2000005844).

À travers le graphe la distribution des pannes montre que c'est une loi décroissante en fonction du temps

$$n_i(t \text{ moy}) = n((i - 1)) + n_i/2 \quad (\text{III.18})$$

La probabilité de défaillance est :

$$F(t \text{ moy}) = n(\text{moy})/N \quad (\text{III.19})$$

Calcul de probabilité de bon fonctionnement :

$$R(t \text{ moy}) = 1 - n(\text{moy})/N \quad (\text{III.20})$$

La densité de probabilité s'écrit comme suit :

$$f(t \text{ moy}) = (n(\Delta t))/(N^0 \Delta t) \quad (\text{III.21})$$

N^0 : nombre de pannes total

Δt : La valeur de l'intervalle de temps

$N^0 = 40$

$\Delta t = 29.49 \text{ jours}$

Calcul de l'intensité des pannes (taux de défaillance)

$$\lambda(\text{moy}) = f(t \text{ moy})/R(t \text{ moy}) \quad (\text{III.22})$$

Donc nous avons dressé le tableau suivant :

Tableau III .17 : Tableau des résultats (top drive) (DC 2000005844).

N ⁰	Intervalles de temps	Le milieu intervalle (t _{moy})	Nombre de panne (n _i)	Nombre de pannes moyenne (n _{moy})	F(t _{moy})	R(t _{moy})	f(t _{moy})	λ(t _{moy})
1	] 0; 29,49]	14,745	18	9	23%	78%	1,53E-02	1,97E-02
2	] 9,49; 58,98]	44,235	9	22,5	56%	44%	7,63E-03	1,74E-02
3	] 58,98; 88,47]	73,725	6	30	75%	25%	5,09E-03	2,03E-02
4	] 88,47; 117,96]	103,215	4	35	88%	13%	3,39E-03	2,71E-02
5	] 117,96; 147,45]	132,705	2	38	95%	5%	1,70E-03	3,39E-02
6	] 147,45; 176,96]	162,195	1	39,5	99%	1%	8,48E-04	6,78E-02

D’après le tableau nous avons tracé les courbes suivantes

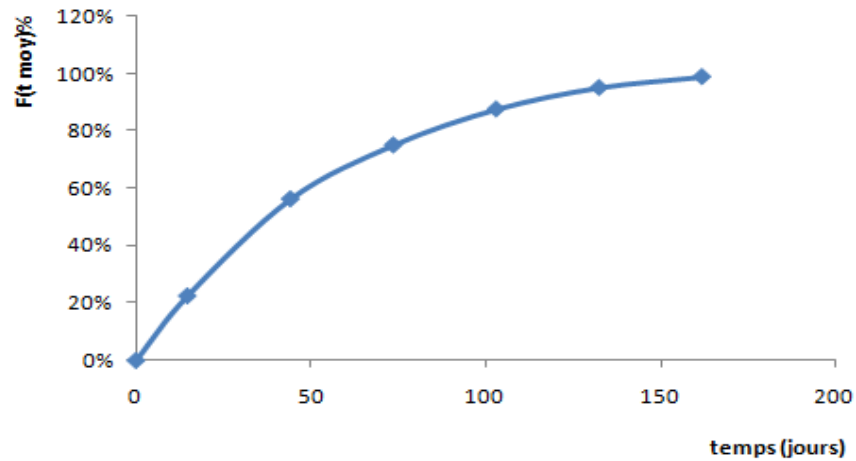


Figure III .16: fonction de défaillance d’un top drive (DC 2000005844).

L’allure de la Courbe de répartition est croissante ce qui est en accord avec l’allure théorique des lois de fiabilité illustrée sur la (figure II-2)

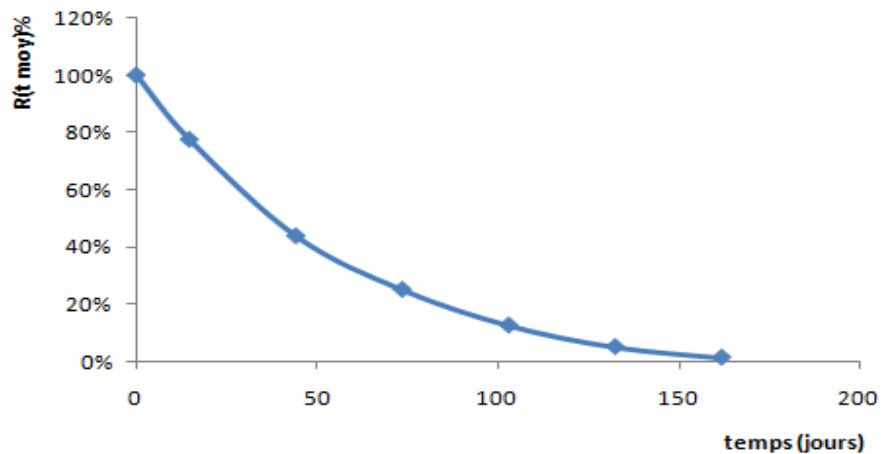


Figure III .17: fonction de fiabilité d’un top drive (DC 2000005844).

L'allure de la Courbe de Fiabilité est décroissante ce qui est en accord avec l'allure théorique des lois de fiabilité illustrée sur la (figure II-2)

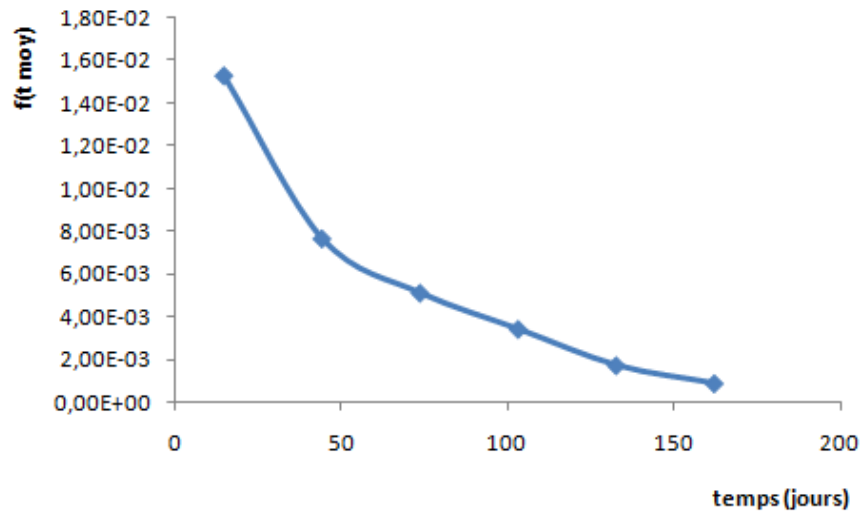


Figure III .18 : fonction de répartition densité de probabilité d'un top drive (DC 2000005844).

L'allure de la Courbe de densité de probabilité est décroissante ce qui est en accord avec l'allure théorique des lois de fiabilité illustrée sur la (figure II.5)

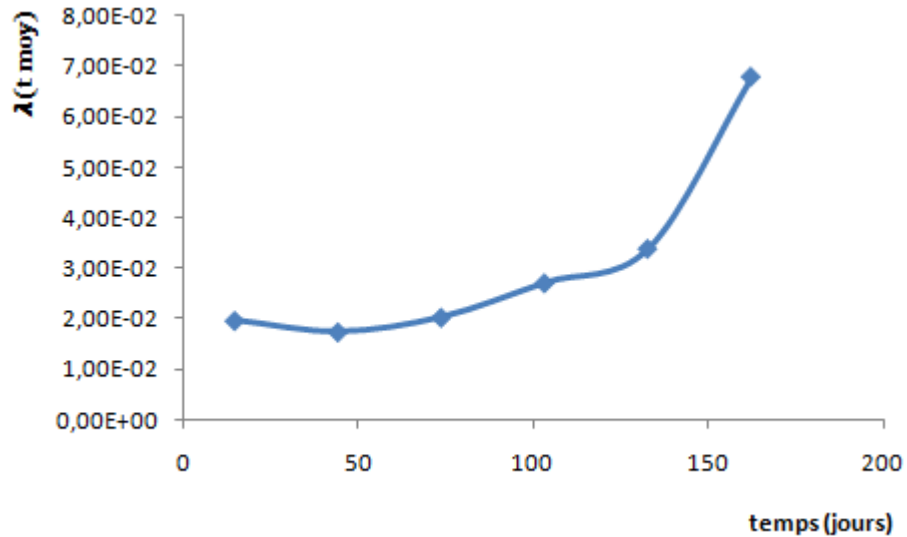


Figure III .19 : taux de défaillance d'top drive (DC 2000005844).

L'allure de la courbe du taux de défaillance correspond à l'étude théorique de la loi weibull. Grâce courbes nous avons décidé d'appliquer la loi de weibull

Méthode de la loi de weibull:

En reprenant le tableau -1-, essentiellement les colonnes du numéro d'ordre de la panne N Avec $N > 50$ Et le temps de bon fonctionnement UT,

Nous avons la fonction de défaillance réelle des pannes est donnée par la formule suivante:

$$F(i) = i/(N + 1)$$

(III.23)

Tableau III .18 : fréquences cumulées de défaillance F(i).

N ⁰	UT	F(i)	N ⁰	UT	F(i)	N ⁰	UT	F(i)
01	3,81	2	15	27,91	37	29	79,94	71
02	5,7	5	16	28,75	39	30	85,75	73
03	7,96	7	17	28,85	41	31	85,91	76
04	19,28	10	18	28,96	44	32	85,91	78
05	20,07	12	19	54,69	46	33	86,58	80
06	20,94	15	20	54,94	49	34	110,91	83
07	21,68	17	21	54,96	51	35	110,94	85
08	21,94	20	22	55,93	54	36	114,96	88
09	22,9	22	23	57,76	56	37	117,82	90
10	23,97	24	24	57,92	59	38	135	93
11	24,84	27	25	57,94	61	39	145,69	95
12	25,88	29	26	58,94	63	40	176,96	98
13	25,98	32	27	58,97	66			
14	27,81	34	28	78,86	68			

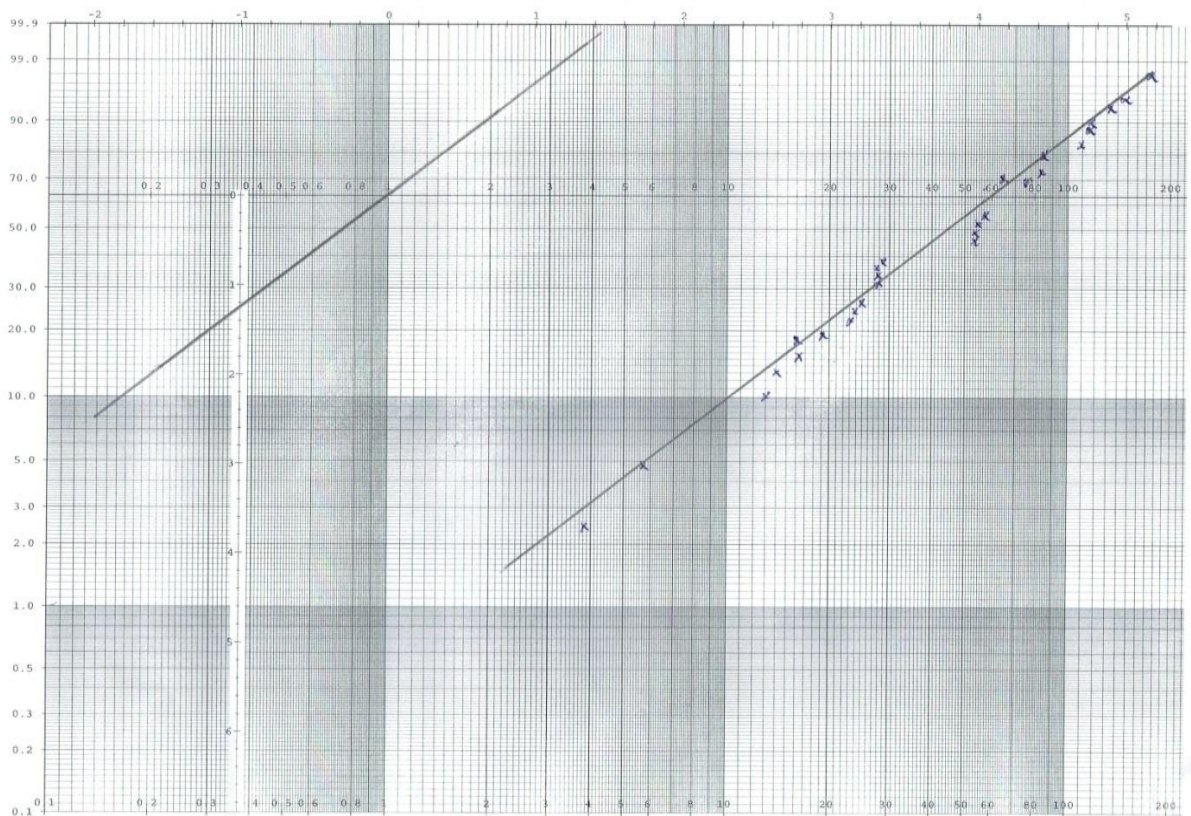


Figure III .20: graphe de weibull d'un top drive (DC2000005844).

D'après le graphe de weibull les points sont : $\gamma = 0$ $\beta = 1.25$ $\eta = 65j$

Tableau III .19: comparaison entre la fonction de répartition théorique et réelle
(DC2000005844).

N ⁰	UT	F(i)%	R(i) weibull%	F(i) weibull%	|F(i)-F(t)|	N ⁰	UT	F(i)%	R(i) weibull%	F(i) weibull%	|F(i)-F(t)|
01	3,81	2	97	3	0,01	21	54,96	51	44	56	0,05
02	5,7	5	95	5	0,00	22	55,93	54	44	56	0,02
03	7,96	7	93	7	0,00	23	57,76	56	42	58	0,02
04	19,28	10	80	20	0,10	24	57,92	59	42	58	0,01
05	20,07	12	79	21	0,09	25	57,94	61	42	58	0,03
06	20,94	15	78	22	0,07	26	58,94	63	41	59	0,04
07	21,68	17	78	22	0,05	27	58,97	66	41	59	0,07
08	21,94	20	77	23	0,03	28	78,86	68	28	72	0,04
09	22,9	22	76	24	0,02	29	79,94	71	27	73	0,02
10	23,97	24	75	25	0,01	30	85,75	73	24	76	0,03
11	24,84	27	74	26	0,01	31	85,91	76	24	76	0
12	25,88	29	73	27	0,02	32	85,91	78	24	76	0,02
13	25,98	32	73	27	0,05	33	86,58	80	24	76	0,04
14	27,81	34	71	29	0,05	34	110,91	83	14	86	0,03
15	27,91	37	71	29	0,08	35	110,94	85	14	86	0,01
16	28,75	39	70	30	0,09	36	114,96	88	13	87	0,01
17	28,85	41	70	30	0,11	37	117,82	90	12	88	0,02
18	28,96	44	69	31	0,13	38	135	93	8	92	0,01
19	54,69	46	45	55	0,11	39	145,69	95	6	94	0,01
20	54,94	49	44	56	0,07	40	176,96	98	3	97	0,01

Test d'adéquation :

Admettons un risque d'erreur ($\alpha = 0.05$) (annexe 01)

Nous avons la taille de l'échantillon $n=43$, on mesure l'écart point par point entre les deux fonctions de répartition.

Pour $N=40$ et $\alpha = 0.05$

Selon le tableau on trouve : $Dn, \alpha = 1.36/\sqrt{40} = 0.215$

D'après ce tableau on voit bien que $\Delta D_{max} = 0.09$ donc :

$$\Delta D_{max} = 0.13 < Dn, \alpha = 0.215$$

Calcul de MUT :

Nous avons calculé la moyenne des temps bon fonctionnement comme suit (A-annexe 02)

$$MUT = \gamma + \eta A = 65 * 0.99314 = 64.55j$$

Calculer de la fiabilité :

Pour $t=10\text{ans}=3650\text{jours}$

$$R(t) = \exp^{-\left(\frac{3650}{10600}\right)^{1.25}} = 77\%$$

Calcul du taux de défaillance :

L'expression du taux de défaillance en fonction de β :

$$\lambda(t) = (\beta/\eta)(x - \gamma)/\eta)^{(\beta-1)} \tag{III.24}$$

Les résultats sont dressés dans le tableau suivant :

Tableau III .20 : taux de défaillance du top drive (AC-2000005844).

N ⁰	UT	Taux de défaillance	N ⁰	UT	Taux de défaillance	N ⁰	UT	Taux de défaillance
1	3,81	0,009462	15	27,91	0,015567	29	79,94	0,020252
2	5,7	0,010465	16	28,75	0,015683	30	85,75	0,02061
3	7,96	0,011376	17	28,85	0,015697	31	85,91	0,02062
4	19,28	0,014192	18	28,96	0,015712	32	85,91	0,02062
5	20,07	0,014335	19	54,69	0,018418	33	86,58	0,02066
6	20,94	0,014488	20	54,94	0,018439	34	110,91	0,021979
7	21,68	0,014614	21	54,96	0,018441	35	110,94	0,021981
8	21,94	0,014658	22	55,93	0,018522	36	114,96	0,022177
9	22,9	0,014816	23	57,76	0,018671	37	117,82	0,022314
10	23,97	0,014986	24	57,92	0,018684	38	135	0,023086
11	24,84	0,01512	25	57,94	0,018686	39	145,69	0,02353
12	25,88	0,015276	26	58,94	0,018766	40	176,96	0,024702
13	25,98	0,015291	27	58,97	0,018768			
14	27,81	0,015553	28	78,86	0,020183			

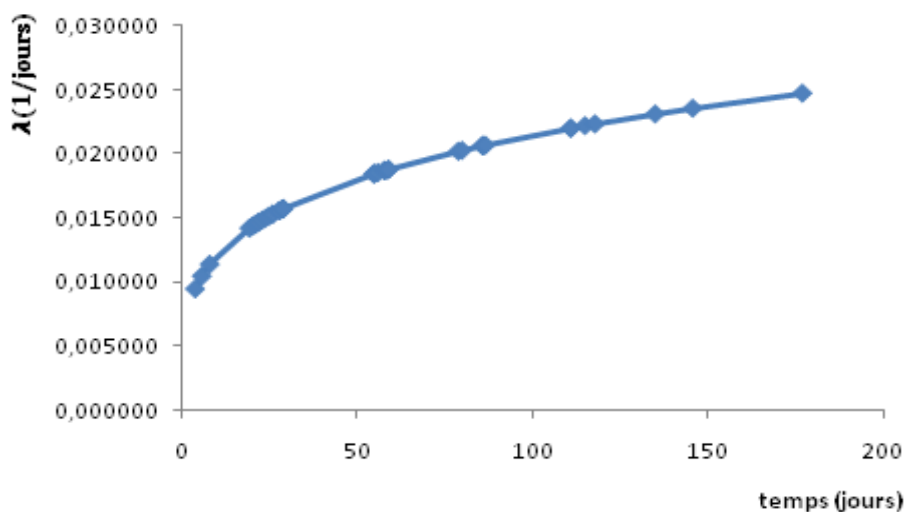


Figure III .21: taux de défaillance de la loi de weibull.

III.3.2) Etude de la fiabilité du Top drive(2000005426)

Nous avons classé le tableau en fonction du temps de bon fonctionnement (UT) (en triant UT par ordre croissant) :

Tableau III .21: historique des pannes d'un top drive (DC 2000005426). [5]

N ^o	Date de défaillance	TTR(j)	TBF(j)	UT(j)	N ^o	Date de défaillance	TTR(j)	TBF(j)	UT(j)
1	09/03/2011	0,03	15	14,97	16	01/12/2012	0,02	51	50,98
2	20/08/2010	0,17	18	17,83	17	14/05/2012	0,14	61	60,86
3	12/08/2012	0,53	20	19,47	18	03/02/2012	0,15	62	61,85
4	10/07/2011	0,52	24	23,48	19	20/03/2013	0,22	82	81,78
5	26/01/2010	1	26	25	20	28/07/2009	0,79	85	84,21
6	01/07/2009	0,57	27	26,43	21	07/09/2010	0,06	91	90,94
7	23/07/2010	1,48	28	26,52	22	01/09/2012	0,04	91	90,96
8	20/02/2013	0,06	28	27,94	23	07/12/2010	0,22	92	91,78
9	14/07/2012	0,26	29	28,74	24	21/10/2009	0,5	97	96,5
10	21/01/2013	0,04	30	29,96	25	20/03/2009	0,11	103	102,89
11	01/05/2011	0,03	34	33,97	26	01/02/2008	0,1	114	113,9
12	24/09/2008	0,2	36	35,8	27	25/05/2008	0,05	122	121,95
13	04/06/2011	0,14	36	35,86	28	30/10/2008	0,13	141	140,88
14	24/03/2011	0,23	38	37,77	29	21/02/2010	0,2	152	151,8
15	05/04/2012	0,7	39	38,3	30	03/08/2011	0,4	184	183,6

Calcul de M.T.B.F

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^N TBF}{N} = 1956/30 = 65.2 \text{ jours}$$

Calcul de M.U.T.

$$MUT = \frac{\sum_{i=1}^N UT}{N} = 1947.05/30 = 64.90 \text{ jours}$$

Disponibilité D:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^N UT}{\sum_{i=1}^N TBF} = 1947.05/1956 = 99\%$$

Calcul de M.T.T.T.

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^N TTR}{N} = 8.95/30 = 0.30 \text{ jours}$$

Taux de réparation μ :

$$\mu = 1/0.30 = 3.33 \text{ 1/jours}$$

Calcul de fiabilité :

Détermination du nombre de classe r

Méthode de l'actuariat :

$$r = 1 + 3.3(\sum \log_{10}(30)) = 5.87 \approx 6$$

On bien :

$$r = \sqrt{30} = 5.47$$

Donc le nombre de classe $r = 6$

Calcul de l'intervalle des temps (ΔT) dans chaque classe :

$$\Delta T = UT_{max}/r \quad (\text{III.25})$$

$$\Delta T = 183.6/6 = 30.6 \text{ jours}$$

Distribution des pannes par classe :

Nous avons calculé le nombre des pannes dans chaque intervalle ΔT pour construire l'histogramme.

Tableau-22- : distribution des pannes d'un top drive par classe

N ^o =de classe	Intervalle (j)	Nombre de panne a l'intervalle
1	] 0; 30,6]	10
2	] 30,6; 61,2]	7
3	] 61,2; 91,8]	6
4	] 91,8; 122,4]	4
5	] 122,4; 153]	2
6	] 153; 183,6]	1

Histogramme des pannes :

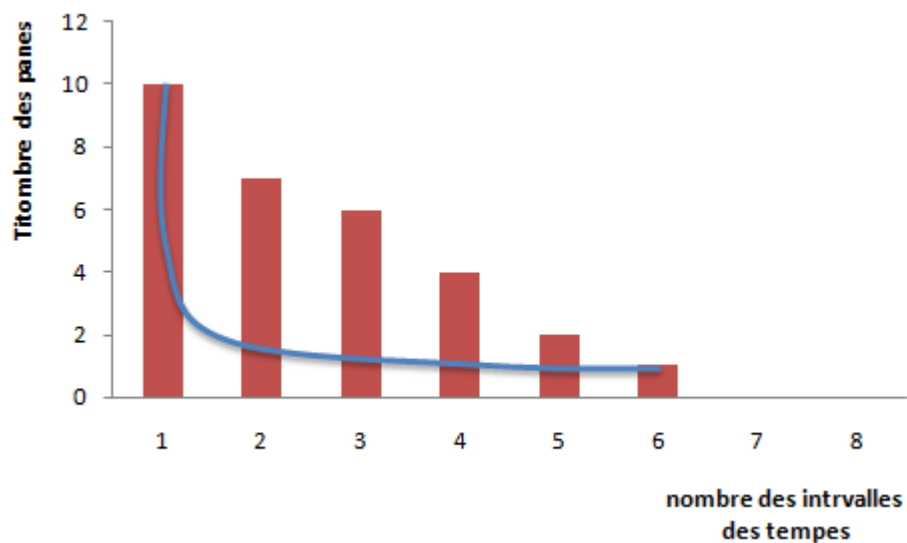


Figure III .22: histogramme du nombre de pannes dans l'intervalle de temps (du top drive)

(DC 2000005426).

À travers le graphe la distribution des pannes montre que c'est une loi décroissante en fonction du temps

$$n_i(t_{moy}) = n((i - 1)) + n_i/2 \quad (\text{III.26})$$

La probabilité de défaillance est :

$$F(t_{moy}) = n(moy)/N \quad (\text{III.27})$$

Calcul de probabilité de bon fonctionnement :

$$R(t_{moy}) = 1 - n(moy)/N \quad (\text{III.28})$$

La densité de probabilité s'écrit comme suit :

$$f(t_{moy}) = (n(\Delta t))/(N^0 \Delta t) \quad (\text{III.29})$$

N^0 : nombre de pannes total

ΔT : La valeur de l'intervalle de temps

$$N^0 = 30$$

$$\Delta T = 30.6$$

Calcul de l'intensité des pannes (taux de défaillance)

$$\lambda(t_{moy}) = f(t_{moy})/R(t_{moy}) \quad (\text{III.30})$$

Donc nous avons dressé le tableau suivant :

Tableau III .23 : Tableau des résultats (top drive) (DC 2000005426).

N^0	Intervalles de temps	Le milieu intervalle (t_{moy})	Nombre de panne (n_i)	Nombre de pannes moyenne (n_{moy})	$F(t_{moy})$	$R(t_{moy})$	$f(t_{moy})$	$\lambda(t_{moy})$
1	] 0; 30,6]	15,3	10	5	17%	83%	1,09E-02	1,31E-02
2	] 30,6; 61,2]	45,9	7	13,5	45%	55%	7,63E-03	1,39E-02
3	] 61,2; 91,8]	76,5	6	20	67%	33%	6,54E-03	1,96E-02
4	] 91,8; 122,4]	107,1	4	25	83%	17%	4,36E-03	2,61E-02
5	] 122,4; 153]	137,7	2	28	93%	7%	2,18E-03	3,27E-02
6	] 153; 183,6]	168,3	1	29,5	98%	2%	1,09E-03	6,54E-02

D'après le tableau nous avons tracé les courbes suivantes

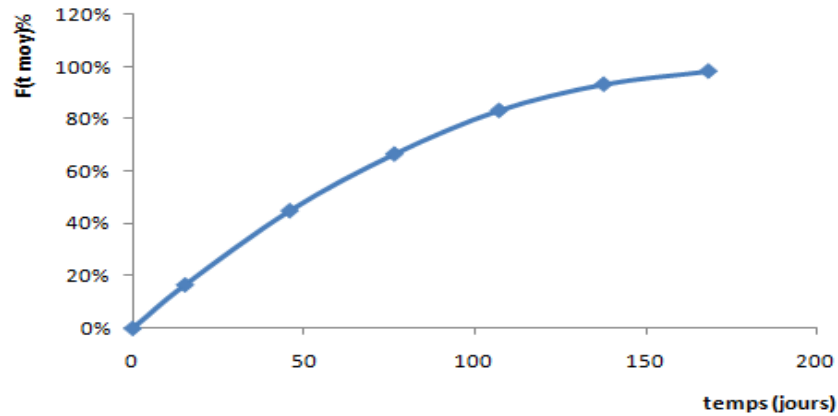


Figure III .23 : fonction de défaillance d'un top drive (DC 2000005426).

L'allure de la Courbe de répartition est croissante ce qui est en accord avec l'allure théorique des lois de fiabilité illustrée sur la (figure II-2)

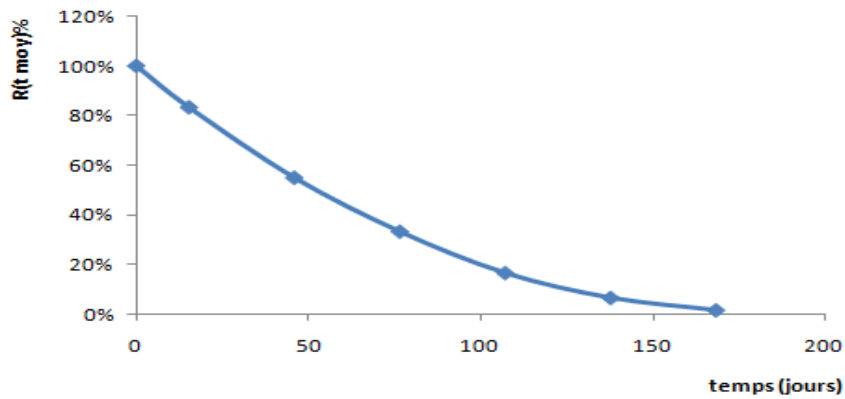


Figure III .24: fonction de fiabilité d'un top drive (DC 2000005426).

L'allure de la Courbe de Fiabilité est décroissante ce qui est en accord avec l'allure théorique des lois de fiabilité illustrée sur la (figure II-2)

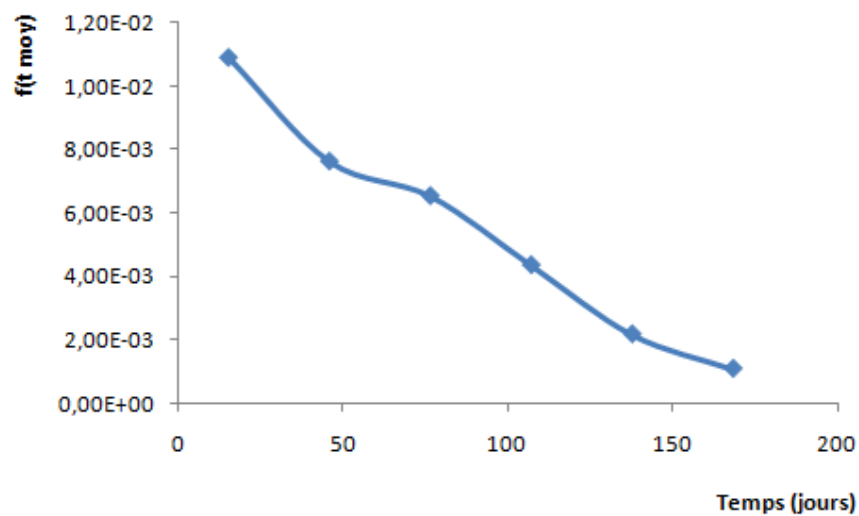


Figure III .25 : fonction de répartition densité de probabilité d'un top drive (DC 2000005426).

L'allure de la Courbe de densité de probabilité est décroissante ce qui est en accord avec l'allure théorique des lois de fiabilité illustrée sur la (figure II.5)

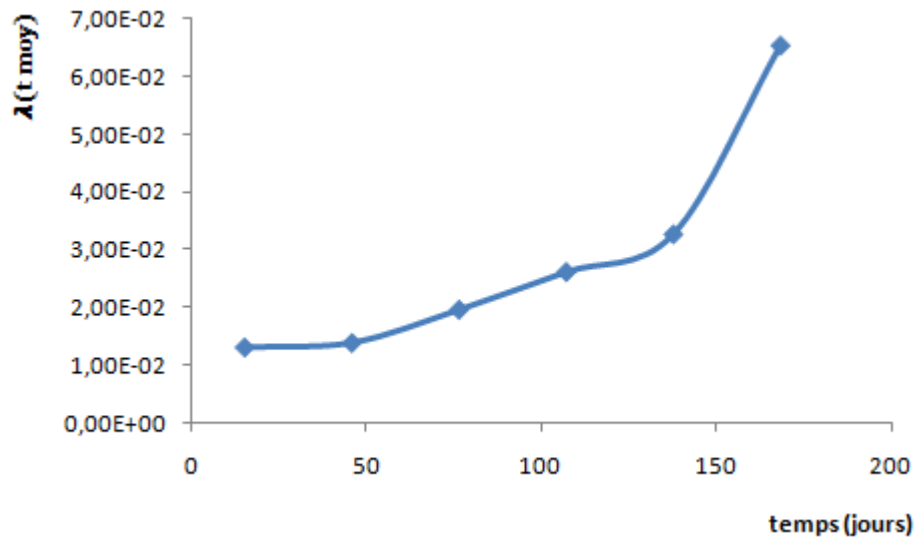


Figure III .26: taux de défaillance d'top drive (DC2000005426).

L'allure la courbe du taux de défaillance correspond à l'étude théorique de la loi weibull. Grâce aux courbes tracées nous avons décidé d'appliquer la loi de weibull.

Méthode de la loi de weibull:

En reprenant le tableau -1-, essentiellement les colonnes du numéro d'ordre de la panne N Avec $N > 50$ et le temps de bon fonctionnement UT,

Nous avons la fonction de défaillance réelle des pannes est donnée par la formule suivante:

$$F(i) = i/(N + 1) \quad (\text{III.31})$$

Tableau III .24: fréquences cumulées de défaillance F(i).

N^0	UT(j)	F(i)	N^0	UT(j)	F(i)
01	14,97	0,03	16	50,98	0,52
02	17,83	0,06	17	60,86	0,55
03	19,47	0,1	18	61,85	0,58
04	23,48	0,13	19	81,78	0,61
05	25	0,16	20	84,21	0,65
06	26,43	0,19	21	90,94	0,68
07	26,52	0,23	22	90,96	0,71
08	27,94	0,26	23	91,78	0,74
09	28,74	0,29	24	96,5	0,77
10	29,96	0,32	25	102,89	0,81
11	33,97	0,35	26	113,9	0,84
12	35,8	0,39	27	121,95	0,87

13	35,86	0,42	28	140,88	0,9
14	37,77	0,45	29	151,8	0,94
15	38,3	0,48	30	183,6	0,97

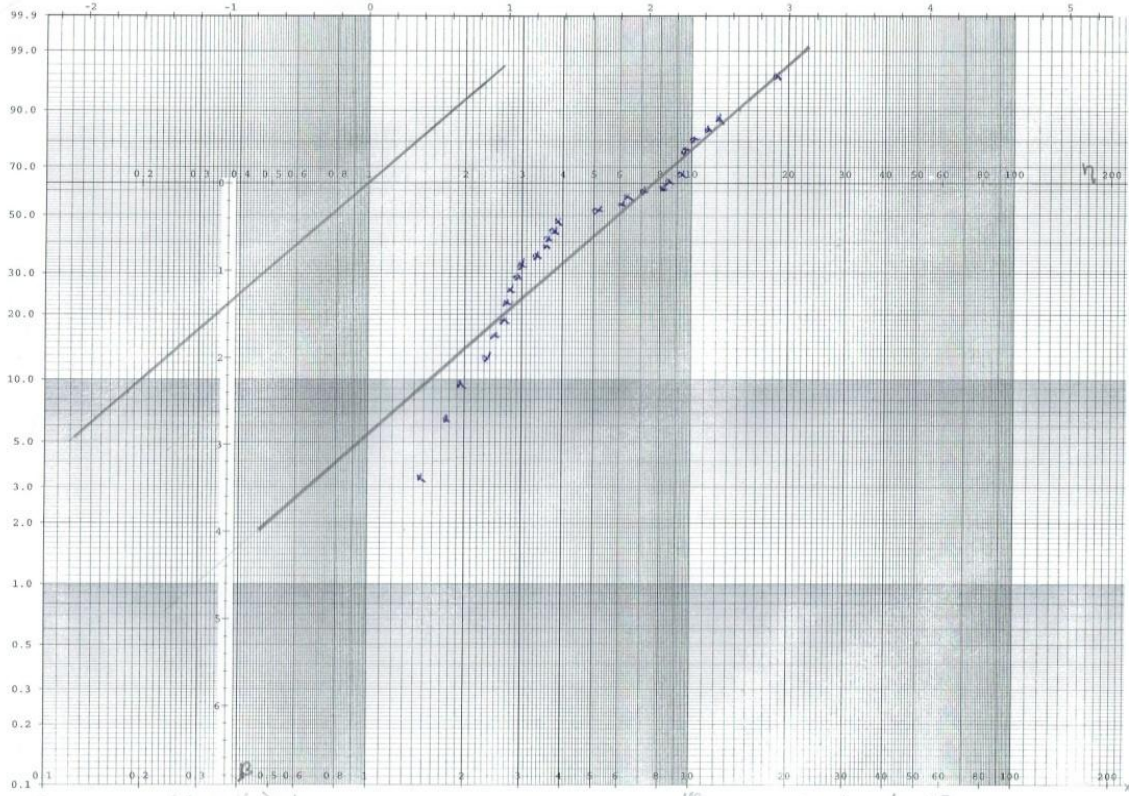


Figure III .27: graphe de la loi de weibull d'un top drive (DC 2000005426).

D'après le graphe de weibull les paramètres sont : $\gamma = 0$ $\beta = 1.4$ $\eta = 77 \text{ jours}$

Tableau III .25: comparaison entre la fonction de répartition théorique et réelle (DC 2000005426).

N ⁰	UT	F(i)%	R(i) weibull%	F(i) weibull%	|F(i)-F(t)|	N ⁰	UT	F(i)%	R(i) weibull%	F(i) weibull%	|F(i)-F(t)|
01	12,97	0,03	0,93	0,07	0,03	16	60,86	0,53	0,5	0,5	0,03
02	17,83	0,07	0,89	0,11	0,04	17	78,85	0,57	0,35	0,65	0,08
03	19,47	0,1	0,88	0,12	0,02	18	81,78	0,6	0,33	0,67	0,07
04	21,3	0,13	0,86	0,14	0	19	84,21	0,63	0,32	0,68	0,02
05	23,48	0,17	0,85	0,15	0,03	20	89,94	0,67	0,28	0,72	0,05
06	25	0,2	0,83	0,17	0,03	21	90,96	0,7	0,28	0,72	0,02
07	26,43	0,23	0,82	0,18	0,06	22	94,78	0,73	0,26	0,74	0,01
08	26,52	0,27	0,82	0,18	0,08	23	96,5	0,77	0,25	0,75	0,01
09	27,94	0,3	0,8	0,2	0,1	24	102,89	0,8	0,21	0,79	0,01
10	28,74	0,33	0,8	0,2	0,13	25	113,9	0,83	0,17	0,83	0,02
11	29,96	0,37	0,78	0,22	0,15	26	121,95	0,87	0,14	0,86	0

12	35,8	0,4	0,73	0,27	0,13	27	140,88	0,9	0,08	0,92	0,02
13	50,98	0,43	0,58	0,42	0,04	28	151,8	0,93	0,06	0,94	0
14	51,77	0,47	0,58	0,42	0,08	29	183,6	0,97	0,03	0,97	0,01
1	12,97	0,03	0,93	0,07	0,03	16	60,86	0,53	0,5	0,5	0,03

Test d'adéquation :

Admettons un risque d'erreur ($\alpha = 0.05$)(annexe1)

Nous avons la taille de l'échantillon $n=29$, on mesure l'écart point par point entre les deux fonction de répartition.

Pour $N=29$ et $\alpha = 0.05$

Selon le tableau on trouve : $D_n, \alpha = 1.36/\sqrt{30} = 0.248$

D'après ce tableau on voit bien que $\Delta D_{max} = 0.09$ donc :

$$\Delta D_{max} = 0.17 < D_n, \alpha = 0.248$$

Calcul de MUT :

Nous avons calculer la moyenne des temps bon fonctionnement comme suit :(A-annexe2)

$$MUT = \gamma + \eta A = 77 * 0.9114 = 70.18 \text{ jour}$$

Calcul de la fiabilité :

Pour $t=10\text{ans}=3650\text{jours}$

$$R(t) = \exp\left(-\left(\frac{3650}{18600}\right)^{1.4}\right) = 90\%$$

Calcul du taux de défaillance :

L'expression du taux de défaillance en fonction de β :

$$\lambda(t) = (\beta/\eta)(x - \gamma)/\eta)^{(\beta-1)} \quad (\text{III.32})$$

Les résultats sont dressés dans le tableau suivant :

Tableau III .26: taux de défaillance du top drive (DC 2000005426).

N ⁰	UT	Taux de défaillance	N ⁰	UT	Taux de défaillance
1	14,97	0,00801683	16	50,98	0,01479421
2	17,83	0,00874919	17	60,86	0,01616434
3	19,47	0,00914271	18	61,85	0,01629528
4	23,48	0,01004017	19	81,78	0,01873767
5	25	0,01036005	20	84,21	0,01901401
6	26,43	0,01065223	21	90,94	0,0197592
7	26,52	0,01067035	22	90,96	0,01976138
8	27,94	0,0109523	23	91,78	0,01985025
9	28,74	0,01110799	24	96,5	0,02035427

10	29,96	0,0113413	25	102,89	0,02101738
11	33,97	0,01207646	26	113,9	0,02211331
12	35,8	0,01239748	27	121,95	0,02288141
13	35,86	0,01240787	28	140,88	0,02459329
14	37,77	0,01273402	29	151,8	0,02552865
15	38,3	0,01282305	30	183,6	0,02807555

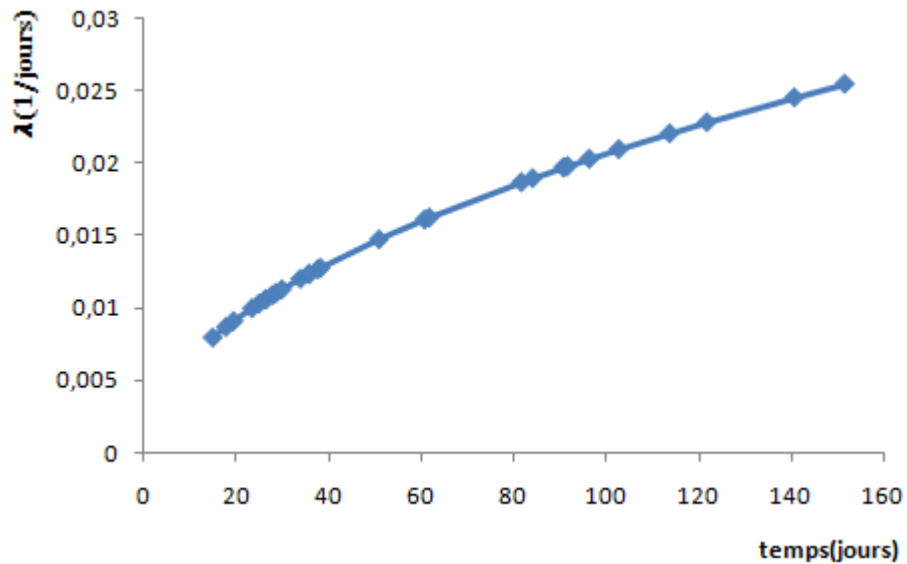


Figure III .28 : taux de défaillance de la loi de weibull

Tableau III.27 : récapitulatif des Resultats pour t=3650 jours

Top Drive	R(t)
AC20000032144	54%
AC20000033209	45%
DC20000005844	77%
DC20000005426	90%

III.4) Conclusion :

Un calcul des fiabilités des deux Top-Drive a été présenté dans ce chapitre, les résultats sont groupés dans le tableau récapitulatif ci-dessus.

En interprétant les résultats qui ont été présentés pour une durée de 10 ans on peut dire que l'équipement Top drive à courant continu type (DC) présente une fiabilité nettement supérieur à celle du Top drive à courant alternatif du type (AC).

Les organes qui présentent le plus de pannes ou bien ceux qui ont causé les défaillances sont les suivants : le Wash-pipe, le circuit électrique (servive loope), et les joints.

Une étude AMDEC serait nécessaire donc pour permettre de connaître les causes de ces défaillances.

Les deux types de Top-Drive AC et DC continuent malgré les défaillances citées ci dessus à offrir des avantages et des caractéristiques uniques, l'utilisation de l'un ou de l'autre peut être la mieux adaptée pour certaines applications.

Conclusion générale

L'étude présentée nous a permis d'approfondir nos connaissances sur les nouvelles Technologies de forage pétrolier à savoir le top drive, et sur l'approche de la théorie fiabiliste.

La technique de Top-Drive a permis de réaliser les forages déviés plus facilement que le forage conventionnel. Aussi, cette technique a rendu le forage des couches réservoir mince plus facile.

Le top drive a amélioré de beaucoup le temps de réalisation d'un forage pétrolier et par conséquence a réduit le cout de forage

Les calculs effectués sur la fiabilité du Top drive à courant continu type (DC) ont donné une fiabilité de : 77% pour le type (2000005844) et 90% pour le type (2000005426), une fiabilité nettement supérieure à celle du top drive à courant alternatif.

Pour permettre d'analyser les causes de défaillance, les organes qui présentent le plus de pannes ont été déterminés à travers l'historique des pannes, se sont : le Wash-pipe, le circuit électrique (service loope), et les joints.

Une analyse AMDEC serait donc souhaitable pour connaître les causes des défaillances enregistrées, dans le but de l'amélioration de la fiabilité et l'élaboration d'une maintenance préventive meilleure.

La maintenance des équipements de cette nouvelle technologie est très importante, d'où la nécessité aussi d'une formation du personnel qui manipule ces équipements et qui assure leur maintenance.

Bibliographie

[1] : **Patrick Lyonnet** <<livre de Ingénierie de la fiabilité>>, PARIS 2006.

[2] : **Gilles Zwingelstein** << livre de la maintenance basée sur la fiabilité>>, PARIS 1996.

[3] : **Henri Procaccia** << livre de fiabilité des équipements et théorie de la décision statistique fréquentielle et bayésienne>>, FRANCE 1992

[4]:**M.Ahmed abdelhak,B.Mohammed laid**

« L'étude du système d'entraînement électrique à base d'un MCC >>.

Mémoire d'ingénieur d'état, Département électrification, Université de Boumerdes 2012.

[5] **SAP**, ENAFOR.

[6] : Stéphane Menand. 2000-2010 : principales évolutions et avancées technologiques en forage. Pétrole et Gaz informations, 2010, pp.38-41]

[7] : Classement des pays producteurs et exportateurs de pétrole , *Les fonds souverains*, 22 juin 2011.

[8] **Canrig** << Catalogue de Top Drive model 8050 AC 712 >>, Canada2004.

[9] **M. MOHAND OUALI karim, M. ADGHAR Mohamed**

<< Description et entretien du Top drive>>. Centre formation ENAFOR 2007.

ENAFOR 2006.

[10] **NATIONAL OIL WELL VARCO**

<< TOP DRIVE système>>. Centre formation ENAFOR 2007.

[11] **P.Chapouille** « livre de Fiabilité et maintenabilité. Les techniques de l'ingénieur ;traité de l'entreprise industrielle »Edition1999.

Annexe 01

N					
	0,2	0,15	0,10	0,05	0,01
1	0,9	0,925	0,9500	0,9750	0,9950
2	0,684	0,726	0,7764	0,8419	0,9293
3	0,565	0,597	0,6360	0,7076	0,8290
4	0,494	0,525	0,5652	0,6239	0,7342
5	0,446	0,474	0,5095	0,5633	0,6685
6	0,41	0,436	0,4680	0,5193	0,6166
7	0,381	0,405	0,4361	0,4834	0,5758
8	0,358	0,381	0,4096	0,4543	0,5418
9	0,339	0,360	0,3875	0,4300	0,5133
10	0,322	0,342	0,3697	0,4092	0,4889
11	0,307	0,326	0,3524	0,3912	0,4677
12	0,295	0,313	0,3381	0,3754	0,4491
13	0,284	0,302	0,3255	0,3614	0,4325
14	0,274	0,292	0,3142	0,3489	0,4176
15	0,266	0,283	0,3040	0,3376	0,4042
16	0,252	0,274	0,2947	0,3273	0,3920
17	0,25	0,266	0,2863	0,3180	0,3809
18	0,244	0,259	0,2785	0,3094	0,3706
19	0,237	0,252	0,2714	0,3014	0,3612
20	0,231	0,246	0,2647	0,2941	0,3524
25	0,21	0,220	0,2586	0,2872	0,3443
30	0,19	0,200	0,2528	0,2809	0,3367
35	0,18	0,190	0,2475	0,2749	0,3295
>35	$\frac{1,07}{\sqrt{N}}$	$\frac{1,14}{\sqrt{N}}$	$\frac{1,22}{\sqrt{N}}$	$\frac{1,36}{\sqrt{N}}$	$\frac{1,63}{\sqrt{N}}$

Tableau 1 : de loi Kolmogorov-Smirnov.

Annexe 02

β	A	B	β	A	B	β	A	B
0,2	120	1901	1,65	0,8942	0,556	4,2	0,9086	0,244
0,25	24	199	1,7	0,8922	0,54	4,3	0,9102	0,239
0,3	9,2625	50,08	1,75	0,8906	0,525	4,4	0,9146	0,235
0,35	5,291	19,08	1,8	0,8893	0,511	4,5	0,9125	0,23
0,4	3,3234	10,44	1,85	0,8882	0,498	4,6	0,9137	0,226
0,45	2,4686	6,46	1,9	0,8874	0,486	4,7	0,9149	0,222
0,5	2	4,47	1,95	0,8867	0,474	4,8	0,916	0,218
0,55	1,7024	3,35	2	0,8862	0,463	4,9	0,9171	0,214
0,6	1,546	2,65	2,1	0,8857	0,443	5	0,9162	0,21
0,65	1,3663	2,18	2,2	0,8856	0,425	5,1	0,9192	0,207
0,7	1,2638	1,85	2,3	0,8859	0,409	5,2	0,9202	0,203
0,75	1,1906	1,61	2,4	0,8865	0,393	5,3	0,9213	0,2
0,8	1,133	1,43	2,5	0,8873	0,38	5,4	0,9222	0,197
0,85	1,088	1,29	2,6	0,8882	0,367	5,5	0,9232	0,194
0,9	1,0522	1,17	2,7	0,8893	0,355	5,6	0,9241	0,191
0,95	1,0234	1,08	2,8	0,8905	0,344	5,7	0,9251	0,186
1	1	1	2,9	0,8919	0,334	5,8	0,926	0,165
1,05	0,9803	0,934	3	0,893	0,316	5,9	0,9269	0,183
1,1	0,9649	0,848	3,1	0,8943	0,325	6	0,9277	0,18
1,15	0,9517	0,83	3,2	0,8957	0,307	6,1	0,9266	0,177
1,2	0,9407	0,787	3,3	0,897	0,299	6,2	0,9294	0,175
1,25	0,99314	0,75	3,4	0,8984	0,292	6,3	0,9302	0,172
1,3	0,9236	0,716	3,5	0,8997	0,285	6,4	0,931	0,17
1,35	0,917	0,667	3,6	0,9011	0,278	6,5	0,9316	0,168
1,4	0,9114	0,66	3,7	0,9025	0,272	6,6	0,9325	0,166
1,45	0,9067	0,635	3,8	0,9083	0,266	6,7	0,9335	0,163
1,5	0,9027	0,613	3,9	0,9051	0,26	6,8	0,934	0,161
1,55	0,8994	0,593	4	0,9064	0,254	6,9	0,9347	0,15
1,6	0,8966	0,574	4,1	0,9077	0,249			

Tableau 02 : distribution de weibull : valeurs des coefficients a et b en fonction du paramètre de forme β .

Annexe 03

date de l'avis	Equipement	types	Les
13/03/2008	2000004854	8035E-500	siflure du tube d'usure
14/03/2008	2000004854	8035E-500	siflure du washpipe
01/09/2012	2000004854	8035E-500	BREAK SYSTEME
08/09/2012	2000004854	8035E-500	panne Hydrau-mecanique (systeme break)
10/09/2012	2000004854	8035E-500	DEFAUT ELECTRO VANNE +FILTRE
12/09/2012	2000004854	8035E-500	DEFAUT ELECTRO VANNE +FILTRE
16/09/2012	2000004854	8035E-500	DEFAUT WASHPIPE
11/10/2012	2000004854	8035E-500	DEFAUT WASHPIPE
14/10/2012	2000004854	8035E-500	defaut washpipe
15/10/2012	2000004854	8035E-500	defaut washpipe
16/10/2012	2000004854	8035E-500	defaut washpipe
17/10/2012	2000004854	8035E-500	PANNE HYDRAULIC
22/10/2012	2000004854	8035E-500	INTERVENTION SUR WASHPIPE TOP DRIVE19
05/01/2008	2000005844	8035E-500	INTERVENTION SUR WASHPIPE TOP DRIVE19
25/04/2008	2000005844	8035E-500	joints
30/04/2008	2000005844	8035E-500	inspection générale de la TDS
26/07/2008	2000005844	8035E-500	AXE DE HANDLER SORTIE DE SA LOGE
20/10/2008	2000005844	8035E-500	AXE DE HANDLER SORTIE DE SA LOGE
17/12/2008	2000005844	8035E-500	CHAGEMENT WASH PIPE
16/01/2009	2000005844	8035E-500	vibrations externes
14/02/2009	2000005844	8035E-500	CABLE
11/05/2009	2000005844	8035E-500	moteur blower ne fonctionne pas
30/08/2009	2000005844	8035E-500	water in oil
23/02/2010	2000005844	8035E-500	usage des dies et fuite sur hose
03/03/2010	2000005844	8035E-500	FUITE D'HUILE
19/07/2010	2000005844	8035E-500	contacteur et relay détériorer
25/07/2010	2000005844	8035E-500	defaut de Bull Gear et Brg de charge
18/09/2010	2000005844	8035E-500	coincement des plaquettes de frein
15/11/2010	2000005844	8035E-500	BUW position cylinder détériorer
10/12/2010	2000005844	8035E-500	gripper
07/01/2011	2000005844	8035E-500	dessérage des boulons et cisaillement
03/03/2011	2000005844	8035E-500	BACP UP WRENCH
26/03/2011	2000005844	8035E-500	déblocage de xover de la top drive
24/05/2011	2000005844	8035E-500	alarme low lube pressure reste allumée
21/07/2011	2000005844	8035E-500	blocage de la vanne upper contrôle
11/08/2011	2000005844	8035E-500	gear pump deffectueuse
01/09/2011	2000005844	8035E-500	fuites hydraulic
21/09/2011	2000005844	8035E-500	INTERVENTION SUR LA TOP DRIVE_2119
19/11/2011	2000005844	8035E-500	MOTEUR DEFECTUEUESE
15/12/2011	2000005844	8035E-500	TORQUE BOOST DOWN
07/01/2012	2000005844	8035E-500	DECONNECTION
02/03/2012	2000005844	8035E-500	fuites

20/05/2012	2000005844	8035E-500	fuites
12/09/2012	2000005844	8035E-500	hydraulic hose broke
10/10/2012	2000005844	8035E-500	DECONNECTIONS DES FLEXIBLES
04/01/2013	2000005844	8035E-500	tube d'usure détériorer
26/01/2013	2000005844	8035E-500	defaut washpipe
23/03/2013	2000005844	8035E-500	defaut washpipe
16/08/2013	2000005844	8035E-500	PUMP DE LUBRIFICATION
11/09/2013	2000005844	8035E-500	FUITE D'HUILE
10/10/2013	2000005844	8035E-500	Safety valve 4"1/2 wash-out.
03/11/2013	2000005844	8035E-500	Perforation flexible
22/01/2014	2000005844	8035E-500	Usure washpipe
21/05/2014	2000005844	8035E-500	Usure peignes de clé.
01/02/2008	2000005426	8035E-500	fuite de la boue
25/05/2008	2000005426	8035E-500	back up wrench
24/09/2008	2000005426	8035E-500	LCV usée
30/10/2008	2000005426	8035E-500	cable de commande détaché
20/03/2009	2000005426	8035E-500	SENSATEUR RPM GRILLE + FUITE HUILE
01/07/2009	2000005426	8035E-500	echauffement du moteur DC
28/07/2009	2000005426	8035E-500	coupure du fil du borne commun du motor
21/10/2009	2000005426	8035E-500	CHANGEMENT DE CPLG-HALF-ELEMENT
26/01/2010	2000005426	8035E-500	relais thermique TRIP UNIT , 32 usé
21/02/2010	2000005426	8035E-500	pas de rotation de la tds
23/07/2010	2000005426	8035E-500	FUSIBLE GRILLE & COUPURE D'UN FIL CIRCUI
20/08/2010	2000005426	8035E-500	COUPURE FIL ELECT DU CONTACTEUR LUB PUMP
07/09/2010	2000005426	8035E-500	PdR DEFECTUEUSE
07/12/2010	2000005426	8035E-500	high température motor blower
09/03/2011	2000005426	8035E-500	coupure du fil électrique
24/03/2011	2000005426	8035E-500	coupure du fil électrique
01/05/2011	2000005426	8035E-500	coupure du fil électrique
04/06/2011	2000005426	8035E-500	Pas de refroidissement-pas de rotation
10/07/2011	2000005426	8035E-500	Pas de refroidissement-pas de rotation
03/08/2011	2000005426	8035E-500	coupure du fil électrique
03/02/2012	2000005426	8035E-500	remise en marche
05/04/2012	2000005426	8035E-500	pieces cassées & usées
14/05/2012	2000005426	8035E-500	pin lock usé
14/07/2012	2000005426	8035E-500	Filetage lockcylinder endommagé
12/08/2012	2000005426	8035E-500	flexible du verin défectueux
01/09/2012	2000005426	8035E-500	fuite d'huile
01/12/2012	2000005426	8035E-500	ECHAUF. DE 02 FILS EXITATION ET CISAILLE
21/01/2013	2000005426	8035E-500	SIFLURE DU TUBE D'USURE
20/02/2013	2000005426	8035E-500	siflure tube d'usure
20/03/2013	2000005426	8035E-500	siflure tube d'usure
10/06/2013	2000005426	8035E-500	fuite + bruit sonore
29/01/2008	2000032144	8050AC-712	changement reduction 3"1/2 F/ top drive
28/02/2008	2000032144	8050AC-712	déssirage et serrage de xos top drive

11/03/2008	2000032144	8050AC-712	CHANGEMENT -OVER
13/03/2008	2000032144	8050AC-712	REPARATION GRIPPER
27/07/2008	2000032144	8050AC-712	CHANGEMENT WASHPIPE
10/09/2008	2000032144	8050AC-712	changement des inserts pour clamps
15/09/2008	2000032144	8050AC-712	blower
25/10/2008	2000032144	8050AC-712	changement filtre + vidange
04/03/2009	2000032144	8050AC-712	DYNAMIC BRAKE HIGH-TEMPERATURE
25/03/2009	2000032144	8050AC-712	panne electric
20/04/2009	2000032144	8050AC-712	à panne electric
15/05/2009	2000032144	8050AC-712	change encoder
13/07/2009	2000032144	8050AC-712	FIXATION ENCODER
08/09/2009	2000032144	8050AC-712	probleme electrique
31/10/2009	2000032144	8050AC-712	pompe hydraulique
11/02/2010	2000032144	8050AC-712	changement fetting + hose
07/03/2010	2000032144	8050AC-712	changement du flexible
22/03/2010	2000032144	8050AC-712	CHANGEMENT PACKING + WASH PIPE + ORING
10/04/2010	2000032144	8050AC-712	CHANGEMENT LWCV 4"1/2 IF
07/06/2010	2000032144	8050AC-712	CHANGEMENT WASH PIPE
05/08/2010	2000032144	8050AC-712	changement washpipe + packing
20/08/2010	2000032144	8050AC-712	wash pipe top drive
10/09/2010	2000032144	8050AC-712	wash pipe top drive
07/11/2010	2000032144	8050AC-712	CABLE POUR SERVICE LOOP
27/11/2010	2000032144	8050AC-712	Waiting on exchange helice (blower) to r
07/12/2010	2000032144	8050AC-712	LUBRIFICATION POMPE DISCONNECTED
18/02/2011	2000032144	8050AC-712	usure packing+wash pipe
20/03/2011	2000032144	8050AC-712	fuite d'huile cylindre back up wrench
02/04/2011	2000032144	8050AC-712	fuite d'huile cylindre back up wrench
06/04/2011	2000032144	8050AC-712	blower down (exchange motor +turbine)
09/04/2011	2000032144	8050AC-712	Perforation de tuyauterie hydrolic
15/05/2011	2000032144	8050AC-712	Panne Moteur
20/11/2011	2000032144	8050AC-712	Défaut de lubrification
26/11/2011	2000032144	8050AC-712	Défaut de lubrification
14/12/2011	2000032144	8050AC-712	Défaut de lubrification
28/02/2012	2000032144	8050AC-712	Défaut de lubrification
13/06/2012	2000032144	8050AC-712	Panne garniture mécanique/ presse étou
17/06/2012	2000032144	8050AC-712	Défaut de lubrification
28/06/2012	2000032144	8050AC-712	Panne Joint Mécanique
28/07/2012	2000032144	8050AC-712	Joint d'étanchéité / Problème fermet
15/08/2012	2000032144	8050AC-712	Défaut de lubrification
23/08/2012	2000032144	8050AC-712	Défaut de lubrification
14/09/2012	2000032144	8050AC-712	Panne Equipement composant électrique
25/11/2012	2000032144	8050AC-712	Panne composant interne équipement
19/12/2012	2000032144	8050AC-712	Panne Equipement composant électrique
03/10/2013	2000032144	8050AC-712	Panne Equipement composant électrique
14/01/2014	2000032144	8050AC-712	Panne élément électrique

15/02/2014	2000032144	8050AC-712	Panne circuit électrique général
09/04/2014	2000032144	8050AC-712	Panne Equipement composant électrique
31/12/2014	2000032144	8050AC-712	Panne élément électrique
03/04/2010	2000033209	8050AC-712	Panne Equipement Cablage
11/04/2010	2000033209	8050AC-712	Joint d'étanchéité / Problème fermet
24/04/2010	2000033209	8050AC-712	Panne Pneumatique / hydraulique
06/05/2010	2000033209	8050AC-712	Défaut d'alignement
21/06/2010	2000033209	8050AC-712	Panne garniture mécanique/ presse étou
26/06/2010	2000033209	8050AC-712	Panne garniture mécanique/ presse étou
11/07/2010	2000033209	8050AC-712	Panne garniture mécanique/ presse étou
04/08/2010	2000033209	8050AC-712	Panne Joint Mécanique
23/08/2010	2000033209	8050AC-712	Panne Joint Mécanique
14/09/2010	2000033209	8050AC-712	Panne Joint Mécanique
21/11/2010	2000033209	8050AC-712	Panne systeme moteur
10/02/2011	2000033209	8050AC-712	Panne Moteur
22/02/2011	2000033209	8050AC-712	Défaut de lubrification
13/03/2011	2000033209	8050AC-712	Panne élément électrique
20/03/2011	2000033209	8050AC-712	Panne Joint Mécanique
27/03/2011	2000033209	8050AC-712	Défaut tuyauterie
15/04/2011	2000033209	8050AC-712	Joint d'étanchéité / Problème fermet
27/04/2011	2000033209	8050AC-712	Joint d'étanchéité / Problème fermet
25/05/2011	2000033209	8050AC-712	Joint d'étanchéité / Problème fermet
02/06/2011	2000033209	8050AC-712	Panne Joint Mécanique
12/06/2011	2000033209	8050AC-712	Panne Joint Mécanique
21/07/2011	2000033209	8050AC-712	Corrosion/ perforation
29/08/2011	2000033209	8050AC-712	Défaut de roulement
18/11/2011	2000033209	8050AC-712	Panne Joint Mécanique
29/11/2011	2000033209	8050AC-712	Panne Joint Mécanique
14/12/2011	2000033209	8050AC-712	Panne Joint Mécanique
10/01/2012	2000033209	8050AC-712	Panne Joint Mécanique
08/02/2012	2000033209	8050AC-712	Corrosion/ perforation
10/03/2012	2000033209	8050AC-712	Joint d'étanchéité / Problème fermet
17/03/2012	2000033209	8050AC-712	Joint d'étanchéité / Problème fermet
22/03/2012	2000033209	8050AC-712	Panne garniture mécanique/ presse étou
31/03/2012	2000033209	8050AC-712	Panne Joint Mécanique
09/05/2012	2000033209	8050AC-712	Panne Joint Mécanique
10/07/2012	2000033209	8050AC-712	Panne garniture mécanique/ presse étou
10/02/2013	2000033209	8050AC-712	Panne Joint Mécanique
24/03/2013	2000033209	8050AC-712	Panne Joint Mécanique
11/04/2013	2000033209	8050AC-712	Contamination d'huile du rotary et hydr
25/05/2013	2000033209	8050AC-712	REPAIRE IN OIL HOUSE
20/07/2013	2000033209	8050AC-712	problème électrique
19/09/2013	2000033209	8050AC-712	Circuit électrique de commande.
07/11/2013	2000033209	8050AC-712	reparation
17/11/2013	2000033209	8050AC-712	CHANGE HYDRAULIC FLEXIBLE

12/04/2014	2000033209	8050AC-712	Change damaged oil hose
------------	------------	------------	-------------------------

Annexe04 :

Capacité nominale de levage:		
-Au niveau des élévateurs	500 Tons	454 Tonnes
- Au niveau de l'arbre creux	500 Tons	454 Tonnes
Moteur	GE B20AC(800 HP)	
Puissance de sortie :		
-Continu	800 HP	600 KW
- Intermittente	1 200 HP	900 KW
Rapport de réduction	7.120 :1	
Couple continu nominal	37400 lb-ft (50 700 Nm) @ 112 tr/m	
Vitesse maximale nominale	15849 lb-ft (21 489 Nm) @ 265 tr/m	
Puissance des freins	52300 lb-ft (70 900 Nm)	
Couple de moteur électrique maximum (la limite de couple de serrage est réglée par l'opérateur)	55250 lb-ft (74900 Nm)	
Couple additionnel au :		
-Vissage	24 000 lb-ft	(32 500 Nm)
-Dévissage	37 500 lb-ft	(50 800 Nm)

Couple maximum de dévissage des connexions (la limite de couple de serrage est réglée par l'opérateur)	90000 lb-ft (122 000 Nm)
Plage de diamètres admissibles à la clé de retenue	5.75 à 9.0 pouces 3.75 à 7.0 pouces avec jeu de mors spécifiques
pression de circulation nominale standard	5 000 PSI 34 500 Kpa
Pression de circulation nominale optionnelle	7 500 PSI 51 700Kpa
Course de l'arbre creux flottant	8.0 pouces 20 cm
Course de contrepoids des bras	8.0 pouces 20 cm
Système de refroidissement	STANDARD : monté sur la Top Drive 15HP ,2100 scfm de débit (11KW ,60 m ³ /min) POTIONNEL : soufflante à distance (19 kW, 80m3/min) de débit Flexible de soufflante de 8 pouces (20cm) de diamètre
Système de lubrification	2 HP 1.5 kW, 15 l/min de débit
Besoins hydrauliques	45 l/min de débit 16 200 kpa2 350 PSI

Courant électrique	GE B20 AC (800 HP)	
-Courant d'induit continu	800 A	
-Courant d'induit intermittent	1 200 A	
-Fréquence	0 - 140 Hz	
Poids (sans moufles)	29 000 lb-ft	13 200 Kg

Tableaux03 : Spécifications top drive modèle 8050AC-712

Résumé

Le pétrole et le gaz sont les sources d'énergies les plus importantes dans notre pays, elles jouent un rôle essentiel dans l'économie nationale. Leur exploitation est une opération difficile et couteuse. L'objectif des entreprises d'exploitation, c'est l'extraction de la source par le plus faible cout dans un temps le plus court. Pour atteindre cet objectif les entreprises font appel à de nouvelles technologies visant l'amélioration des équipements de forage en utilisant un matériel très récent et plus fiable. L'ENAFOR a rénové son parc d'appareils de forage et Work-over, en y introduisant la technologie qui l'a fait rejoindre les leaders internationaux de la profession : Le système d'entraînement supérieur ou Top-Drive (DC/AC)

Cet organe est venu se substituer à la table de rotation, et est devenu le siège de toutes les innovations en matière de régulation électronique, hydraulique et mécanique. Notre travail rapporte une étude comparative de la fiabilité des deux types de Top-Drive récemment introduits à l'ENAFOR, dans le but de mieux comprendre les causes de défaillances, et de prédire leur fiabilité en fonction du temps. Un traitement des données est fait par l'analyse statistique de l'historique des pannes ou retour d'expérience, prélevé par le système d'information appelé SAP de l'ENAFOR.

Mots clés :

Top Drive, défaillance, fiabilité, loi weibull, temps de bon fonctionnement

ملخص

النفط والغاز هما أهم مصادر الطاقة في بلادنا، و تلعب دورا أساسيا في الاقتصاد الوطني . استغلالهم هي عملية صعبة ومكلفة .هدف الشركات العاملة استخراج النفط والغاز من المصدر بأقل تكلفة وفي أقصر وقت .لتحقيق هذا الهدف الشركات تستخدم تقنيات جديدة لتحسين معدات الحفر باستخدام أجهزة حديثة جدا وأكثر موثوقية .وقد تم تجديده في ENAFOR - عن طريق إدخال التكنولوجيا: نظام محرك العلوي أو Top درايف (DC / AC) لقد حل محل طاولة دوارة، وأصبح محل كل الابتكارات في التحكم الإلكتروني، الهيدروليكي والميكانيكي . عملنا هو دراسة مقارنة للموثوقية لنوعين من نظام محرك العلوي أدخلت مؤخرا على ENAFOR من أجل فهم أفضل لأسباب الأعطاب والتنبؤ بموثوقيتها مع مرور الوقت .وتم تجهيز البيانات عن طريق التحليل الإحصائي لتاريخ الأعطاب التي تم جمعها من قبل نظام معلومات تسمى SAP.

الكلمات المفتاحية:

نظام محرك العلوي ، الأعطاب ، والموثوقية، والقانون weibull، والجهوزية.