

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

BADJI MOKHTAR-ANNABA UNIVERSITY
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-ANNABA

جامعة باجي مختار عنابة



Faculté des Sciences de l'Ingénierat
Département de Génie Mécanique

MEMOIRE

Présentation en vue l'obtention du diplôme de master

INTITULE

DOMAINE : SCIENCES ET TECHNOLOGIE

FILIER : GENIE MECANIQUE

SPECIALITE : MAINTENANCE INDUSTRIELLE ET FIABILITE MECANIQUE

PRESENTE PAR :

ALIA MOHAMED ABDRAFIK

DIRECTEUR DU MEMOIRE :

Pr. BOULANOUAR

DEVANT LE JURY :

Année : 2015 /2016

REMERCIEMENTS

Le grand merci à ALLAH qui nous a donné la force et la volonté d'acquérir le peu de connaissance dans le vaste domaine de la science.

Je remercie vivement le professeur boulanouar pour sa disponibilité et braves conseils, sans lesquels le présent travail n'aurait jamais pu être mené à bien.

Je remercie plus particulièrement le PDG de l'entreprise MANSOURI METAL BOX (mansouririad /mansourimekki) pour m'avoir accueilli dans son entreprise lors de mon stage.

Je remercie Mr salhfradjmon responsable durant le stage, Je remercie également les autres ingénieurs et techniciens (abdelkerim,mansour,kerim , walid,).

Je remercie l'ensemble du personnel de l'entreprise MANSOURI METAL BOX avec qui j'ai travaillé, et qui m'ont aidé à élaborer et exposer mon thème de fin d'étude.

Remerciements respectueux aux membres de jury qui ont accepté de lire et juger mon travail.

DEDICACE

C'est avec un immense plaisir que je dédie ce modeste travail :

A ma mère, à mon père, en témoignage de mon profond respect, j'espère qu'il sera très fier de moi, avec amour et gratitude qui s'intéressent toujours à moi et qui m'ont aidé durant toute ma scolarité.

A ma chère sœur Wafa à mes frères Djilali et Oussama.

A ma famille.

A mes amis : walid, mouad, douda, midi, fouad, nana .

A tous ceux qui sont chère, proches de mon cœur, et tous ceux qui m'aiment et qui aurait voulu partager ma joie.....

Merci à tous

Que le bon dieu vous aide

Alia mohamedabderafik

SOMMAIRE

Introduction

Chapitre I : étude et analyse bibliographique

I.1.Présentation de la société	01
I.1.1.Définition	01
I.1.2.Situation géographique :.....	02
I.1.3.Renseignements administrative	02
I.1.4.Description générale de l'usine.....	03
I.1.5.Les services de l'entreprise	03
I.1.6.Les objectifs de l'entreprise.....	04
I.1.7.Exemple de produit fini	04
I.2. Définition de la maintenance	05
I.3.Les méthodes de la maintenance	05
I.3.1.Les Niveaux de la maintenance	05
I.4.Les types de la maintenance.....	07
I.4.1.La maintenance corrective curative	07
I.4.2.La maintenance préventive.....	07
I.4.3.But de la maintenance préventive	08
I.4.4.La maintenance préventive systématique	08
I.4.5.Cette méthode nécessite de connaître	08
I.4.6.Cas d'application	09
I.4.7.La maintenance préventive conditionnelle	09
I.5.Les opérations de la maintenance	09
I.5.1.Les opérations de maintenance corrective	09
I.5.1.1.Le dépannage	09
I.5.1.2.La réparation :.....	10
I.5.2.Les opérations de maintenance préventive	10
I.5.2.1.Les inspections	10
I.5.2.2.Les visites	10
I.5.2.3.Les contrôles	10
I.5.3.Autres opérations	11
I.5.3.1.Révision	11
I.5.3.2.Les échanges standards	11
I.5.4.Les activistes connexes.....	11
I.5.4.1.La maintenance d'amélioration	11
I.5.4.2.La reconstruction	12
I.5.4.3.La modernisation	12
I.5.4.4.Les travaux neufs :.....	12
I.5.4.Les activistes connexes	13
I.6.Généralité sur la FMD	13

I.6.1.La fiabilité	13
I.6.1.1.Définition	13
I.6.2.La maintenabilité	15
I.6.2.1Définition	15
I.6.3.La disponibilité	15
I.6.3.1.Définition	15
I.7.Le découpage	16

Chapitre II : Description du système a étudié

II. La fabrication d’emballage métallique	17
II.1.La matière première	17
II.2.Aciers pour emballage	19
II.2.1.Conclusion	19
II.3.Généralité sur la machine	20
II.3.1.Définition	20
II.3.2.Description de la machine	20
II.3.3.Caractéristiques techniques Découpeuse automatique P4	21
II.3.4.Sous-ensembles de la découpeuse automatique	22
II.3.5.Coulisseau	23
II.3.6.Accouplement/frein combiné	24
II.3.7.Protection hydraulique contre les surcharges	25
II.3.8.Ejecteurs	29
II.3.9.Extracteur de déchets à rouleaux	30
II.3.10.Réglage de base pour l’air comprimé	31
II.4.Problématique	32
II.4.1.Le poinçonnage	32
II.4.2.La matrice	33
II.4.3.Le jeu	33
II.4.4.L’effort de poinçonnage	34
II.4.5.Description du phénomène.....	34
II.4.6.L’outil de presse	35
II.4.7.L’usure	35
II.4.8.La Lois d’usure	35
II.4.9.La rupture	37

Chapitre III : Analyse fiabiliste de la découpeuse P4

III.1.Introduction sur la fiabilité	
III.1.1.Définition	
III.1.2. objectif	
III.1.3.La fonction de défaillance	

III.1.4.	la fonction de fiabilité .....	.....
III.1.5.	Temps moyen de bon fonctionnement .....	.....
III.1.6.	Le taux de défaillance .....	.....
III.1.7.	La courbe en baignoire .....	.....
III.2.	Le modèle de Wei bull (mathématicien suédois) .....	.....
III.2.1.	Domaine d'utilisation .....	.....
III.2.2.	Expressions mathématiques .....	.....
III.2.3.	La densité de probabilité .....	.....
III.2.4.	La fonction de réparation .....	.....
III.2.5.	La fonction de fiabilité .....	.....
III.2.6.	Le taux de défaillance.....	.....
III.2.7.	Exploitation .....	.....
III.2.8.	La moyenne des temps de bon fonctionnement .....	.....
III.2.9.	Durée de vie associée à un seuil de fiabilité p .....	.....
III.3.	Signification des paramètres β, η et γ .....	.....
III.3.1.	Le paramètre de forme β .....	.....
III.3.2.	Le paramètre de position γ (en unité de temps) .....	.....
III.3.3.	Le paramètre d'échelle η (en unité de temps) .....	.....
III.3.4.	Utilisation du papier de Wei bull .....	.....
III.4.	Tableau récapitulatif des formules appliquées au modèle de Wei bull .....	.....
III.4.1.	Préparation des données .....	.....
III.5.	L'application .....	.....
III.5.1.	Historique des pannes de l'année 2015 .....	.....
III.5.2.	Calcul de la TBF.....	.....
III.5.3.	Classement des TBF et calcul des $F(t_i)$.....	.....
III.5.4.	Le graphe pour déterminer A et B .....	.....
III.5.5.	Le graphe pour déterminer beta .....	.....
III.5.6.	La détermination de η et Beta, γ .....	.....
III.5.7.	Calcul de la fiabilité $R(t)$, taux de défaillance $\lambda(t_i)$ la répartition $F(t_i)$, densité de probabilité $f(t_i)$ .....	.....
III.5.8.	Calcul de MTBF .....	.....
III.5.9.	Graphe de la densité de probabilité .....	.....
III.5.10.	Graphe de la fonction de répartition .....	.....
III.5.11.	Graphe de la fiabilité .....	.....
III.5.12.	Graphe du taux de défaillance .....	.....

Chapitre IV : contribution à l'amélioration de la fiabilité

IV.	Le Diagramme de causes et effets .....	.....
IV.1.	Description et fonctionnement .....	.....
IV.1.2.	Variantes .....	.....
IV.1.3.	Efficacité du diagramme d'Ishikawa .....	.....
IV.2.	La Méthode ABC: Diagramme de PARETO.....	.....

IV. 2.1.Objectif de cette méthode
IV. 2.2.Application pratique
IV. 2.3.Diagramme de Pareto.....
IV. 3.Elaboration d'un plan de maintenance

Conclusion.....

Liste des figures

Chapitre 01

Figure01 : signe de la société.....	.....
Figure02 :Situation géographique .....	.....
Figure03 :vue générale de l'entreprise.....	.....
Figure 04 : Exemple de produit fini .....	.....

Chapitre02

Figure 05 : les coquilles rondes.....	.....
Figure 06 : la machine presse P4.....	.....
Figure 07 : Coulisseau.....	.....
Figure 08 : Coulisseau, protection contre les surcharges.....	.....
Figure 09 :Schéma de la protection hydraulique contre les surcharges.....	.....
Figure 10 :l'outil de poinçonnage.....	.....
Figure 11 : la matrice.....	.....
Figure 12 : l'usure de la cloche de coupe (poinçon).....	.....
Figure 13 : cassure de la cloche de coupe.....	.....

Chapitre03

Figure16: paramètre de position γ.....	.....
Figure 17 : Le paramètre d'échelle η.....	.....
Figure18 : papier de Wei bull.....	.....
Figure19 : graphe de la densité de probabilité.....	.....
Figure20 : graphe de la fonction de répartition.....	.....
Figure21 : graphe de la fiabilité.....	.....
Figure22 : graphe du taux de défaillance.....	.....

Chapitre04

Figure 23: diagramme de Pareto
--------------------------------------	-------

Liste des tableaux

Tableau 01: l'historique des pannes.....	.....
Tableau02 : TBF.....	.....
Tableau 03 : Classement des TBF et calcul des F (ti) .....	.....
Tableau04 : calcul de η et Beta, γ.....	.....
Tableau 05: calcul, R(t), λ (ti), F (ti), f (ti) .....	.....
Tableau06 : les résultats d'ABC.....	.....

Introduction

Pour de nombreuses industries, dans les pays industrialisés les plus avancés, le mot « maintenance » évoque de plus en plus des activités modernes et porteuses de progrès dans la mouvance des impératifs de la qualité totale, de la productique et du juste-à-temps (JAT). Ces activités sont tournées vers l'optimisation de la disponibilité des moyens de production et, de ce fait, concourent à la productivité et à la compétitivité des entreprises manufacturières. Les nouvelles pratiques de maintenance industrielle débouchent alors sur:

- des stratégies et politiques de maintenance
- des métiers nouveaux créateurs d'emplois
- le développement des activités de service aux industries (la sous-traitance par exemple);
- l'informatique de gestion
- l'introduction de systèmes-experts d'aide au diagnostic de pannes de machine
- des techniques de maintenance conditionnelle ou prédictive (analyse des huiles, des vibrations, thermographie, etc.)

Ainsi, le responsable d'une démarche de « maintenance » renouvelée doit à la fois conjuguer une approche technique, voire technologique, par ses machines et de plus en plus, aussi, une approche de gestionnaire à de multiples égards: organisation, prévention, gestion des coûts, formation, animation du personnel, gestion de services sous-traités, etc...

Ces ajustements à caractère dynamique des activités de la maintenance qui s'appliquent surtout pour l'instant à la grande entreprise, permettent de remédier à de nombreuses maladies de l'entreprise reliées aux rebuts dans les usines, aux délais non respectés, aux pannes de toute nature. En bref, à tous ses dysfonctionnements des machines qui entravent la performance de l'équipement de fabrication.

Chapitre I : étude et analyse bibliographique

I.1.Présentation de la société :

I.1.1.Définition :

MANSOURI METAL BOX dénommé **MMB**, est une entreprise à 100 % Algérienne à vocation industrielle récemment créée et ce depuis le 04/05/2009, sise à la zone industrielle de Berrahal, Annaba à proximité de la majorité des conserveurs, géographiquement installés dans une région appropriée à la culture de la tomate fraîche, elle s'est spécialisée dans la fabrication des emballages métalliques issus principalement de la transformation du fer blanc et destinés essentiellement à l'agro-alimentaire. Dotée de plusieurs lignes de fabrication pourvues d'une technologie de pointe permettant d'avoir simultanément un niveau de production considérable et une meilleure qualité de ses produits. (01)



Figure01 : signe de la société

I.1.2.Situation géographique :

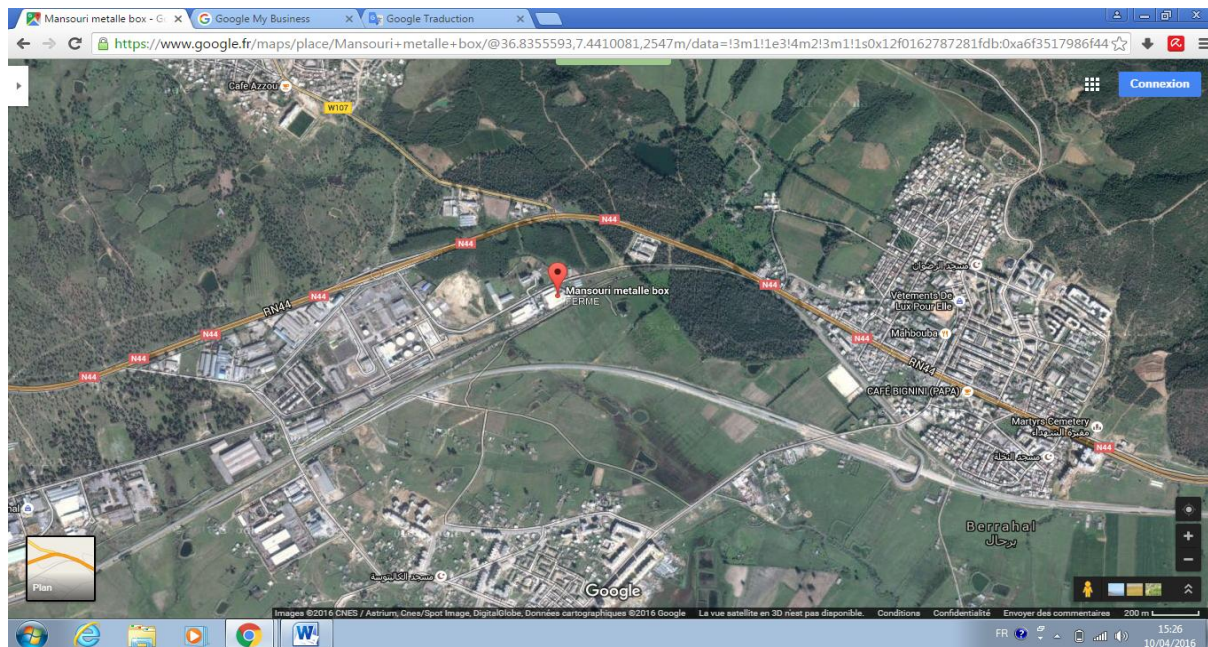


Figure02 :Situation géographique

I.1.3.Renseignements administrative :

SARL MMB

Bureau de liaison:

6 Bis, Prosper Dubourg - 23000 Annaba - Algérie

Tél : + 213 38 86 35 34

Usine:

Z.I El Kalitoussa N° 16 - BP A26 - Berrahal
23000 Annaba - Algérie

I.1.4. Description générale de l'usine :

La chaîne de production est composée de plusieurs machines fonctionnant entre-elles en parfaite interaction reposant sur un principe d'automatisation et robotisation remarquable reflétant ainsi un procès intégrées les capacités de production détenues s'élèvent autour de 400 millions de boites trois pièces soudées tout format confondu.



Figure03 :vue générale de l'entreprise

I.1.5. Les services de l'entreprise :

Pour ce faire et afin d'atteindre un niveau de contrôle qualité irrépréhensible la **SARL MMB** s'est doté également d'une machine de test d'étanchéité en ligne en plus de deux laboratoires de contrôle qualité renfermant une série d'appareillage permettant d'opérer une batterie de test à tous les stades de production afin d'assurer un produit fini conforme.

MMB emploie aujourd'hui plus de 300 personnes et évolue autour d'une équipe managériale très jeune et fortement motivée avec des compétences jugées très honorables pour mener à bien cette mission afin de satisfaire ses clients au plus haut niveau et bâtir une relation commerciale durable.(01)

I.1.6. Les objectifs de l'entreprise:

Notre entreprise a constamment le souci d'être performante et viable dans un marché très requérant depuis son démarrage en 2010, l'accroissement progressif et permanent de son portefeuille d'activité enregistré jusque-là en 2013 est très satisfaisant, d'où la nécessité d'afficher des perspectives à court et à longs terme en matière d'augmentation des capacités de production ainsi que la diversification des produits est visée pour être en adéquation avec les attentes des instances étatiques par la même occasion de créer davantage des postes d'emploi et la réduction du flux d'importation car avant de pénétrer le marché Algérien la demande nationale pour la boîte destinée à contenir la tomate et la harissa était satisfaite par le biais de l'importation à hauteur de 80%, ce qui nous a doublement motivé pour la réduire à 40%.(01)

I.1.7. Exemple de produit fini :



Figure 04 : Exemple de produit fini

I.2. Définition de la maintenance:

Selon la définition de l'AFNOR, la maintenance vise à maintenir ou à rétablir un bien dans un état spécifié afin que celui-ci soit en mesure d'assurer un service déterminé.

La maintenance regroupe ainsi les actions de dépannage et de réparation, de réglage, de révision, de contrôle et de vérification des équipements matériels (machines, véhicules, objets manufacturés, etc.) ou même immatériels (logiciels).

Un service de maintenance peut également être amené à participer à des études d'amélioration du processus industriel, et doit, comme d'autres services de l'entreprise, prendre en considération de nombreuses contraintes comme la qualité, la sécurité, l'environnement, le coût, etc. (02)

I.3. Les méthodes de la maintenance :

Diverses méthodes permettent d'améliorer la planification et l'ordonnancement des actions de maintenance :

- Réseau PERT
- Diagramme de Gantt
- Méthode MERIDE
- Analyse AMDEC

Par ailleurs, il existe des méthodes (par exemple, la méthode Maxer) et des logiciels de gestion de maintenance assistée par ordinateur (GMAO), spécialement conçus pour assister les services de maintenance dans leurs activités. (02)

I.3.1. Les Niveaux de la maintenance :

La norme NF X 60-010 définit, à titre indicatif, cinq « niveaux de maintenance » (comprendre « interventions ») :

- niveau 1 :
 - travaux : réglages simples - pas de démontage ni ouverture du bien
 - lieu : sur place
 - personnel : exploitant du bien
 - exemple : remise à zéro d'un automate après arrêt d'urgence, changement de consommable

- niveau 2 :
 - travaux : dépannage par échange standard - opérations mineures de maintenance préventive
 - lieu : sur place
 - personnel : technicien habilité
 - exemple : changement d'un relais - contrôle de fusibles - ré enclenchement de disjoncteur.

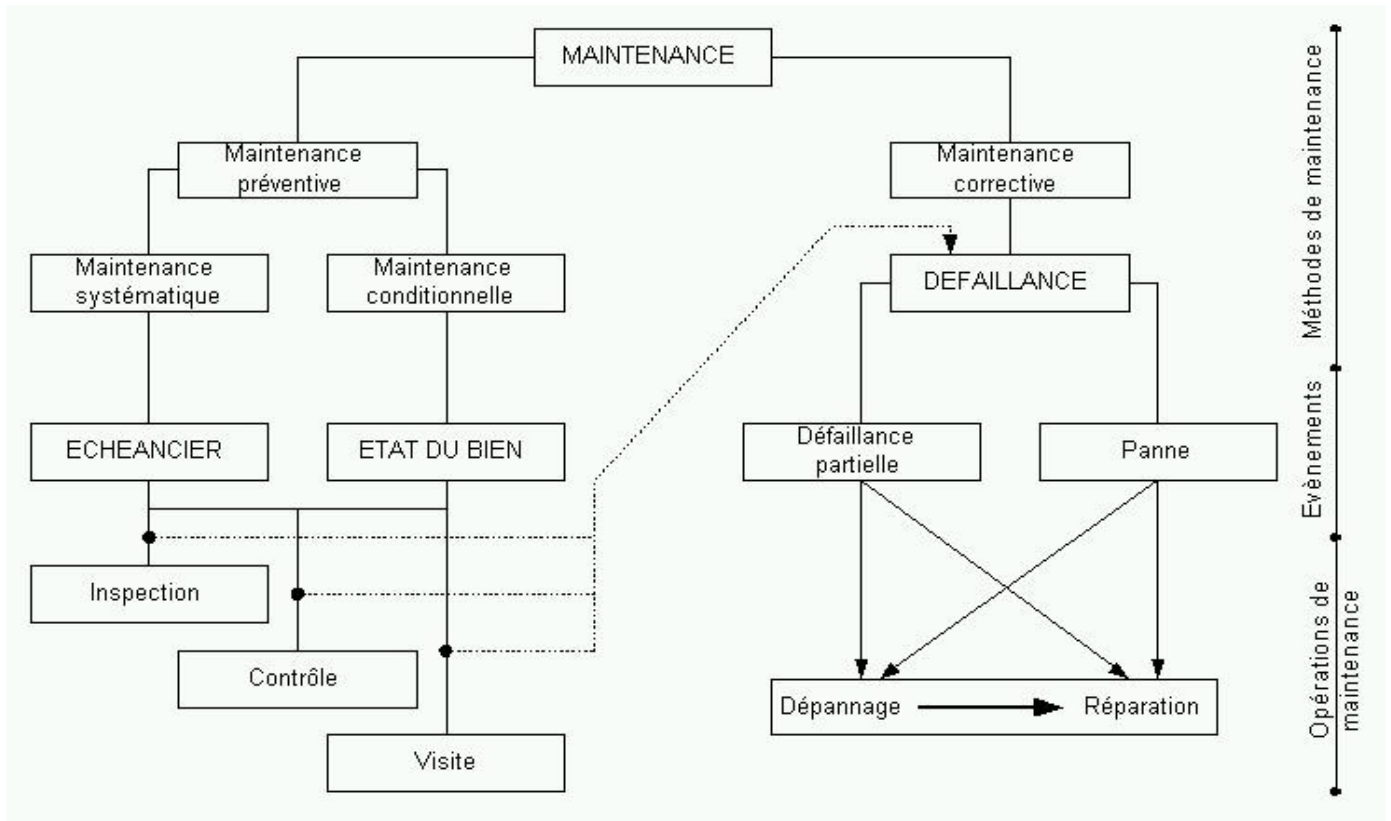
- niveau 3 :
 - travaux : identification et diagnostic de pannes - réparation par échange standard - réparations mécaniques mineures - maintenance préventive (par ex. réglage ou réaligement des appareils de mesure).
 - lieu : sur place ou dans atelier de maintenance.
 - personnel : technicien spécialisé.
 - exemple : identification de l'élément défailant, recherche de la cause, élimination de la cause, remplacement.

- niveau 4 :
 - travaux : travaux importants de maintenance corrective ou préventive sauf rénovation et reconstruction - réglage des appareils de mesure - contrôle des étalons.
 - lieu : atelier spécialisé avec outillage général, bancs de mesure, documentation.
 - personnel : équipe avec encadrement technique spécialisé.
 - exemple : intervention sur matériel dont la remise en service est soumise à qualification.

- niveau 5 :
 - travaux : rénovation - reconstruction - réparations importantes.
 - lieu : constructeur ou reconstruteur.
 - personnel : moyens proches de la fabrication.
 - exemple : mise en conformité selon réglementation d'équipements lourds.

Il convient d'associer, dans la détermination des niveaux, la documentation et le matériel nécessaires. (02)

I.4. Les types de la maintenance :



I.4.1. La maintenance corrective curative :

Activité de maintenance corrective ayant pour objet de supprimer la ou les défaillances, ces activités peuvent être des réparation, des modifications ou aménagements.

I.4.2. La maintenance préventive :

Maintenance effectuée selon des critères prédéterminés, dont l’objectif est de réduire la probabilité de défaillance d’un bien ou la dégradation d’un service rendu.

Elle doit permettre d’éviter les 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.

I.4.3. But de la maintenance préventive :

- Augmenter la durée de vie des matériels.
- Diminuer la probabilité des défaillances en service.
- Diminuer les temps d'arrêt en cas de révision ou de panne.
- Prévenir et aussi prévoir les interventions coûteuses de maintenance corrective.
- Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions.
- Éviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant, de pièces détachées, etc.
- Améliorer les conditions de travail du personnel de production.
- Diminuer le budget de maintenance.
- Supprimer les causes d'accidents graves.(02)

I.4.4. La maintenance préventive systématique :

Maintenance préventive effectuée selon un échéancier établi selon le temps ou le nombre d'unités d'usage (produites). Même si le temps est l'unité la plus répandue, d'autres unités peuvent être retenues telles que : la quantité de produits fabriqués, la longueur de produits fabriqués, la distance parcourue, la masse de produits fabriqués, le nombre de cycles effectués, etc.

Cette périodicité d'intervention est déterminée à partir de la mise en service ou après une révision complète ou partielle.

I.4.5. Cette méthode nécessite de connaître :

- le comportement du matériel
- Les modes de dégradation

Le temps moyen de bon fonctionnement entre 2 avaries.

Remarque : de plus en plus, les interventions de la maintenance systématique se font par échanges standards.

I.4.6.Cas d'application :

- o Équipements soumis à une législation en vigueur (sécurité réglementée) : appareils de levage, extincteurs, réservoirs sous pression, convoyeurs, ascenseurs, monte-charge, etc

- o Équipements dont la panne risque de provoquer des accidents graves : tous les matériels assurant le transport en commun des personnes, avions, trains, etc.

- o Équipement ayant un coût de défaillance élevé : éléments d'une chaîne de production automatisée, processus fonctionnant en continu (industries chimiques et métallurgiques).

- o Équipements dont les dépenses de fonctionnement deviennent anormalement élevées au cours de leur temps de service : consommation excessive d'énergie, éclairage par lampes usagées, allumage et carburation déréglés (moteurs thermiques), etc...

I.4.7.La maintenance préventive conditionnelle :

Maintenance préventive subordonnée à un type d'événement prédéterminé (auto diagnostic, information d'un capteur, mesure d'une usure, etc.).

Remarque : la maintenance conditionnelle est donc une maintenance dépendante de l'expérience et faisant intervenir des informations recueillies en temps réel.

I.5.Les opérations de la maintenance :**I.5.1.Les opérations de maintenance corrective :****I.5.1.1.Le dépannage :**

Action sur un bien en panne, en vue de le remettre en état de fonctionnement. Compte tenu de l'objectif, une action de dépannage peut s'accommoder de résultats provisoires (maintenance palliative) avec des conditions de réalisation hors règles de procédures, de coûts et de qualité, et dans ce cas sera suivie de la réparation.

Le dépannage n'a pas de conditions d'applications particulières. La connaissance du comportement du matériel et des modes de dégradation sont à la base d'un bon diagnostic et permettent souvent de gagner du temps.

Souvent, les opérations de dépannage sont de courtes durées mais peuvent être nombreuses. De ce fait, les services de maintenance soucieux d'abaisser leurs dépenses tentent d'organiser les actions de dépannage. Certains indicateurs de maintenance (pour en mesurer son efficacité) prennent en compte le problème du dépannage. Ainsi, le dépannage peut être appliqué par exemple sur des équipements fonctionnant en continu dont les impératifs de production interdisent toute visite ou intervention à l'arrêt. (02)

I.5.1.2.La réparation :

Intervention définitive et limitée de maintenance corrective après panne ou défaillance.

L'application de la réparation peut être décidée soit immédiatement à la suite d'un incident ou d'une défaillance, soit après un dépannage, soit après une visite de maintenance préventive conditionnelle ou systématique.

Remarque : la réparation correspond à une action définitive. L'équipement réparé doit assurer les performances pour lesquelles il a été conçu.

-Tous les équipements sont concernés. (02)

I.5.2.Les opérations de maintenance préventive :**I.5.2.1.Les inspections :**

Activités de surveillance consistant à relever périodiquement des anomalies et exécuter des réglages simples ne nécessitant pas d'outillage spécifique, ni d'arrêt de l'outil de production ou des équipements.

I.5.2.2.Les visites :

Opérations de surveillance qui, dans le cadre de la maintenance préventive systématique, s'opèrent selon une périodicité déterminée. Ces interventions correspondent à une liste d'opérations définies préalablement qui peuvent entraîner des démontages d'organes et une immobilisation du matériel. Une visite peut entraîner une action de maintenance corrective.

I.5.2.3.Les contrôles :

Vérifications de conformité par rapport à des données préétablies suivies d'un jugement. Le contrôle peut :

- Comporter une activité d'information.
- Inclure une décision : acceptation, rejet, ajournement.
- Déboucher comme les visites sur des opérations de maintenance corrective.

Les opérations de surveillance (contrôles, visites, inspections) sont nécessaires pour maîtriser l'évolution de l'état réel du bien. Elles sont effectuées de manière continue ou à des intervalles prédéterminés ou non, calculés sur le temps ou le nombre d'unités d'usage.

I.5.3.Autres opérations :

I.5.3.1. Révision :

Ensemble des actions d'examens, de contrôles et des interventions effectuées en vue d'assurer le bien contre toute défaillance majeure ou critique, pendant un temps ou pour un nombre d'unités d'usage donné.

Il faut distinguer suivant l'étendue des opérations à effectuer les révisions partielles et les révisions générales. Dans les 2 cas, cette opération nécessite la dépose de différents sous-ensembles.

Le terme révision ne doit en aucun cas être confondu avec les termes visites, contrôles, inspection

Les 2 types d'opérations définis (révision générale ou partielle) relèvent du 4ème niveau de maintenance.

I.5.3.2. Les échanges standards :

Reprise d'une pièce ou d'un organe ou d'un sous-ensemble usagé, et vente au même client d'une pièce ou d'un organe ou d'un sous-ensemble identique, neuf ou remis en état conformément aux spécification du constructeur, moyennant le paiement d'une soulte dont le montant est déterminé d'après le coût de remise en état.

Soulte : somme d'argent qui, dans un échange ou dans un partage, compense l'inégalité de valeur des biens échangés.

I.5.4. Les activistes connexes :

Ces activités complètent les actions de maintenance citées précédemment et participent pour une part non négligeable à l'optimisation des coûts d'exploitation.

I.5.4.1. La maintenance d'amélioration :

L'amélioration des biens d'équipements consiste à procéder à des modifications, des changements, des transformations sur un matériel. Dans ce domaine, beaucoup de choses restent à faire. Il suffit de se référer à l'adage suivant : « on peut toujours améliorer ». C'est un état d'esprit qui nécessite une attitude créative. Cependant, pour toute maintenance d'amélioration une étude économique sérieuse s'impose pour s'assurer de la rentabilité du projet.

Les améliorations à apporter peuvent avoir comme objectif l'augmentation des performances de production du matériel ; l'augmentation de la fiabilité (diminuer les fréquences d'interventions) ; l'amélioration de la maintenabilité (amélioration de l'accessibilité des sous-systèmes et des éléments à haut risque de défaillance) ; la standardisation de certains éléments pour avoir une politique plus cohérente et améliorer les actions de maintenance, l'augmentation de la sécurité du personnel et des conditions de travail, l'augmentation de la qualité des prestations ou produits finis.

Tous les matériels sont concernés à condition que la rentabilité soit vérifiée ; cependant une petite restriction pour les matériels à renouveler dont l'état est proche de la réforme, pour usure généralisée ou par obsolescence technique.

La rénovation (extrait de la norme NF X 50-501, février 1982) :
Inspection complète de tous les organes, reprise dimensionnelle complète ou remplacement des pièces déformées, vérification des caractéristiques et éventuellement réparation des pièces et sous-ensembles défaillants, conservation des pièces bonnes.(02)

La rénovation apparaît donc comme l'une des suites possibles d'une révision générale au sens strict de sa définition.

I.5.4.2.La reconstruction :

Remise en l'état défini par le cahier des charges initial, qui impose le remplacement de pièces vitales par des pièces d'origine ou des pièces neuves équivalentes.

La reconstruction peut être assortie d'une modernisation ou de modifications.

Les modifications apportées peuvent concerner, en plus de la maintenance et de la durabilité, la capacité de production, l'efficacité, la sécurité, etc.

Remarque : Actuellement entre la rénovation et la reconstruction, se développe une forme intermédiaire : « la cannibalisation ». Elle consiste à récupérer, sur du matériel rebuté, des éléments en bon état, de durée de vie connue si possible, et à les utiliser en rechanges ou en éléments de rénovation. (02)

I.5.4.3.La modernisation :

Remplacement d'équipements, accessoires et appareils ou éventuellement de logiciel apportant, grâce à des perfectionnements techniques n'existant pas sur le bien d'origine, une amélioration de l'aptitude à l'emploi du bien.

Cette opération peut aussi bien être exécutée dans le cas d'une rénovation, que dans celui d'une reconstruction.

La rénovation ou la reconstruction d'un bien durable peut donner lieu pour certains de ses sous-ensembles ou organes à la pratique d'un échange standard. (02)

I.5.4.4.Les travaux neufs :

L'adjonction à la fonction maintenance de la responsabilité des travaux neufs est très répandue, en particulier dans les entreprises de taille moyenne. Elle part du principe que, lors de tout investissement additionnel de remplacement ou d'extension, il est logique de consulter les spécialistes de la maintenance qui, d'une part, connaissent bien le matériel anciennement en place, et d'autre part auront à maintenir en état de marche le matériel nouveau. A partir de là, on prend souvent la décision de leur confier l'ensemble des responsabilités de mise en place des nouvelles installations. On crée alors un service appelé « maintenance-travaux neufs ».

L'étendue des responsabilités en matière de travaux neufs est très variable d'une entreprise à l'autre. Il peut s'agir de la construction d'un quai ou d'un bâtiment, de la mise en place d'une machine achetée à l'extérieur (raccordement à la source d'énergie, etc.), ou même de la réalisation intégrale de la machine elle-même. Dans certains cas les « travaux neufs » auront recours à la fabrication de l'entreprise qui réalisera les commandes passées par eux-mêmes.

Notons que même si la fonction maintenance ne se voit pas adjoindre la fonction « travaux neufs », le service s'occupera des installations succinctes du type modifications (réfection d'un bureau, etc.).(02)

I.5.4.5.La sécurité :

La sécurité est l'ensemble des méthodes ayant pour objet, sinon de supprimer, du moins de minimiser les conséquences des défaillances ou des incidents dont un dispositif ou une installation peuvent être l'objet, conséquences qui ont un effet destructif sur le personnel, le matériel ou l'environnement de l'un et de l'autre.

Sachant qu'un incident mécanique, une panne, peuvent provoquer un accident, sachant aussi que la maintenance doit maintenir en état le matériel de protection ou même que certaines opérations de maintenance sont elles-mêmes dangereuses, il apparût que la relation entre la maintenance et la sécurité est particulièrement étroite. Pour toutes ces raisons ainsi que pour sa connaissance du matériel, le responsable de la maintenance peut participer aux réunions du Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail (CHSCT) en qualité de membre ou à titre d'invité, et développer sa collaboration avec le Responsable sécurité lorsque l'entreprise en possède un.

Dans une entreprise moyenne où la sécurité n'a pas de service propre, on trouve normal de faire appel au service maintenance pour les interventions concernant la sécurité. Celles-ci sont de deux ordres :

- D'une part celles que l'on peut classer dans la sécurité « officielle ». C'est la tenue des registres concernant les chaudières, les visites d'appareils à pression, le contrôle des installations électriques, etc., la tenue des dossiers des rapports de visite de l'inspecteur du Travail, du contrôleur de la Sécurité sociale, etc.
- D'autre part celles qui, tout en s'inspirant des premières, les appliquent dans un contexte précis.

I.6.Généralité sur la FMD :

I.6.1.La fiabilité :

I.6.1.1.Définition :

Aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise dans des conditions données pendant un temps donné ou "caractéristique d'un bien exprimée par la probabilité qu'il accomplisse une fonction requise dans des conditions données pendant un temps donné" (NF X 50 – 500).

-Un équipement est fiable s'il subit peu d'arrêts pour pannes.

La notion de fiabilité s'applique :

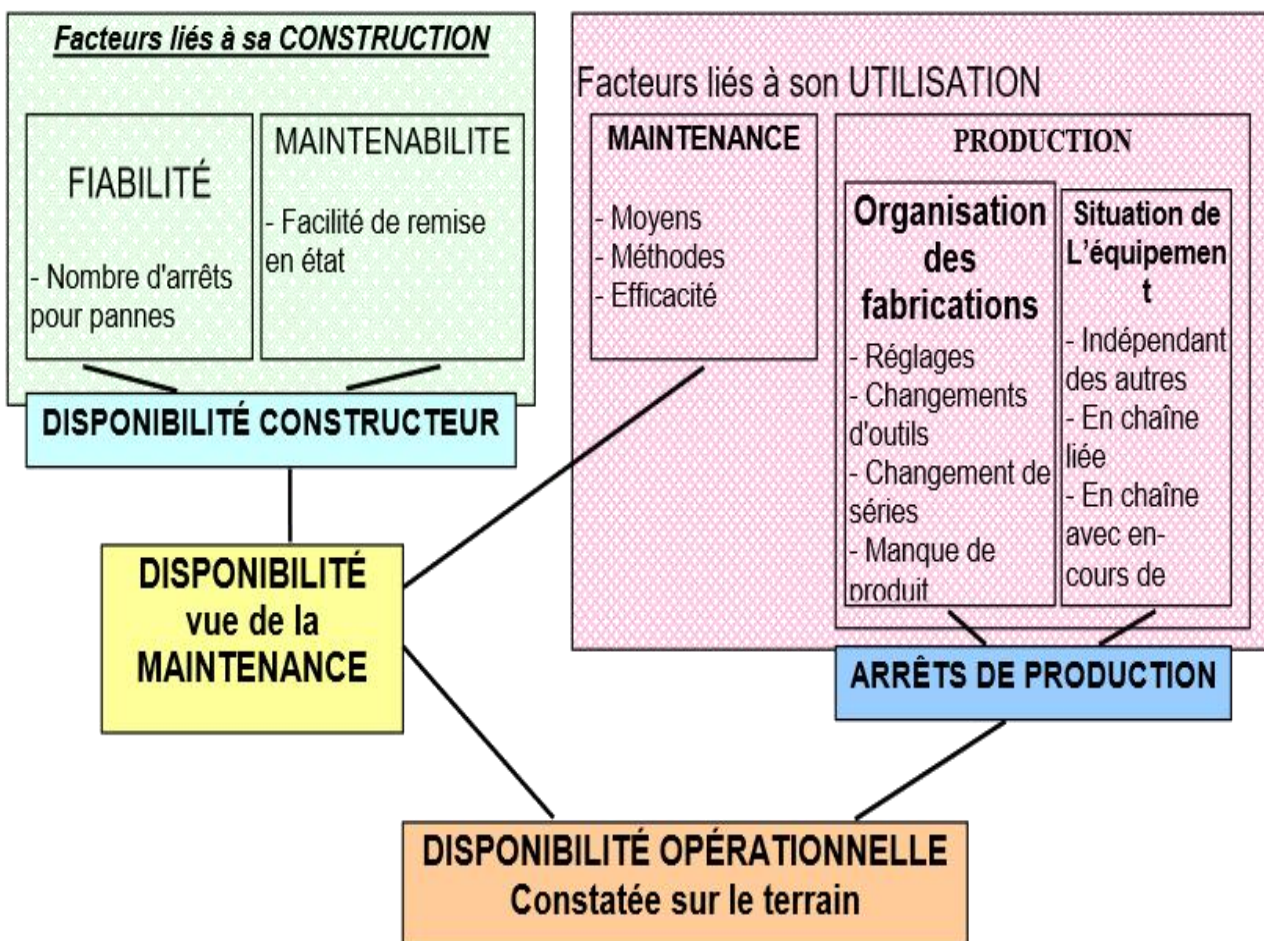
- A du système réparable □ équipement industriel ou domestique.
- A des systèmes non réparables □ lampes, composants donc jetables

La fiabilité peut se caractériser par la Moyenne des temps de bon fonctionnement ou MTBF (Mean Time BetweenFailure).

La notion de temps peut prendre la forme :

- De nombre de cycles effectués □ machine automatique.
- De distance parcourue □ matériel roulant.
- De tonnage produit □ équipement de production. (02)

➤ La fiabilité d'un équipement dépend de nombreux facteurs :



I.6.2. La maintenabilité :**I.6.2.1 Définition :**

Dans les conditions d'utilisation données pour lesquelles il a été conçu, la maintenabilité est l'aptitude d'un bien à être maintenu ou rétabli dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, avec des procédures et des moyens prescrits. (NF X60-010).

La maintenabilité caractérise la facilité à remettre ou de maintenir un bien en bon état de fonctionnement. Cette notion ne peut s'appliquer qu'à du matériel maintenable, donc réparable. « Les moyens prescrits » englobent des notions très diverses : moyens en personnel, appareillages, outillages, etc.

Remarques : on peut améliorer la maintenabilité en :

- Développant les documents d'aide à l'intervention
- Améliorant l'aptitude de la machine au démontage (modifications risquant de coûter cher)
- Améliorant l'interchangeabilité des pièces et sous ensemble. (02)

I.6.3. La disponibilité :**I.6.3.1. Définition :**

Aptitude d'un bien, sous les aspects combinés de sa fiabilité, de sa maintenabilité et de l'organisation de la maintenance, à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions de temps déterminées » (NF X60-010).

Pour qu'un équipement présente une bonne disponibilité, il doit :

- Avoir le moins possible d'arrêts de production
- Être rapidement remis en bon état s'il tombe en panne

La disponibilité allie donc les notions de fiabilité et de maintenabilité Augmenter la disponibilité passe par :

- L'allongement de la MTBF (action sur la fiabilité).
- La notion de le MTTR (action sur la maintenance).

I.7. Le découpage :

Le découpage et formage des tôles est probablement un des métiers de la mécanique les plus complexes en raison des nombreux paramètres à prendre en compte pour développer les outils et produire les pièces dans les caractéristiques demandées par le client.

Ces paramètres peuvent être classés en quatre catégories :

- paramètres liés à la pièce, comme la variété des formes possibles et la précision des caractéristiques demandées.
- paramètres liés à la tôle (nuance, effet de la norme sur la variabilité des caractéristiques matières...).
- paramètres liés à la production : types de presses et périphériques, exigences de qualité... .
- paramètres liés à l'outil : types, secteurs et spécificités du savoir-faire.

Parmi cet ensemble de paramètres, ce sont ceux liés à l'outil qui sont déterminants dans la réussite du projet.

Comme il peut exister une quasi-infinité de fabrication pour lesquelles, bien entendu, il n'y a pas de réponse toute faite tant en termes de gammes de formage que de méthodes de construction de l'outil, le développement d'un outil peut devenir compliqué.

De plus, on constate que les pièces deviennent de plus en plus difficiles à réaliser en intégrant des opérations réalisées auparavant en reprise et du fait de l'augmentation des exigences du client concernant la maîtrise de la qualité de la pièce fabriquée.

Cette complexité implique la spécialisation des outilleurs dans certains secteurs et catégories de pièce. Cette spécialisation répond à celle des frappeurs (fabricants de la pièce) qui leur commandent les outils et permet de développer le savoir-faire nécessaire à la réalisation, dans les meilleurs prix, de pièces conformes au cahier des charges.

Il faut donc comprendre le métier de la mise en forme des tôles, comme un ensemble de sous-métiers liés par des principes communs de transformation de la matière avec un outil de presse, mais différents par les particularités de conception de l'outil.

ChapitreII : Description du système a étudié

II. La fabrication d’emballage métallique :

Depuis sa première utilisation en 1812 pour la conserve alimentaire, la boîte métal a connu bien des révolutions. Les fabricants de boîtes ont mis à profit les innovations techniques pour améliorer la qualité et la sécurité des boîtes mais aussi pour préserver l'environnement.

Ainsi depuis 10 ans, le poids des déchets produits par la Profession a été réduit chaque année d'environ 1 %.

L'emballage métallique est l'emballage primaire le plus recyclé au monde. Le métal a la particularité d'être indéfiniment recyclable sans pertes de ses propriétés intrinsèques.

Demain comme hier, la Profession est attentive aux nouvelles avancées technologiques avec une volonté partagée par tous les fabricants de tendre vers la qualité totale, d'assurer la sécurité des produits, les conditions de travail satisfaisantes et le respect de l'environnement.

L’emballage est destiné à contenir et à protéger des marchandises, allant des matières premières aux produits finis, à permettre leur manutention et leur acheminement du producteur au consommateur ou à l'utilisateur, et à assurer leur présentation. Suivant son utilisation, l’emballage est qualifié d’emballage de vente, de groupage ou de transport.

Sa grande diversité d'utilisation fait que l’emballage peut prendre diverses formes (feuille, sac, caisse, boîte, fût, bidon, etc.) et être réalisé à partir de papier, de carton, de matières plastiques, de bois, de verre ou de métal. Il est le cas échéant complété d'accessoires (accessoires d'assemblage, de bouchage, de préhension, de protection, etc.).

L’emballage, par ses fonctions, est un partenaire incontournable de tous les secteurs industriels. Le premier secteur utilisateur d’emballages est l’industrie agroalimentaire qui absorbe plus de 60 % des emballages produits, suivie par l’industrie pharmaceutique, les cosmétiques et la parfumerie (11 %), puis viennent les détergents, les produits d’entretien, la chimie, les industries manufacturières, la distribution. (03)

II.1.La matière première :

En matière de développement durable des différents types d'emballage, il est important de clarifier la relation entre les ressources naturelles utilisées pour produire les matières qui seront transformées pour fabriquer des emballages individuels.

Les ressources proviennent de différentes origines telles que la biomasse, les minerais et autres éléments et sont traitées pour devenir des matières dont les propriétés et caractéristiques intrinsèques sont fondamentalement différentes.

Différentes stratégies sont donc nécessaires pour assurer une gestion responsable des diverses ressources et matières nécessaires à la fabrication des emballages.

Parmi ces ressources, il faut distinguer :

- Les ressources naturelles : comme par exemple la bauxite, le minerai de fer, le pétrole et dérivés, la silice, les arbres, les plantes...
- Les matières telles que l'aluminium, l'acier, les plastiques, le verre, le bois, le papier/carton ou une combinaison de matériaux.
- Les articles d'emballage : comme par exemple les boîtes métalliques, les bouteilles, les poches en plastique, les plateaux, les films, les tubes, les boîtes, les cartons...

En ce qui concerne toutes ces ressources naturelles, il est souvent fait un distinguo entre les ressources renouvelables et les non-renouvelables.

Les ressources renouvelables sont celles qui appartiennent à l'environnement naturel. Elles se renouvellent par le processus de l'écosystème (ex : les arbres, les plantes, les animaux, le sol, l'eau) qui utilise une échelle de temps qui se compte en années ou en décennies et qui permet de soutenir le niveau de consommation.

Les ressources non-renouvelables sont celles qui existent dans une quantité limitée ou qui sont consommées à un niveau plus rapide que la nature ne peut les créer ; elles se renouvellent néanmoins mais sur des périodes de temps géologiques (ex : les combustibles fossiles). On part du principe que ces ressources sont épuisables et seront totalement utilisées. Pour cette raison, l'utilisation de ressources non renouvelables n'est souvent pas considérée comme un choix prioritaire. Récemment, nous avons vu des tentatives dans la fabrication du plastique de substituer le pétrole par des solutions organiques.

Dans ce contexte, comment se positionne le métal ? La bauxite (ou minerai d'aluminium) et le minerai de fer sont extraits de la croûte terrestre puis traités pour devenir de l'alumine/aluminium ou du fer/acier. Parce que les minerais sont extraits de la croûte terrestre, on entend souvent un raisonnement qui consiste à dire que l'on épuise les ressources naturelles.

Toutefois, un point essentiel est omis dans ce raisonnement ; les métaux tels que l'aluminium et le fer sont des éléments qui ne seront pas détruits. En fait, globalement la Terre ne subit pas de pertes d'éléments métalliques ; les métaux seront recyclés en vue de nouvelles applications.

L'aluminium et l'acier sont des matières qui peuvent être transformées pour faire des emballages mais aussi dans beaucoup d'autres applications : l'automobile, l'aérospatiale, la construction, etc. Une fois que ces applications atteignent la fin de leur cycle de vie, l'aluminium et l'acier peuvent être recyclés et réutilisés pour d'autres applications. On entre ainsi dans un cercle vertueux. (03)

II.2. Aciers pour emballage :

Ce sont des aciers doux laminés à froid (épaisseur 0,12 à 0,49 mm) revêtus d'étain (de 1 à 15 g/m² selon utilisation) pour le fer-blanc, ou de chrome et d'oxyde de chrome (environ 0,1 g/m²) pour le fer chromé (ce dernier parfois désigné par les abréviations TFS (Tin Free Steel) ou ECCS (Electrolytic Chromium/chromium oxide Coated Steel) étant un substitut du fer-blanc pour certaines applications).

Le fer-blanc est utilisé nu ou verni ; le fer chromé est toujours verni.

NB : Dans le cas des métaux, c'est bien l'application du produit (boîte métallique, voiture, avion,...) qui atteint la fin de son cycle de vie, et non pas la matière. L'aluminium et l'acier demeurent une ressource disponible en permanence car réutilisée en les recyclant. Avec chaque nouveau cycle de vie, une nouvelle application du produit peut être accomplie et ce cycle peut recommencer maintes et maintes fois car les métaux conservent leurs propriétés indéfiniment. (04)

II.2.1. Conclusion :

L'idée d'associer l'extraction de minerais métalliques avec l'épuisement des ressources terrestres n'est pas correcte.

Les minerais sont transformés en métaux qui ne seront pas détruits.

Les métaux sont recyclés sans perte de leurs propriétés intrinsèques et peuvent être utilisés encore et encore pour fabriquer de nouveaux emballages ou d'autres produits métalliques.

En effet, les métaux sont une ressource disponible en permanence.

Finalement, qu'est-ce qui est plus durable que permanent ?

Enfin, le recyclage de métaux permet d'économiser entre 70 % et 95 % de l'énergie.

II.3.Généralité sur la machine

II.3.1.Définition :

La presse d'alimentation de la bande P4 a été conçue pour fabriquer les extrémités, les coquilles et les coquilles rondes et non-rondes de chapeau. Elle fonctionne avec single- ou double-meurt usiner et a un système mécanique intégré d'alimentation de bande pour l'alimentation automatique avec les bandes primaire-mises en rouleau, secondaire-mises en rouleau ou droit-dégrossies. Elle vient avec un dispositif de sécurité hydraulique de surcharge et comporte une RAM quadruple, hydrostatiquement pré-tensionnée, guidée. Ceci garantit la même position dans toutes les conditions de travail, c.-à-d. aucun déplacement dans la partie supérieure ou plus inférieure de l'outil.

Le système comporte également un bigoudi simple ou double de disque de DAR avec transporter l'équipement de la presse et au double revêtement principal pour les extrémités et les coquilles rondes. (05)



Figure 05 : les coquilles rondes

II.3.2.Description de la machine :

La découpeuse automatique sert à la fabrication de pièces embouties et frappées telles que des fonds et couvercles pour l'industrie d'emballage. Les outils combinés installés dans la machine découpent, étirent et frappent le produit en une seule course de coulisseau. Selon le cas d'application, la découpeuse automatique peut être équipée pour le traitement de bandes rectangulaires, scrollées sur un ou sur deux côtés, avec différents systèmes d'alimentation de bandes. Le chargement des magasins à bandes s'effectue manuellement ou automatiquement. (05)

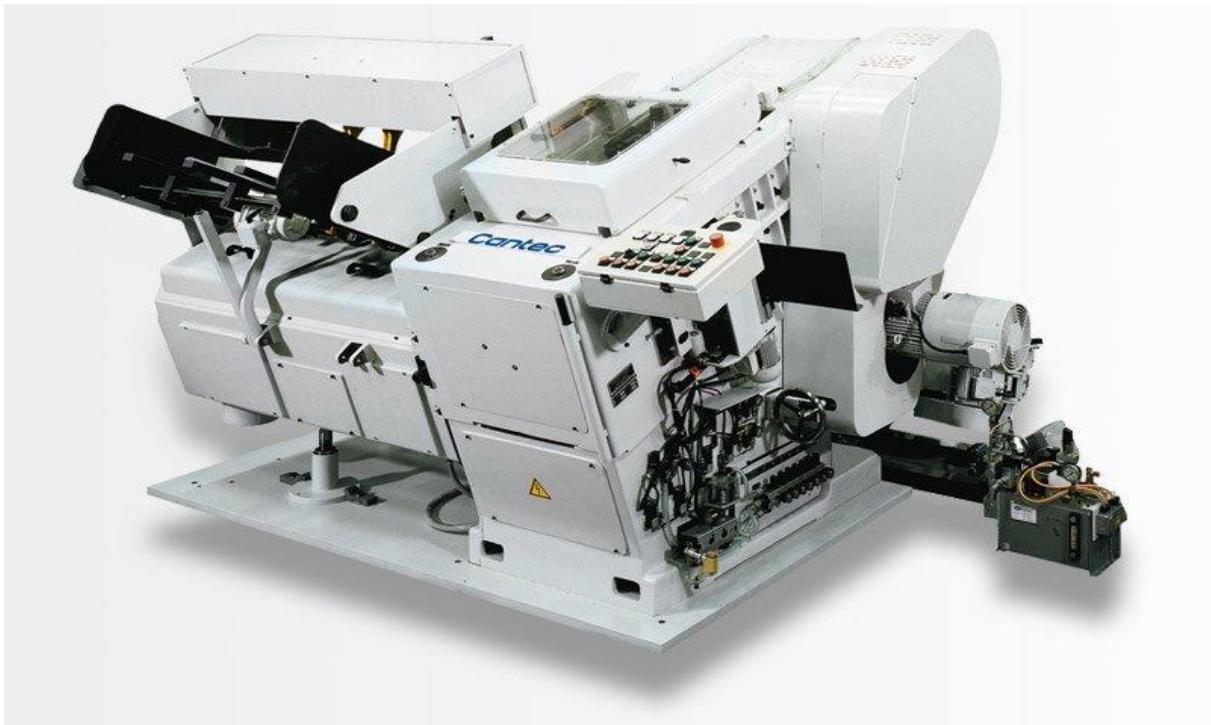


Figure 06 : la machine presse P4

II.3.3. Caractéristiques techniques Découpeuse automatique P4 :

Type: P4
No. D'ordre: 70-73160470
No. De machine: 12307
No. SAP: 5060969
Année de construction : 2010
Plage de diamètre de couvercle: 50 - 99 mm
Capacité : 400 courses / min
Course: 50 mm

Automate d'aménagement de bandes M250

Type: M250
No. d'ordre: 70-73160470
No. de machine: 12308
No. SAP: 5060969
Année de construction : 2010
Largeur de bande : 70 - 250 mm
Longueur de bande : 710 - 1 150 mm

Caractéristiques générales

Tension d'alimentation : 400 V, 50 Hz

Puissance absorbée avec M250 : 11 kW

Alimentation en air comprimé : 6 bar

Consommation d'air : 0,6 m³/min

Niveau sonore : 113 db(A) valeur d'émission en référence au poste de travail.

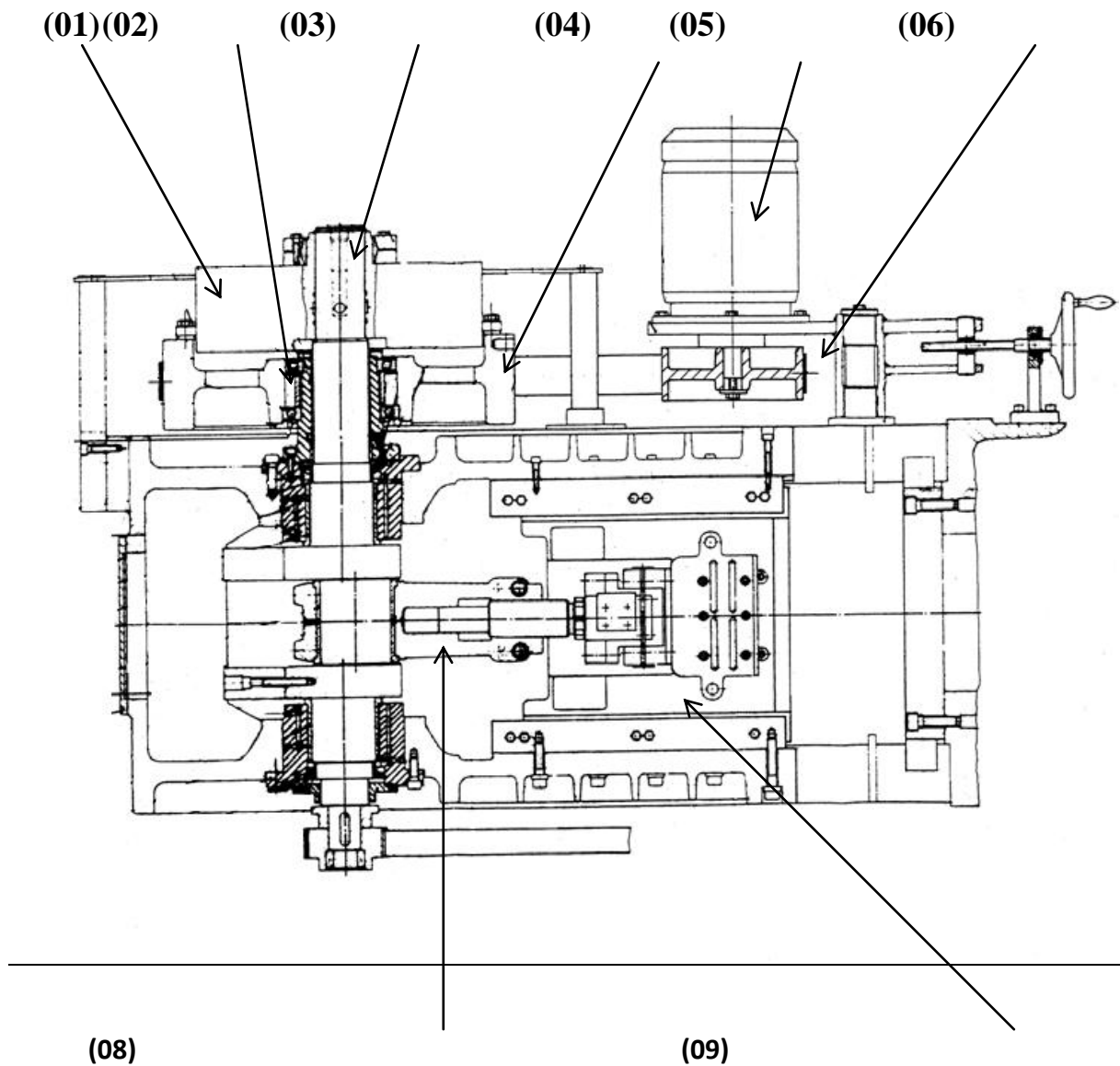
Dimensions et poids de la machine

Dimensions de la machine : 2850 x 2465 x 2400 mm (L x l x h)

Dimensions de l'armoire de commande : 1800 x 600 x 2000 mm (L x l x h)

Poids de la machine : 6 450 kg env.

Poids de l'armoire de commande : 300 kg env.

II.3.4. Sous-ensembles de la découpeuse automatique :

- | | |
|------------------------------|--------------------------|
| 1 Accouplement/frein combiné | 5 Moteur d'entraînement. |
| 2 Logement du volant | 6 Courroie plate. |
| 3 Vilebrequin | 7 Coulisseau. |
| 4 Volant | 8 Bielle. |

L'entraînement de la presse est assuré par un moteur électrique 5 à poulie avec courroie plate 6 menant au volant logé séparément 4. Les roulements à billes du logement de volant 2 sont lubrifiés à vie et protégés par des garnitures d'étanchéité. Un accouplement/frein combiné 1 assure la liaison par adhérence entre le volant et le vilebrequin 3 logé dans des paliers lisses. Le vilebrequin est équipé d'une compensation de masse. Le nombre de courses descendantes de la presse est régulé électroniquement dans l'armoire électrique. (05)

II.3.5. Coulisseau :

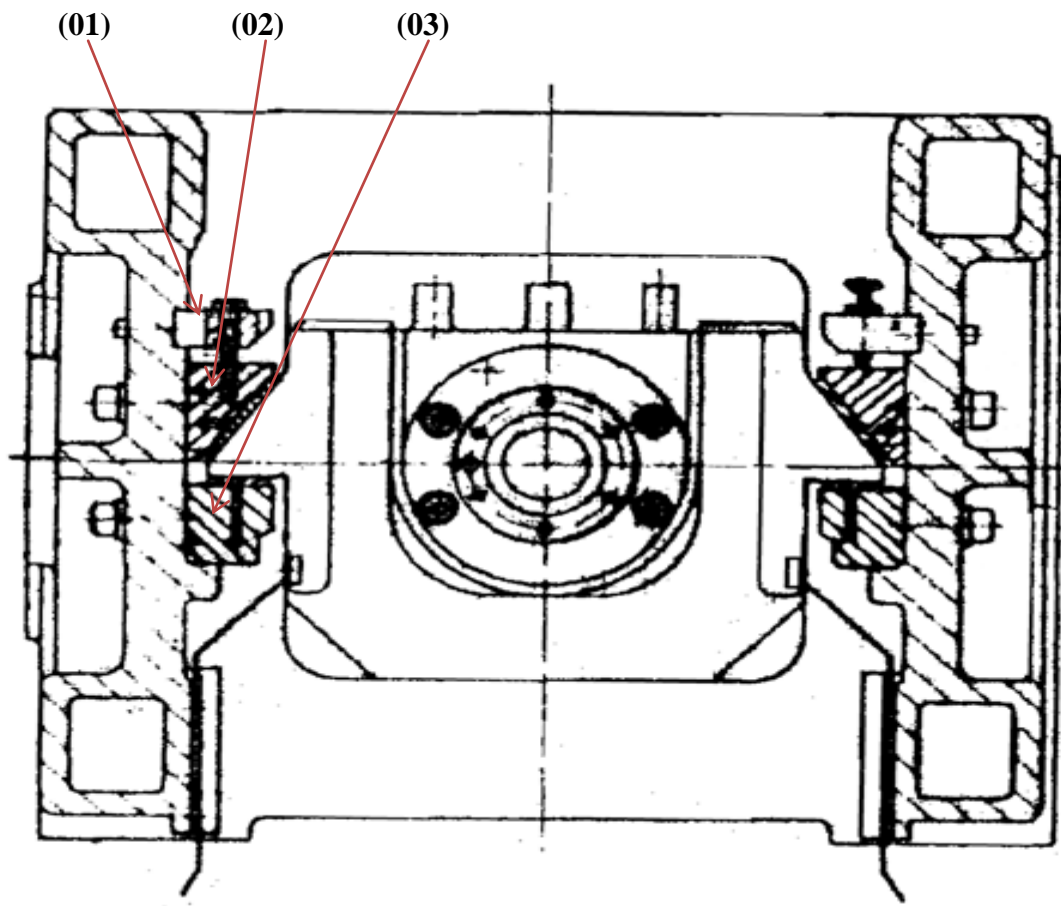


Figure 07 : Coulisseau

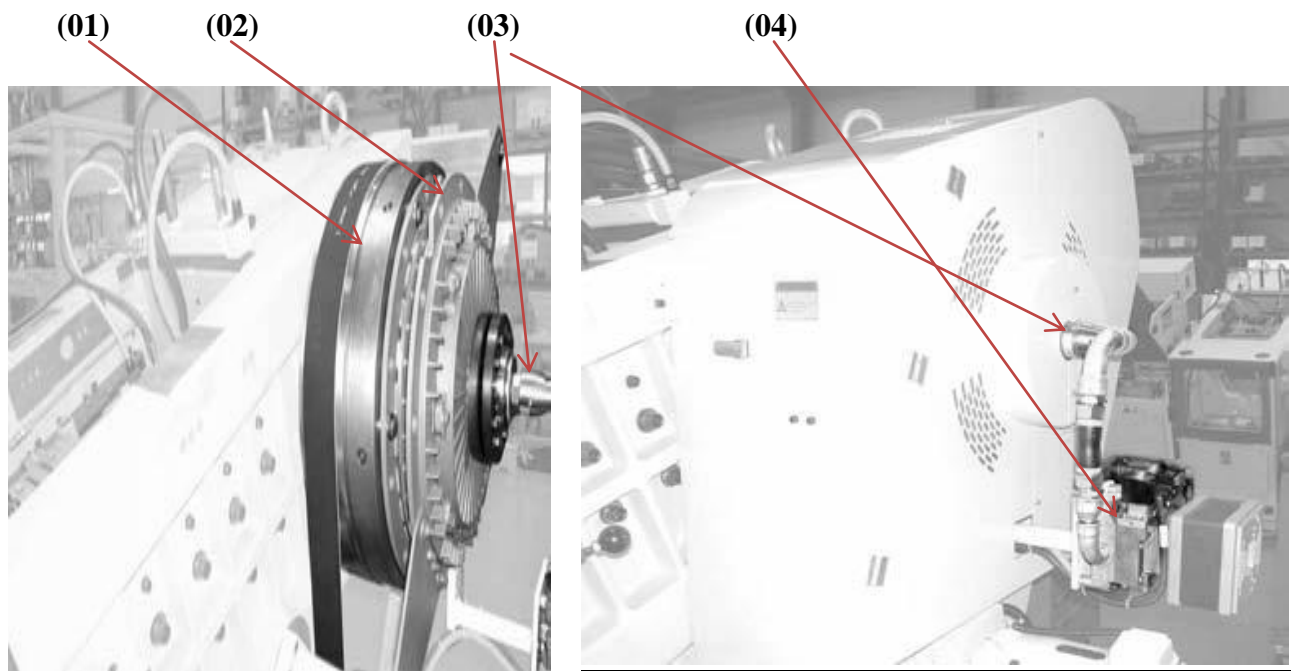
Illustration :

Guidage du coulisseau

- 1 Barres de traction
- 2 Glissière supérieure
- 3 Glissière inférieure

Le coulisseau **7, illustration 6-3** est guidé dans une glissière à 4 voies **2, 3**. Le vilebrequin **3, illustration 6-3** assure la transmission de force sur l'articulation de pression par l'intermédiaire de la bielle **8, illustration 6-3** avec arbre à pousser. Les glissières supérieures sont mises à niveau à l'aide des vis de réglage des barres de traction **1** de manière à ce que le coulisseau se déplace sans jeu. (05)

II.3.6. Accouplement/frein combiné :



Illustrations :

Accouplement avec et sans revêtement

- 1 Masse d'inertie
- 2 Accouplement/frein combiné
- 3 Arrivée d'air comprimé
- 4 Vanne de sécurité de presse

Cette unité combinée **2** se compose d'un accouplement mono disque commandé par air comprimé et d'un frein à disque à ressort de pression. A l'intérieur se trouve un piston qui amorce la liaison par adhérence côté accouplement lorsqu'il est mis sous pression par l'intermédiaire de la vanne de sécurité de presse **4**. Au relâchement de l'accouplement **2**, le disque de friction médian pousse contre les segments de friction du disque de frein, ce qui freine le vilebrequin et le coulisseau. Cette construction assure le freinage immédiat du coulisseau en cas de panne de courant ou de l'alimentation en air comprimé. (05)

II.3.7. Protection hydraulique contre les surcharges :

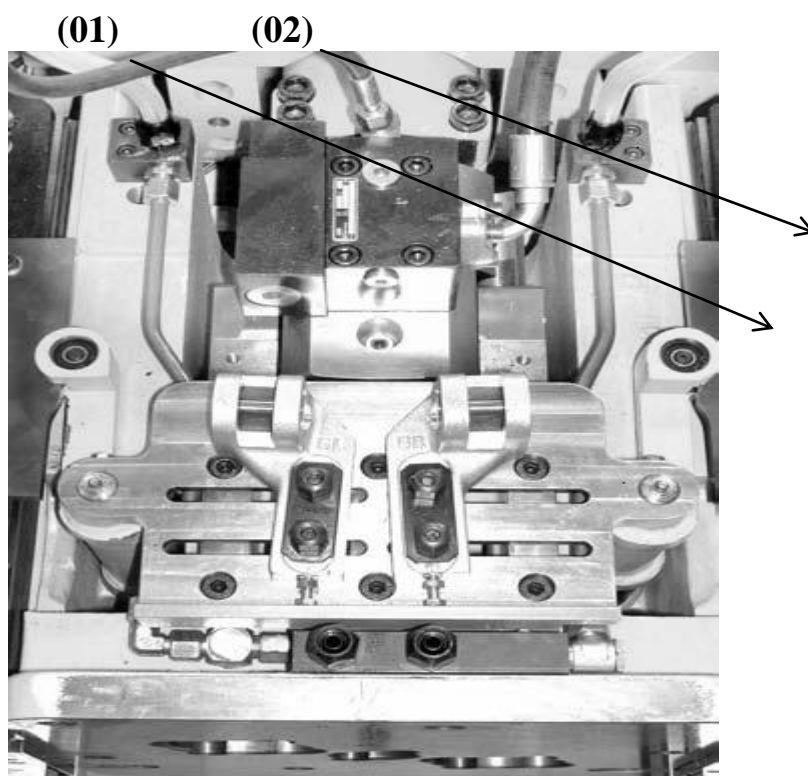


Figure 08 : Coulisseau, protection contre les surcharges

Illustration :

- 1 Articulation de pression
- 2 Bloc de protection contre les surcharges

Pour assurer la protection de l'outillage et de la presse, le coulisseau intègre une protection contre les surcharges. Celle-ci se compose d'un piston intégré dans l'articulation de pression 1, d'un bloc de protection contre les surcharges 2 bridé sur l'articulation ainsi que d'un groupe hydraulique installé à côté de la presse. (05)

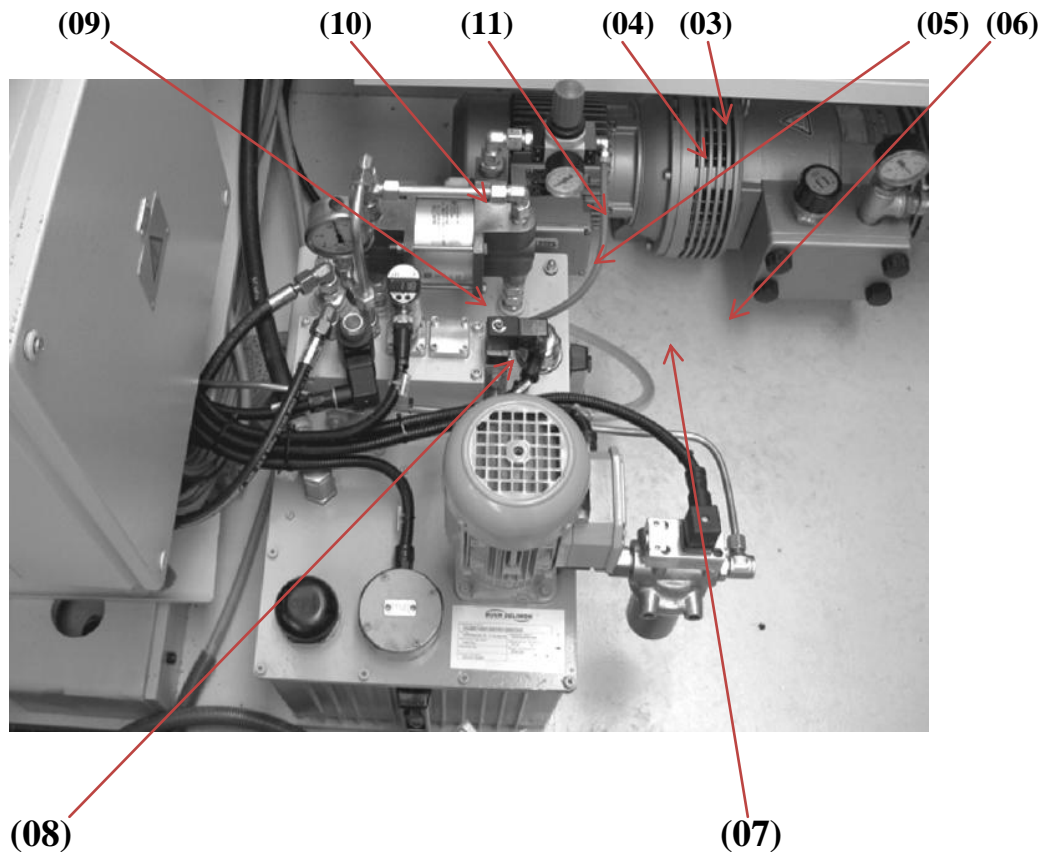


Illustration :

- 3 Vanne de réglage d'air
- 4 Manomètre pour pression d'air
- 5 Pressostat (service)
- 6 Manchon de remplissage
- 7 Electrovanne air d'entraînement
- 8 Electrovanne système hydraulique
- 9 Limiteur de pression
- 10 Manomètre pour pression hydraulique
- 11 Pompe hydropneumatique

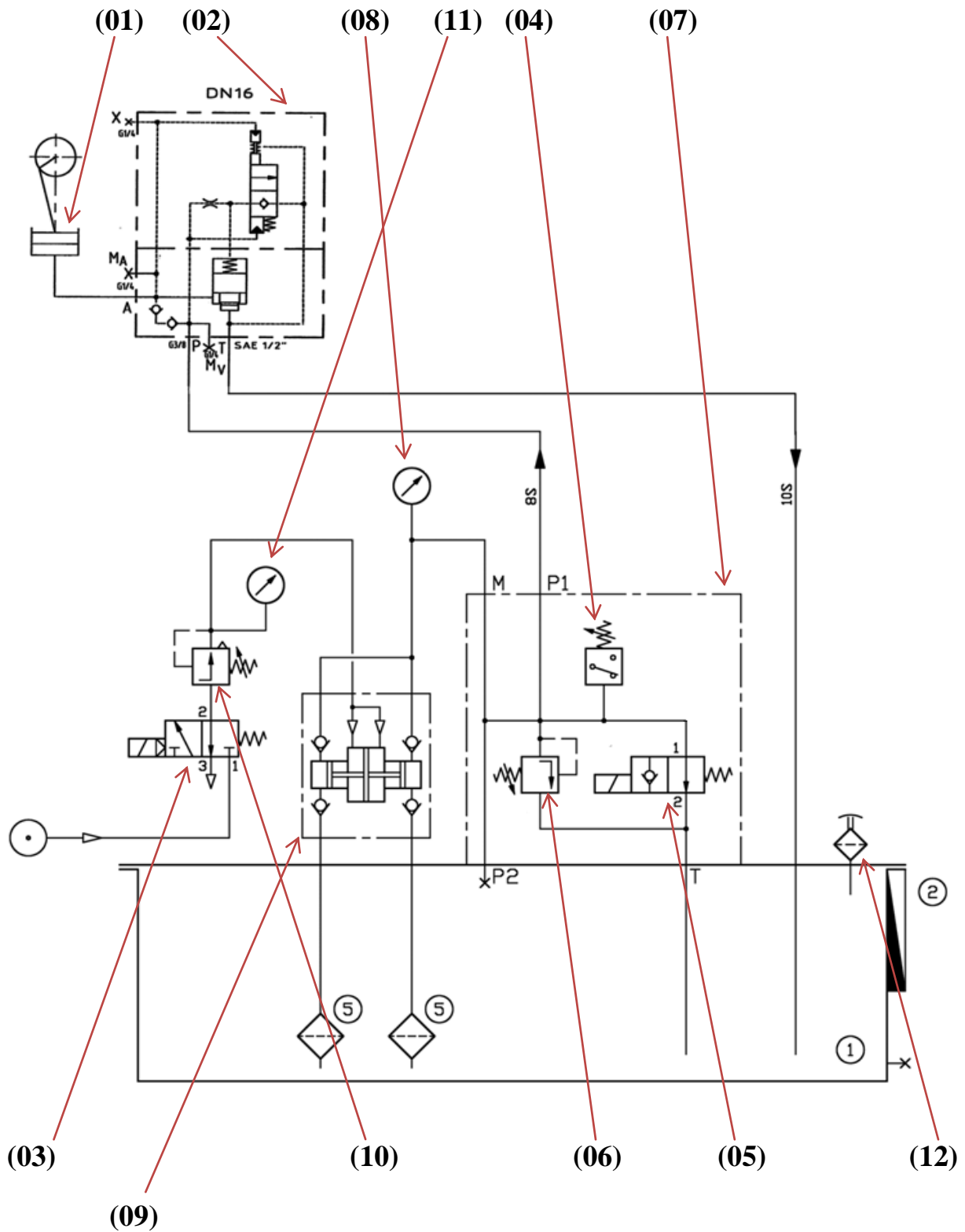


Figure 09 :Schéma de la protection hydraulique contre les surcharges

Illustration :

- 1 Articulation de pression
- 2 Bloc de protection contre les surcharges
- 3 Electrovanne air d'entraînement
- 4 Pressostat (service)
- 5 Electrovanne système hydraulique
- 6 Limiteur de pression
- 7 Bloc hydraulique
- 8 Manomètre pour pression hydraulique
- 9 Pompe hydropneumatique
- 10 Vanne de réglage d'air
- 11 Manomètre pour pression d'air
- 12 Manchon de remplissage

Le groupe hydraulique génère la pression hydraulique requise sous le piston dans l'articulation de pression 1, réglée en fonction de la sollicitation. La pression réglée est surveillée par le pressostat 4. En cas de surcharge, la vanne pilote dans le bloc de protection contre les surcharges 2 s'ouvre d'un seul coup.

L'écoulement d'huile permet au piston de relâcher et ainsi de soulager la presse. En même temps, ceci actionne le frein de la presse et ferme l'électrovanne 3, ce qui interrompt l'air d'entraînement pour la pompe oléohydraulique 10.

Après élimination de la cause de la surcharge, l'électrovanne 3 s'ouvre et le vérin dans l'articulation de pression 1 se remplit de nouveau d'huile hydraulique. (05)

II.3.8.Ejecteurs :

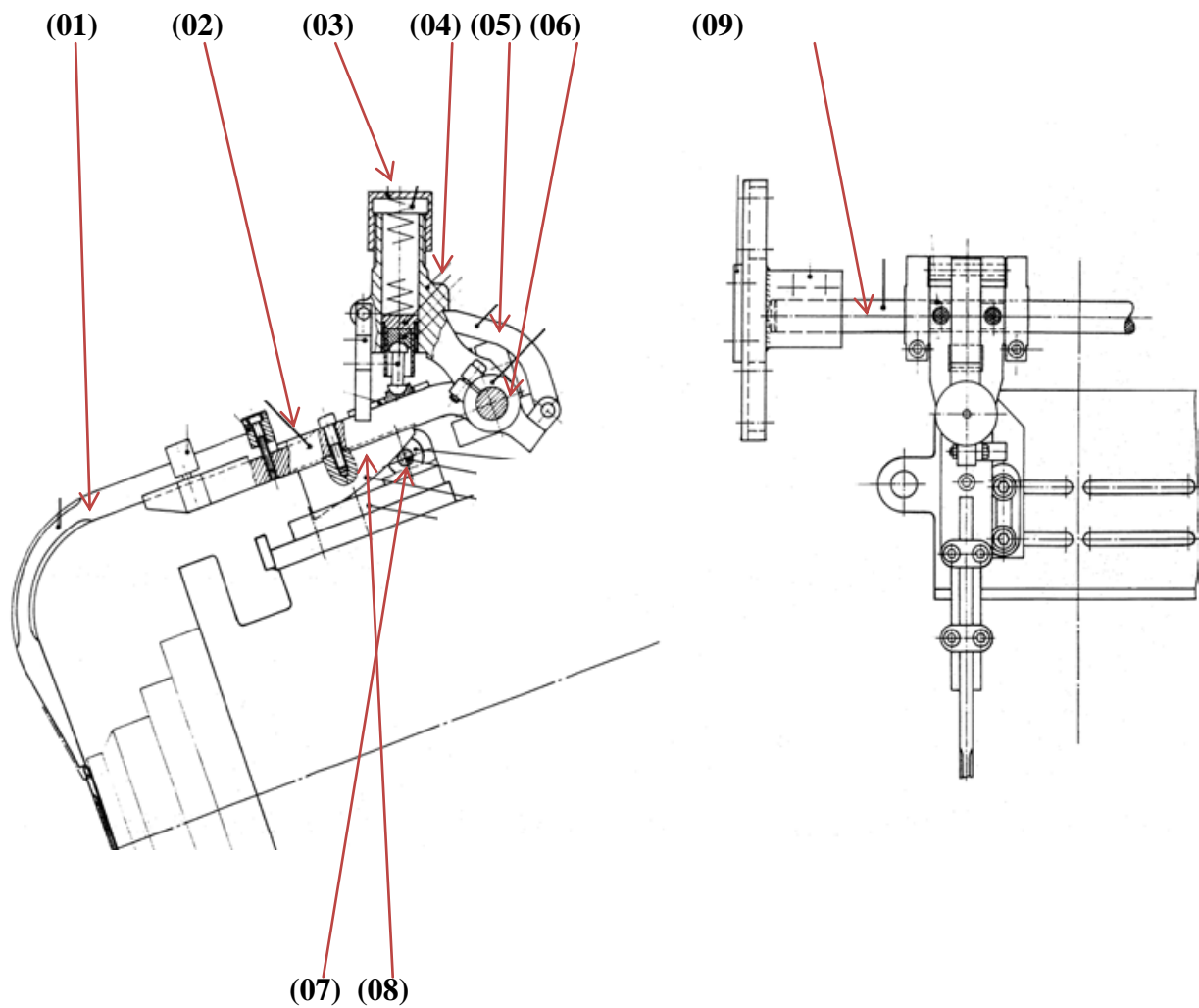
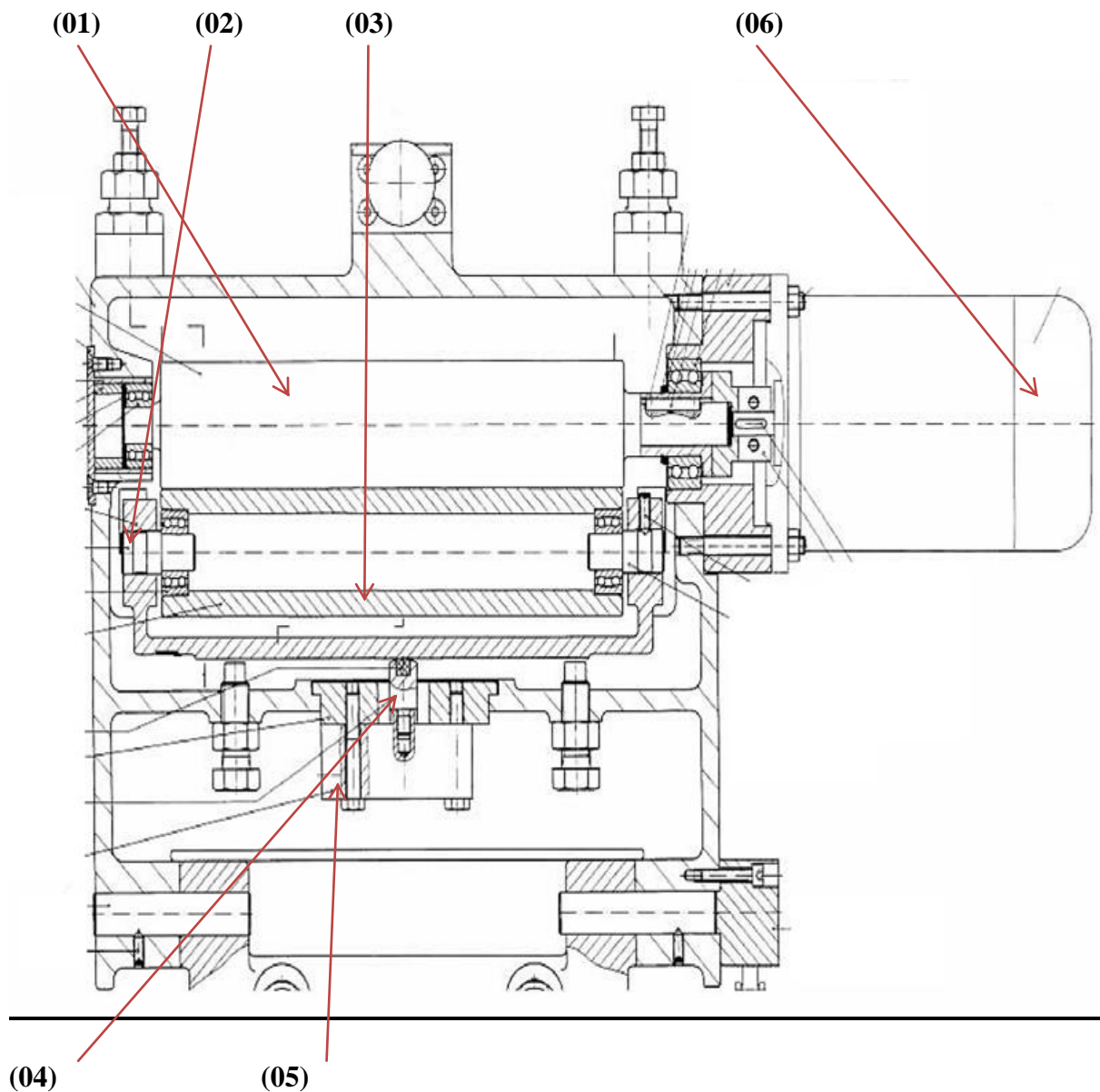


Illustration :

- 1 Doigt d'éjecteur
- 2 Bras d'éjecteur
- 3 Ressort de pression
- 4 Barillet à ressort
- 5 Actionneur
- 6 Fourche de serrage
- 7 Boulon
- 8 Came
- 9 Axe

L'éjecteur est généralement nécessaire pour assurer l'évacuation sûre des pièces embouties et frappées hors de la zone de l'outillage. Le bras d'éjecteur **2** équipé du doigt d'éjecteur **1** est logé sur un axe fixe **9** de manière à pouvoir tourner. Sous le bras d'éjecteur se trouve une came **8** à chemin incurvé contre lequel glisse le boulon **7** fixé sur un coulisseau. Ceci transforme le mouvement oscillant du coulisseau en un mouvement alternatif de l'éjecteur. La force de pression requise pour assurer le fonctionnement parfait du mécanisme à came est générée par le ressort de pression **3** dans le barillet à ressort **4**. Le barillet à ressort est logé sur l'axe de manière à pouvoir tourner et s'appuie sur la fourche de serrage **6** par l'intermédiaire de l'actionneur **5**. Pour les interventions au niveau du plateau de guidage de bandes ou de l'outillage, l'éjecteur gauche peut être pivoté vers l'arrière, celui de droite doit être démonté.(05)

II.3.9.Extracteur de déchets à rouleaux :



- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1 Rouleau supérieur | 4 Élément de poussée |
| 2 Boulon d'excentrique | 5 Vérin à course courte |
| 3 Rouleau inférieur | 6 Moteur électrique |

Immédiatement après le dernier découpage, le squelette de bande est extrait de la zone des outils par l'extracteur de déchets.

L'extracteur de déchets fonctionne avec une paire de rouleaux commandés. Le rouleau supérieur **1** est logé de manière fixe, avec entraînement direct par un moteur électrique **6**. Le rouleau inférieur **3**, à rotation libre, est logé avec un boulon d'excentrique **2**. Pour l'éjection, il est pressé contre le rouleau supérieur **1** par un élément de poussée **4** du vérin à course courte **5**. Le réglage de l'air comprimé requis à cet effet (1,5 à 4 bar selon le besoin) est assuré par le régulateur de pression installé sur le pied droit de la presse. Le rappel du rouleau inférieur s'effectue par force de ressort. Pour assurer une saisie uniforme du squelette de bande, les deux rouleaux doivent être absolument parallèles. Le réglage de parallélisme s'effectue avec le boulon d'excentrique **2** et doit être contrôlé par une jauge d'écart. La synchronisation des rouleaux est assurée par un mécanisme à came et une électrovanne (05)

II.3.10. Réglage de base pour l'air comprimé :

Les réglages indiqués dans le tableau correspondent au réglage de base. Celui-ci peut varier en fonction du produit. Les vannes de réglage se trouvent à gauche et à droite du bâti de presse. Les réglages de pression sont indiqués à titre indicatif. Les réglages précis dépendent du matériau et doivent être déterminés par essais. (05)

II.4.Problématique :

Le découpage et formage des tôles est probablement un des métiers de la mécanique les plus complexes en raison des nombreux paramètres à prendre en compte pour développer les outils et produire les pièces dans les caractéristiques demandées par le client.

Ces paramètres peuvent être classés en quatre catégories :

- paramètres liés à la pièce, comme la variété des formes possibles et la précision des caractéristiques demandées.
- paramètres liés à la tôle (nuance, effet de la norme sur la variabilité des caractéristiques matières...).
- paramètres liés à la production : types de presses et périphériques, exigences de qualité... .
- paramètres liés à l'outil : types, secteurs et spécificités du savoir-faire.

Parmi cet ensemble de paramètres, ce sont ceux liés à l'outil qui sont déterminants dans la réussite du projet.

Comme il peut exister une quasi-infinité de configurations de fabrication pour lesquelles, bien entendu, il n'y a pas de réponse toute faite tant en termes de gammes de formage que de méthodes de construction de l'outil, le développement d'un outil peut devenir compliqué.

De plus, on constate que les pièces deviennent de plus en plus difficiles à réaliser en intégrant des opérations réalisées auparavant en reprise et du fait de l'augmentation des exigences du client concernant la maîtrise de la qualité de la pièce fabriquée.

Cette complexité implique la spécialisation des outilleurs dans certains secteurs et catégories de pièce. Cette spécialisation répond à celle des frappeurs (fabricants de la pièce) qui leur commandent les outils et permet de développer le savoir-faire nécessaire à la réalisation, dans les meilleurs prix, de pièces conformes au cahier des charges.

Il faut donc comprendre le métier de la mise en forme des tôles, comme un ensemble de sous-métiers liés par des principes communs de transformation de la matière avec un outil de presse, mais différents par les particularités de conception de l'outil.

II.4.1.Le poinçonnage :

Le poinçonnage est, selon le corps de métier, une marque ou poinçon laissés sur un objet ou une perforation occasionnée par une poinçonneuse.

Le poinçonnage consiste à enlever de la matière. La forme poinçonnée peut être quelconque en fonction des besoins et du couple poinçon-matrice. La partie enlevée, appelée débouchure, peut être soit du rebut comme dans le cas de fabrication de tôle perforée, soit la pièce utile (ou pièce brute appelée flan) qui servira à la fabrication d'un objet par emboutissage ou par tout autre usinage.(06)

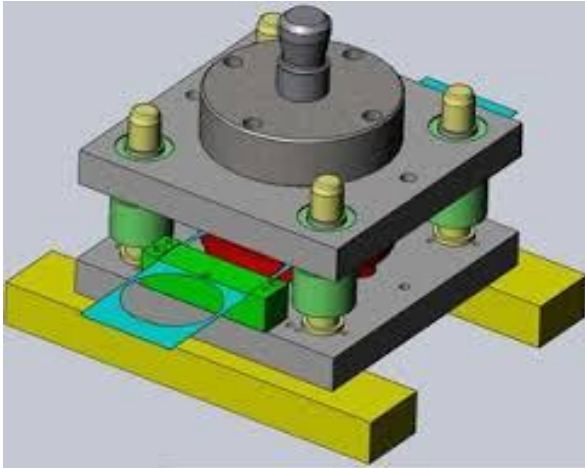


Figure 10 :l'outil de poinçonnage

II.4.2.La matrice :

Elle est le «support d’empreinte» du poinçon. A son axe elle comporte un trou aux formes et dimensions du poinçon, auquel on ajoute un jeu de quelques dixièmes de millimètres. (06)



Figure 11 : la matrice

II.4.3.Le jeu :

Tout comme en cisailage, **un jeu est nécessaire** entre les arêtes des outils. Ce jeu **diminue l’effort de poinçonnage** et l’écrouissage de la zone poinçonnée. Ce jeu de poinçonnage sera proportionnel à l’épaisseur poinçonnée et dépendra de la résistance du métal.(06)

En règle générale :

- ➔ pour les aciers de construction, pour l'aluminium et ses alliages, le cuivre et ses alliages, on choisit un **jeu diamétral égal à épaisseur/10**.
- ➔ Pour les métaux durs et mi-durs comme pour les aciers inoxydables on choisira un **jeu diamétral d'épaisseur/8**.

II.4.4. L'effort de poinçonnage :

L'**effort de poinçonnage** dépend de l'**épaisseur**, du **périmètre de la section du trou**, de la **résistance du métal** et des **frottements** qui sont généralement négligés. Une lubrification est conseillée pour ne pas user prématurément les outils. Par conséquent, la section minimale de poinçonnage dépend de l'effort de poinçonnage, de la forme et de la surface de la section poinçonnée et aussi de la longueur de flambage de l'outil.

La force à appliquer est $F = L * e * RM$

- ➔ L est le périmètre découpé
- ➔ e est l'épaisseur
- ➔ RM la résistance à la rupture par traction du matériau.

II.4.5. Description du phénomène

Description du phénomène Un outil de découpage est principalement constitué d'un poinçon et d'une matrice. La tôle à découper étant située entre les deux. Lors du découpage, on distingue 3 phases :

1 - Au début, l'effort croît lentement jusqu'au point a. Le poinçon s'enfonce lentement sans détacher les particules de métal. C'est la phase de déformation élastique.

2 - Ensuite, l'effort prend sa valeur maximum b : c'est l'effort de cisaillement (séparation et accélération des particules de métal). Des fissures apparaissent au voisinage des arêtes coupantes, du côté poinçon et du côté matrice.

3 - Enfin, l'effort tombe jusqu'à la valeur nécessaire pour vaincre le frottement entre les parties détachées de matière et pour l'éjection de la pièce découpée. Les fissures se rejoignent, la pièce est alors découpée.

II.4.6.L'outil de presse :

L'outil de presse est au cœur des projets de développement des pièces découpées et mises en forme sur presses. Il contient l'essentiel du savoir-faire du métier : gammes de formage, technologies de construction de l'outil, liens avec la pièce fabriquée et la presse sur laquelle il sera monté, mise au point et maintenance de l'outil. Sa complexité vient aussi d'un savoir-faire très lié aux types de pièces fabriquées, rendant les résultats très liés aux compétences de l'homme de métier. Cet article propose une vision détaillée des différents aspects de l'outil, depuis sa conception jusqu'à son utilisation sur presse. Il permettra, au néophyte de mieux aborder le métier de la mise en forme des tôles et, à l'homme aguerri, de s'appuyer sur un formalisme et un argumentaire pouvant être utiles pour son activité. (05)

II.4.7.L'usure :

Le mouvement relatif entre deux solides engendre deux phénomènes indissociables : le frottement, c'est-à-dire la résistance mécanique à ce mouvement relatif, et l'usure, c'est-à-dire une perte de matière des corps antagonistes. Contrairement au frottement qui a des conséquences positives et négatives l'usure des pièces flottantes des mécanismes et des outils de fabrication n'a que des côtés négatifs et doit être minimisée. Toutefois, un contact implique deux antagonistes et il est souvent souhaitable de concentrer les phénomènes d'usure, a priori inévitables, sur l'une des deux pièces, la plus facile et la moins coûteuse à changer. Par ailleurs, dans les procédés d'usinage par abrasion, il faut ôter de la matière au matériau de la pièce usinée à la vitesse la plus élevée possible, tout en minimisant l'endommagement et l'usure des agents abrasifs. Comme il faut pouvoir prendre en compte l'usure dans la conception des machines et des opérations de fabrication, l'objectif de cette série d'articles est de fournir des modèles permettant de prévoir la vitesse d'usure des pièces flottantes et des outils de fabrication et ainsi maîtriser leur durée de vie.(05)

II.4.8.La Lois d'usure :

Si l'usure est un phénomène bien identifié, elle n'a en revanche pas d'unité légale puisque ce n'est pas une grandeur physique, mais un phénomène. Elle représente la dégradation d'un contact, entraînant, dans un certain nombre de cas, une perte de fonction. Une étude, datant du XVIIe siècle, sur l'usure des pièces de monnaies écossaises établit une équivalence directe entre perte de masse et perte de fonction. Mais à partir de cette date, très peu de réflexions globales ont été menées sur l'usure, jusqu'au milieu du XXe siècle, date à laquelle Archard proposa une loi d'usure (portant son nom).

Plusieurs formes de la loi d'Archard peuvent être évoquées. La première (originale, issue de l'expérimentation), indique que le volume usé V_u (c'est à dire le volume perdu par un matériau qui glisse sur un autre) est proportionnel au produit de la distance parcourue L et de la force normale F_n appliquée au contact : $V_u = a.F_n . L$

Une seconde forme fait intervenir la nature du matériau le plus mou par l'intermédiaire de sa contrainte d'écoulement σ_y et la surface S du contact : $V_u = b \cdot F_n \cdot s / \sigma_y$

Une forme dérivée de la première loi fait intervenir l'énergie dissipée dans le contact par le biais du produit PV (pression x vitesse de glissement), proportionnel à la vitesse d'usure dh/dt (h étant la profondeur de la piste d'usure).

$$c \cdot P \cdot V = dt/dh$$

Où a , b et c sont des coefficients de calage.

Mais cette loi plus générale, essentiellement théorique, s'applique difficilement à la réalité des contacts dans leur diversité. La loi d'Archard sera par la suite adaptée de diverses façons par différents expérimentateurs pour coller aux expériences particulières qui les concernent. Meng et Ludema citent plus d'une centaine de lois d'usure dont une grande partie est adaptées de la loi d'Archard. On peut être frappé par la grande variété de ces lois, mais aussi par le nombre de variables en présence : on en recense près de 600, dont une centaine apparaît comme des paramètres réellement indépendants. Certains même, comme le module d'Young d'un matériau, apparaissent d'une loi à l'autre tantôt au numérateur tantôt au dénominateur. (05)



Figure 12 : l'usure de la cloche de coupe (poinçon)

II.4.9. La rupture :

L'expérience industrielle montre que la rupture de pièces de machines ou de structures en fonctionnement normal est le plus souvent due à la fatigue. Celle-ci est particulièrement insidieuse du fait de son caractère progressif masqué. Ceci est d'autre plus grave que la fissuration par fatigue conduit très souvent à la rupture brutale qui peut provoquer un accident.

La fatigue désigne le comportement des matériaux sous des cycles répétés de contrainte ou de déformation qui cause une détérioration de la matière, d'où résulte une rupture progressive. C'est un comportement que l'on rencontre de façon courante dans tous les matériaux: métaux, plastiques, caoutchoucs, bétons; toutes les pièces tournantes des machines sont soumises à des sollicitations répétées, les ailes d'avion subissent en l'air des contraintes alternées, les pneumatiques d'une voiture subissent des déformations répétées à chaque tour de roue, etc. Comme on emploie depuis toujours les métaux dans la majorité des pièces mobiles, les études ont porté essentiellement sur la fatigue des métaux.

On peut identifier deux grandes classes de comportement dû à la fatigue :

a) la fatigue associée à un grand nombre de cycle : c'est la plus courante, les niveaux de contraintes qui la provoquent sont sensiblement inférieurs à celui de la contrainte d'écoulement des matériaux. La rupture a lieu sans aucune déformation permanente et la déformation produit dans les limites du domaine élastique.

b) La fatigue plastique associée à un petit nombre de cycles (fatigue oligocyclique) : c'est celle qu'on rencontre dans le cas de fil de métal plié et déplié. Les déformations imposées à la pièce sont telles qu'à chaque cycle de chargement, celle-ci subit une déformation permanente. La fatigue plastique n'est tolérable que dans certaines situations bien contrôlées. (05)



Figure 13 : cassure de la cloche de coupe

Chapitre III : Analyse fiabiliste de la découpeuse P4

III.1. Introduction sur la fiabilité :

La vie d'un matériel est composée des périodes de fonctionnement, des périodes d'accident, d'une phase de déclin et d'une fin, cette vie purement physique nous laisse dire que la sûreté à 100% dans cet équipement ou un système donné n'existe pas.

La fiabilité est une méthode qui permet la gestion des équipements, qui ont été élaborées dans le but d'évaluer rigoureusement le degré de confiance d'un matériel et d'étudier la chance de survie d'un équipement donnée à un moment précis et dans des conditions de marche définies.[07]

III.1.1. Définition :

« La fiabilité est l'aptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise, dans des conditions d'utilisation données, pendant une période de temps donné ».

III.1.2. objectif :

Utilisée depuis bientôt une dizaine dans l'industrie, le concept de fiabilité permet à l'aide de renseignements statistiques recueillies pendant la vie du matériel :

- De mesurer une garantie dans le temps.
- Dévaluer une garantie de degré de confiance.
- Déchiffrer une durée de vie.
- Dévaluer une précision du temps de bon fonctionnement.
- De calculer le risque pris.
- De déterminer la stratégie d'entretien.

III.1.3. La fonction de défaillance :

Relation mathématique :

$$F(t) = P(T \leq t) = \int_0^t f(t) dt$$

Interprétation :

C'est la probabilité de tomber en panne (avoir une défaillance) sur l'intervalle de temps [0,t].

III.1.4. la fonction de fiabilité :

Relation mathématique :

$$R(t) = P(T_f > t) = \int_t^{+\infty} f(t) dt$$

Interprétation : c'est la probabilité de fonctionnement, sans défaillance, sur l'intervalle de temps $[t, \infty]$.

III.1.5. Temps moyen de bon fonctionnement :

Relation mathématique :

$$MTBF = E(T_f) = \int_0^{+\infty} t f(t) dt = \int_0^{+\infty} R(t) dt$$

Interprétation :

La moyenne des temps de bon fonctionnement, notée MTBF, entre deux défaillances successives correspond à l'espérance mathématique de la variable aléatoire T_f .

III.1.6. Le taux de défaillance :

Relation mathématique :

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

III.1.7. La courbe en baignoire :

L'évolution du taux de défaillance $\lambda(t)$ se présente sous la forme d'une courbe dite en baignoire[07]

Représentation graphique

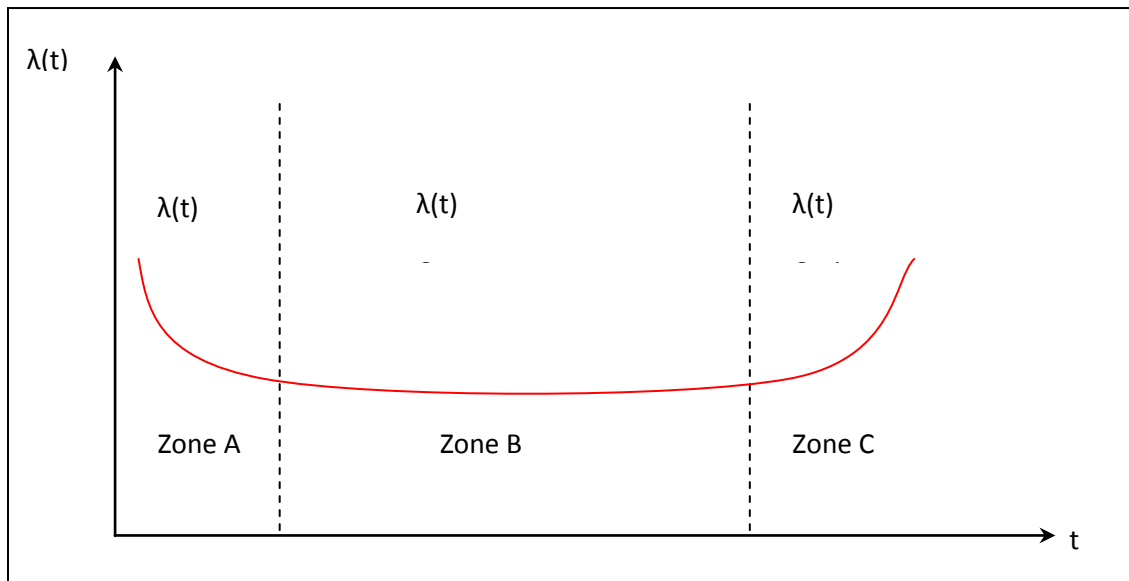


Figure16: Courbe en baignoire

Interprétation :

On distingue trois périodes de vie :

A) Jeunesse : (mortalité infantile, défaillance précoce).

- En état de fonctionnement à l'origine (mise en service).
- Période de rodage (pour les systèmes mécaniques).
- Période de déverminage (pour les systèmes électroniques).

B) Maturité : (période de vie utile, défaillances aléatoires).

- Période de rendement optimal du matériel.
- Taux de défaillance constant.
- Les défaillances apparaissent sans dégradation préalable visible, par des causes diverses, suivant un processus de poisson (défaillances aléatoires).[07]

C) Vieillesse :

- Un mode de défaillance prédominant, généralement visible, entraîne une dégradation accélérée, à taux de défaillance croissant.
- A un certain seuil de $\lambda(t)$, le matériel est mort il est alors déclassé, puis rebuté ou par fois reconstruit. La détermination de θ (seuil de réforme), est obtenue à partir de critères technico-économiques.

III.2. Le modèle de Wei bull (mathématicien suédois) :**III.2.1. Domaine d'utilisation :**

C'est un modèle probabiliste particulièrement bien adapté à l'étude statistique des pannes, (domaine mécanique).

Il est très souple, car la loi de probabilité a trois paramètres qui permettent d'ajuster correctement toutes sortes de résultats.

Contrairement au modèle exponentiel (étudié ci-après), la lois de probabilité de Wei bull couvre les cas où le taux de défaillance est variable et permet donc de s'ajuster aux périodes de jeunesse et d'obsolescence.

Son utilisation implique la saisie des résultats des temps de bon fonctionnement entre deux défaillances.

La détermination des paramètres permettra d'évaluer la MTBF.[07]

III.2.2. Expressions mathématiques :

Soit T_f la variable aléatoire continue distribuée suivant une loi de probabilité de Wei bull alors :

III.2.3. La densité de probabilité :

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^\beta}. \quad \text{Avec } t \geq \gamma \quad (1)$$

β paramètre de forme $\beta > 0$;

η paramètre d'échelle $\eta > 0$;

γ paramètre de position $\gamma \in \mathfrak{R}$.

III.2.4.La fonction de réparation :

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \quad \text{Avec } t \geq \gamma \quad (2)$$

III.2.5.La fonction de fiabilité :

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \quad \text{Avec } t \geq \gamma \quad (3)$$

Remarque : pour $\gamma=0$ et $\beta=1$, on trouve la distribution de probabilité exponentielle (cas particulier de la loi de probabilité de Weibull)

Dans ce cas : $\lambda = \frac{1}{\eta}$

III.2.6.Le taux de défaillance :

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} \quad \text{Avec } t \geq \gamma \quad (4)$$

III.2.7.Exploitation :

- Si $\beta < 1$ alors $\lambda(t)$ décroît, c'est la période de jeunesse (rodage, déverminage).
- Si $\beta = 1$ alors $\lambda(t) = \frac{1}{\eta}$ (constant) on a l'indépendance du processus et du temps.
- Si $\beta > 1$ alors $\lambda(t)$ croît, c'est la période d'obsolescence que l'on peut analyser plus finement pour orienter un diagnostic.

1. Si $1,5 < \beta < 2,5$: phénomène de fatigue.
2. Si $3 < \beta < 4$: phénomène d'usure, (débute au temps $t = \gamma$).
3. Si $\beta \approx 3,5$: la densité de probabilité est symétrique, la distribution de probabilité est normale. Alors que le matériel électronique monte une longue phase de vie à taux de défaillance constant, le matériel mécanique,

de par les phénomènes d'usure, ne montre pas de paliers dans la courbe en baignoire et doit être modélisé par la loi de Weibull.[07]

III.2.8. La moyenne des temps de bon fonctionnement :

$$MTBF = \gamma + \eta [1 + 1/\beta] \quad (5)$$

III.2.9. Durée de vie associée à un seuil de fiabilité p :

Nous avons vu que l'on peut associer à tout instant t une probabilité R (t).

Réciproquement, il est souvent intéressant, à partir d'un niveau de probabilité p, de trouver l'instant correspondant.

Développement :

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} = P \quad (6)$$

Prenons le logarithme népérien des deux nombres :

$$\text{Ln}(P) = -\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta$$

$$\text{Ln}\left(\frac{1}{P}\right) = \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta$$

$$\left(\text{Ln}\left(\frac{1}{P}\right)\right)^{\frac{1}{\beta}} = \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)$$

$$t = \gamma + \eta \left(\text{Ln}\left(\frac{1}{P}\right)\right)^{\frac{1}{\beta}} \quad (7)$$

Cette durée de vie est estimée dès lors que l'on a déterminé les trois paramètres de la loi de probabilité de Weibull.[07]

III.3. Signification des paramètres β , η et γ :

III.3.1. Le paramètre de forme β :

β Est un nombre sans dimension. Il définit l'allure de la distribution de probabilité de Weibull.

Il permet d'adapter la forme des courbes $\lambda(t)$ aux différentes phases de vie d'un matériel (courbe en baignoire).

Il peut également servir d'indicateur pour un diagnostic, les valeurs β étant caractéristiques d'un mode de défaillance.

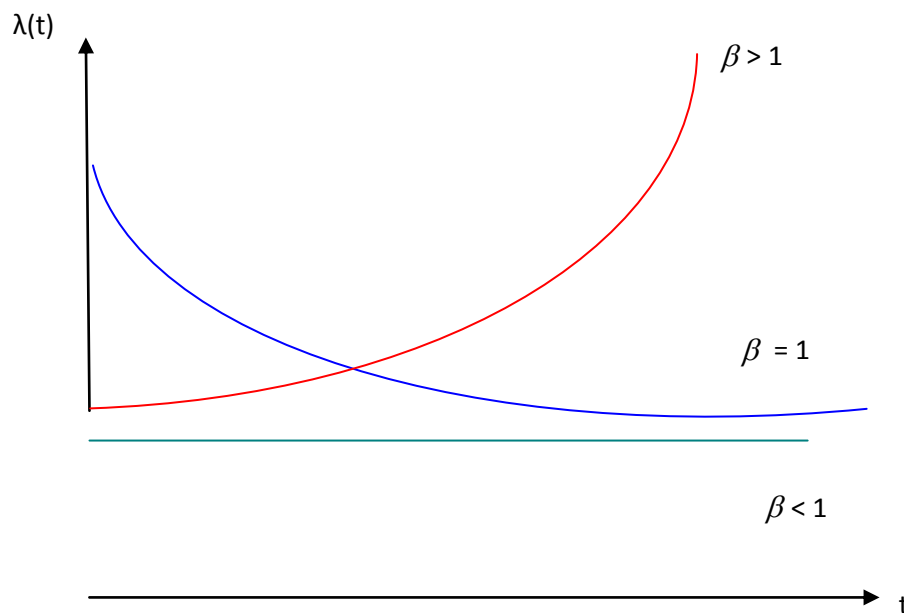


Figure17: paramètre de forme β

III.3.2. Le paramètre de position γ (en unité de temps) :

Il est aussi appelé paramètre de localisation, de repérage ou de décalage, γ indique la date de début des défaillances.

- Si $\gamma > 0$, il y a survie totale $t = 0$ et $t = \gamma$;

Si $\gamma = 0$, les défaillances débutent à l'origine des temps ;

Si $\gamma < 0$, les défaillances ont débutés avant l'origine des temps[07]

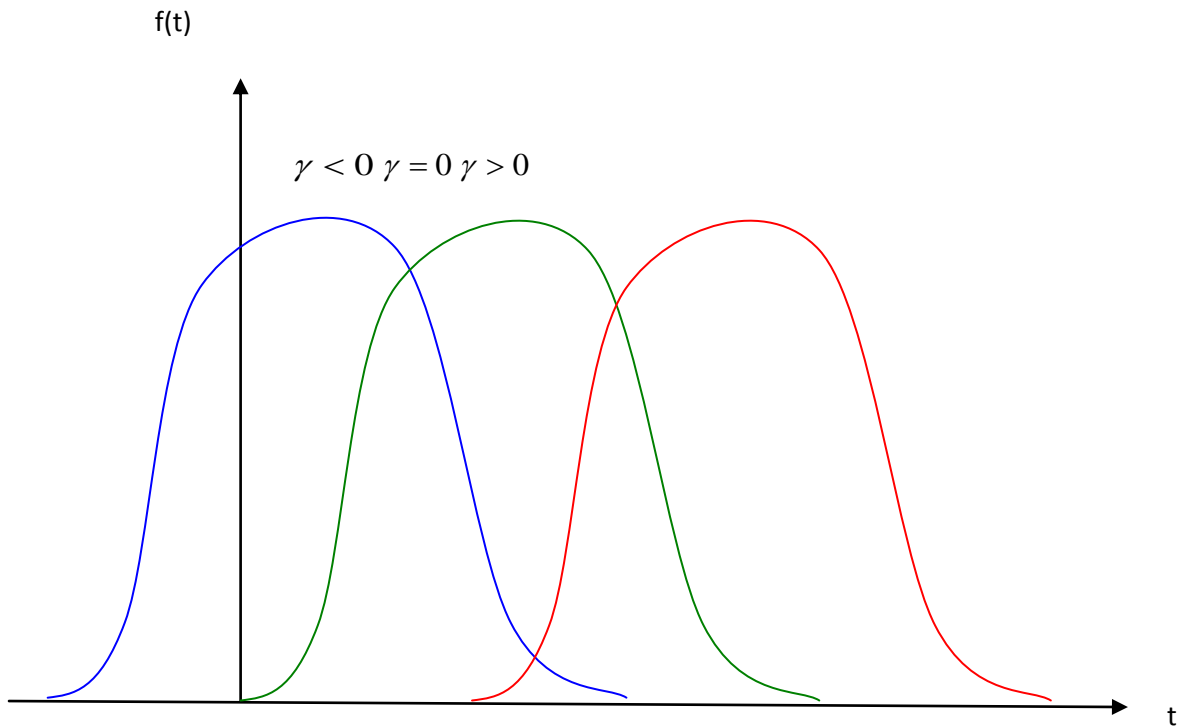


Figure18: paramètre de position γ

III.3.3. Le paramètre d'échelle η (en unité de temps) :

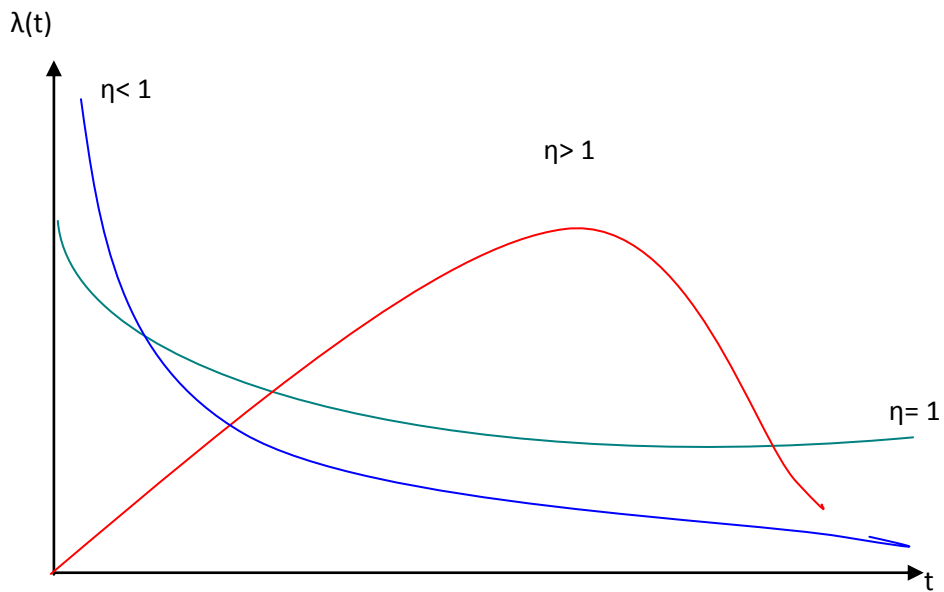


Figure 19 : Le paramètre d'échelle η

III.3.4. Utilisation du papier de Wei bull :

1- Préparation des données (tableau de dépouillement)

Ordre i	T B Fi	Ni	$\sum N_i$	F(t) × 100[%]
_____	_____	_____	_____	_____

2) Tracé du nuage des points M (f(i),t)

3) Tracé de la droite D1:

Deux cas sont possibles:

- L'ajustement du nuage par une droite es possible, dans ce cas $\gamma = 0$;
- Nous trouvons une courbe C₁, dans ce cas, $\gamma \neq 0$;

La valeur de γ sera déterminée par la technique de redressement de la courbe, détaillé au paragraphe 2.

4) La droite D₁ coupe l'axe A (t, η) à l'abscisse t = η

Justification : quand $y = 0$. $\Rightarrow \ln(t-\gamma) = \ln t = \ln \eta$ donc $t = \eta$

5) β est la pente de D₁, pour obtenir sa valeur, nous traçons la droite D₂ parallèle à D₁ passant le point $\eta = 1$ (Origine x, y) la droite D₂ coupe b en un point qui donne la valeur de β . [07]

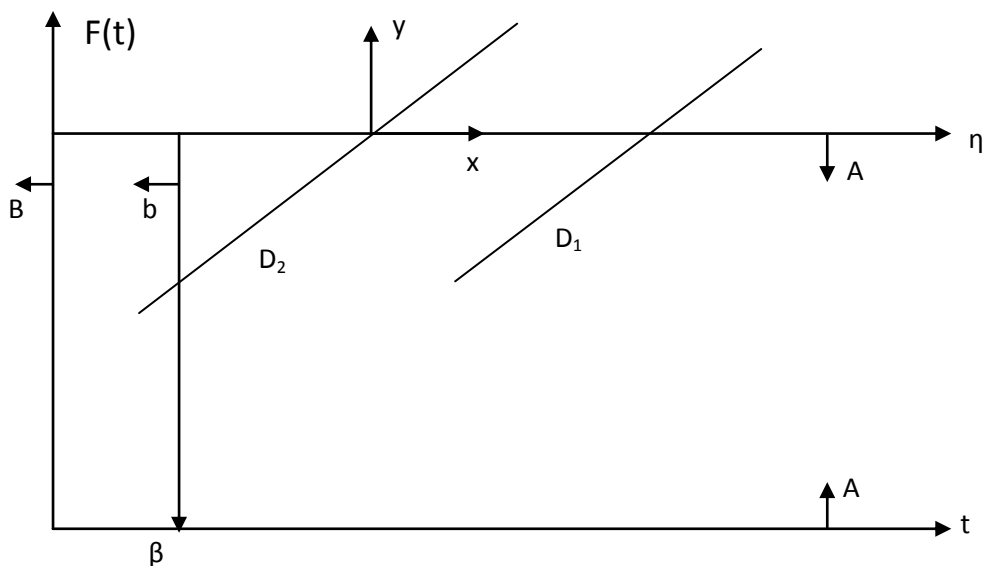


Figure20 : papier de Wei bull

III.4. Tableau récapitulatif des formules appliquées au modèle de Weibull :

Notion	Explication
$f(t)$	$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^\beta}$ Fonction de densité
$F(t)$	$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^\beta}$ Fonction de répartition théorique
$R(t)$	$R(t) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^\beta}$ Fonction de fiabilité
$E(t) = \text{MTBF}$	$E(t) = \text{MTBF} = \gamma + \eta \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) = \gamma + A.\eta$ Espérance mathématique ou moyenne de temps de bon fonctionnement
σ	$\sigma = \sqrt{V(t)} = B.\eta$ Ecart type
$\lambda(t)$	$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^{\beta-1}$ Taux de défaillance

III.4.1. Préparation des données :

Les données d'études de fiabilité proviendront le plus souvent des fiches historiques de défaillance par fois des résultats d'essai.

Dans tous les cas, nous calculerons les TBF, et les classerons par ordre croissant le nombre de TBF enregistré est N taille de l'échantillon.

- . Si $N > 50$: Nous regroupons les TBF par classes.

Dans ce cas, la fréquence cumulée :

$F(i) = \frac{\sum n_i}{N}$ F(i) est très voisine de la fonction de répartition f(t) de la loi de

Wei bull.

- Si $20 < N < 50$: Nous utiliserons alors la formule d'approximation des rangs moyens :

$$F(i) = \frac{\sum n_i}{N + 1}$$

- Si $N < 20$, nous utiliserons la formule d'approximation des rangs médians :

$$F(i) = \frac{\sum n_i - 0,3}{N + 0,4}$$

III.5.L'application :[08]**III.5.1.Historique des pannes de l'année 2015** :

N°	Date d'arrêt	temps d'arrêts	observation
1	12/01/2015	30 min	problème d'ondulation
17	13/03/2015	60min	réglage de la cuvette
33	14/06/2015	40min	changement de la ventouse
10	16/02/2015	45min	bouillage au niveau de magasin
25	11/04/2015	60min	endommagement cloche de coupe
16	12/03/2015	45min	réglage
24	09/04/2015	120min	changements de l'outil
32	02/06/2015	30min	changement l'outil
42	10/09/2015	300min	problème d'axe d'éjecteur
4	21/01/2015	20min	bouillage au magasin plusieurs fois à cause de mp
30	26/05/2015	30min	problème de lubrification
14	09/03/2015	210min	bouillage au niveau des outils+bouillage au niveau de magasin
44	25/09/2015	40 min	problème de la pompe de graissage
9	07/02/2015	180min	presse+ jointeuse réglage la sortir des fonds
13	07/03/2015	75min	réglage la synchronisation de ourleuse
26	15/04/2015	180min	problème au niveau de l'outil
15	11/03/2015	225min	réglage les paramètresde la cuvette
2	18/01/2015	80min	défaut de lubrification
3	20/01/2015	60min	plusieursbouillages au magasin
5	24/01/2015	90min	plusieursbouillages au magasin
40	20/08/2015	30min	nettoyage
19	24/03/2015	75min	bouillage au magasin problème des ventouse
12	05/03/2015	960min	changement de format
11	20/02/2015	105min	bouillage au niveau de magasin des fonds
43	13/09/2015	300min	problème sur l'outil
35	28/06/2015	900min	synchronisation de jointeuse
18	14/03/2015	85min	nettoyage de filtre+arrêt de four
8	01/02/2015	45min	problème de lubrification et les doigts de transport
6	29/01/2015	60min	réglage de convoyeur de sortir de couvercle jointeuse
7	31/01/2015	170min	fuit d'huile+nettoyage+changement de la conduite d'huile+remplissage+fuit d'huile
20	27/03/2015	32min	à cause de la Postoli et la boucle + nettoyage
29	05/05/2015	540min	frottement du band
41	21/08/2015	180min	manque des bandes
27	16/04/2015	1020min	problème électrovanne

45	10/09/2015	300min	problème d'axe d'éjecteur
34	27/06/2015	60min	défaut de jointeuse
22	31/03/2015	45min	synchronisation de jointeuse
28	21/04/2015	480min	frottement et déformation de couvercle et le serrage des doigt
31	30/05/2015	105min	problème des ondulations
39	13/08/2015	480min	réglage sur la machine
48	04/10/2015	480min	problème de la cloche de coupe
21	28/03/2015	80min	remplissage de joint
23	08/04/2015	45min	nettoyage de l'outil
46	13/09/2015	300min	problème sur l'outil
47	25/09/2015	40 min	problème de la pompe de graissage
37	15/07/2015	40min	bourrage
36	06/07/2015	300min	endommagement cloche de coupe
38	19/07/2015	240min	

Tableau 01: l'historique des pannes

III.5.2. Calcul de la TBF:

N°	Date d'arrêt	temps d'arrêt	TBF
1	12/01/2015	30 min	143,5
2	18/01/2015	80min	46,66
3	20/01/2015	60min	23
4	21/01/2015	20min	47,66
5	24/01/2015	90min	22,5
6	29/01/2015	60min	23
7	31/01/2015	170min	21,16
8	01/02/2015	45min	23,25
9	07/02/2015	180min	141
10	16/02/2015	45min	23,25
11	20/02/2015	105min	142,25
12	05/03/2015	960min	32
13	07/03/2015	75min	46,75
14	09/03/2015	210min	20,5
15	11/03/2015	225min	20,25
16	12/03/2015	45min	23,25
17	13/03/2015	60min	23
18	14/03/2015	85min	46,58
19	24/03/2015	75min	70,75
20	27/03/2015	32min	23,46
21	28/03/2015	80min	70,66
22	31/03/2015	45min	95,25

23	08/04/2015	45min	23,25
24	09/04/2015	120min	46
25	11/04/2015	60min	71
26	15/04/2015	180min	21
27	16/04/2015	1020min	103
28	21/04/2015	480min	328
29	05/05/2015	540min	159
30	26/05/2015	30min	23,5
31	30/05/2015	105min	70,25
32	02/06/2015	30min	287,5
33	14/06/2015	40min	119,33
34	27/06/2015	60min	23
35	28/06/2015	900min	9
36	06/07/2015	300min	211
37	15/07/2015	40min	71,33
38	19/07/2015	240min	428
39	13/08/2015	480min	160
40	20/08/2015	30min	23,5
41	21/08/2015	180min	285
42	10/09/2015	300min	67
43	13/09/2015	300min	283
44	25/09/2015	40 min	95,33
45	10/09/2015	300min	67
46	13/09/2015	300min	283
47	25/09/2015	40 min	95,33
48	04/10/2015	480min	232

Tableau02 : TBF

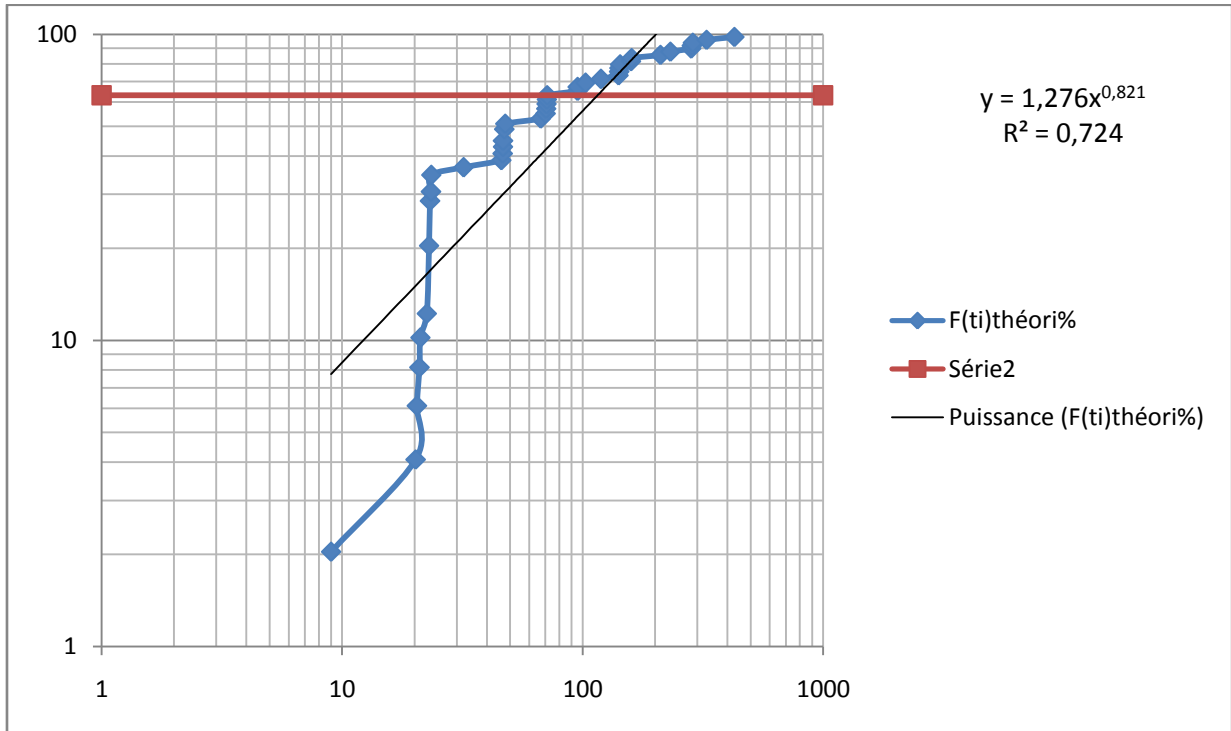
III.5.3. Classement des TBF et calcul des F (ti) :

range	TBF (h)	ni	$\sum ni$	F (ti)	F (ti)%
1	9	1	1	0,020408163	2,040816327
2	20,25	1	2	0,040816327	4,081632653
3	20,5	1	3	0,06122449	6,12244898
4	21	1	4	0,081632653	8,163265306
5	21,16	1	5	0,102040816	10,20408163
6	22,5	1	6	0,12244898	12,24489796
7	23	4	10	0,204081633	20,40816327
8	23,25	4	14	0,285714286	28,57142857
9	23,46	1	15	0,306122449	30,6122449
10	23,5	2	17	0,346938776	34,69387755
11	32	1	18	0,367346939	36,73469388
12	46	1	19	0,387755102	38,7755102
13	46,58	1	20	0,408163265	40,81632653

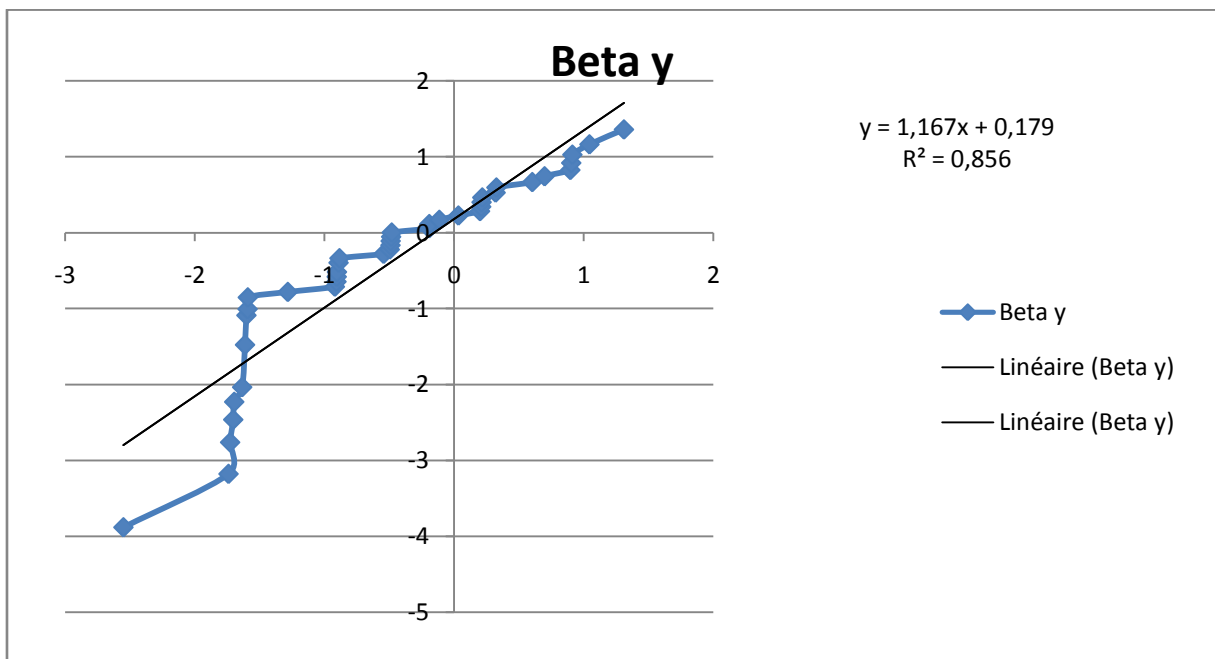
14	46,66	1	21	0,428571429	42,85714286
15	46,75	1	22	0,448979592	44,89795918
16	47,33	2	24	0,489795918	48,97959184
17	47,66	1	25	0,510204082	51,02040816
18	67	1	26	0,530612245	53,06122449
19	70,25	1	27	0,551020408	55,10204082
20	70,66	1	28	0,571428571	57,14285714
21	70,75	1	29	0,591836735	59,18367347
22	71	1	30	0,612244898	61,2244898
23	71,33	1	31	0,632653061	63,26530612
24	95,25	1	32	0,653061224	65,30612245
25	95,33	1	33	0,673469388	67,34693878
26	103	1	34	0,693877551	69,3877551
27	119,33	1	35	0,714285714	71,42857143
28	141	1	36	0,734693878	73,46938776
29	142,25	1	37	0,755102041	75,51020408
30	142,66	1	38	0,775510204	77,55102041
31	143,5	1	39	0,795918367	79,59183673
32	159	1	40	0,816326531	81,63265306
33	160	1	41	0,836734694	83,67346939
34	211	1	42	0,857142857	85,71428571
35	232	1	43	0,87755102	87,75510204
36	283	1	44	0,897959184	89,79591837
37	285	1	45	0,918367347	91,83673469
38	287,5	1	46	0,93877551	93,87755102
39	328	1	47	0,959183673	95,91836735
40	428	1	48	0,979591837	97,95918367

Tableau 03 : Classement des TBF et calcul des F (ti)

III.5.4. graphe pour déterminer A et B :



III.5.5. graphe pour déterminer beta :



Analyse des courbes :

D'après la courbe de Wei bull et la courbe de Beta, on peut déterminer les trois paramètres de la loi de Wei bull :

$$\gamma = 0h \text{ (parce qu'on a une droite)}$$

$$\eta = 115,459h$$

$$\beta = 1.167$$

III.5.6. La détermination de η et Beta, γ :

range	TBF	ni	η	Beta x	Beta y	Beta	γ
1	9	1	115,459	-4,748915489	-3,881528369	1,1674	0
2	20,25	1	115,459	-4,055768308	-3,881528369	1,1674	0
3	20,5	1	115,459	-3,6503032	-3,881528369	1,1674	0
4	21	1	115,459	-3,362621127	-3,881528369	1,1674	0
5	21,16	1	115,459	-3,139477576	-3,881528369	1,1674	0
6	22,5	1	115,459	-2,957156019	-3,881528369	1,1674	0
7	23	4	115,459	-2,80300534	-2,463249175	1,1674	0
8	23,25	4	115,459	-2,669473947	-2,463249175	1,1674	0
9	23,46	1	115,459	-2,551690911	-3,881528369	1,1674	0
10	23,5	2	115,459	-2,446330396	-3,177909127	1,1674	0
11	32	1	115,459	-2,351020216	-3,881528369	1,1674	0
12	46	1	115,459	-2,264008839	-3,881528369	1,1674	0
13	46,58	1	115,459	-2,183966131	-3,881528369	1,1674	0
14	46,66	1	115,459	-2,109858159	-3,881528369	1,1674	0
15	46,75	1	115,459	-2,040865287	-3,881528369	1,1674	0
16	47,33	2	115,459	-1,976326766	-3,177909127	1,1674	0
17	47,66	1	115,459	-1,915702145	-3,881528369	1,1674	0
18	67	1	115,459	-1,858543731	-3,881528369	1,1674	0
19	70,25	1	115,459	-1,804476509	-3,881528369	1,1674	0
20	70,66	1	115,459	-1,753183215	-3,881528369	1,1674	0
21	70,75	1	115,459	-1,704393051	-3,881528369	1,1674	0
22	71	1	115,459	-1,657873035	-3,881528369	1,1674	0
23	71,33	1	115,459	-1,613421273	-3,881528369	1,1674	0
24	95,25	1	115,459	-1,570861658	-3,881528369	1,1674	0
25	95,33	1	115,459	-1,530039664	-3,881528369	1,1674	0
26	103	1	115,459	-1,490818951	-3,881528369	1,1674	0
27	119,33	1	115,459	-1,453078623	-3,881528369	1,1674	0
28	141	1	115,459	-1,416710978	-3,881528369	1,1674	0
29	142,25	1	115,459	-1,381619659	-3,881528369	1,1674	0
30	142,66	1	115,459	-1,347718107	-3,881528369	1,1674	0
				-1,314928284	-3,881528369	1,1674	0

31	143,5	1	115,459	-1,283179586	-3,881528369	1,1674	0
32	159	1	115,459	-1,252407927	-3,881528369	1,1674	0
33	160	1	115,459	-1,222554964	-3,881528369	1,1674	0
34	211	1	115,459	-1,193567427	-3,881528369	1,1674	0
35	232	1	115,459	-1,16539655	-3,881528369	1,1674	0
36	283	1	115,459	-1,137997576	-3,881528369	1,1674	0
37	285	1	115,459	-1,111329329	-3,881528369	1,1674	0
38	287,5	1	115,459	-1,085353842	-3,881528369	1,1674	0
39	328	1	115,459	-1,06003603	-3,881528369	1,1674	0
40	428	1	115,459				0
			1				

Tableau04 : calcul de η et Beta, γ

III.5.7. Calcul de la fiabilité $R(t)$, taux de défaillance $\lambda(t)$ la répartition $F(t)$, densité de probabilité $f(t)$:

Rang	TBF	ni	Σni	R (ti)	F (ti)	λ (ti)	f (ti)
1	9	1	1	0,913019047	0,086980953	0,006596016	0,006022288
2	20,25	1	2	0,814853687	0,185146313	0,007555045	0,006156256
3	20,5	1	3	0,812796552	0,187203448	0,007570579	0,00615334
4	21	1	4	0,80869785	0,19130215	0,00760118	0,006147058
5	21,16	1	5	0,807390635	0,192609365	0,007610844	0,006144924
6	22,5	1	6	0,796525336	0,203474664	0,007689478	0,006124864
7	23	4	10	0,792508685	0,207491315	0,007717821	0,00611644
8	23,25	4	14	0,790507961	0,209492039	0,007731801	0,006112051
9	23,46	1	15	0,788831256	0,211168744	0,007743448	0,006108274
10	23,5	2	17	0,788512288	0,211487712	0,007745657	0,006107545
11	32	1	18	0,723575524	0,276424476	0,008156495	0,00590184
12	46	1	19	0,628070015	0,371929985	0,008667366	0,005443713
13	46,58	1	20	0,624397571	0,375602429	0,008685565	0,005423246
14	46,66	1	21	0,623892715	0,376107285	0,00868806	0,005420418
15	46,75	1	22	0,62332524	0,37667476	0,008690863	0,005417235
16	47,33	2	24	0,61968054	0,38031946	0,00870882	0,005396687
17	47,66	1	25	0,617616352	0,382383648	0,008718956	0,00538497
18	67	1	26	0,507918871	0,492081129	0,009230525	0,004688358
19	70,25	1	27	0,491499611	0,508500389	0,009304008	0,004572916
20	70,66	1	28	0,489466322	0,510533678	0,009313076	0,004558437
21	70,75	1	29	0,489021118	0,510978882	0,009315061	0,004555261
22	71	1	30	0,487786562	0,512213438	0,009320563	0,004546445

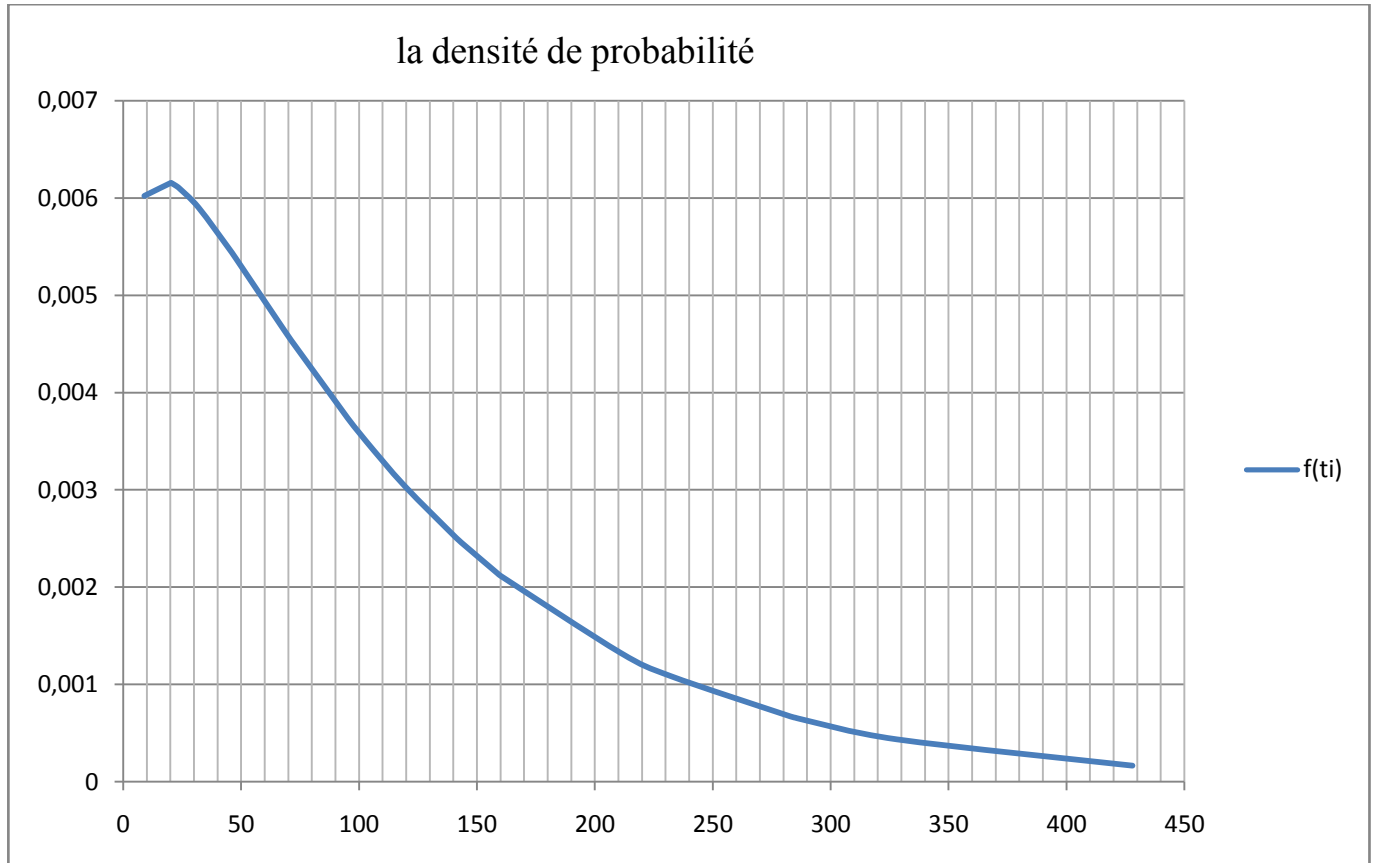
23	71,33	1	31	0,486161719	0,513838281	0,009327801	0,00453482
24	95,25	1	32	0,381720031	0,618279969	0,009790469	0,003737218
25	95,33	1	33	0,381411392	0,618588608	0,009791845	0,003734721
26	103	1	34	0,352950417	0,647049583	0,009919515	0,003501097
27	119,33	1	35	0,299230984	0,700769016	0,010166919	0,003042257
28	141	1	36	0,240353689	0,759646311	0,010454921	0,002512879
29	142,25	1	37	0,237335051	0,762664949	0,01047038	0,002484988
30	142,66	1	38	0,236353217	0,763646783	0,010475426	0,002475901
31	143,5	1	39	0,234354323	0,765645677	0,010485726	0,002457375
32	159	1	40	0,200359744	0,799640256	0,010667321	0,002137302
33	160	1	41	0,198344124	0,801655876	0,010678523	0,002118022
34	211	1	42	0,118432734	0,881567266	0,011184752	0,001324641
35	232	1	43	0,095776297	0,904223703	0,011363815	0,001088384
36	283	1	44	0,057188731	0,942811269	0,011748178	0,000671863
37	285	1	45	0,05604388	0,94395612	0,011762036	0,00065919
38	287,5	1	46	0,054644993	0,945355007	0,011779245	0,000643677
39	328	1	47	0,036283539	0,963716461	0,012042004	0,000436927
40	428	1	48	0,013200693	0,986799307	0,012590564	0,000166204

Tableau 05: calcul, $R(t)$, $\lambda(t_i)$, $F(t_i)$, $f(t_i)$ **III.5.8. Calcul de MTBF :**

$$MTBF = A\lambda + \gamma$$

$$A=1,2767 \quad B=0,8217$$

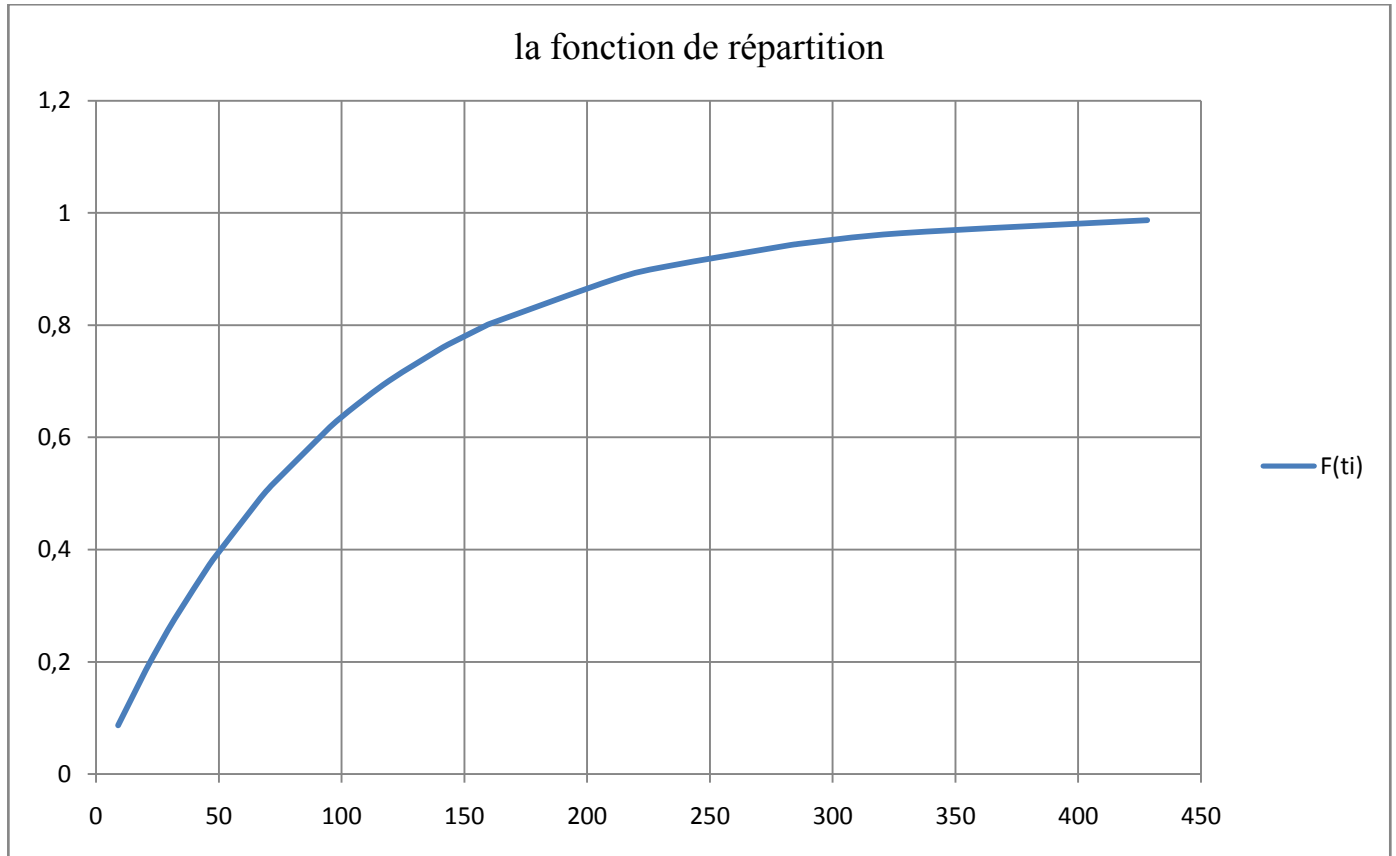
$$MTBF=147,4065053$$

III.5.9. Graphe de la densité de probabilité :**Figure21 : graphe de la densité de probabilité****Analyse :**

Cette fonction nous permet de voir la distribution des défaillances autour de la moyenne de temps de bon fonctionnement d'une machine. Est dans notre cas, la densité de probabilité à tendance se diminuer avec l'augmentation de la TBF.

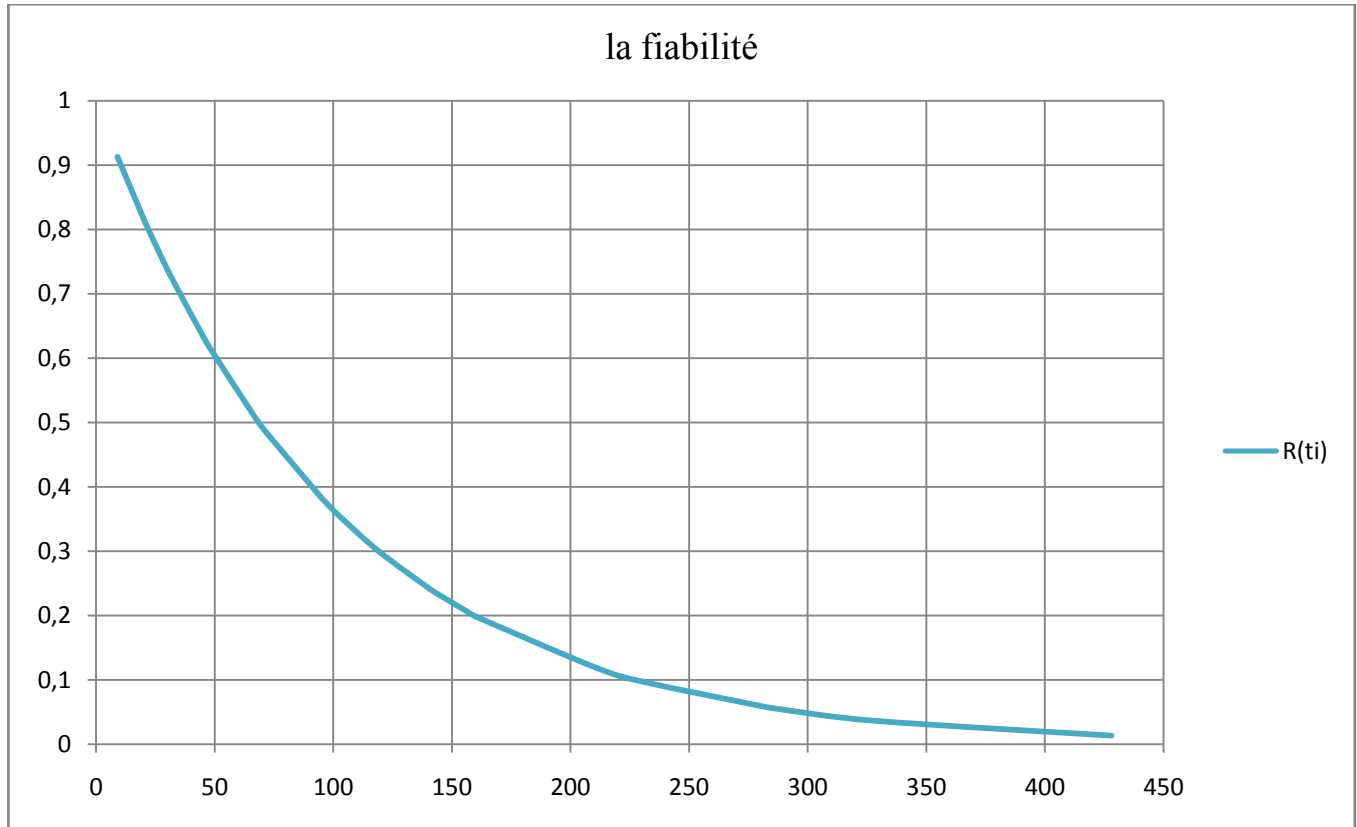
$$f(\text{MTBF})=0,0023$$

On a : 0,23% de chance pour que notre machine ne tombe pas en panne à $t=\text{MTBF}$

III.5.10. Graphe de la fonction de répartition :**Figure22 : graphe de la fonction de répartition****Analyse :**

Cette courbe de fonction de répartition montre que la réparation de la défaillance augmente avec le temps, et cela veut dire que notre équipement est dans l'état de dégradation.

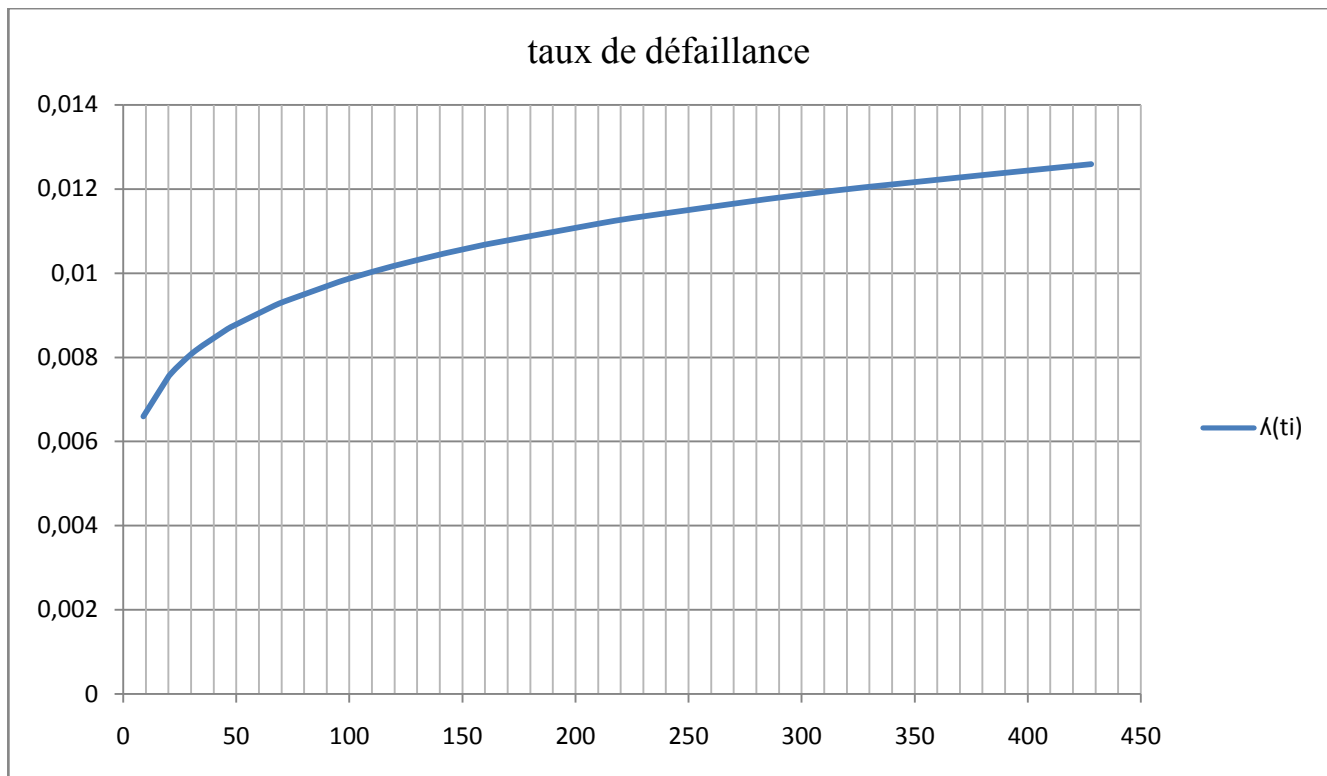
La probabilité d'avarie cumulée de $t=0$ à $MTBF=147,40$ étant $F(MTBF)=73,56\%$

III.5.11. Graphe de la fiabilité :**Figure23 : graphe de la fiabilité****Analyse :**

Selon l'exploitation des paramètres de papier Wei bull qui nous a donné la fiabilité. la $R(t)$ diminue avec l'augmentation de le TBF est $\beta=1,1674$ généralement on dit que cette valeur identifiée une période de Vieillesse mais dans notre cas on ne peut pas dire ça parce que notre machine il fabrique 800 couvercle par min veut dire 48000 dans une heure veut dire 7075200 dans 147,4 heure donc notre machine donne un bon rendement au niveau de la fabrication des pièces.

$$R(\text{MTBF})=0,2644$$

On a : 26,44 % de chance pour que notre machine P4 ne tombe pas en panne à $t = 147,40$

III.5.12. Graphe du taux de défaillance :**Figure24 : graphe du taux de défaillance****Analyse :**

En comparant la courbe en baignoire avec les résultats obtenus dans notre application, on constate que le taux de défaillance $\beta > 1$ alors $\lambda(t)$ croît identifiant la période de la Vieillesse, Un mode de défaillance prédominant, généralement visible, entraîne une dégradation accélérée, à taux de défaillance croissant.

Chapitre IV : contribution à l'amélioration de la fiabilité

IV. Le Diagramme de causes à effets :

Le Diagramme de causes et effets, ou diagramme d'Ishikawa, ou diagramme en arêtes de poisson ou encore 5M, est un outil développé par Kaoru Ishikawa en 1962¹ et servant dans la gestion de la qualité.

IV.1. Description et fonctionnement :

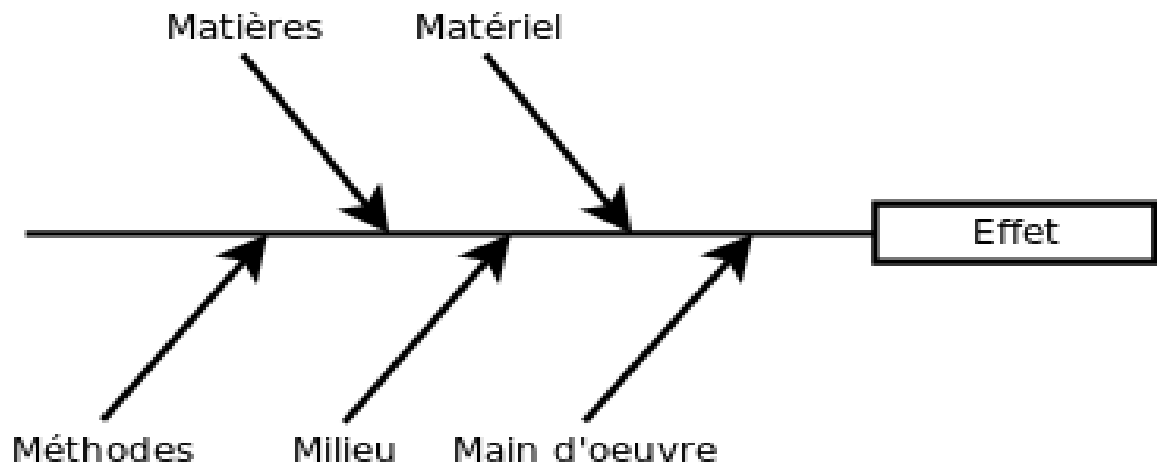
Ce diagramme représente de façon graphique les *causes* aboutissant à un *effet*. Il peut être utilisé comme outil de modération d'un remue-méninges et comme outil de visualisation synthétique et de communication des causes identifiées. Il peut être utilisé dans le cadre de recherche de cause d'un problème ou d'identification et gestion des risques lors de la mise en place d'un projet.

Ce diagramme se structure habituellement autour du concept des 5 *M*. Kaoru Ishikawa recommande de regarder en effet l'événement sous cinq aspects différents, résumés par le sigle et moyen mnémotechnique 5M :

1. Matière : les matières et matériaux utilisés et entrant en jeu, et plus généralement les entrées du processus.
2. Matériel : l'équipement, les machines, le matériel informatique, les logiciels et les technologies.
3. Méthode : le mode opératoire, la logique du processus et la recherche et développement.
4. Main-d'œuvre : les interventions humaines.
5. Milieu : l'environnement, le positionnement, le contexte.

Chaque branche reçoit d'autres causes ou catégories hiérarchisées selon leur niveau de détail.

Le positionnement des causes met en évidence les causes les plus directes en les plaçant les plus proches de l'arête centrale.



IV.1.2. Variantes :

Les termes « Moyens » ou « Machines » remplacent parfois la catégorie « Matériel ».

Une variante du diagramme est un diagramme structuré autour des « 6M » qui ajoute aux 5 domaines précédents celui de la « Mesure » : les causes correspondant à des biais ou des erreurs liés aux indicateurs utilisés pour chiffrer le phénomène à analyser.

Les entreprises de service utilisent une version étendue avec l'introduction du « 8M » qui rajoute à la précédente les catégories « Management » (qui peut être considérée comme incluse dans la catégorie « Main-d'œuvre ») et « Moyens financiers ».

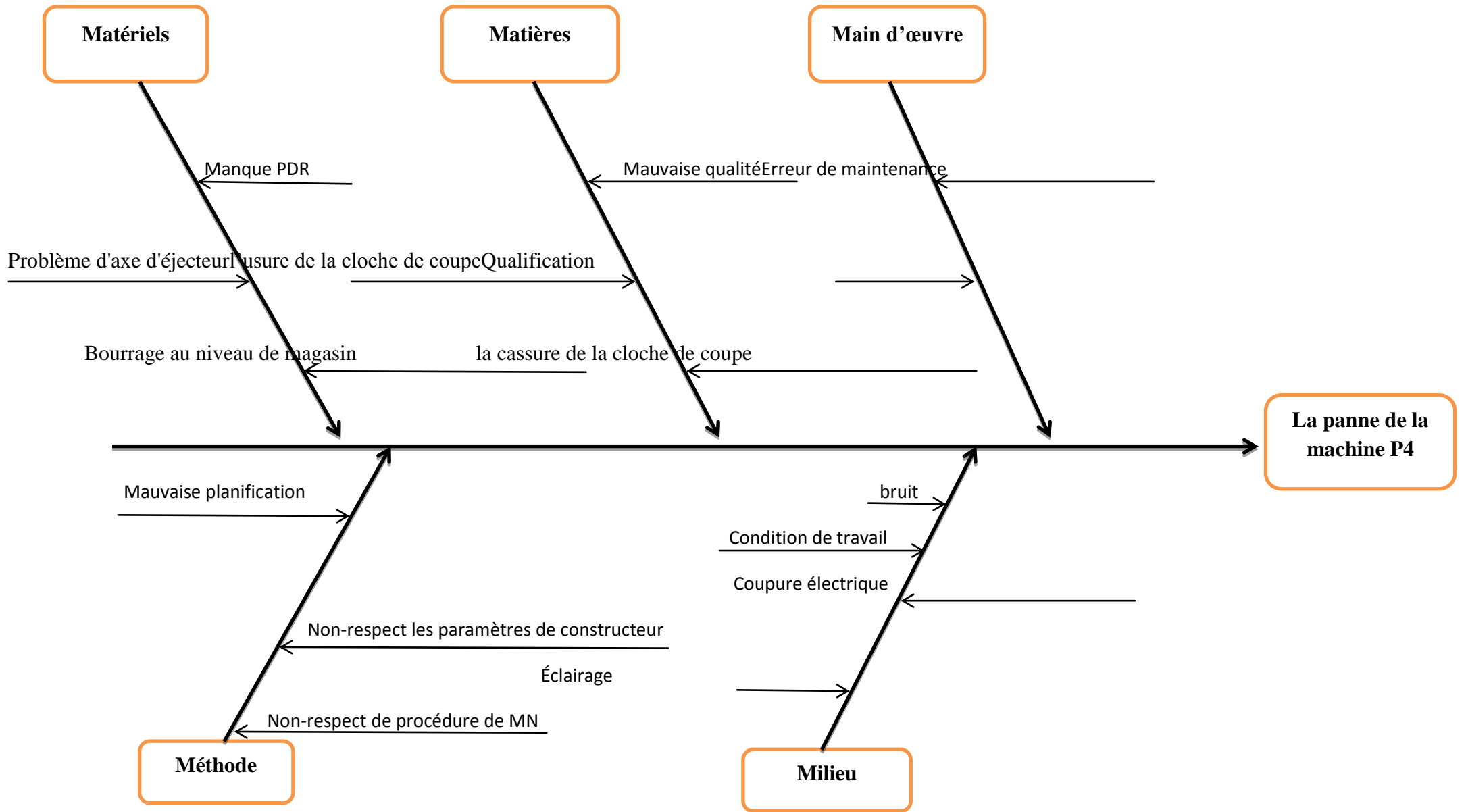
Une caractéristique peut également être ajoutée dans les univers de production avec un neuvième « M », celui de « Maintenance ». En effet, un équipement peut donner satisfaction à l'état neuf, être correctement homologué, répondre aux besoins pour lesquels il a été installé... mais un manque de maintenance au cours du temps peut être à l'origine de défauts, dysfonctionnements, pannes, etc.

On note également que la maintenance est une combinaison de « Main-d'œuvre », « Méthode » et « Matériel ».

L'arbre des causes peut être considéré comme une variante où les causes sont classées dans d'autres catégories, identifiées comme pertinentes lors de l'analyse.

IV.1.3. Efficacité du diagramme d'Ishikawa :

Cet outil sera d'autant plus efficace que le problème est bien circonscrit au départ. Il convient également d'assurer une interprétation univoque des éléments du diagramme auprès de toutes les personnes concernées. Le nombre de causes pouvant être très élevé, il convient de s'arrêter aux causes premières les plus importantes et sur lesquelles on est sûr de pouvoir agir efficacement. Mais le groupe n'a pas forcément toutes les réponses : les causes sur lesquelles il ne peut agir ne doivent pas être éliminées mais transmises à la direction.



IV.2. La Méthode ABC: Diagramme de PARETO

Un économiste italien, Vilfredo Pareto, en étudiant la répartition des impôts aux États-Unis constata que 20% des contribuables payaient 80% de la recette de ces impôts. D'autres répartitions analogiques ont pu être constatées ; ce qui a permis d'en tirer la loi des 20-80 ou la loi de Pareto. Cette loi peut s'appliquer à beaucoup de problèmes. C'est un outil efficace pour le choix et l'aide à la décision.

Le Diagramme de Pareto

Permet de classer sur un graphique, des éléments par ordre décroissant. Il est représenté soit sous forme de courbe, soit sous forme d'histogramme

La méthode ABC

Permet de distinguer les valeurs critiques, majeures et mineures en les séparant en trois zones: A, B et C.

Elle est souvent associée à la méthode des 80 / 20; la zone A correspondant généralement aux 80% des valeurs mesurées.

Exemple de répartitions appliquées à la maintenance :

20% des équipements représentent 80% des pannes.

20% des interventions représentent 80% des coûts de maintenance.

20% des composants représentent 80% de la valeur des stocks.

IV. 2.1. Objectif de cette méthode :

L'exploitation de cette loi permet de déterminer les principales causes de pertes à partir d'un historique (pannes, pertes matières, consommation de pièces, réclamations consommateurs, incidents de sécurité etc...). Il s'agit d'un outil de prise de décision qui permet de suggérer objectivement un choix d'éléments classés par ordre d'importance

Les résultats peuvent être présentés sous deux formes

- Une courbe croissante appelée courbe ABC
- Un histogramme dégressif qui permet également de distinguer les zones A, B et C.

Important: Il ne faut pas chercher de manière systématique à distinguer un 80 / 20 dans le classement des pertes. La répartition des pertes selon les zones A, B et C doit être logique et regrouper des valeurs selon 3 familles en retenant les critères suivants:

Zone A: Pertes devant engendrer des actions prioritaires

Zone B: Pertes à prendre en compte si solutions peu coûteuses

Zone C: Pertes ne justifiant pas d'action

IV. 2.2. Application numérique :

Le dépouillement du fichier historique des pannes de la machine presse p4 durant l'année 2015, nous a permis de dresser les résultats suivants et de les classer selon la règle de la loi ABC dans le tableau dressé ci-après :

Panne	Ni	F	F%	C%
panne mécanique	21	0,4375	43,75	43,75
réglage	10	0,2083333	20,833333	64,583333
panne électrique	5	0,1041667	10,416667	75
travaux modification	4	0,0833333	8,3333333	83,333333
manque de la matière 1er	3	0,0625	6,25	89,583333
panne instrumentation	2	0,0416667	4,1666667	93,75
essais	2	0,0416667	4,1666667	97,916667
manque personnel	1	0,0208333	2,0833333	100

Tableau06 : les résultats d'ABC

IV. 2.3. Diagramme de Pareto :

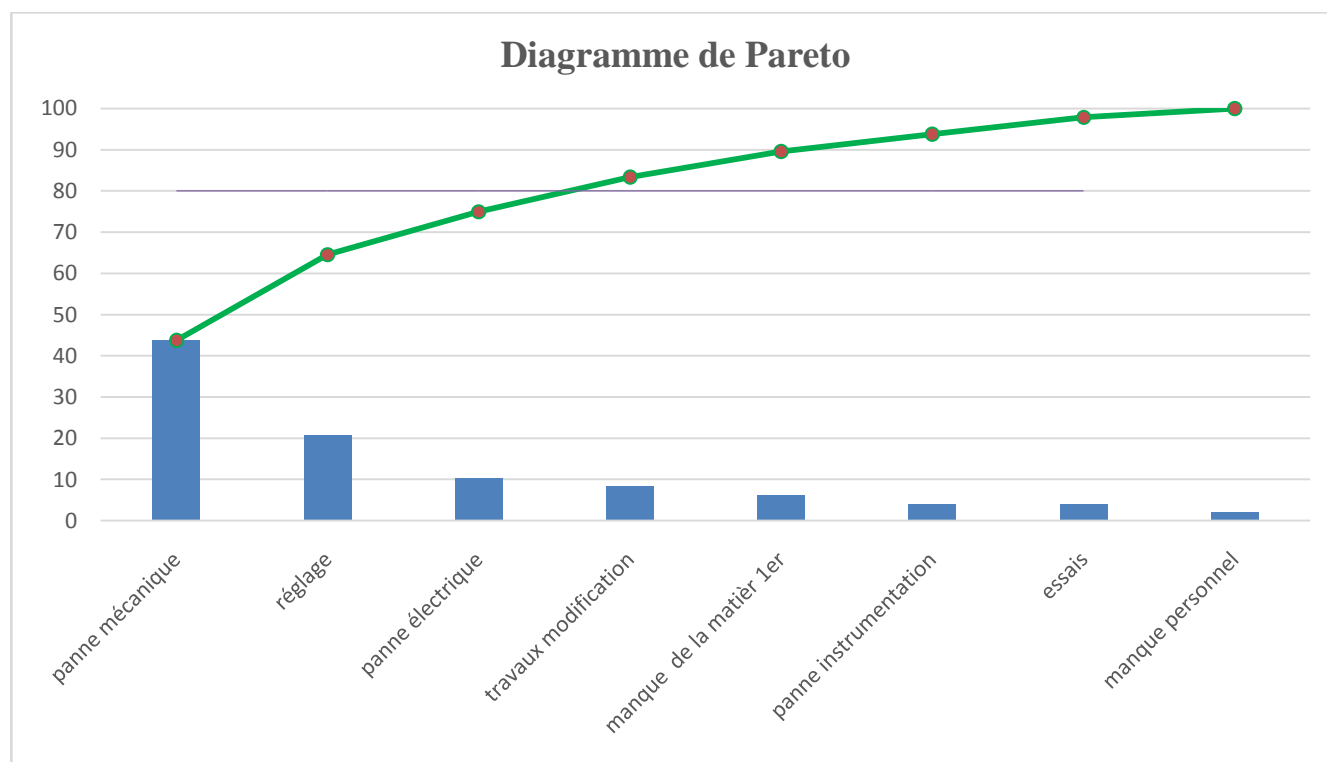


Figure 23: diagramme de Pareto

Analyse :

La panne mécanique représente 43,75% des pannes cumulées. Donc on peut donner des propositions pour résoudre ce problème :

Cela veut dire la première priorité doit être donnée à la maintenance de cette équipement .en choisissant la politique de maintenance adéquate. En théorie il est recommandé l'utilisation de préventif systématique donc augmenter la disponibilité de la machine.

Pour améliorer la fiabilité de la p4, il est nécessaire d'agir sur le sous-système les plus faibles.

Conclusions :

Dans ce travail, nous avons étudié la machine (découpeuse automatique) qui présente beaucoup de problème à l'entreprise. L'exploitation de l'historique nous a conduits à une analyse fiabiliste. On lui donne notre point de vue et des propositions d'après notre analyse pour contribuer à son amélioration au niveau de la fiabilité de la machine est connaitre d'après le diagramme de Pareto et Ichikawales vrais concerné par les pannes de la machines.

En effet, la démarche a pour finalité de cibler d'une manière efficace les actions de maintenance à mettre en œuvre. Le travail mène à évaluer les entités et les plans d'actions correspondants. Ce type d'analyse permet d'assurer un bon niveau de rendement des équipements, on concluons que La maintenance industrielle, qui a pour vocation d'assurer le bon fonctionnement des outils de production, est une fonction stratégique dans les entreprises. Intimement liée à l'incessant développement technologique, à l'apparition de nouveaux modes de gestion, à la nécessité de réduire les coûts de production, elle est en constante évolution. Elle n'a plus aujourd'hui comme seul objectif de réparer l'outil de travail mais aussi de prévoir et éviter les dysfonctionnements. Au fil de ces changements, l'activité des personnels de maintenance a également évolué, pour combiner compétences technologiques, organisationnelles et relationnelles.

La maintenance est indispensable pour garantir une productivité continue, fabriquer des produits de haute qualité et maintenir la compétitivité de l'entreprise.

Les références :

<http://www.mmb-dz.com/> (définition sur la MMB).(01)

http://www.graczyk.fr/lycee/IMG/pdf/09-10_ATI2_OI_Cours_Maintenance_CH2.pdf (02)

<http://www.snfbm.fr/Default.aspx?lid=1&rid=158&rvid=164> (04)

<http://www.techniques-ingenieur.fr/>(03)

Manuel de la machines (05)

<https://www.google.fr/#q=wikipedia>(06)

Définition sur la fiabilité (07)