N°d'ordre...../FT/UMBB/2023

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES

Faculté de Technologie

Mémoire de Master

Filière : Electromécanique

Spécialité : Maintenance industrielle

Thème

Etude et amélioration de la maintenance de la presse plieuse hydraulique

---

Présentée par :

BOULAIKI ABDENOUR

Encadré et suivi par :

Pr. AKNOUCHE HAMID

Promotion : 2022/2023

Résumé

Ce mémoire présente une étude approfondie de la fiabilité et de la disponibilité de la machine presse plieuse hydraulique, en soulignant les aspects généraux de la maintenance. Nous explorons les principes fondamentaux de la maintenance, analyse la fiabilité de la machine à travers des méthodes statistiques et évalue sa disponibilité en considérant différent paramètres. Les résultats de cette étude fournissent des informations précieuses pour connaitre l'état et les performances de la machine et optimiser sa maintenance

Mots clés : Maintenance,fiabilité,Weibull,Pareto,

ملخص

تقدم هذه المذكرة دراسة متعمقة لموثوقية وتوافر آلة ماكينة طي الهيدروليكية، مع تسليط الضوء على الجوانب العامة للصيانة . نستكشف المبادئ الأساسية للصيانة، ونحلل موثوقية الآلة من خلال الأساليب الإحصائية ونقيم مدى توفرها من خلال النظر في. المعلمات المختلفة. توفر نتائج هذه الدراسة معلومات قيمة لمعرفة حالة الماكينة وأدائها وتحسين صيانتها

الكلمات المفتاحية: الصيانة ، الموثوقية ، ويبل ، باريتو ،

Summary

This thesis presents an in-depth study of the reliability and availability of the hydraulic press brake machine, highlighting the general aspects of maintenance. we explore the fundamental principles of maintenance, analyze the reliability of the machine through statistical methods and evaluate its availability by considering different parameters. The results of this study provide valuable information for knowing the condition and performance of the machine and optimizing its maintenance.

Keywords: Maintenance, reliability, Weibull, Pareto,

Remerciements

Nous remercions Allah, le tout puissant, le miséricordieux, de nos avoir donné la santé et tout dont nous nécessitassions pour l'accomplissement de cette mémoire.

Nous tenons à remercier tous les membres de familles pour la patience, les encouragements, la gentillesse et le soutien qu'ils ont prodigué tous au long de ce travail.

Nous adressons mes remerciements à notre promoteur ***AKNOUCHE HAMID*** *pour les conseils éclairés, les informations et la survenance.*

Aussi, Je remercie les membres département du génie mécanique au sein de la Faculté de Technologie, Université de Boumerdes, pour ses encouragements, son indulgence tout au long des années d'étude.

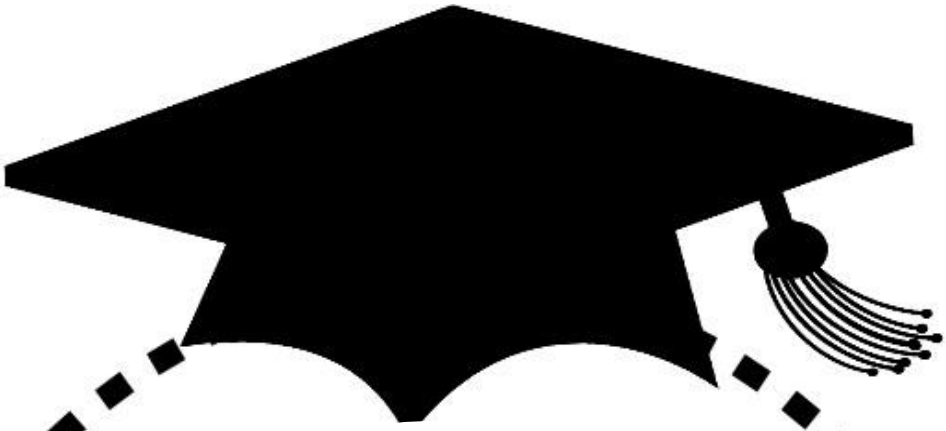
Nous remercions également tous les enseignants de ce département qui ont participé à notre formation pendant tout le cycle universitaire.

Nous avons l'honneur de remercier les ingénieurs de la société ***BCR*** *pour les conseils éclairés qu'ils ont donnés des informations et les connaissances appropriées.*

Nous remercions l'encadreur ***M. CHARANE*** *pour pertinence de leurs remarques avisées, pour leurs conseils, leurs patiences.*

Nous remercions mes amis & mes camarades pour la patience, les encouragements, la gentillesse. Et toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail,

Enfin, Sans oublier les membres de jury qui ont bien voulu examiner ce mémoire.



Dédicace

Nous dédions de ce modeste travail :

Pour nos mères et nos pères

A nos frères et sœurs et à toutes nos familles, chacun en son nom

Pour tous les professeurs du Département de génie mécanique

Pour le chef du département de génie mécanique,

À mes meilleurs amis et à tous les camarades de promotion.

Table des matières

Chapitre I : Présentation de l'entreprise BCR

Introduction générale 1

Introduction 2

I.1. Historique 2

I.2. Mission Description des métiers de groupe BCR 3

I.3. Activités 3

I.3.1. Service commercial 3

I.3.2. Bureau technique (Etude) 4

I.3.3. Service de préparation 4

I.4. Organisation de la filiale ORFEE 4

I.4.1. Division de ressource humaine et logistique Leurs tâches 4

I.4.2. Division recherche et développement 4

I.4.3. Division achats 5

I.4.4. Division organisation et informatique 5

I.4.5. Division audit, management qualité et contrôle gestion 5

I.4.6. Division contrôle opérationnelle 5

I.4.7. Direction finance et comptabilité 6

I.4.8. Direction commerciale 6

I.4.9. Direction industrielle Département technique 6

I.5. Atelier maintenance 7

Chapitre II: Bibliographie sur la presse plieuse hydraulique

Introduction 10

II.1. Définition 10

II.2. Principe du pliage 10

II.3. Les différents modes de pliage 11

II.3.1. Le pliage en Vé 11

II.3.1.1. Pliage en l'air 11

II.3.1.2. Pliage en frappe 12

II.3.2. Le pliage en U 13
II.3.3. Le pliage en L 13
II.4. LA presse plieuse hydraulique 13
II.4.1. Description [3] 14
II.4.2. Fonctionnement Le pliage de la tôle comporte 15
II.5. Les paramètres de pliage sur une presse plieuse 16
II.5.1. L'abaque de pliage 16
II.5.2. Choix des paramètres [4] 17
II.6. Les organes hydrauliques utilisés 18
II.7. La centrale hydraulique 18
II.8. Avantages et inconvénients 23

Chapitre III:Généralité sur la Maintenance

Introduction 25
III.1. La maintenance 25
III.1.1. Définition 25
III.1.2. Objectifs de la maintenance 26
III.1.3. Rôle de maintenance 26
III.2. Les méthodes de maintenance 27
III.2.1. La maintenance corrective 28
III.3. CONCEPTS DE BASE DE FONCTIONNEMENT 30
III.3.1. Fonctions Fiabilité et Défiabilité 30
III.3.2. Densité de défaillance 31
III.3.3. Taux de défaillance 31
III.3.4. Moyenne de temps de vie avant la première défaillance 31
III.3.5 Fiabilité d'un système 31
III.3.6. Maintenabilité 32
III.3.7. Disponibilité 32
III.4. Modèle de WEI BULL 33
III.5. Méthodes d'analyse prévisionnelle ABC (Pareto) [4] 35
III.5.1. Diagramme de Pareto (Analyse ABC) 35
III.5.2. Méthodologie 35

Introduction..... 37
IV.1. Exploitation de l'historique..... 38
IV2. Calcul les paramètres de Weibull..... 40
IV21 La Courbe de Weibull 42
IV22 Exploitation les paramètres de Weibull..... 43
IV24 Étude de modèle de Weibull..... 44
IV25 Calcul la Maintenabilité du presse plieuse..... 48
IV26 Calcul la disponibilité du presse plieuse 49
Conclusion générale et perspectives..... 52

Liste des figures

Chapitre II: Bibliographie sur la presse plieuse hydraulique

Figure II.1 : principe de pliage Chapitre 11

Figure II.2 : pliage en Vé..... 12

Figure II.3 : pliage en l'air 13

Figure II.4 : Pliage en frappe..... 13

Figure II.5 : pliage en U. 14

Figure II.6 : Pliage en L..... 14

Figure I.7 : Composants d'une presse plieuse hydraulique moderne..... 15

Figure II.8: Manomètre à tube de Boudron..... 20

Figure II.9 : Vérin..... 21

Figure II.10 : Conduite hydraulique..... 21

Figure II.11 : RaIccord..... 22

Figure II.12 : Distributeur à commande électrique 23

Figure II.13 : Limiteur de pression..... 23

Figure II.14 : Schématisation d'un réducteur de pression..... 24

Chapitre III:Généralité sur la Maintenance

Figure III.1: Les méthodes de la maintenance 28

Figure III.2: Applications des méthodes de maintenance 31

Figure III.3: Fonctions fiabilité et défiabilité..... 32

Figure III.4 : Relation entre les liens temporels..... 33

Figure III.5: Représentation de MTBF,MDT,MUT 34

Figure III.6 : La Courbe ABC (Pareto) 37

Figure IV.1: Courbe de ABC (pareto)..... 39

Figure IV.2: Graphe de WEIBULL..... 43

Figure IV.4 : La Courbe Densité De Probabilité..... 46

Figure IV. 5 : La Courbe De Fonction Répartition..... 47

Figure IV. 6 **:** La Courbe De la Fonction Fiabilité..... 48

Figure IV.7 : La courbe taux de défaillance..... 49

Figure IV.8 : La Courbe de Maintenabilité..... 50

Figure IV.9 : Courbe de la disponibilité.....51

Liste des tableaux

Chapitre II: Bibliographie sur la presse plieuse hydraulique

Tableau II.1 : Nom des composants de la presse plieuse hydraulique 15
Tableau II.2 : Abaque de pliage (PROMECAM) 17
Tableau II.3 : Dimension de b 18

Chapitre IV:Analyse FMD

Tableau IV.1 : analyse de ABC 38
Tableau IV. 2 : L'historique de panne de presse plieuse 39
Tableau IV.3 : Données récapitulatif des Tbf,fi 41
Tableau IV.4 : Calcul la fonction de la densité de probabilité 45
Tableau IV.5 : Fonction de répartition 46
Tableau IV.6 : Calcul de la fiabilité 47
Tableau IV.7 : Le taux de défaillance 48
Tableau IV.8 : La Maintenabilité du Presse plieuse 50
Tableau IV.9 : Tableau de disponibilité 51

Liste des abréviations

TTR : Temps de réparation

TBF : Temps de bon fonctionnement défaillances

R(t) : Fonction de fiabilité

F(t) : Fonction de défaillances

f (t) : Densité de probabilité

λ (t) : Taux de défaillance

MUT : Moyenne temps entre défaillance

MTTR : Moyenne de temps de réparation

μ : temps de réparation

MTBF : Moyenne de Temps de bon fonctionnement

F : Fiabilité

M : Maintenabilité

D : Disponibilité

β : Paramètre de forme

γ : Paramètre de position

η : Paramètre d'échelle

Introduction générale

Introduction générale

La fiabilité est un aspect essentiel de tout processus industriel, particulièrement dans le domaine de la fabrication. Les presses plieuses jouent un rôle crucial dans le façonnage des métaux et la production de pièces essentielles dans de nombreux secteurs. Une presse plieuse fiable garantit une production efficace, des produits de qualité et une réduction des temps d'arrêt coûteux.

Cette étude vise à évaluer la fiabilité d'une presse plieuse industrielle et à identifier les principaux facteurs qui influencent sa performance. L'objectif ultime est d'optimiser les performances de la presse plieuse afin de garantir une production continue et sans défauts, tout en minimisant les pannes et les interruptions de production.

Pour atteindre cet objectif, nous adoptons une approche méthodique basée sur l'analyse des données de fonctionnement, les inspections régulières, les mesures de performance et les tests de fiabilité. Nous recueillons des informations sur les défaillances passées, les temps d'arrêt, les réparations effectuées et les pièces de rechange utilisées. Ces données nous permettent de détecter les tendances, les points faibles et les problèmes récurrents de la presse plieuse.

En utilisant des outils statistiques et des méthodes d'analyse de fiabilité par la méthode de Weibull, nous identifions les composants critiques de la presse plieuse et évaluons leur durée de vie prévisible, leur taux de défaillance et leur capacité à supporter les contraintes opérationnelles. Ces informations sont essentielles pour planifier les opérations de maintenance préventive, le remplacement des pièces défectueuses et l'optimisation des procédures de production.

Ce mémoire se compose de quatre chapitres :

Chapitre I : Présentation de l’entreprise BCR

Chapitre II : Bibliographie sur la presse plieuse hydraulique

Chapitre III : Généralités sur la maintenance

Chapitre IV : Analyse FMD

Chapitre I : Présentation de l'entreprise BCR

Introduction

L'entreprise nationale de production de boulonnerie coutellerie et robinetterie dénommée BCR est née en Janvier 1983, suite à la restructuration de la société SONACOME (Société Nationale de Construction Mécanique) L'unité coutellerie de Bordj-Menaiel (ORFEE) fait partie de groupe BCR. Ses objectifs ont naturellement pour :

− Satisfaction progressive d'une part importante de la demande nationale en produits finis dans le secteur de la mécanique.

− Dégager une rentabilité satisfaisante à partir de l'ensemble des moyens d'exploitation.

− Valoriser au mieux et veiller au développement des ressources humaines disponible sur le marché national.

I.1. Historique

− En 1997 : L'accorde de construction de la coutellerie de Bordj-Menaiel à été signé par l représentation suisse t son homologue algérien pour produit en main.

− En 1979 : Ils ont commencé la construction de cette unité de coutellerie (ORFEE). − En1982 : Apparition des premiers essais de production de 1982 jusqu'à la fin de 1986. Le personnel à été au début presque totalement étranger. Le remplacement par un personnel algérien a été progressif (à faible allure)

− En Novembre 1986 : Départ total des étrangers. Les derniers sont partis en Janvier 1987 et après réception complète de l'unité par le personnel Algérien expérimenté. − En 1990 : BCR est érigée en société par action, dotée d'organe de gestion et d'un capitale sociale souscrit au nom de l'états. L'entreprise est ainsi passée au modèle de société commerciale et qui lui conféré une autonomie complète de gestion et une responsabilité sur les résultats.

− A partir de 2001 : L'entreprise s'est engagée dans un programme de restriction qui a conduit à la création de trois filiales suivantes :

➢ ORFEE : Entreprise de coutellerie et évier de cuisine

➢ SANIAK : Entreprise de robinetterie

En 2010 : le groupe BCR a connu la naissance d'une nouvelle filiale

➢ VEDIA : Entreprise spatialisé dans la commercialisation des produits fabriqués des filiales BCR.

I.2. Mission Description des métiers de groupe BCR

Dans le contexte général, la mission confiée à l'ORFEE est la suivante :

Assurer d'une manière autonome et indépendante la production des articles ménagers à savoir : plats, fourchettes, couteaux, terrines, pots, cuillères…

− Fabriquer en qualité, en quantité et aux meilleurs prix de revient.

Les différentes qualités des produits sont :

➢ M : Ménage

➢ H : Orfèvre

➢ A : argenté

I.3. Activités

L'entreprise de BCR représente un grand intérêt dans la production nationale. Avant de passer à la fabrication, on doit savoir quel est le type de matière première utilisée par l'entreprise. Ils utilisent souvent deux qualités différentes des produits : – Pour la qualité M : on utilise des bandes a rouleaux pour fabriquer les louches, les fourchettes, les cuillères, et des bandes en fil pour la fabrication des couteaux et des brochettes. – Pour la qualité H : on utilise des bandes a rouleaux pour fabriquer les couteaux, les cuillères, les fourchettes, les louches et des plaquettes pour les plats rond, ovale ou à poisson. Ils utilisent une matière n plastique pour des raisons d'esthétique. A propos des différentes structures de soutien, on distingue :

I.3.1. Service commercial

Chargé des études du marché, la relation avec les consommateurs (sondage, prévision débouchés, distribution, méthodes de vente, politique commerciale promotion de vente).

I.3.2. Bureau technique (Etude)

Chargé de la conception des produits, des recherches de laboratoire et de la documentation.

I.3.3. Service de préparation

(Bureau des méthodes, outillage + production) : Chargé de préparer l'exécution dans ses détails. Il comprend le bureau des méthodes qui choisit les moyens d'exécution, prévoit les outillages, calcule les temps. Et le bureau d'ordonnancement qui détermine les détails et coordonne les moyens d'exécution.

➢ Contrôle : Assure le respect de qualité.

➢ Désigne : Crée les modèles en harmonisant les considérations esthétiques et les exigences techniques

➢ Comité (groupe de travail interdisciplinaire) : Il est de première importance que les personnes qui participent à ces séances soient celles qui connaissent le mieux des marchés, les potentiels

I.4. Organisation de la filiale ORFEE

I.4.1. Division de ressource humaine et logistique Leurs tâches

– Gérer les contrats de travail et la paie.

– Recruter et intégrer du personnel.

– Gérer les formations du personnel.

– Animer les re lations sociales et désamorcer les conflits.

I.4.2. Division recherche et développement

Leurs tâches :

– Gestion de fiches techniques produites achetés et création des numéros d'articles.

– Archivage des dessins technique (outils et produits)

– Elaboration des spécifications techniques des produits finis, de matière première et des auxiliaires

– Lancement et intégration des nouveaux produits (selon la demande).

– Mise à jour et modifications des gammes opérationnelles des produits existants si nécessaire.

I.4.3. Division achats

Leurs tâches :

– Acheter les pièces de rechange et toute la fourniture selon la commande des gestionnaires de stock.

– Achat de la matière première pour leurs produis et pour la fabrication des outils.

– Achat des fournitures de bureau et les équipements pour les ouvriers.

– Ramener les sous-traitants pour la maintenance et la réparation des machines.

I.4.4. Division organisation et informatique

Leurs tâches :

Maintenance de matérielle informatique de l'entreprise.

I.4.5. Division audit, management qualité et contrôle gestion

Leurs tâches :

– Réalisation d'audit interne et externe

– Réalisation audit fonction et les systèmes management de la qualité

I.4.6. Division contrôle opérationnelle

– Laboratoire chimie

– Laboratoire physique

– Laboratoire métallographique

– Laboratoire métrologie – Contrôle production

– Réception

I.4.7. Direction finance et comptabilité

Leurs tâches :

− Diriger et organiser les services de trésorerie et budget − Développer et optimiser les prestations des services

I.4.8. Direction commerciale

Leurs tâches :

Commercialisation des produits

I.4.9. Direction industrielle Département technique

➢ **Outillage**

– Tournage et fraisage

– Rectification des outils

Magasin matière première pour outils

Traitement thermique

Gravage

Electro érosion par file

Ajustage

➢ **Maintenance**

Bureau technique maintenance

Leurs effectifs :

- Un responsables bureau maintenance.
- Un gestionnaire de stock.
- Un technicien supérieur en fabrication mécaniques.Leurs tâches :
- La gestion des achats pour les pièces de rechange.

- Faire des dessins techniques pour des pièces de rechange.
- Résolution des problèmes technique.

Magasin pièce de rechange :

Leurs effectifs :

- Un magasinier : Sa tâche est la gestion du stock des pièces de rechange.

I.5. Atelier maintenance

Leurs effectifs :

- Chef atelier maintenance.
- Trois électriciens.
- Trois mécaniciens.

Leurs taches :

- La réparation des pannes.

Energie

Leurs effectifs :

- Quatreouvrie.

Matériels utilisés :

- Une Pompe de tour refroidissement.
- Un compresseur d'air à vis ATLAS COPCO.
- Un compresseur d'air COMPAIR
- Un tour de refroidissement

➢ **Atelier plateries**

Leurs produits :

- Plats (rond, ovale, carré et a gratin).
- Pots (à crème, à lait).
- Saladier et soupière.

➢ **Atelier couvert M**

Leurs produits :

- Cuillères et fourchettes de qualité moyenneMatériels utilisés :
- Presse a excentre 100 T(SCHULER) pour le découpage.
- Quatre presses a genouillère, type GK 360 (GREABENER) pour l'estompage.
- Machine JEFFARD
- Machine ROSLOR
- Machine IMANPACK

➢ **Atelier couvert H**

Leurs produits :

Cuillères et fourchettes de haute qualité

Matérielles utilisé :

- Un laminoir (DARROT) pour le laminage
- Trois presses à genouillère (GREABENER) pour l'estompage.
- Deux Presse à excentrique (BEUTLER) pour le détourage
- Deux machines à meuler (SIEPMANN)pour le meulage.
- Une machine à découper (LOESER) pour le découpage
- Une machine électro marquage

➢ **Atelier polissage**

Matériels utilisés *:*

- Trois machines à polir (HAU), elle est utilisée pour le polissage des plats
- Machine à polir 6 stations (NIEDERBERGER) , elle est utilisée pour le polissage despots

- Machine à polir manuelle

➢ **Atelier évier**

Matériels utilisés :

- Une Presse hydraulique HYDRAULICO 800.
- Une Presse hydraulique HYDRAULICO 500.
- Une Presse hydraulique S.M.G.
- Une Machine à souder les cordons à la molette.
- Un Poste de soudage ARGON SAF.

Chapitre II : Bibliographie sur la presse plieuse hydraulique

Introduction

Le pliage dans l'industrie a pour objectif de donner une forme déterminée au matériau tout en lui imposant une certaine microstructure, afin d'obtenir un objet ayant les propriétés souhaitées. C'est un travail qui nécessite de maîtriser parfaitement certains paramètres expérimentaux tels que : la composition du matériau et ses différentes caractéristiques mécaniques

II.1. Définition[1]

Le pliage est une opération de conformation à froid qui consiste à déformer une tôle plane en changeant la direction de ses fibres de façon brusque suivant un angle. Il existe plusieurs techniques pour plier une pièce :

- Pliage en l'air dans une presse-plieuse

- Pliage en frappe, pliage sur plieuse à sommier ou universelle…

II.2. Principe du pliage [1]

Le pliage est une déformation obtenue grâce à une force appliquée sur la longueur de la pièce. Celle-ci sera en appui sur 2 lignes d'appuis et s'apparente à la flexion. Il faudra dépasser la limite élastique pour obtenir l'angle voulu.

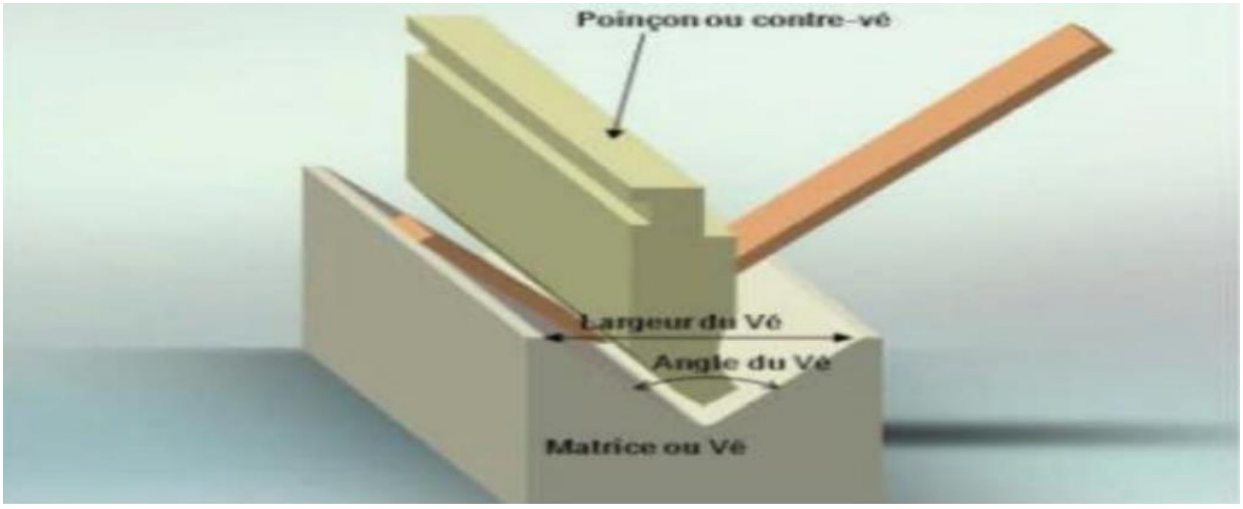


Figure II.1 : principe de pliage Chapitre

II.3. Les différents modes de pliage [2]

Suivant la géométrie des poinçons et les matrices, trois types de pliage sont distingués : en V, en U et en L .

II.3.1. Le pliage en Vé

Dans le cas du pliage en V, le serre-flan est inutile. La variation de l'angle du V du poinçon et de la matrice entraîne la variation de l'angle de formage de la tôle imposée au poinçon, le pliage est en l'air ou en frappe.

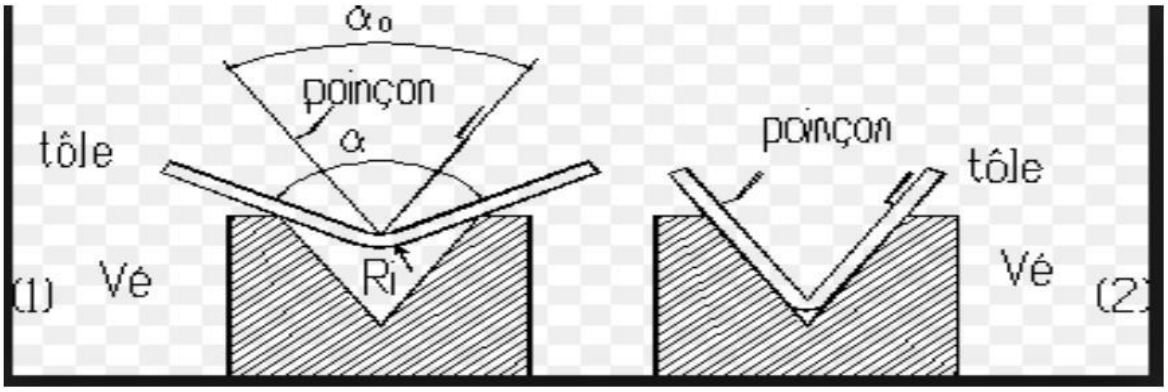


Figure II.2 : pliage en Vé

II.3.1.1. Pliage en l'air

L'effort de pliage cesse quand la tôle arrive en fin de V. L'angle terminal est celui de la forme du vé + le retour élastique de la tôle (~3°). Avec le pliage « en l'air », suivant la position du poinçon en fin de course, différents angles peuvent être obtenus avec le même outillage

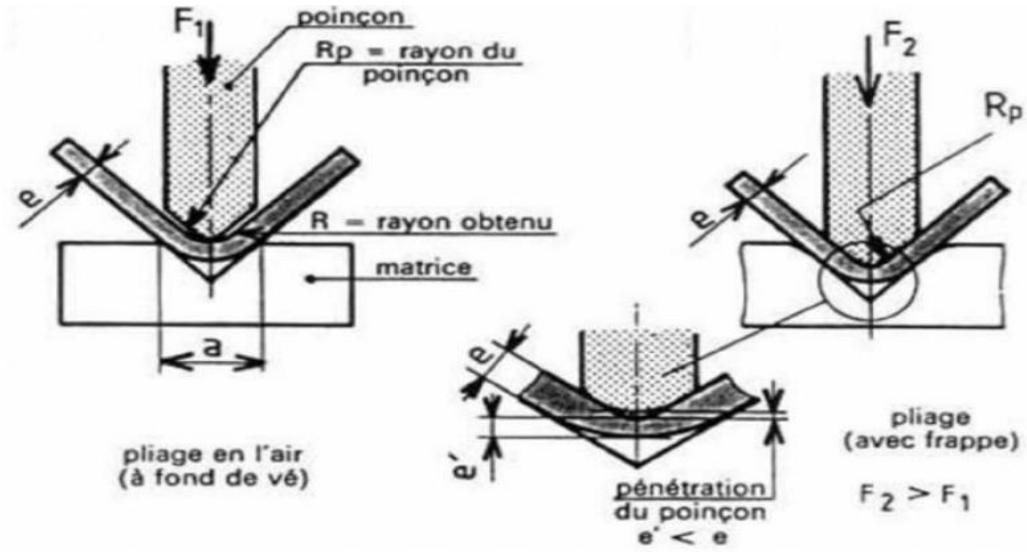


Figure II.3 : pliage en l'air.

II.3.1.2. Pliage en frappe

Cette opération de pliage s'effectue en deux temps. Tout d'abord, un pliage « en l'air » est effectué jusqu'à l'angle désiré, ensuite, le poinçon descendu rapidement, va frapper et marquer la carre de la tôle jusqu'à réduire voire éliminer totalement le retour élastique, l'angle de pliage étant égal à celui du poinçon.

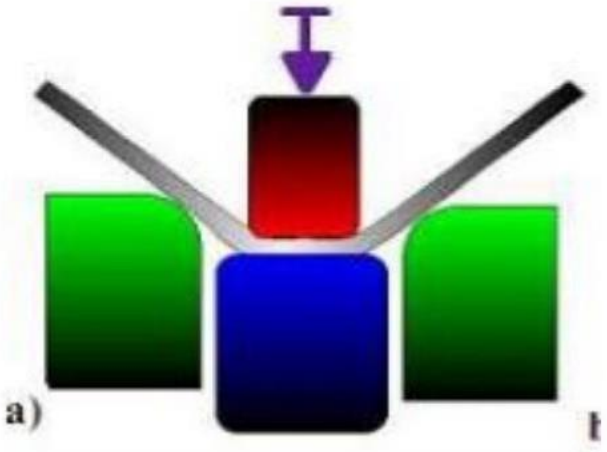


Figure II.4 : Pliage en frappe

II.3.2. Le pliage en U

Le pliage en U comprend un serre-flan mobile qui bloque la matière sous le poinçon et évite donc les glissements de la tôle lors de la mise en forme entre les deux blocs matrices.

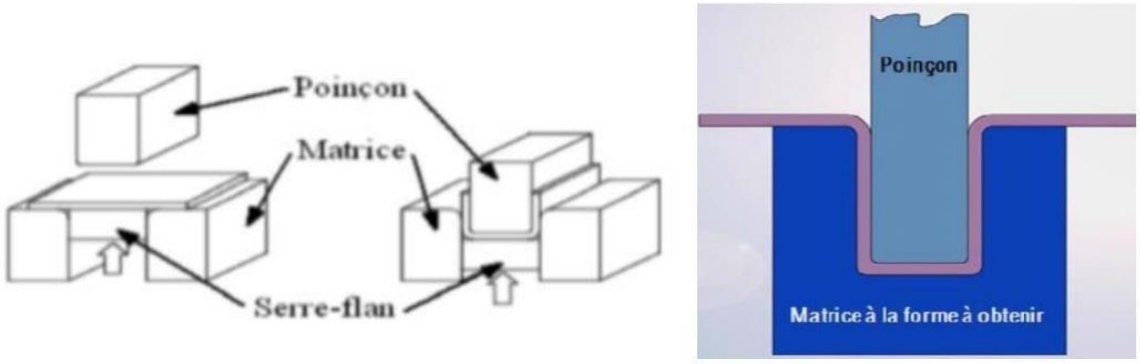


Figure II.5 : pliage en U.

II.3.3. Le pliage en L

Le pliage en L ou en tombé de bord consiste à plier un flan en porte-à-faux à 90° maintenu entre la matrice et le serre-flan.

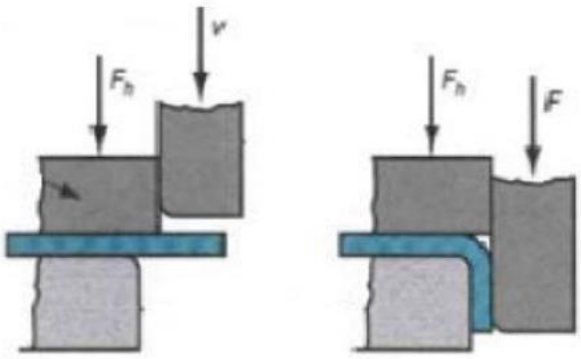


Figure II.6 : Pliage en L

II.4. LA presse plieuse hydraulique [3]

Une presse plieuse est une machine-outil utilisée pour plier la tôle ; elle est constituée d'un poinçon et d'une matrice en forme de V (vé) ; la tôle est placée entre le vé et le poinçon ; le poinçon descend formant alors le pli dans la tôle.

II.4.1. Description [3]

La tôle est généralement présentée de l'avant, face à la machine, par un ou plusieurs opérateurs. Le pliage de la tôle se fait par rapprochement de deux tabliers dont un seul est mobile, le plus souvent le tablier supérieur. Pendant le pliage, le tablier mobile est animé d'un mouvement dirigé de haut vers le bas. La tôle est en principe maintenue sur des butées arrière et accompagnée à la main pendant son mouvement de relèvement lors du pliage, si elle risque de se déformer. Une presse plieuse hydraulique moderne tirée de la norme EN12622 (2001) est constituée des éléments suivants, illustrés sur la figure suivante :

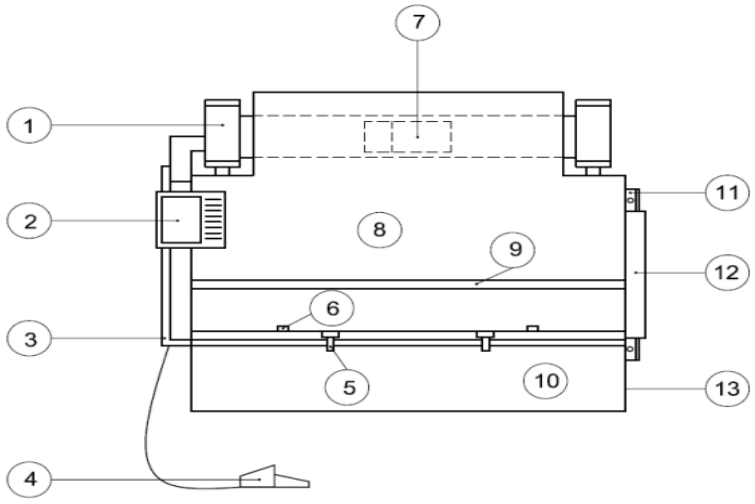


Figure I.7 : Composants d'une presse plieuse hydraulique moderne

Tableau II.1 : Nom des composants de la presse plieuse hydraulique

Numéro	Désignation
1	Vérin de pression
2	Tableau de contrôle
3	Armoire de commande électrique
4	Pédale à pied
5	Console support pièce
6	Butée arrière
7	Système hydraulique
8	Tablier mobile
9	Outil

10	Table
11	Protecteur lateral
12	Rideaux lumineux
13	Bâti

II.4.2. Fonctionnement Le pliage de la tôle comporte [3]

Réglage des paramètres : L'opérateur de la presse plieuse commence par régler les paramètres de la machine en fonction des spécifications de pliage requises. Cela comprend la sélection de la matrice appropriée (outil de pliage) et le réglage de la butée arrière pour positionner le matériau correctement.

Chargement du matériau : Le matériau à plier, généralement une feuille de métal, est chargé sur la table de la presse plieuse. La butée arrière est ajustée pour définir la position de départ du matériau.

Activation du système hydraulique : Une fois le matériau correctement positionné, l'opérateur active le système hydraulique de la presse plieuse. Le système hydraulique est composé d'une pompe hydraulique, de vérins hydrauliques et de valves de commande.

Flexion du matériau : Lorsque le système hydraulique est activé, la pompe envoie de l'huile hydraulique sous pression dans les vérins. Les vérins hydrauliques se déplacent alors pour exercer une force sur le matériau, le pliant selon l'angle requis. La force exercée par les vérins dépend de la pression hydraulique générée par la pompe.

Contrôle du pliage : Pendant le processus de pliage, l'opérateur surveille attentivement le matériau pour s'assurer qu'il est correctement plié selon les spécifications. Certains systèmes de presse plieuse sont équipés de capteurs et de jauges qui fournissent des mesures précises de l'angle de pliage et aident à contrôler le processus.

Libération de la pression : Une fois le pliage terminé, la pression hydraulique est relâchée et les vérins reviennent à leur position d'origine. L'opérateur peut ensuite retirer le matériau plié de la presse plieuse.

Les presses plieuses hydrauliques sont appréciées pour leur capacité à fournir une force élevée et constante, ce qui permet de plier des matériaux métalliques épais et résistants. Elles sont couramment utilisées dans l'industrie de la tôlerie pour fabriquer des pièces et des composants métalliques utilisés dans divers secteurs tels que l'automobile, l'aérospatiale, l'électronique, etc.

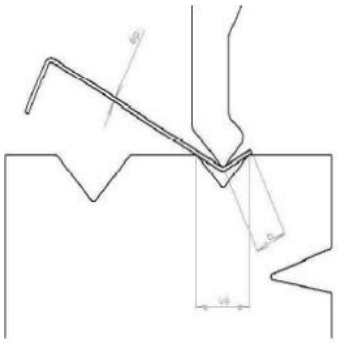
II.5. Les paramètres de pliage sur une presse plieuse [4]

II.5.1. L'abaque de pliage

Le pliage en l'air est le plus commun des types de pliage exécuté en entreprise, comparativement au pliage en frappe qui demande des pressions d'opération plus grandes donc plus d'usure au niveau de l'outillage et de risque de dépasser les limites de pression des outils. L'abaque de pliage en l'air est un outil efficace et rapide pour nous aider à définir des grandeurs d'outils à utiliser ou encore pour estimer des pressions d'opération. Il existe plusieurs sortes de chartes de pliage en l'air. Elles sont toutes à peu de chose près similaires car elles prennent toutes comme calcul général la même formule.

L'abaque suivant est tirée d'une presse plieuse **PROMECAM**

Tableau II.2 : Abaque de pliage (PROMECAM)



	V	6	8	10	12	16	20	25	35	40	50	63
	b mini	4	5.5	7	8.5	11	14	17.5	22	28	35	45
	ri	1	1.3	1.6	2	2.6	3.3	4	5	6.5	8	10
épaisseur	1	100	80	70								
	1.5			150	130	90						
	2				220	170	130					
	2.5					260	210	170				
	3						300	240	190			
	4							420	340	270		
	5								520	420	330	
	6									600	480	380
	Force F de pliage (en kiloNewton/mètre)											

En fonction de l'épaisseur de la tôle, nous pouvons déterminer plusieurs paramètres tel que :

• **V** : la valeur du vé. Il s'agit de la largeur en «mm » du vé quelque soit sa forme (vé à 88°, à 30° ou même une matrice rectangulaire).

En général, on utilise pour :

e< 4 mm ;V= 6 à 8 × e

e> 4 mm ; V = 10 à 12× e

• **b** : la valeur du bord mini en «mm ». Il s'agit de la valeur minimale de la cote intérieure d'un pli sur un vé donné. Si la cote intérieur est plus petite que «**b**», la tôle glissera dans le vé sans être pliée.

Tableau II.3 : Dimension de b

B	0 .51×V	0.55×V	0.58×V	0.71×V	1×V	1.31×V	1.94×V

Ri : la valeur du rayon intérieur du pliage en «mm »

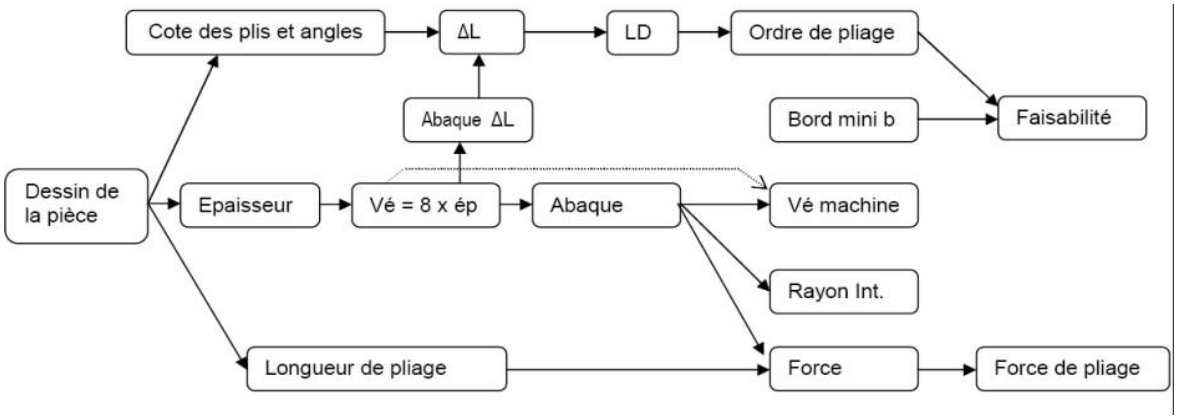
$$R_i = \frac{5 \times V}{32} \quad \text{..... (II.1)}$$

F: la force de pliage en « KN/ m». Elle est proportionnelle à la longueur du pliage. Plus le pli est long, plus la force sera grande.

$$F = \frac{R_m \times e^2}{V} \times \left(1 + \frac{4 \times e}{V}\right) \quad \text{..... (II.2)}$$

II.5.2. Choix des paramètres [4]

L'ordre souvent rencontré lors des choix des paramètres ainsi que la détermination des données de fabrication avant le pliage est la suivant :



II.6. Les organes hydrauliques utilisés [5]

Un circuit hydraulique industriel est constitué de 3 zones :

1ere zone : Source d'énergie : c'est un générateur de débit. *(Centrale hydraulique)*

2ème zone : Récepteur hydraulique : transforme l'énergie hydraulique en énergie mécanique. *(Vérin, moteur hydraulique)*

3ème zone : Liaison entre les deux zones précédentes. On peut y trouver :

- Des éléments de distribution *(distributeur)*
- Des éléments de liaison *(tuyaux).*
- Des accessoires *(appareils de mesure, de protection et de régulation).*

On doit utiliser des organes hydrauliques adéquats car l'efficacité du système en dépend.

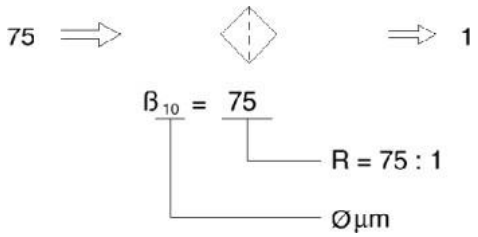
II.7. La centrale hydraulique [6]

La centrale hydraulique (appelé aussi groupe hydraulique) est un générateur de débit et pas de pression. Elle est constituée essentiellement d'un réservoir d'huile, d'un moteur, d'une pompe et d'un système de filtration.

• Réservoir : il permet le stockage d'huile, protection contre des éléments qui peuvent pénétrer dans le circuit, et le refroidissement. Symbolisation :

• Filtre : La qualité d'installation hydraulique dépend de celle du filtre qui y est inséré car il est utilisé pour retenir les impuretés et les particules solides du fluide.

Symbolisation :



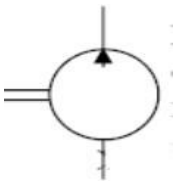
B10 = 75, signifie que le fluide en amont contient 75 fois plus de particules de 10µm qu'en aval.

• Pompe :

Sa fonction consiste à générer un débit de liquide et mettre sous pression l'huile sous forme d'énergie hydraulique. Une pompe se caractérise par :

1. Son débit
2. Sa cylindrée
3. Son rendement
4. Son sens de rotation
5. Sa vitesse de rotation

Symbolisation :



• Manomètre :

Le manomètre est l'appareil servant à mesurer la pression du fluide à l'intérieur du circuit hydraulique.

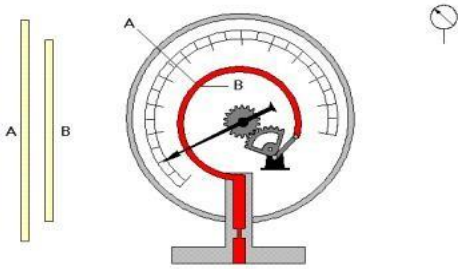


Figure II.8: Manomètre à tube de Boudron

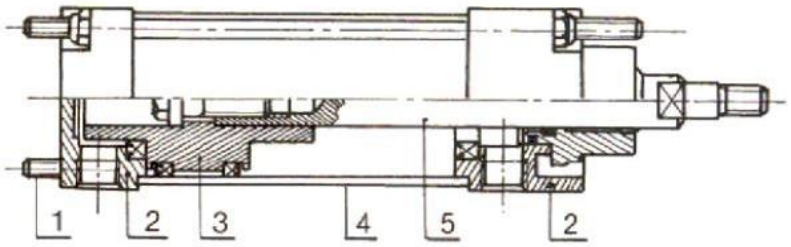
Les récepteurs hydrauliques

Les récepteurs hydrauliques transforment l'énergie hydraulique en énergie mécanique.

• Les récepteurs pour mouvement de translation : les vérins

• Les récepteurs pour mouvement de rotation : les moteurs hydrauliques

Concernant les vérins, ce sont des moteurs (ou pompes) linéaire. On considère généralement que les fuites internes de ces organes sont négligeables.



1 Tirants - 2 Fonds (culasses) - 3 Piston
4 Cylindre - 5 Tige

Figure II.9 : Vérin

Les éléments de liaisons

• Tuyau d'acier rigide :

Pour une bonne qualité, le tuyau ou la conduite est fabriqué en acier étiré à froid pour être exempt de toute soudure ou joint. Les tubes se mesurent d'après leur diamètre extérieur et d'après l'épaisseur de leur paroi. Le diamètre intérieur (di) vaut le diamètre extérieur (D) moins deux fois l'épaisseur (s) de la paroi.

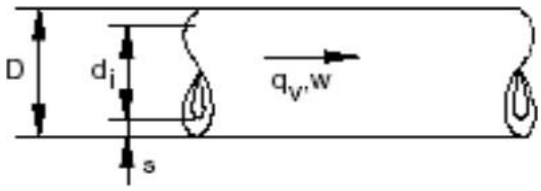


Figure II.10 : Conduite hydraulique

Suivant la formule, on a : Q = V × A ……(II.3)

Où : A= $\frac{\pi * di^2}{4}$…….(II.4)

Avec

Q : le débit

A : La section

Di : Le diamètre de la conduite

• Raccords :

Dans un système hydraulique, un raccord est une liaison mécanique entre deux tuyaux, permettant le passage du fluide. Il existe deux types de raccords :

1. Les raccords pour tubes évasés
2. Les raccords pour tubes non évasés

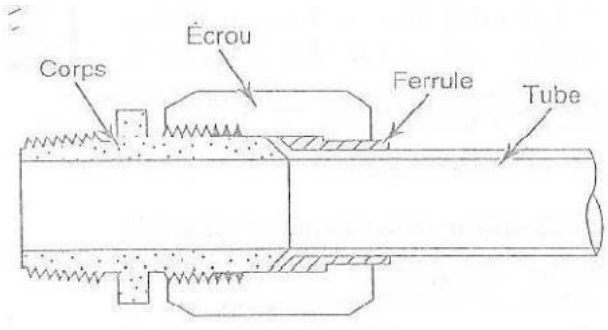


Figure II.11 : Raccord

• Les distributeurs à commande électrique :

Un distributeur aiguille le débit vers l'une ou l'autre partie du circuit, autorise ou bloque le passage du débit. Il est constitué de trois (3) parties : le corps, le tiroir et les éléments de commande. Son principe de fonctionnement est basé sur la force d'attraction entre un champ magnétique et un noyau de fer doux afin d'activer les tiroirs des composantes hydrauliques.

Exemple de schématisation : distributeur 4/3 (4 orifices et 3 positions)

A commande électrique

2 orifices liés au récepteur

P : alimentation

T : mise à la bâche ou réservoir.

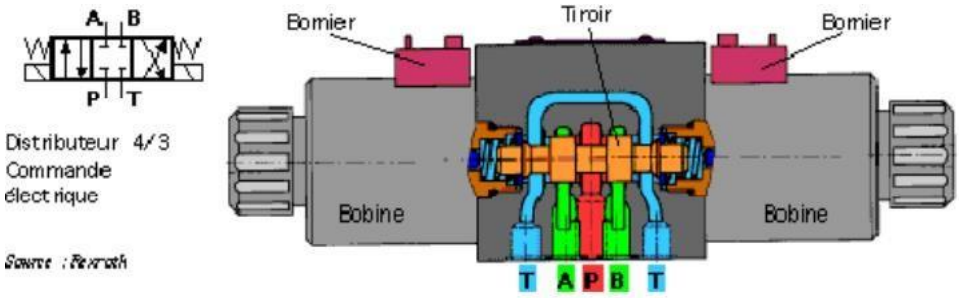


Figure II.12 : Distributeur à commande électrique

Les appareils de régulation et de protection [7]

• Limiteur de pression : Assurer la sécurité d'un circuit ou d'une partie du circuit en limitant la pression à un maximum. Cette pression est maintenue.

L'appareil est installé en dérivation entre la ligne de circuit et la basse pression (la bâche par exemple). De part sa conception, il provoque une perte de charge qui est fonction du débit à évacuer.

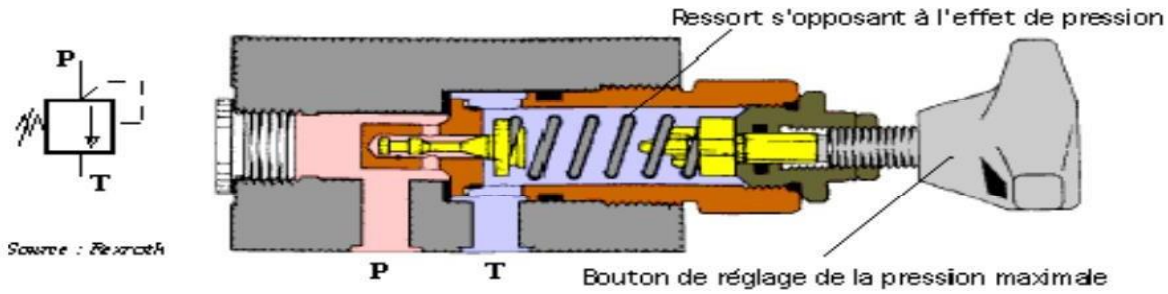


Figure II.13 : Limiteur de pression

• Réducteur de pression : assurer sur une ligne A une pression inférieur à la pression d'alimentation en **P**, et constante. L'appareil est installé en ligne. De part sa conception, il provoque une perte de charge pour que **Pa** reste constante.

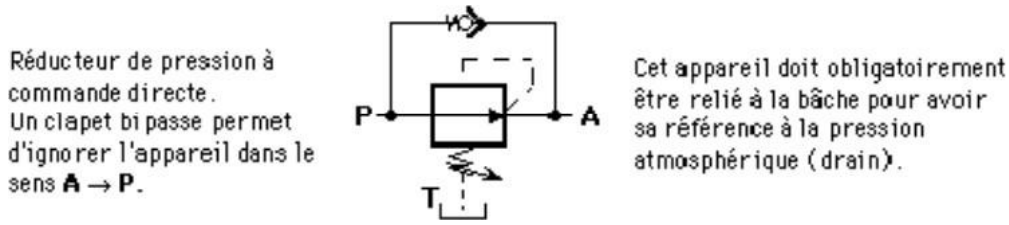


Figure II.14 : Schématisation d'un réducteur de pression

• Clapet : il autorise le passage du fluide dans un seul sens.

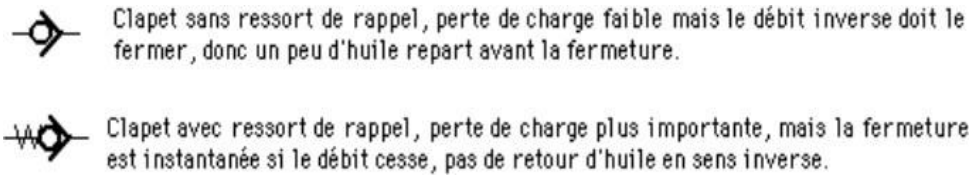


Figure : Schématisation d'un clapet anti-retour

II.8. Avantages et inconvénients du la presse plieuse hydraulique [3]

• Avantages

L'utilisation du système hydraulique dans la presse plieuse présente beaucoup d'avantages :

1. Lors du cycle, les vitesses de pliage sont variables.
2. Silencieux.
3. Encombrement réduit.
4. Performant par rapport à la presse manuelle (force de pliage variable et très élevée).

• Inconvénients :

1. Les organes du circuit hydraulique sont très couteux à l'achat.
2. Augmentation de la température du fluide.

3. Fuite au sein du circuit.
4. Rendement faible.

Chapitre III : Généralités sur la Maintenance

Introduction

La maintenance s'inscrit parmi les contraintes que rencontre tout exploitant d'une installation industrielle. Plus généralement, une installation de production nécessitant un ensemble de moyens matériels et humains n'est en mesure d'assurer le service qu'on lui demande qu'après avoir surmonté diverses contraintes, dont la maintenance des équipements de production utilisés. Construire une usine ou un atelier ne sert à rien en l'absence de production significative, ou de personnel qualifié, ou d'un système d'organisation permettant le maintien en état des installations. Ce constat explique la tendance actuelle de l'usine vendue « produit en main», alors que celle jadis universellement adoptée correspond à l'usine livrée «clés en main». Il faut donc penser, dès que l'on conçoit une nouvelle installation, aux moyens qui seront nécessaires pour sa future exploitation. On ne compte plus les échecs économiques, notamment dans les pays en voie de développement, pour cause de déficience de main d'œuvre suffisamment qualifiée, tant en production qu'en maintenance, et pour manque de moyens appropriés. Des rapports de l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI) indiquent qu'environ 40% des usines restent inutilisées. La production et la maintenance sont donc indissociables. Les cahiers des charges ainsi que les contrats devraient impérativement mentionner outre les objectifs de production, les critères fondamentaux de la maintenance en partant du principe général que toute installation destinée à l'exploitation doit être forcément entretenue. La sûreté de fonctionnement d'une machine en tenant compte de l'aspect sécurité et les critères visant à éviter un entretien fréquent, difficile et coûteux se résument en trois points connus sous la notion F.M.D. que le concepteur devrait tenir compte lors des études d'engineering : Fiabilité Maintenabilité Disponibilité.

III.1. La maintenance

III.1.1. Définition [8]

La maintenance est l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé. Bien maintenir, c'est assurer l'ensemble de ces opérations au coût optimal.

III.1.2. Objectifs de la maintenance [9]

Nous pouvons identifier deux objectifs majeurs de maintien d'un site de production :

1. l'un est à dominante économique : réduire les dépenses et à travers elles, le budget du service ;

2. l'autre est à dominante opérationnelle : améliorer la disponibilité du système productif et à travers elle, la productivité.

Nous allons recenser les autres objectifs, qui peuvent concerner la maintenance à certains moments de la vie de l'entreprise soumise à des contraintes cycliques. Suivant leur nature, ces objectifs peuvent faire l'objet de projets à moyen ou long terme.

− objectif initial: sortir du cercle vicieux de l'entretien « plus il y a de pannes, plus je cours ; plus je cours, plus il y a de pannes » ;

− objectif réglementaire : se mettre en conformité avec des aspects réglementaires liés au secteur d'activité ;

− objectif sécuritaire : assurer la sécurité des biens, des hommes de maintenance, des utilisateurs ou des usagers ;

− objectif « qualité »: rechercher une certification ISO 9000 ou l'agrément d'un client important

− objectif « environnement » : tout mettre en œuvre pour respecter l'environnement et/ou recherche de la certification ISO 14000 ;

III.1.3. Rôle de maintenance [8]

Le service maintenance doit mettre en œuvre la politique de maintenance définie par la direction de l'entreprise ; cette politique devant permettre d'atteindre le rendement maximal des systèmes de production.

Cependant, tous les équipements n'ont pas le même degré d'importance d'un point de vue maintenance. Le service devra donc, dans le cadre de la politique globale, définir les stratégies les mieux adaptées aux diverses situations. La fonction maintenance sera alors amenée à établir des prévisions ciblées :

Prévisions à long terme : elles concernent les investissements lourds ou les travaux durables. Ce sont des prévisions qui sont le plus souvent dictées par la politique globale de l'entreprise.

Prévisions à moyen terme : la maintenance doit se faire la plus discrète possible dans le planning de charge de la production. Il lui est donc nécessaire d'anticiper, autant que faire se peut, ses interventions en fonction des programmes de production. La production doit elle aussi prendre en compte les impératifs de suivi des matériels.

Prévisions à courts termes : elles peuvent être de l'ordre de la semaine, de la journée, voire de quelques heures. Même dans ce cas, avec le souci de perturber le moins possible la production, les interventions devront elles aussi avoir subi un minimum de préparation.

III.2. Les méthodes de maintenance [10]

Le choix entre les méthodes de maintenance s'effectue dans le cadre de la politique de la maintenance et doit s'opérer en accord avec la direction de l'entreprise . Pour choisir, il faut être informé des objectifs de la direction, des décisions politiques de maintenance , mais il faut aussi connaître le fonctionnement et les caractéristiques des matériels ; le comportement du matériel en exploitation ; les conditions d'application de chaque méthode ; les coûts de maintenance et les coûts de perte de production.

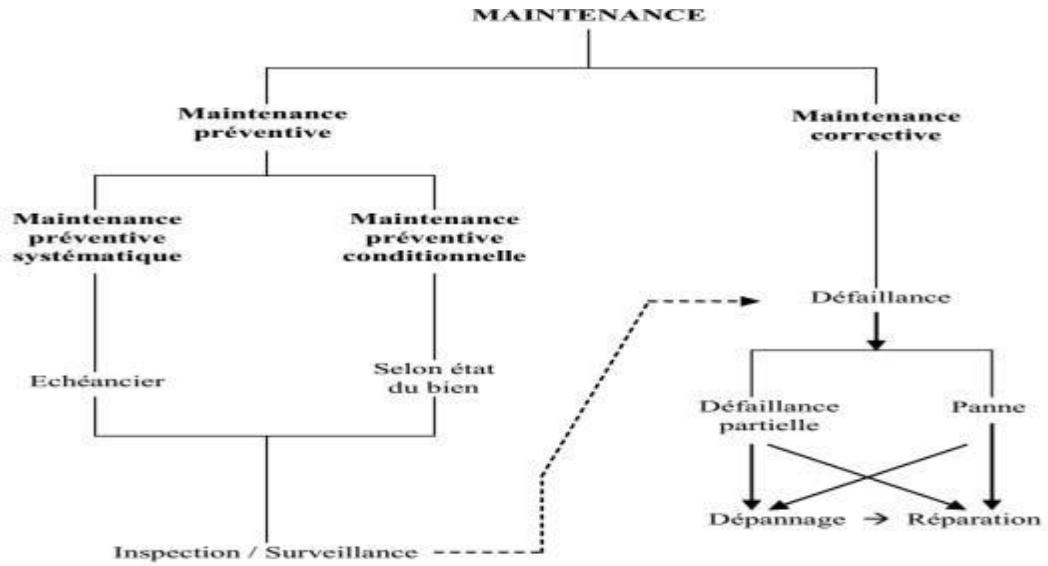


Figure III.1: Les méthodes de la maintenance

III.2.1. La maintenance corrective [10]

a) Définition :

«Opération de maintenance effectuée après défaillance » La maintenance corrective correspond à une attitude de défense (subir) dans l'attente d'une défaillance fortuite, attitude caractéristique de l'entretien traditionnel.

b) Opérations de la maintenance corrective :

Après apparition d'une défaillance, le maintenance doit mettre en œuvre un certain nombre d'opérations dont les définitions sont données ci-dessous. Ces opérations s'effectuent par étapes (dans l'ordre) :

• test : c'est à dire la comparaison des mesures avec une référence.

• détection ou action de déceler l'apparition d'une défaillance.

• localisation ou action conduisant à rechercher précisément les éléments par lesquels la défaillance se manifeste.

• diagnostic ou identification et analyse des causes de la défaillance

• dépannage, réparation ou remise en état (avec ou sans modification).

• contrôle du bon fonctionnement après intervention.

• amélioration éventuelle : c'est à dire éviter la réapparition de la panne.

• historique ou mise en mémoire de l'intervention pour une exploitation ultérieure.

III.2.2. La maintenance préventive

a) Définition :

Elle doit permettre d'éviter des défaillances des matériels en cours d'utilisation. L'analyse des coûts doit mettre en évidence un gain par rapport aux défaillances qu'elle permet d'éviter.

b) La maintenance préventive systématique [10]

Les remplacements des pièces et des fluides ont lieu quelque soit leur état de dégradation, et de façon périodique.

• Ce style de maintenance consiste à changer un équipement ou une pièce avant qu' un bris entraînant de coûts encore plus élevés ne survienne

• Ce style de maintenance est surtout appliqué aux équipements de grande valeur

• L'avantage de ce type de maintenance est qu'il permet de bien contrôler les coûts associés à l'entretien et de maintenir l'état des équipements afin d'éviter des bris fatals

c) La maintenance préventive conditionnelle[10]

Les remplacements ou les remises en état des pièces, les remplacements ou les appoints en fluides ont lieu après une analyse de leur état de dégradation. Une décision volontaire est alors d'effectuer les remplacements ou les remises en état nécessaires.

d)Opérations de la maintenance préventive[11]

Ces opérations trouvent leurs définitions dans la norme NF X 60-010

•**Inspection :** contrôle de conformité réalisé en mesurant, observant, testant ou calibrant les caractéristiques significatives d'un bien ; elle permet de relever des anomalies et d'exécuter des réglages simples ne nécessitant pas d'outillage spécifique, ni d'arrêt de la production ou des équipements (pas de démontage).

•**Contrôle :** vérification de la conformité à des données préétablies, suivie d'un jugement. Ce contrôle peut déboucher sur une action de maintenance corrective ou alors inclure une décision de refus, d'acceptation ou d'ajournement.

•**Visite :** examen détaillé et prédéterminé de tout (visite générale) ou partie (visite limitée) des différents éléments du bien et pouvant impliquer des opérations de maintenance du premier et du deuxième niveau ; il peut également déboucher sur la maintenance corrective.

•**Test :** comparaison des réponses d'un système par rapport à un système de référence ou à un phénomène physique significatif d'une marche correcte.

•**Echange standard :** remplacement d'une pièce ou d'un sous-ensemble défectueux par une pièce identique, neuve ou remise en état préalablement, conformément aux prescriptions du constructeur.

•**Révision :** ensemble complet d'examens et d'actions réalisées afin de maintenir le niveau de disponibilité et de sécurité d'un bien. Une révision est souvent conduite à des intervalles prescrits du temps ou après un nombre déterminé d'opérations. Une révision demande un

démontage total ou partiel du bien. Le terme révision ne doit donc pas être confondu avec surveillance. Une révision est une action de maintenance de niveau 4.

Les trois premières opérations sont encore appelées « opérations de surveillance ». Elles caractérisent parfaitement la phase d'apprentissage et sont absolument nécessaires si on veut maîtriser l'évolution de l'état réel d'un bien. On accepte donc de payer pour savoir puis pour prévenir. Elles sont effectuées de manière continue ou à intervalles prédéterminés ou non, calculés sur le temps ou sur le nombre d'unités d'usage

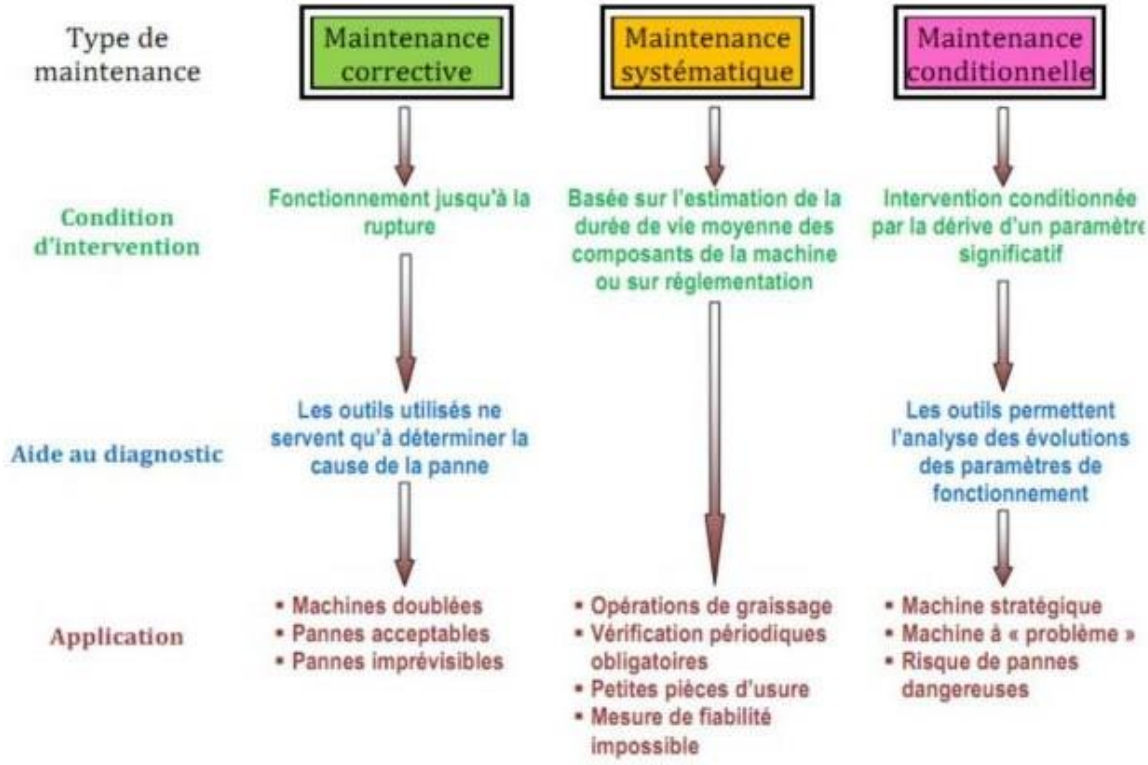


Figure III.2: Applications des méthodes de maintenance

III.3. CONCEPTS DE BASE DE FONCTIONNEMENT

III.3.1. Fonctions Fiabilité et Défiabilité [11]

Fiabilité à la date t, notée R(t): probabilité d'atteindre la date t sans défaillance défiabilité à la date t (notée F(t): probabilité de défaillance avant t

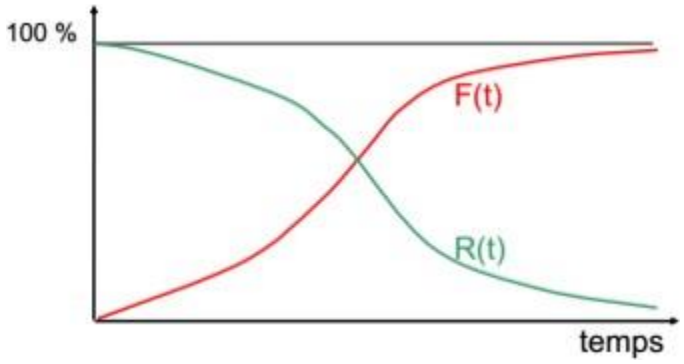


Figure III.3: Fonctions fiabilité et défiabilité

III.3.2. Densité de défaillance [12]

La densité de probabilité de l'instant de la défaillance T s'obtient en dérivant la fonction de répartition F (t) : f(t)=dF(t)/dt=-dR(t)/dt

III.3.3. Taux de défaillance

A partir de la connaissance des termes R (t), f (t) et F (t), on peut dénier la notion de taux de défaillance au temps t qui est noté universellement par λ(t). Formellement λ(t)dt représente la probabilité d'avoir une défaillance entre (t+dt),sachant qu'il n'y a pas eu défaillance entre sur [0, t]. En appliquant le théorème des probabilités conditionnelles, il vient, si dt est petit: λ(t)=[-1/R(t)][dR(t)/dt]

III.3.4. Moyenne de temps de vie avant la première défaillance

Une grandeur moyenne associée à la fiabilité souvent utilisée est le temps moyen de fonctionnement d'une entité ou moyenne de temps de vie avant la première défaillance (Mean operating Time To Failure) : MTTF= ∫ R(t)dt [12]

III.3.5 Fiabilité d'un système [12]

• Système série: la défaillance d'un seul composant entraîne la défaillance du système

• Système parallèle: il faut que tous les composants soient défaillants pour que le C1 système soit défaillant (chacun des composants peut assurer seul la mission)

• système mixte: constitué de sous-ensembles série, en parallèle

III.3.6. Maintenabilité

• dans des conditions données d'utilisation ,la maintenabilité est l'aptitude d'un dispositif à être maintenu ou rétabli dans un état dans lequel il peut accomplir sa fonction requise, lorsque la maintenance est effectuée dans des conditions données avec des procédures et des moyens prescrits [13]

• le terme « maintenabilité » est aussi défini comme une caractéristique indiquant une probabilité pour que le dispositif soit réparé dans un intervalle de temps donné MTTR: Le terme MTTR (mean time to repair) est la durée moyenne jusqu'à la réparation d'une entité réparable. Pour cette variable aléatoire, le MTTR se calcule par la formule :

$$MTTR=\int(1-M(t))dt$$

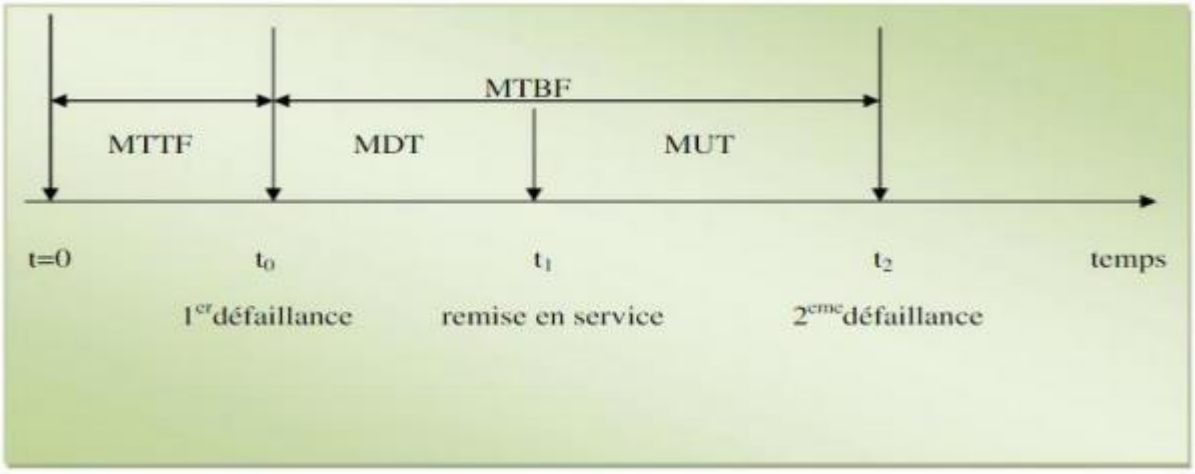


Figure III.4 : Relation entre les liens temporels

III.3.7. Disponibilité [13]

aptitude d'un dispositif(équipement, système, service), sous les aspects combinés de sa fiabilité, de sa maintenabilité et de la logistique de maintenance, à remplir ou à être en état de remplir une fonction à un instant donné ou dans un intervalle de temps donné La disponibilité nommé: A(t)=MUT/MTBF Les grandeurs moyennes associées à la disponibilité les plus courantes sont :

- le temps moyen de disponibilité (TMD) ou durée de bon fonctionnement après réparation ,ou mean up time (MUT) :durée moyenne de fonctionnement après la réparation et la défaillance suivante.

- le temps moyen d'indisponibilité (TMI) ou durée moyenne d'indisponibilité, ou mean down (MDT) : durée moyenne entre une défaillance et la remise en état suivante
- la durée moyenne entre défaillance notée MTBF(mean time between failure) : durée moyenne entre deux défaillances consécutives de l'entité. En général, on a la relation:

$$MTBF = MUT + MDT$$

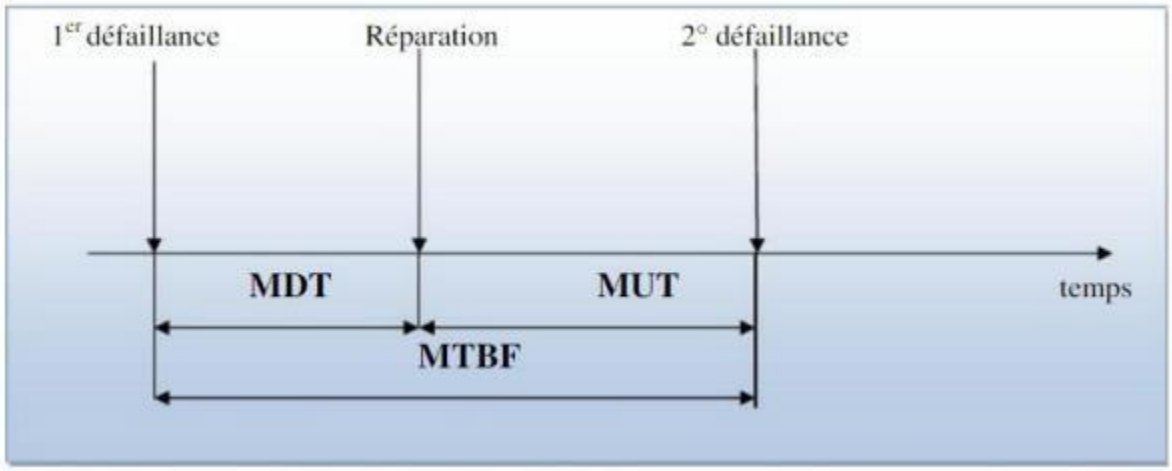


Figure III.5: Représentation de MTBF,MDT,MUT

III.4. Modèle de WEI BULL [13]

C'est la plus populaire des lois, utilisées dans plusieurs domaines (électronique, mécanique,…). Elle permet de modéliser en particulier de nombreuses situations d'usure de matériel. Elle permet de caractériser le comportement du système dans les trois phases de vie, période de jeunesse, période de vie utile et période d'usure ou vieillissement. Dans sa forme la plus générale, la distribution de weibull dépend des trois paramètres suivants : β, γ et η.

III.4.1 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. [14]

La loi de Wei bull 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). [14]

➢ **Le paramètre d'échelle** η : qui est comme son nom l'indique, nous renseigne sur l'étendue de la distribution.

➢ **Le paramètre de forme** β **:** qui est associé à la cinétique du processus observé. [14]

- **Densité de probabilité :** elle caractérise la probabilité de panne juste à temps. [14]

  $f(t) = \beta\ \eta\ [t - \gamma/\ ]\ \beta - 1\ e - [\ t - \gamma/\ \eta\ ]\ \beta$ .....(III.1)

- **Fonction de Fiabilité :** C'est la probabilité cumulée de non défaillance au-delà du temps. [6] $(t) = e - (\ t - \gamma/\ \eta\ )\ \beta$.....(III.2)

- **Fonction de répartition :** elle représente la probabilité des pannes cumulée de défaillance entre 0 et t.

$F(t) = 1 - e - [\ t - \gamma/\eta\ ]$..... (III.3)

- **Taux de défaillance** : c'est la probabilité instantanée d'une panne au temps $(\boldsymbol{t} + \boldsymbol{\Delta t})$ sachant que mon dispositif est bon à l'instant t.

  $\lambda\ (t) = f(t)\ R(t) = \beta\ \eta\ [\ t - \gamma/\eta\ ]\ \beta - 1$ .....(III.4)

- **Le moyen de temps de bon fonctionnement MTBF**

C'est la racine de temps de bon fonctionnement MTBF divisée par le nombre de pannes

$MTBF = \gamma + A\eta$.....(III.5)

Signification des Paramètres

- **Paramètre de forme β** : ce paramètre donne l'allure de la distribution des défaillances, il est sans dimensions.
- **Paramètre de position γ** : Son unité est celle de la variable, il explique la survie du lot: Si $\gamma < 0$ dès la réception du matériel, il y a défaillance. Si $\gamma = 0$ dès l'origine des temps, on peut s'attendre à des défaillances. Si $\gamma > 0$ il y a survie totale du lot.
- **Paramètre d'échelle η :** en unité de temps qui est associé à l'échelle utilisée sur le graphe d'Alain Platt.

III.5. Méthodes d'analyse prévisionnelle ABC (Pareto) [14]

Cette méthode fondée sur le retour d'expérience, telle que pratiquée actuellement dans les établissements, par la mise en œuvre d'un système de signalement des évènements indésirables, peut être optimisée par l'utilisation des méthodes « diagramme de Pareto (abc). Afin de tirer le meilleur parti des nombreuses informations recueillies par un dispositif de signalement des évènements indésirables, et de pouvoir réagir de manière pertinente et efficace, en traitant les situations prioritaires et les causes réelles des dysfonctionnements, il est conseillé d'utiliser la méthode d'analyse et de résolution de problèmes suivante :

III.5.1. Diagramme de Pareto (Analyse ABC)

Utilisée lors de la phase d'analyse des évènements indésirables signalés, cette méthode permet de hiérarchiser et de visualiser l'importance relative de différents évènements pour les classer par ordre décroissant de fréquences et ainsi déterminer les priorités.[9]

III.5.2. Méthodologie [13]

Elle consiste à classer les pannes par ordre décroissant de coûts, chaque panne se rapportant à une machine ou rubrique, puis à établir un graphe faisant correspondre le pourcentage de coûts, chaque panne se rapportant à une machine ou rubrique.

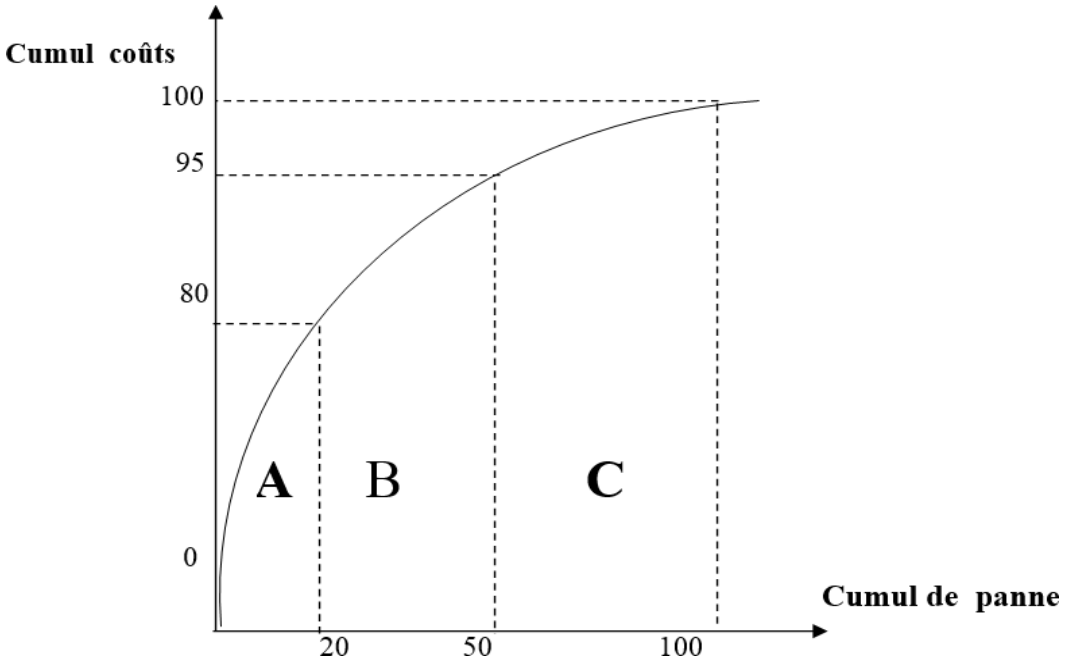


Figure III.6 : La Courbe ABC (Pareto)

Zone "A"

Dans la majorité des cas, on constate qu'environ 20% des pannes représente 80% des coûts, ceci constitue la zone A, zone des priorités. **[15]**

Zone "B"

Dans cette tranche, les 30% des pannes suivantes ne coût 15% supplémentaire. **[15]**

Zone "C"

Dans cette zone les 50% des pannes restantes ne représentent qu'a 5% de coûts. **[15]**

Chapitre IV :
Analyse FMD

Introduction

La presse plieuse est un équipement d'une importance capitale dans notre société. Les arrêts de production causés par des pannes au niveau de ces équipements sont la principale source de pertes. Afin d'assurer une production stable et optimale, il est essentiel de lutter contre tout type de perte, notamment les pannes. Pour mener une étude structurée et scientifique, nous avons utilisé deux méthodes, principalement ABC pour déterminer les causes critiques des pannes de presse plieuse, ainsi que l'analyse de FMD pour l'analyse des modes de défaillance.

Tableau IV.1 : analyse de ABC.

N°	Organe	TTR(h)	Cumul TTR	Cumul TTR%
1	pédale	29	29	47.54
2	Soupape d'huile	10	39	63.93
3	module de sécuritè	10	49	80.32
4	carter d'huile	6	55	90.16
5	regulateur de pression	5	60	98.35
6	Fusibles	1	61	100

La Courbe d'analyse ABC (Pareto)

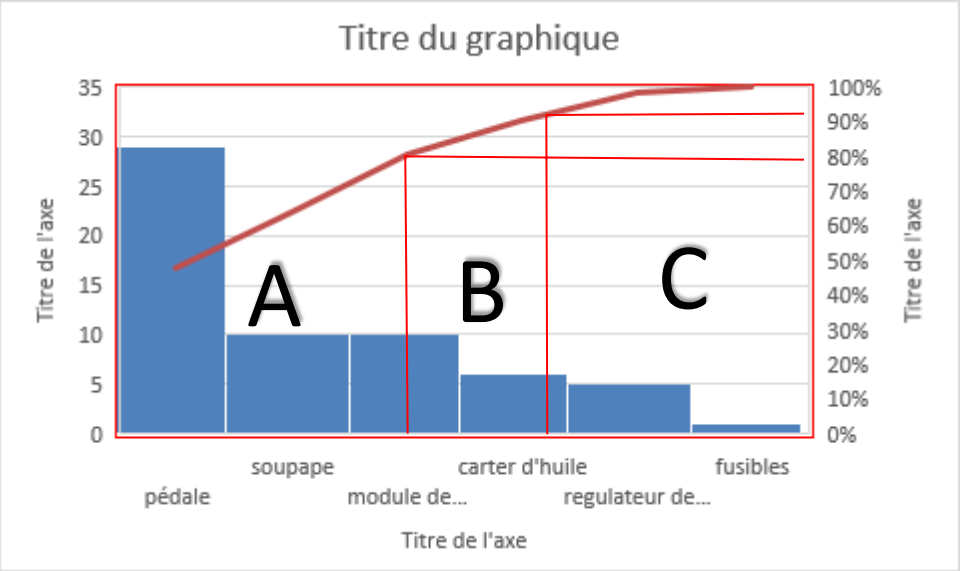


Figure IV.1: Courbe de ABC (pareto)

IV.1. Exploitation de l'historique

Tableau IV. 2 : L'historique de panne de presse plieuse

N°	Date de démarrage	Date d'arrêt	TBF (h)	TTR (h)	Cause	Action
1	5/15/2019	7/8/2019	1270	2	panne electrique	réparation de pidal
2	7/8/2019	11/28/2019	3450	6	panne electrique	reglage module de securite
3	11/28/2019	1/16/2020	1172	4	probleme de pidal	changement fin de course
4	1/16/2020	2/5/2020	478	2	probleme de pidal	remplissage d'huile

5	2/5/2020	10/19/2020	6091	5	panne electrique	réparation de pidal
6	10/19/2020	11/2/2020	330	6	panne électrique	changement d'un pédale a recuperer
7	11/2/2020	11/16/2020	332	4	panne mécanique	Soupape d'huile
8	11/16/2020	6/17/2021	5062	2	panne électrique pédale	reparation fin de cours de pidale fait la diagunostique
9	6/17/2021	2/20/2022	5824	8	intervention preventif	voir plan d'entretien de la machine
10	2/20/2022	3/8/2022	383	1	panne electrique lamme bloque	changement des fusibles
11	3/8/2022	3/13/2022	112	8	pidale ne fonction pas	reparation le ressort de pidale verification de court circuite

12	3/13/2022	5/12/2022	1411	5	manometre de pression	reglage de regulateur de pression
13	5/12/2022	5/19/2022	166	2	intervention preventif	réglage module de sécurité vidange
14	5/19/2022	11/23/2022	4410	6	panne mecanique	Soupape d'huile

IV2. Calcul les paramètres de Weibull

Le tableau suivant comporte les TBF classés par ordre croissant, et les F(i) calculés par la méthode des ranges médians

F(i) =Σ (ni -0.3) /(N+0.4) (IV.1)

Dans notre cas N =14 ≤ 20) et on trace la courbe de Weibull

Tableau IV.3 : Données récapitulatif des Tbf,fi

N°	**TBF(h)**	**N**	**Σ ni**	**F(i)**	**F(i) %**
1	112	1	1	0.048	4.8
2	166	1	2	0.11	11
3	330	1	3	0.18	18
4	332	1	4	0.25	25
5	383	1	5	0.32	32
6	478	1	6	0.39	39
7	1172	1	7	0.46	46
8	1270	1	8	0.53	53

9	1411	1	9	0.60	60
10	3450	1	10	0.67	67
11	4410	1	11	0.74	74
12	5062	1	12	0.81	81
13	5824	1	13	0.88	88
14	6091	1	14	0.95	95

IV.2.1 La Courbe de Weibull

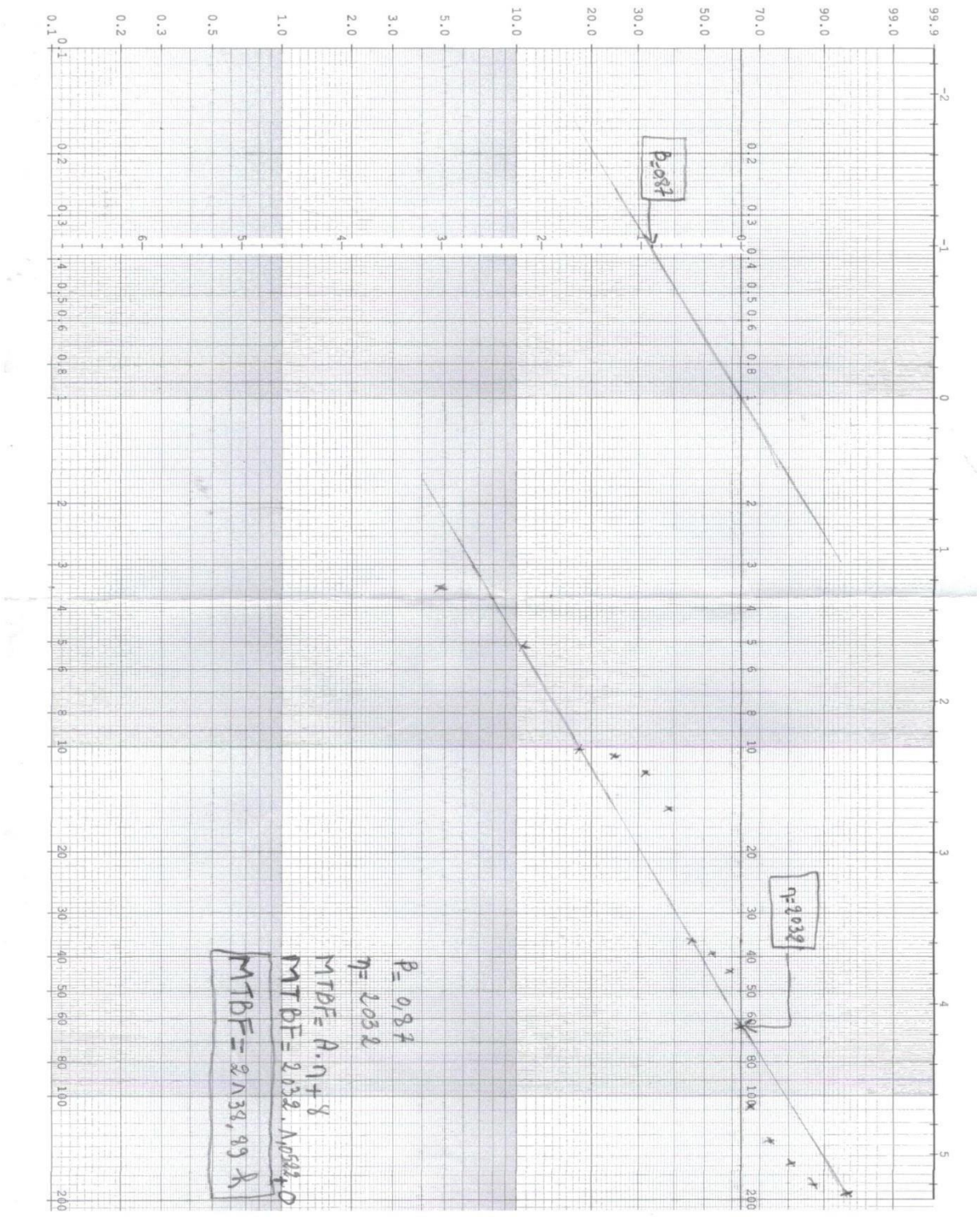


Figure IV.2: Graphe de WEIBULL.

- β=0.87
- η=2032
- γ= 0 par ce que les pannes passent à l' origine du temps

IV.2.2 Exploitation les paramètres de Weibull

Le MTBF

Le tableau de MTBF donne $\begin{cases} A = 1.0522 \\ B = 1.17 \end{cases}$; (voir sur table Annex1).

$$MTBF = A\eta + \gamma \quad \text{(IV.2)}$$

MTBF=1.0522 * 2032 + 0 = 2138.89 h.

a) La densité de probabilité en fonction de MTBF

$$f(t=MTBF) = \frac{\beta}{y} \cdot \left(\frac{t-\gamma}{y}\right)^{\beta-1} \cdot e^{-\left(\frac{t-\gamma}{y}\right)^{\beta}} \quad \text{(IV.3)}$$

$$f(t=MTBF) = \frac{0.87}{2032} \left(\frac{2138.89-0}{2032}\right)^{0.87-1} e^{-\left(\frac{2138.89-0}{2032}\right)^{0.87}}$$

$$f(t=MTBF) = 0.000149 = 1.49 * 10^{-4}$$

b) La fonction de répartition en fonction de MTBF

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-\gamma}{y}\right)^{\beta}} \quad \text{(IV.4)}$$

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{2132.89}{2032}\right)^{0.87}}$$

$$F(t) = 0.65$$

La fiabilité en fonction de MTBF

$$R(t=MTBF) = 1 - F(t=MTBF) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{y}\right)^{\beta}} \quad \text{(IV.5)}$$

R(MTBF) = 1-0.65 = 0.35= 35%

On remarque que la fiabilité du la presse plieuse est faible

Le taux de défaillance en fonction de MTBF

$$\lambda\, t = \frac{\beta}{y} \cdot \left(\frac{t-\gamma}{y}\right)^{\beta-1} \quad \text{(IV.6)}$$

$$\lambda\,(t) = \frac{0.87}{2032}\left(\frac{2138.89-0}{2032}\right)^{0.87-1}$$

$\lambda\,(t)$= 0.000425 panne /heure

e) Calcul du temps souhaitable pour une intervention systématique

R (t)=80 % ⇒ t= ?

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{y}\right)^{\beta}} \quad \text{(IV.7)}$$

$$lnR(t) = e^{-\left(\frac{t}{y}\right)^{\beta}} = lnR(t) = -(t/\eta)^{\beta} \quad \Leftrightarrow -[ln\ R(t)]^{\frac{1}{\beta}} = t/\eta \Rightarrow t = \eta[\ln(1/R(t)]^{\frac{1}{\beta}}$$

t=2032 $[ln\ (1/0.80)]^{\frac{1}{0.87}}$

t_{sys}=2136.12 h

Pour garder la fiabilité du la presse plieuse 80% il faut intervenir chaque temps systématique 2136.12 h.

IV2*4* Étude de modèle de Weibull

a) La fonction de la densité de probabilité

$$f(t) = \frac{\beta}{y} \cdot \left(\frac{t-\gamma}{y}\right)^{\beta-1} \cdot e^{-\left(\frac{t-\gamma}{y}\right)^{\beta}} \quad \text{(IV.8)}$$

Tableau IV.4 : Calcul la fonction de la densité de probabilité.

TBF(h)	112	166	330	332	383	478	1172	1270	1411	3450	4410	5062	5824	6091
f(t) × 10^{-5}	57.5	52.9	44.1	44	42	38.8	24.7	23.4	21.67	8.19	5.44	4.17	3.06	2.76

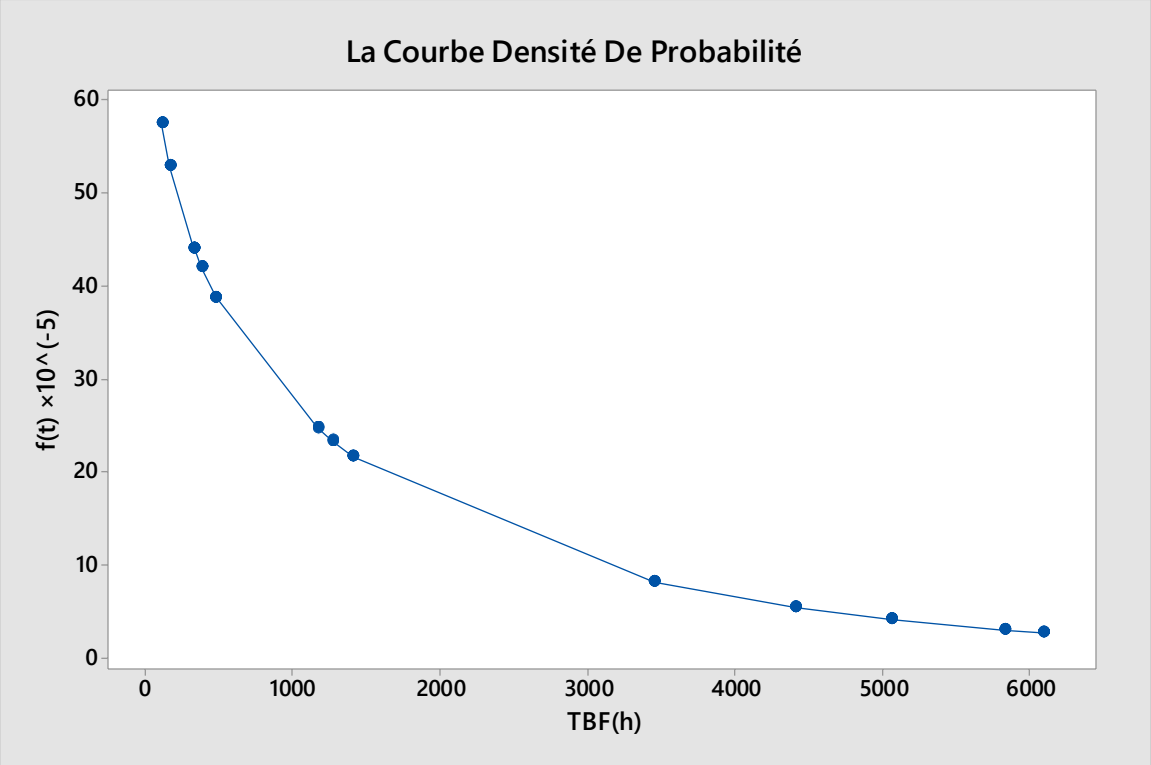


Figure IV.4 : La Courbe densité de probabilité

Analyse de la courbe

Nous observons à travers la courbe que la fonction f(t) diminue avec le temps jusqu'à ce qu'elle tend vers la valeur zero.

c) Fonction de répartition F(t)

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-\gamma}{y}\right)^{\beta}} \qquad \text{(IV.9)}$$

Tableau IV.5 : Fonction de répartition

TBF(h)	112	166	330	332	383	478	1172	1270	1411	3450	4410	5062	5824	6091
F(t)	0.077	0.106	0.18	0.186	0.20	0.24	0.46	0.48	0.51	0.79	0.85	0.89	0.91	0.93

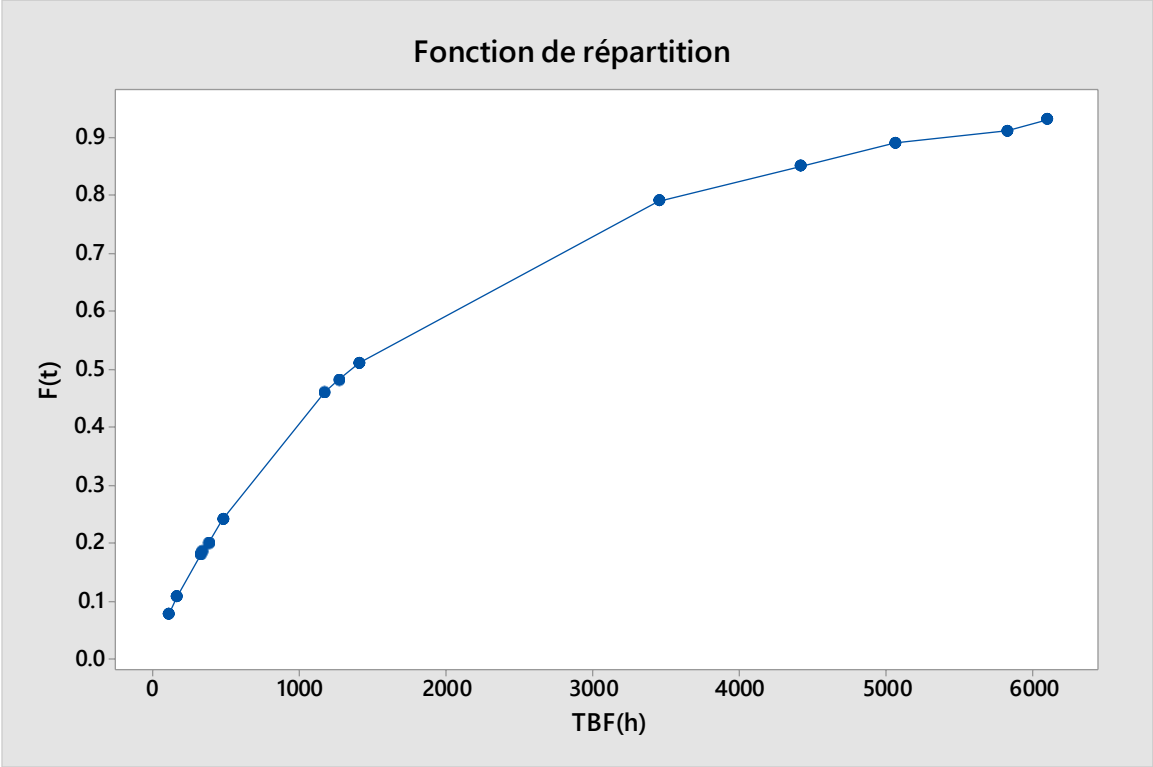


Figure IV. 5 : La Courbe De Fonction Répartition

Analyse de la courbe

La fonction de répartition est croissant en fonction de temps , peut voir dans cette courbe c'est que la probabilité de défaillance de la machine augmente avec l'augmentation des temps de bons fonctionnements.

d) Fiabilité R(t)

La fonction fiabilité de celle de répartition : R (t) = 1-F (t), après calcul la fiabilité de la presse plieuse aux temps t=MTBF, on début que la valeur n'est pas satisfaisante donc on peut dire que La presse plieuse n'est pas fiable à t=MTBF

$$R(t) = 1 - F(t) = e^{-(\frac{t-\gamma}{y})^{\beta}} \quad \text{(IV.10)}$$

Tableau IV.6 : Calcul de la fiabilité

TBF(h)	112	166	330	332	383	478	1172	1270	1411	3450	4410	5062	5824	6091
F(t)	0.92	0.89	0.814	0.813	0.79	0.75	0.53	0.51	0.48	0.2	0.14	0.10	0.08	0.07

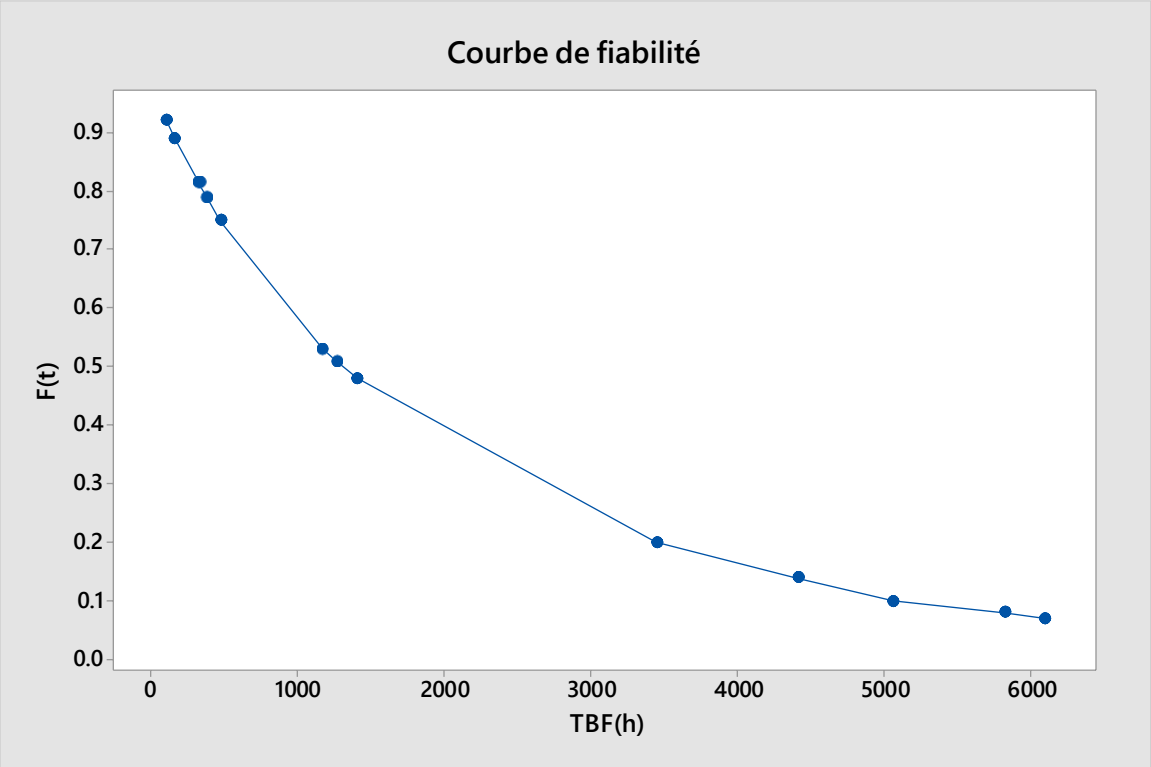


Figure IV. 6 **:** La Courbe De la Fonction Fiabilité

Analyse de la courbe

Nous observons à travers la courbe que la fonction R(t) prend une grande valeur et diminue avec le temps jusqu'à ce qu'elle tend vers la valeur zero.

e) Le taux de défaillance λ(t)

$$\lambda\, t = \frac{\beta}{y} \cdot \left(\frac{t-\gamma}{y}\right)^{\beta-1} \quad \text{(IV.11)}$$

Tableau IV.7 : Le taux de défaillance

TBF(h)	112	166	330	332	383	478	1172	1270	1411	3450	4410	5062	5824	6091
λ (t). 10^{-4}	6.23	5.92	5.42	5.41	5.31	5.16	4.59	4.54	4.48	3.99	3.86	3.80	3.73	3.71

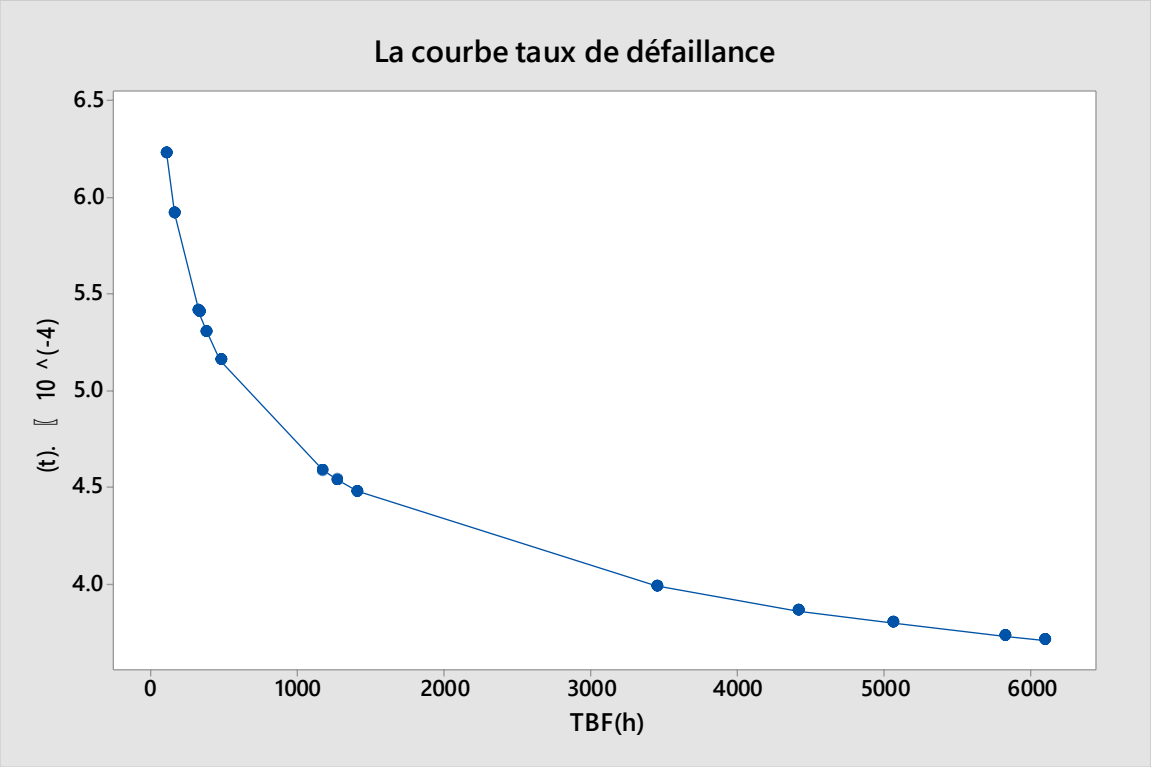


Figure IV.7 : La courbe taux de défaillance

Analyse de la courbe

Nous observons à travers la courbe que la fonction λ t prend une grande valeur et diminue avec le temps jusqu'à ce qu'elle tend vers valeur nulle.

IV25 Calcul la Maintenabilité du presse plieuse

D'après l'historique des pannes du :

$$MTTR=\Sigma TTR/N. \quad (IV.12)$$

TTR : temps technique deréparation.

N : nombre de panne.

MTTR= 61/14 = 4.35 h.

$$M(t)=1- e^{-\mu t} . \quad (IV.13)$$

Avec :

$\mu = 1/MTTR$ (IV.14)

$\mu = 1/4.35 = 0.22$ intervention / heure.

Tableau IV.8 : La Maintenabilité du Presse plieuse

T(h)	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
M(t)	0.58	0.82	0.92	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99

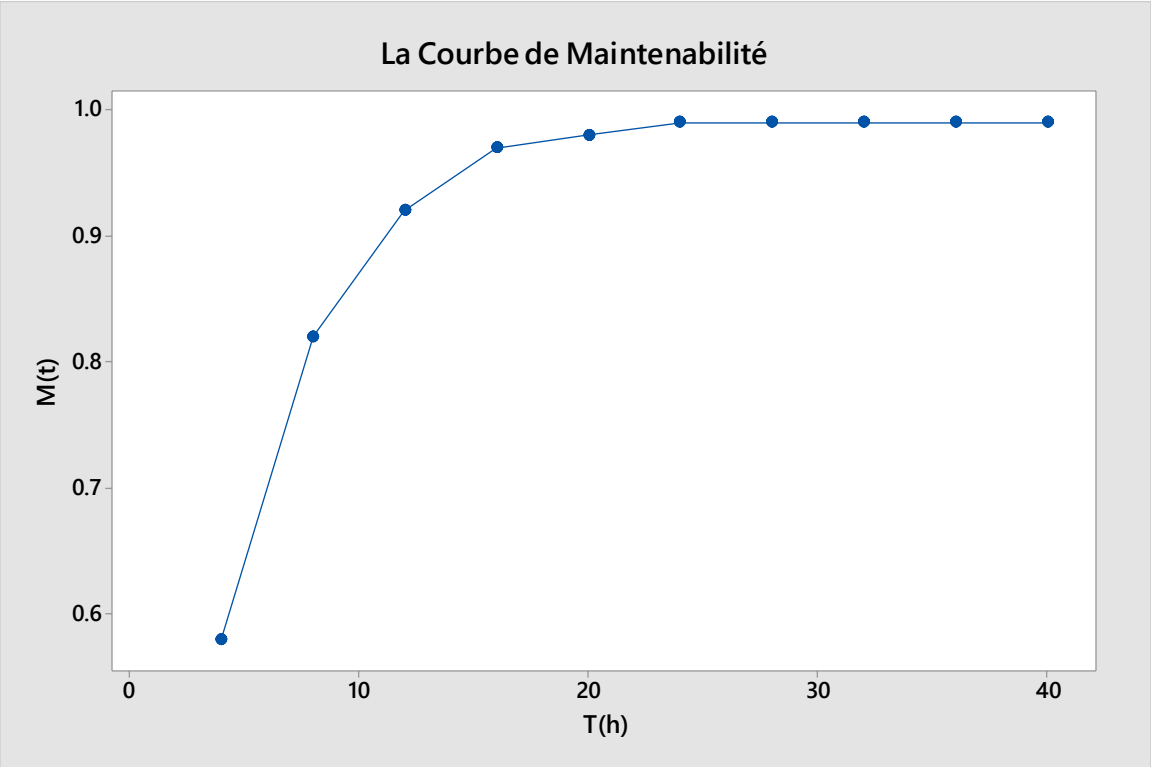


Figure IV.8 : La Courbe de Maintenabilité

Analyse de la courbe

Nous observons à travers La Courbe de Maintenabilité augmente avec le temps.

IV26 Calcul la disponibilité du presse plieuse

Disponibilité intrinsèque au asymptotique

$$Di = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} = \frac{2138.89}{2138.89+4.35} = 0.9979$$

Disponibilité instantanée :

$$D(t)=\frac{\mu}{\lambda+\mu}+\frac{\lambda}{\lambda+\mu}e^{-(\lambda+\mu)t} \quad \text{(IV.15)}$$

$MTBF=\frac{1}{\lambda} \Rightarrow \lambda=\frac{1}{MTBF}=\frac{1}{2138.89}=0.00046$

$MTTR=\frac{1}{\mu} \Rightarrow \mu=\frac{1}{MTTR}=\frac{1}{4.35}=0.22$

$\mu+\lambda=0.00046+0.22=0.22046$

$$D(t)=\frac{0.22}{0.00046+0.22}+\frac{0.00046}{0.00046+0.22}e^{-(0.00046+0.22)t}$$

Tableau IV.9 : Tableau de disponibilité

T(h)	5	10	15	20	25	30	35	40	45
D(t)	0.998606	0.998143	0.997989	0.997938	0.997921	0.997916	0.997914	0.997913	0.997913

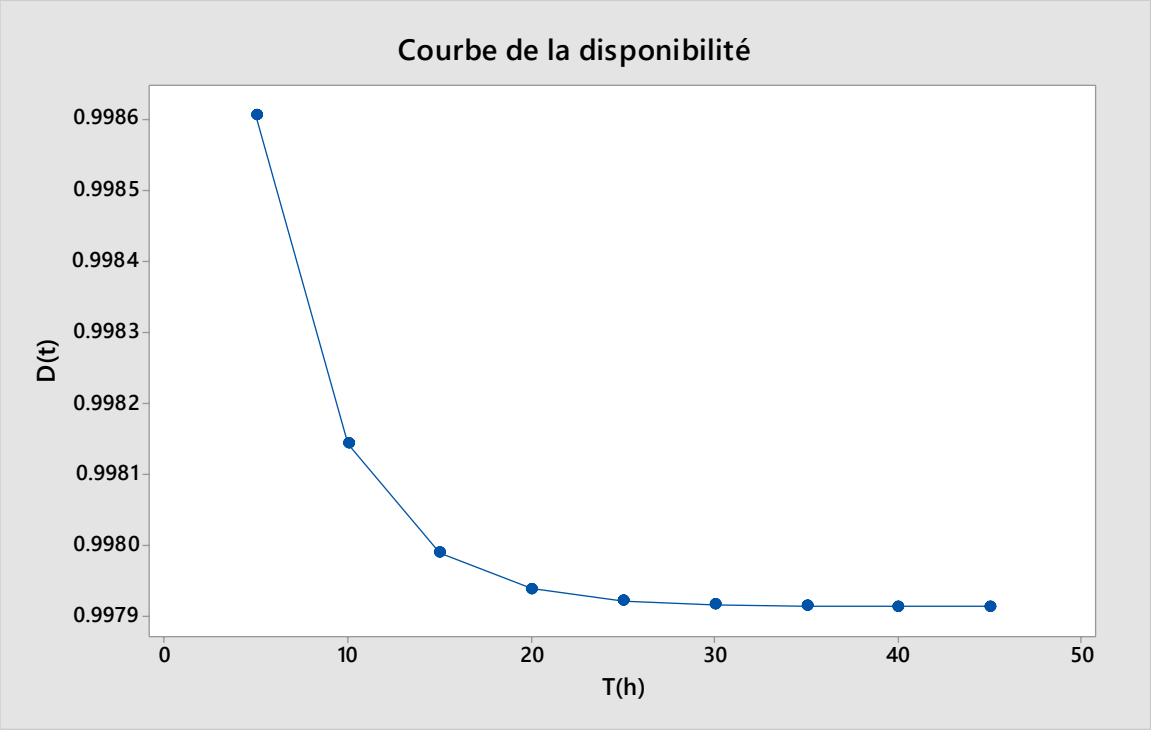


Figure IV.9 : Courbe de la disponibilité

Analyse de la courbe

La disponibilité d'une machine diminue avec le temps et elle est déterminée par sa fiabilité et sa maintenabilité. Pour augmenter la disponibilité d'une machine, il faut réduire le nombre de ses arrêts (améliorer sa fiabilité) et diminuer le temps nécessaire pour résoudre les causes de ces arrêts (améliorer sa maintenabilité).

Conclusion Générale

Conclusion générale et perspectives

À l'issue de notre étude, nous avons constaté qu'il est essentiel de définir les pannes et de comprendre les phénomènes de défaillance et de dégradation des équipements. En comprenant ces comportements grâce à une étude approfondie de la, maintenabilité et de la disponibilité, il est possible de choisir une politique de maintenance plus efficace, ce qui permet de réduire les temps d'arrêt, l'indisponibilité et les coûts de maintenance.

L'utilisation de la méthode de Weibull dans une étude de fiabilité permet d'obtenir des informations précieuses sur le comportement des composants ou des systèmes en termes de durée de vie et de taux de défaillance. En analysant les données de défaillance et en ajustant la distribution de Weibull aux données observées, il est possible d'estimer les paramètres de forme et d'échelle, ainsi que d'effectuer des prédictions sur la fiabilité future.

L'avantage majeur de la méthode de Weibull réside dans sa flexibilité pour modéliser différents schémas de défaillance, tels que des taux de défaillance décroissants, constants ou croissants. Cela permet d'identifier les phases de vie critique des composants, comme les défaillances précoces ou l'usure progressive.

En utilisant la méthode de Weibull, les maintenanciers peuvent prendre des décisions éclairées sur la maintenance préventive, les politiques de garantie et les améliorations de conception. Ils peuvent déterminer les intervalles optimaux de remplacement des composants, évaluer les risques potentiels associés à un système donné, et planifier les activités de maintenance en fonction des estimations de fiabilité.

. Au cours de notre étude, nous avons constaté que l'amélioration de la fiabilité, de la maintenabilité et de la disponibilité de la presse plieuse joue un rôle majeur dans la réduction régulière des dépenses internes et externes de maintenance par rapport au chiffre d'affaires de l'entreprise.

Il est intéressant d'élargir cette étude aux autres équipements de l'entreprise afin de connaitre les problèmes de maintenances causés par ces derniers. Une étude similaire associées à d'autres méthodes d'analyses AMDEC, PARETO seront d'un apport non négligeable pour orienter la politique de maintenance de l'entreprise

Bibliographie et Référence

[1] Mémoire « Répartition des déformations en étirage pliage et leurs effets sur le retour élastique »2010KHIRANI DALEL

[2] Cours sur le pliage des tôles. Cœurs technologie Rocdacier .12 janvier 2010

[3] Mémoire de fin d'études Par: RAJAONARISOA Tojo Nantenaina Fleurie « Presse plieuse hydraulique D'ANTANANARIVO ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE» 2012

[4] Lycée Georges IMBERT«Technologie de fabrication BEP Réalisation d'Ouvrages Chaudronnés et de Structures Métalliques Lycée Georges IMBERT Le pliage LE PLIAGE »

[5] S.Bellalah (Iset Nabeul) & M.Chouchene (iset siliana) Synthèse: H.Hamdi (UFMC1)

[6] Mémoire Par : FISLI Samir « ORGANISATION DE LA MAINTENANCE D'UN SYSTEME HYDRAULIQUE » 2018

[7] https://experts-insitu.com/billet/cours-48-le-limiteur-de-pression-action-directe-et-pilotee/

[8] https://www.scribd.com/document/254295442/Introduction-a-La-Maintenance-Industrielle

[9] Jean-Pierre Vernier, « Maintenance : Méthodes et organisation », livre 3 e édition DUNOD, Paris, 2000

[10] PANTAZICA LUCRETIA, «cours initiation de la gestion de la maintenance» , OFPPT(ROYAUME DU MAROC) , 2006

[11] Ben ahmed aissa med el amine , Kheri abderrahim ,« La sureté de fonctionnement d'un bac de stockage de GNL avec la méthode d'analyse MERHEBEN Najoua AMDEC »,mémoire de fin d'étude, Université 20 Août 1955SKIKDA, Année Universitaire:2012/2013

[12] Les Rencontres du CIMI,« cours Sûreté de Fonctionnement des installations industrielles », Université Paris , 18 octobre 2001

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

[14] Monchy F. « Maintenance : Méthodes et organisation » éditions DUNOD, Paris, 2000

Annexe

Annex 1

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			