



PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du

Diplôme d'Ingénieur d'Etat

Spécialité : Conception Mécanique et Innovation

**Mise en place d'un plan de la maintenance préventif au sein du service
mécanique**

Soutenu le 26 juin 2013

Par :

Mr. Kamal EL BOUZIDI

Jury:

- Pr. **A. ABOUTAJEDDINE** (DGM)
- Pr. **M. EL MAJDOUBI** (DGM)
- Pr. **B. HARRAS** (DGM)
- Mr. **A. FAKHREDDINE** (Ing.PLASTEX)

Encadrée par :

- Pr. **B. HARRAS** (DGM)
- Mr. **A. FAKHREDDINE** (PLASTEX)

© Kamal EL BOUZIDI

juin 2013

Année universitaire : 2012-2013

AVANT-PROPOS

Découvrir et pratiquer les techniques utilisées dans la production industrielle et être confronté aux contraintes temporelles et économiques, sont les principaux objectifs du stage de ce projet de fin d'études.

Dans cette optique, on a effectué notre stage au sein de l'unité de production PLASTEX MAROC.

Le thème retenu dans le cadre de ce stage est « La réalisation d'étude AMDEC d'atelier mécanique et la mise en place d'un nouveau système de la maintenance préventive au sein du service mécanique ».

La réalisation de ce rapport répond à plusieurs obligations posées à PLASTEX telles que la minimisation des actions de maintenance et la mise en place d'une gestion de maintenance assistée par ordinateur.

L'intérêt de ce stage dépasse largement le cadre universitaire dans lequel il s'inscrit. En effet, il nous a offert un savoir-faire, des compétences et des qualités professionnelles, et nous a permis de mettre en valeur les capacités personnelles d'initiative et d'autonomie, appréciables dans le monde du travail. Il nous a permis également de manifester des compétences et des motivations nécessaires pour aborder dans de bonnes conditions des études plus spécialisées.

REMERCIEMENTS

Au terme de notre projet de fin d'études, j'exprime mon profonde gratitude à Monsieur A.EL BARKANY, professeur responsable de la filière ingénieur en conception mécanique et innovation et à tout le corps administratif et professoral Pour leurs efforts considérables.

Nous présentons nos vifs remerciements et notre profonde gratitude à mon parrain industriel Abdellah FAKHREDDINE responsable maintenance, pour m'avoir donné l'opportunité de passer ce stage dans les meilleures Conditions de professionnalisme, matérielles et morales, et pour ses directives et conduites Dont il nous avait prodiguées à chaque fois qu'il était sollicité.

Je remercie chaleureusement Pr. Bilal HARRAS professeur à la FST de Fès pour son encadrement pédagogique, ainsi que pour l'intérêt avec lequel il a suivi la progression de mon travail, pour ses conseils efficaces, ses judicieuses directives et pour les moyens qu'il a mis à notre disposition pour la réussite de ce travail tout au long de ma période de projet.

Enfin je remercie l'ensemble du personnel de l'atelier mécanique, pour leur bienveillance et leur soutien.

MERCI !

RÉSUMÉ

Dans le cadre de la formation du cycle d'ingénieur filière « Génie Mécanique », on a effectué notre stage au sein du service maintenance mécanique de l'unité de production de PLASTEX MAROC.

Le sujet qui nous a été confié se résume comme suit : la minimisation des actions de maintenance et la mise en place d'un nouveau système de maintenance préventive. Ce travail se compose de deux grandes parties :

- 1^{ère} partie : il s'agit de faire une étude AMDEC (analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité) de l'ensemble des équipements névralgiques de l'atelier mécanique
- 2^{ème} partie : il s'agit de préparer la mise en place d'un plan de maintenance en réalisant des arborescences, des codifications et des listes de pièces de rechange.

Le premier chapitre de ce rapport est consacré à la présentation de l'usine PLASTEX MAROC et la description du processus de la production. Le deuxième chapitre regroupe une définition sur les différents outils utilisés dont AMDEC et Pareto. Dans le troisième chapitre analyse des principaux équipements, une étude critique de ces derniers a été réalisée. Dans le quatrième chapitre on présente les grilles AMDEC et les résultats d'analyse de Pareto. Nous présentons dans le cinquième chapitre les actions de maintenance à mener à travers des plans de maintenance, des arborescences et des codifications fonctionnelles, puis des listes de pièces de rechange. Et à la fin nous avons calculé le gain de cette étude faite pour valoriser notre travail.

Sommaire

AVANT-PROPOS	II
REMERCIEMENTS	III
RÉSUMÉ	IV
SOMMAIRE	V
TABLES DE FIGURES.....	IX
TABLES DE TABLEAUX	XI
INTRODUCTION.....	1
<i>CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE LA SOCIETE PLASTEX</i>	<i>2</i>
I.1 HISTORIQUE	3
I.2 FICHE TECHNIQUE DE PLASTEX MAROC	3
I.3 L'ACTIVITE :	3
I.4 ORGANIGRAMME DE LA SOCIETE	4
I.5 RESPONSABILITES DES DIFFERENTS DEPARTEMENTS	4
I.5.1 DEPARTEMENT QUALITE	5
I.5.2 DEPARTEMENT PRODUCTION	5
I.5.3 DEPARTEMENT MAINTENANCE	5
I.6 PROCESSUS DE FABRICATION DE LA GARNITURE D'EMBRAYAGE	6
I.7 LES ETAPES DE FABRICATION DE LA GARNITURE D'EMBRAYAGE	7
II. DESCRIPTION DU PROJET	12
II.1 DEFINITION DES PROBLEMES	12
II.2 CADRAGE DU PROJET	12
II.3 MAITRE D'OUVRAGE	12
II.4 MAITRE D'ŒUVRE	12
II.5 CONTEXTE PEDAGOGIQUE	12
II.6 BESOINS EXPRIMES PAR LE MAITRE D'OUVRAGE	13
II.7 CAHIER DES CHARGES	13
II.8 PLANIFICATION DES TACHES	13

CHAPITRE 2 : GENERALITES SUR L'AMDEC	15
I INTRODUCTION	16
I.1 DEFINITION DE L'AMDEC : AFNOR (NORME X-510)	16
I.2 PRINCIPES DE BASE	16
I.3 LES DIFFERENTS TYPES D'AMDEC ET LEUR OBJECTIF	16
I.4 LE BUT D'ETUDE AMDEC-MACHINE	17
I.5 DEMARCHE PRATIQUE DE L'AMDEC MOYEN	17
A) DEFINITION	18
B) OUTILS	18
✓ LA METHODE DE LA PIEUVRE	18
✓ L'ARBORESCENCE	19
II ANALYSE PARETO	20
II.1 DEFINITION	20
II.2 INTERET	20
II.3 METHODOLOGIE	21
CHAPITRE 3 : ÉTUDE FONCTIONNELLE	22
I.1 PROBLEMATIQUE	23
I.2 ELABORATION D'UN PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE	23
I.2.1 DOCUMENT TECHNIQUE DE CONSTRUCTEURS :	24
I.2.2 EXPERIENCES PROFESSIONNELLES :	24
I.2.3 ANALYSE HISTORIQUE	24
I.2.4 CONSTRUCTION D'UN GROUPE DE TRAVAIL	24
I.3 LE SUIVI DES ARRETS MACHINE PAR MOIS	25
I.4 HISTOGRAMME DE TEMPS D'ARRET PENDANT MOIS JANVIER	26
II. CABINE D'IMPREGNATION	27
II.1 DESCRIPTION DE FONCTIONNEMENT GENERAL DE LA CABINE D'IMPREGNATION	27
II.2 SYSTEME THERMIQUE	28
II.3 CHAMBRE DE SEJOUR	28

II.4	BAC D'IMPREGNATION	28
II.5	CARACTERISTIQUES ET CONDITIONS DE TRAVAIL	29
II.9.1	DIAGRAMME DE BETE A CORNE	31
II.9.2	DIAGRAMME PIEUVRE (OU GRAPHE DES INTERACTIONS)	32
II.9.3	DECOMPOSITION FONCTIONNELLE	34
III	PREFORMEUSE AUTOMATIQUE	36
III.1	DEFINITION DU SYSTEME	36
III.2	DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT GENERAL DE LA PREFORMEUSE AUTOMATIQUE	36
III.2.1	RELAIS DE PROTECTION :	37
III.2.2	ENCODEUR	37
III.2.3	SYSTEME CONE+ GABARIT	38
III.3	ANALYSE FONCTIONNELLE DE LA PREFORMEUSE AUTOMATIQUE	38
III.3.1	DIAGRAMME DE BETE A CORNE	38
III.3.2	DIAGRAMME PIEUVRE (OU GRAPHE DES INTERACTIONS)	39
III.3.3	DECOMPOSITION FONCTIONNELLE	40
IV	PRESSE DE MOULE	41
IV.1	DESCRIPTION DE FONCTIONNEMENT GENERAL DE LA PRESSE DE MOULE	41
IV.2	DEFINITION DE LA PHASE DE FONCTIONNEMENT	42
IV.3	ANALYSE FONCTIONNELLE	42
IV.3.3	DECOMPOSITION FONCTIONNELLE	43
	CHAPITRE 4 : RÉSULTATS DES ANALYSES (AMDEC ET PARETO)	44
I	GENERALITES	45
II	ÉCHELLE DE COTATION :	45
III	CABINE D'IMPREGNATION	47
III.1	GRILLE AMDEC	47
III.2	ANALYSE DE PARETO	54
IV	PREFORMEUSE AUTOMATIQUE	57
IV.1	GRILLE AMDEC	57

IV.2	ANALYSE DE PARETO	57
V	PRESSE DE MOULE.....	59
V.1	GRILLE AMDEC.....	59
V.2	ANALYSE DE PARETO	59
VI	CONCLUSION	61
	<i>CHAPITRE 5 : ÉLABORATION DU PLAN DE MAINTENANCE</i>	62
I.1	PLAN DE MAINTENANCE.....	63
I.2	FICHE DE LA MAINTENANCE PREVENTIVE	66
I.3	GESTION DES EQUIPEMENTS	67
I.4	GESTION DU STOCK	67
I.5	LE CHOIX DES PIECES DE RECHANGE :	67
I.6	CONCLUSION	71
	<i>CHAPITRE 6 : ETUDE ECONOMICO-TECHNIQUE</i>	72
.I	INTRODUCTION	73
.II	GAIN EN DISPONIBILITE	73
.III	INTERPRETATION	75
	CONCLUSION GÉNÉRALE	77
	BIBLIOGRAPHIE	78
	ANNEXE :	79

Tables de figures

	PAGE
FIGURE 1.2 : ORGANIGRAMME DE MAINTENANCE	6
FIGURE 1.3 : PROCEDE DE FABRICATION	7
FIGURE1.4 : CYCLE DE TRAITEMENT THERMIQUE N°1 QUALITE T1000.....	10
FIGURE1.5 : CYCLE DE TRAITEMENT THERMIQUE N°2 QUALITE T1000.....	10
FIGURE 1.6 : DIAGRAMME GANT DU PROJET.	14
FIGURE 2.1 : DIAGRAMME DE PIEUVRE	19
FIGURE 2.2 : DECOMPOSITION FONCTIONNELLE.....	19
FIGURE 2.5 : REGLE DU 20%-80%.	20
FIGURE 2.6 : UTILISATION DE LA LOI DE PARETO.	21
FIGURE 2.7 : METHODOLOGIE DU PARETO.	21
FIGURE3.1 : HISTOGRAMME INDIQUANT LE TEMPS D'ARRET DE CHAQUE MACHINE DE L'USINE/MOIS	26
FIGURE3.2 : CABINE D'IMPREGNATION	28
FIGURE 3.3 : SCHEMA GENERAL DE LA CABINE D'IMPREGNATION	30
FIGURE 3.4 : DIAGRAMME BETE A CORNE DE LA CABINE D'IMPREGNATION	31
FIGURE3.5: SYSTEME DE LA CABINE D'IMPREGNATION.....	32
FIGURE 3.6 : FONCTIONS DE CONTRAINTES ET PRINCIPALES DE MACHINE	33
FIGURE 3.7 : DECOMPOSITION DE LA CABINE D'IMPREGNATION	35
FIGURE 3.8 : SCHEMA GENERAL DE LA MACHINE PREFORMEUSE AUTOMATIQUE	36
FIGURE 3.9 : MACHINE DE PREFORMAGE AUTOMATIQUE	37
FIGURE 3.10 : DIAGRAMME BETE A CORNE DE LA PREFORMEUSE AUTOMATIQUE.....	39
FIGURE3.10 : LES FONCTIONS DE CONTRAINTES ET PRINCIPALES DE LA PREFORMEUSE AUTOMATIQUE	40
FIGURE 3.11 : PRESSE DE MOULAGE	42
FIGURE 3.12 : DIAGRAMME BETE A CORNE DE LA PRESSE DE MOULE	42
FIGURE 3.13 : FONCTION DE CONTRAINTES ET PRINCIPALE DE PRESSE DE MOULAGE...	43
FIGURE 4.1 COURBE DE PARETO DES ELEMENTS DE LA CABINE	55
FIGURE 4.2 COURBE DE PARETO DE PERFORMEUSE AUTOMATIQUE.....	58
FIGURE 4.3 COURBE DE PARETO DES ORGANES DE LA PRESSE DE MOULAGE	60
FIGURE 5.1 : FICHE DE LA MAINTENANCE PREVENTIVE.	66
FIGURE 6.1: MTBF PREFORMAGE	74

FIGURE 6.2 : DISPONIBILITE DE PREFORMAGE	74
FIGURE 6 .1 EVOLUTION DU DT ENTRE LE MOIS FEVRIER ET LE MOIS MAI.....	75
FIGURE I.1 ARBORESCENCE DE LA PREFORMEUSE AUTOMATIQUE.....	80
FIGURE I.2 ARBORESCENCE DE LA PRESSE DE MOULE	81
FIGURE IV.1 PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE MENSUEL.....	98
FIGURE IV.2 PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE ANNUEL.....	99

Tables de tableaux

	Page
Tableau 1.1 : Fiche technique de PLASTEX Maroc.....	3
Tableau 2.1 type d'AMDEC	17
Tableau3.1 : temps d'arrêt des machines de PLASTEX par mois en 2012	25
Tableau 3.2 Conditions de travail de la cabine d'imprégnation.....	29
Tableau4.1 Echelle de gravité	45
Tableau 4.2 Echelle de gravité	46
Tableau 4.3 Echelle de Non détection	46
Tableau 4.4 Echelle de la criticité	46
Tableau 4.5 Grille AMDEC de la cabine d'imprégnation	53
Tableau 4.6 Classification des organes de la cabine d'imprégnation et leurs criticités	54
Tableau 4.7 Limite des trois classes en fonction de la valeur de Rd	56
Tableau 4.8 Criticité des éléments de la préformeuse automatique.....	57
Tableau 4.9 Criticité des éléments de la presse de moule.....	59
Tableau 5.1 Plan de maintenance de la cabine d'imprégnation	65
Tableau 5.2 Liste des pièces de rechange de la cabine d'imprégnation.....	68
Figure 5.3 Liste des pièces de rechange de la préformeuse automatique	69
Figure 5.4 Liste des pièces de rechange de la presse de moule	70
Tableau 6.1 les indices de maintenances pour la machine de préformage automatique.	73
Tableau 6.2 : Indice de maintenance pour les machine du mois Mai	74
Tableau 6.3 : résultat de calcul de disponibilité et MTBF	75
Tableau II.1 : Grille AMDEC de la machine Préforme Automatique	82
Tableau II.2 : Grille AMDEC de la machine Presse moule.....	88
Tableau IV.1 Grille AMDEC de la machine Presse moule	92
Tableau III.1 : plan de maintenance du préformage automatique.....	95
Tableau III.2 : plan de maintenance de la presse de moule	97
Tableau V.1 : indice de maintenance de cabine d'imprégnation	100
Tableau V.2 : indice de maintenance du presse de moule	100

INTRODUCTION

Assurer la disponibilité, la fiabilité et la maintenabilité des équipements dans une chaîne de production sont les principaux objectifs dans le domaine industriel à nos jours. En effet, PLASTEX se prépare pour la mise en place nouveau plan de maintenance pour assurer le bon fonctionnement et la bonne utilisation des équipements.

Dans cette optique, il nous a été proposé de faire une analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC) sur l'ensemble des équipements névralgiques de l'atelier mécanique

Dans cette perspective, on a procédé à une étude fonctionnelle de l'ensemble des équipements névralgiques suivie d'une étude critique pour localiser les éléments critiques du système afin d'élaborer les actions à mener, tels qu'un plan de maintenance préventif, des arborescences fonctionnelles et la préparation d'une liste des pièces de rechange pour faciliter la gestion du stock.

***CHAPITRE 1* : PRESENTATION DE LA SOCIETE PLASTEX**

Cette partie du rapport est destinée à décrire le cadre général du Projet de fin d'études.

En premier lieu, nous allons commencer par une présentation de l'organisme d'accueil de ce stage qui est PLASTEX Maroc et le processus de fabrication.

Ensuite nous entamerons une description du sujet de PFE en spécifiant ses objectifs, son cahier de charge et la méthodologie à suivre pour les atteindre.

A la fin, nous présenterons en détails le programme du PFE en détaillant les tâches à effectuer, et leurs durées d'exécution.

I.1 Historique

Implanté à Tanger, PLASTEX MAROC bénéficie d'une situation géographique stratégique et s'étend sur 5000 m². C'est l'une des plus grandes sociétés d'Afrique dans le secteur de friction.

Certifié ISO/TSI 6949 :2002 depuis 2004, PLASTEX s'engage à fournir à ses clients la réponse appropriée à leur attente dans les meilleures conditions suivant le respect total des standards de qualité en vigueur dans le secteur automobile, c'est une société anonyme, créée en 1980, son capital est de 20 MDHs, son activité principale était limitée à la fabrication de garniture de friction pour camion.

Une première extension d'envergure a été mise en place pour la fabrication de garniture d'embrayage sous B.B.A Group.

En 1995 et dans le but d'améliorer structurellement la position de la société sur le plan industriel et commercial, un accord de coopération technique et commerciale a été signé avec APTEC GmbH pour le développement et la fabrication de garnitures d'embrayage écologiques (sans solvants et sans plomb).

Son activité de production a été étendue en 1999 aux matériaux tissés pour l'industrie, en 2002 aux garnitures de friction sous forme de rouleaux et en 2006 à l'assemblage des mâchoires de frein pour VL.

I.2 Fiche technique de PLASTEX MAROC

La figure 1.3 représente la fiche technique de YAZAKI Tanger.

Raison sociale de PLASTEX	PLASTEX MAROC
Forme Juridique	Société Anonyme
Capital social	20.000.000,00 dirhams
Siège social	Zone Industrielle, lot n° 46, Allée n° 2
Adresse postale	B.P n° 342, 90 000 Tanger Maroc
Téléphone	+212 (0)39 35 11 36 / 36 28 89
Fax	+212 (0)39 35 07 02
e- mail	quality@iam.ma

Tableau 1.1 : Fiche technique de PLASTEX Maroc

I.3 L'activité :

PLASTEX est une unité de fabrication de produits de friction :

- Garnitures de friction pour embrayage ;
- Garnitures de friction pour frein à tambour ;
- Matériaux tissés pour l'industrie ;
- Assemblage de mâchoires de frein pour véhicule de tourisme.
- PLASTEX importe et distribue également divers produits comme complément de gamme.

I.4 Organigramme de la société

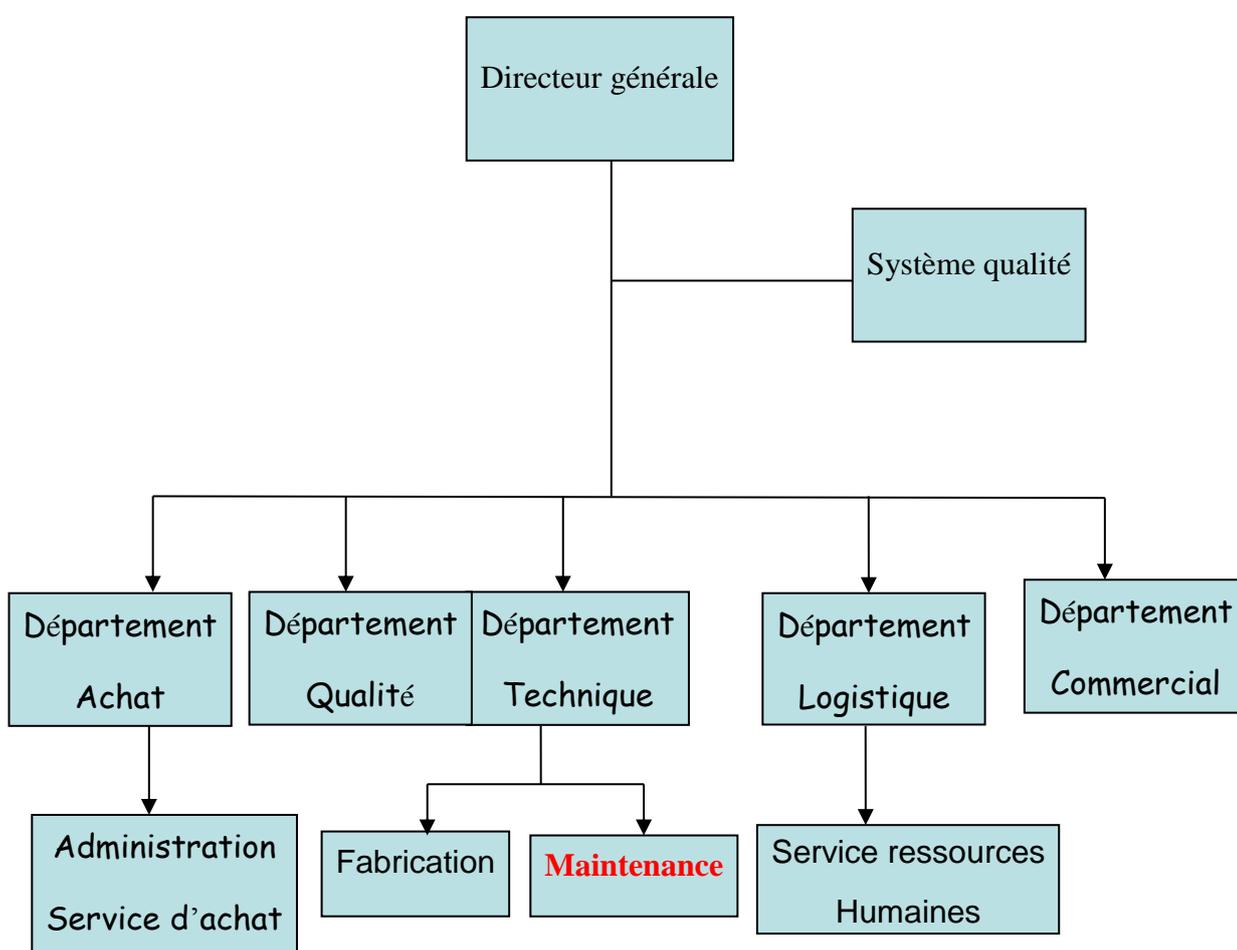


Figure 1.1 : Organigramme de PLASEX

I.5 Responsabilités des différents Départements

Chaque entreprise est obligée de partager les responsabilités entre son personnel pour pouvoir contrôler chacun par son travail affectée et pour cela PLASTEX Maroc organise ces postes entre certains départements parmi eux :

I.5.1 Département qualité

L'objectif du département qualité est de donner satisfaction complétée aux clients

Cet objectif doit reposer sur :

- La maîtrise de gestion quotidienne a tous les niveaux et par tout le monde.
- La réalisation du programme annuel des objectifs (PAO) par tous les départements.
- Le respect de tous les concepts de la qualité.
- L'amélioration continue du niveau de qualification de l'ensemble du personnel.

I.5.2 Département production

Le département production est dirigé par le directeur de production qui :

- Veille à la qualité des produits fabriqués.
- Contrôle et optimise la productivité des opérateurs.
- Veille au respect de l'application des instructions de travail.
- Optimise la gestion des flux de production.
- Veille sur l'état de l'équipement et sur la propriété des lieux de travail.
- Contrôle la véracité des fiches de production.
- Anime au respect les cercles de qualité.

I.5.3 Département maintenance

Le département maintenance est dirigé par le directeur de maintenance qui :

- Veille à l'application des normes de qualité totale.
- Supervise l'ensemble des opérations d'entretien courant, de réparation préventive et de maintenance prédictive des moyens de production et de maintenance.
- Optimise les coûts de maintenance et de réparation dans le cadre des contraintes de production, d'hygiène et de sécurité.
- Recherche la motivation du personnel placé sous sa responsabilité.
- Mobiliser les ressources humaines et matérielles pour atteindre une meilleur productivité et efficacité.

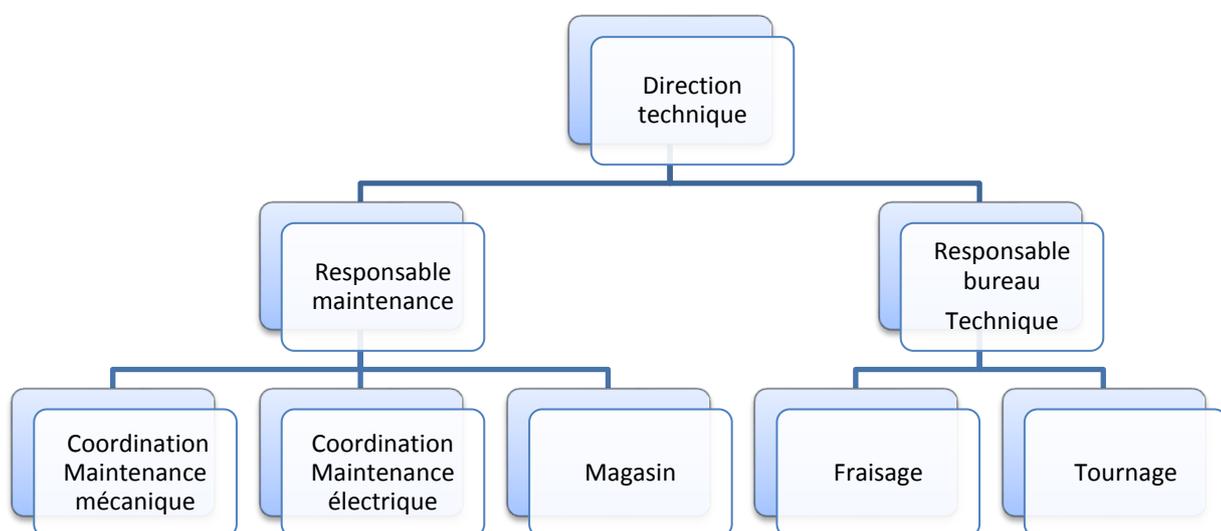
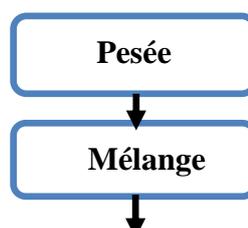


Figure 1.2 : Organigramme de maintenance

I.6 Processus de fabrication de la garniture d'embrayage



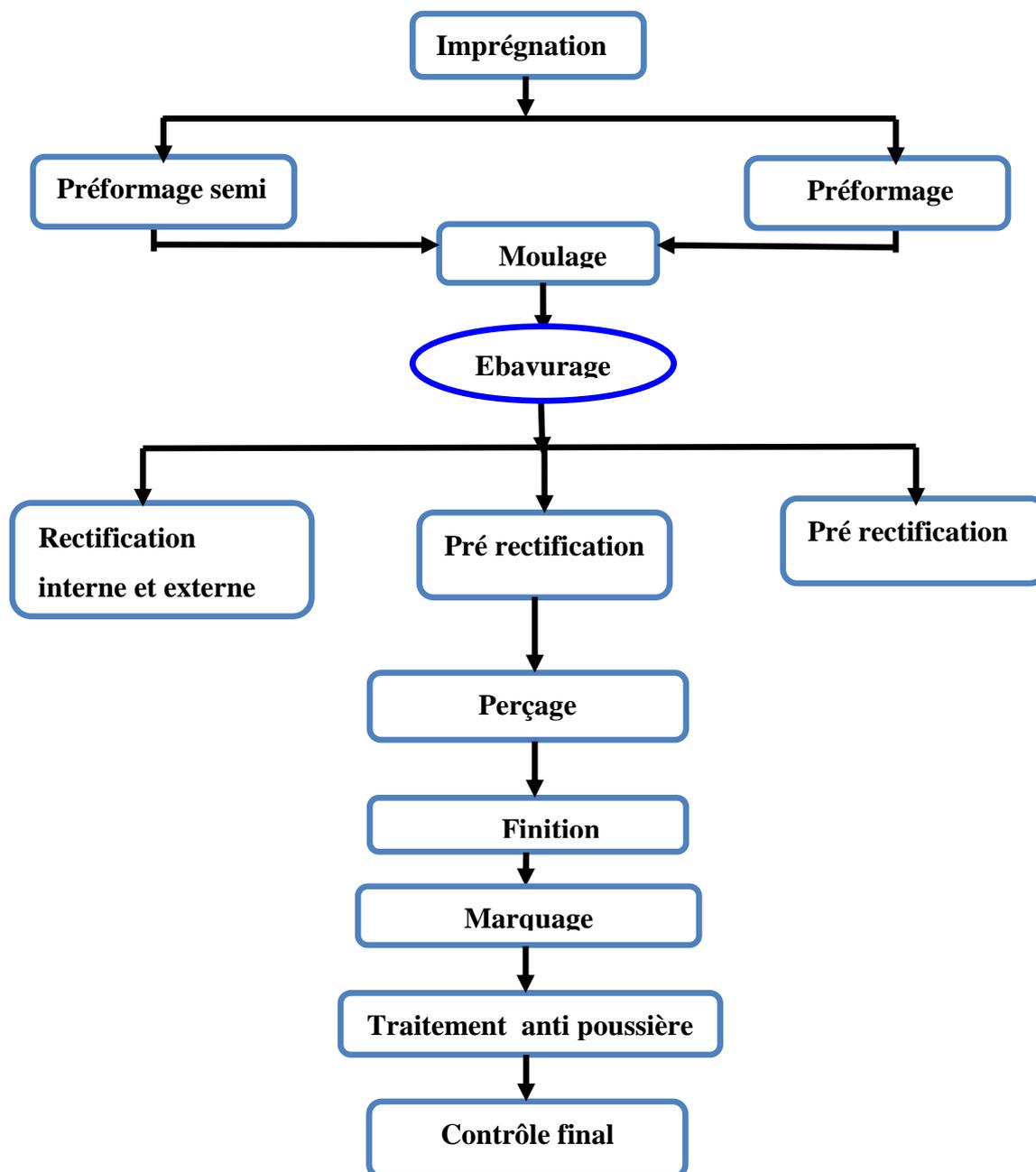


Figure 1.3 : Procédé de fabrication

I.7 Les étapes de fabrication de la garniture d’embrayage

Pesé :

Cette étape nous pesons la matière première (par exemple : Résine, Latex, Ammoniac,...) selon la qualité indiquée sur la feuille de formulation donnée par le responsable qualité.

Mélange :

L'étape du mélange consiste à faire l'addition des matières premières (produits chimiques : Soufre, Carbone noir, Barytine,.....) Qui sont déjà pesées selon des étapes, et chaque étape pendant une durée donnée. L'opération du mélange se fait dans un mélangeur, pour obtenir à la fin une pâte visqueuse pour l'utilisée à la suite.

Imprégnation :

On prend la pâte visqueuse du mélangeur, on fait passer le fil (qui est une matière première) dans un bac qui remplit la pâte, ensuite l'ensemble est suie canalisé dans la cabine d'imprégnation qui est chauffée pour permettre à la pâte de bien se former Sur le fil, et à la sortie de la cabine on obtient finalement un fil imprégné qui subit un contrôle de visualisation (pour éviter le problème du tache blanche, des composants étrangers, contrôle du recouvrement,.....).

Préformage :

Cette opération est très importante, car elle permet la mise en forme de la rondelle avec des dimensions et du poids correspondant à l'application fabriquée. Elle s'effectue de la manière suivante : le fil imprégné déroulé dans un Gabarret, au niveau de la machine de préformage, se trouve un décodeur qui permet de décoder le métrage du fil imprégné.

Quand on atteint la valeur donnée l'automate stoppe le déroulement et procédé à la coupure du fil. C'est alors la pipe soulevée et le cône mis en rotation de son support permet de faire le tissage pour obtenir enfin une rondelle préformé à l'aspect flexible.

Moulage :

Les préformes sont ensuite placées dans des moules et pressées dans les moules et pressées dans les presses hydrauliques.

Il y a deux types de presses :

- Les presses à moules ouverts, qui laissent des bavures sur le contour de la rondelle
- Les presses à moules fermées qui délivrent des rondelles sans bavures

Quel que soit le type de presse usité, son fonctionnement est régi par un automate programmable. On prend par exemple le cas de la presse E1301.

Le cycle de production se répartie en quatre étapes :

1ère étape : L'opérateur imbibe les matrices du moule avec le démouleur à chaque à chaque nouveaux cycle avant de les charger avec les préformes afin d'éviter tout collage de matrice avec la rondelle. Il introduit les pièces préformées, et démarre le processus du moulage. L'automate assure la fermeture et le maintien de la presse à une pression de 180 bars pendant 20 secondes, puis l'ouverture pour permettre le premier dégazage pendant 5 secondes.

2ème étapes : L'automate assure à nouveau la fermeture de la presse et fait monter la pression jusqu'à 150 bar pendant 16 secondes et ouvre à nouveau la presse pour permettre le seconde dégazage pendant 5 secondes aussi.

3ème étape : L'automate ferme à nouveau la presse, fait monter la pression jusqu'à 150 bar pendant 16 secondes et ouvre la presse pour le troisième dégazage pendant 5 secondes.

4ème étape : Pour la dernière étape, l'automate ferme la presse, fait monter la pression jusqu'à 150 bar ou il est maintenue pendant 140 secondes.

A l'ouverture de la presse, on obtient alors un produit rigide qui peut présenter des bavures si le moule utilisé n'est pas fermé.

Ebavurage

Cette opération permet d'éliminer les débordements de la matière première sur le contour des rondelles.

Traitement thermique

Les rondelles sont placées à l'intérieur d'un four, mais avant de tout ça en les empilées dans des outils pour qu'elles restent planes. Le four est programmable suivant des cycles. Ces cycles sont fixés de manière à optimiser la cinétique chimique de ce processus sans dégrader les propriétés de la rondelle.

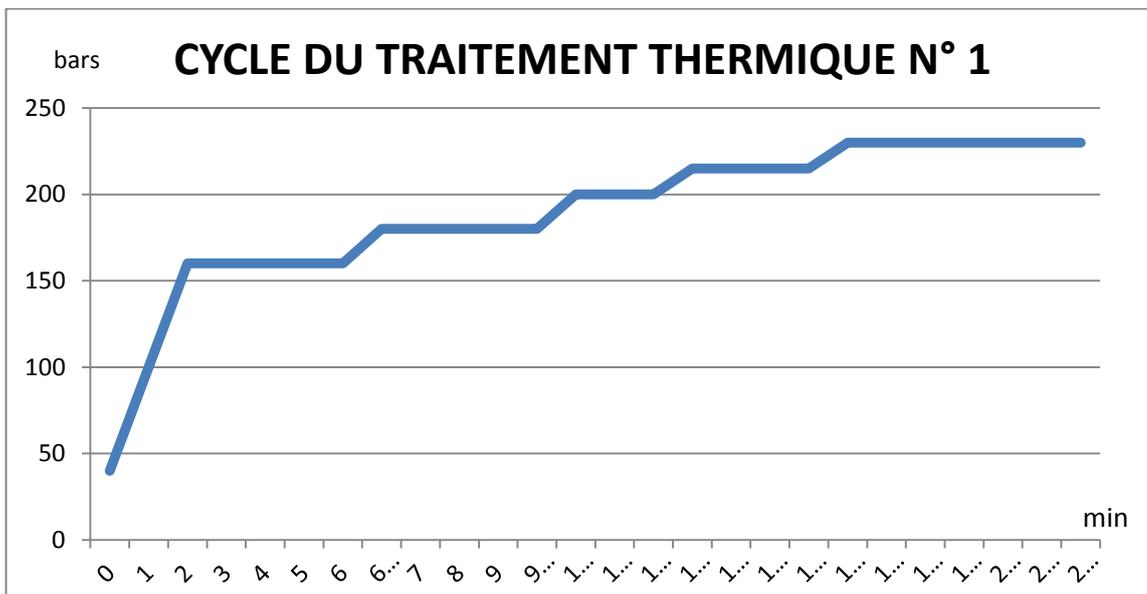


Figure1.4 : Cycle de traitement thermique N°1 Qualité T1000

Programme N°2

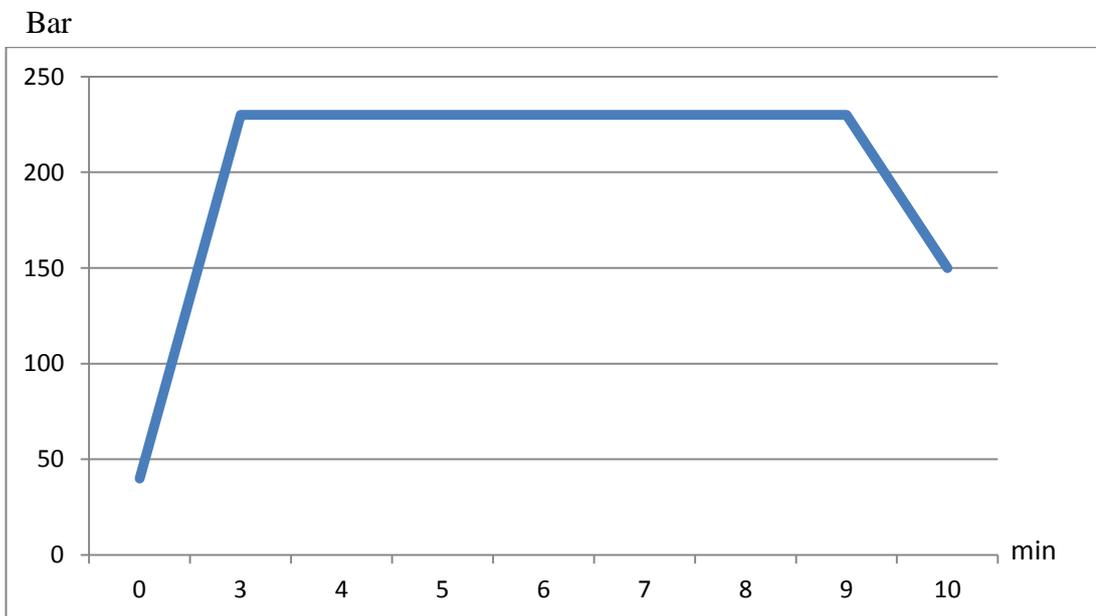


Figure1.5 : Cycle de traitement thermique N°2 Qualité T1000

Rectification

On peut diviser cette opérations en deux étapes : l'un pour la rectification de face qui consiste à donner à la rondelle les dimensions géométriques de l'application indiquées sur l'ordre de fabrication et aussi les pièces ayant obtenues trop de poids lors du préformage ; et l'autre pour la rectification du diamètre qui permet de son nom de rectifier des diamètres intérieure et extérieure selon la feuille de route.

Perçage

Cette étape permet de percée la garniture sous forme des trous et des fraises, le numéro des trous et du fraises et leur dimensions sont réalisera selon la demande du client

Traitement anti-voilage

Elle a pour but d'éliminer le phénomène de voilage de la rondelle. La réalisation de cette étape se fait de manière suivante : on introduit les rondelles voilées dans un bain contenant une quantité suffisante de solution (glycérine + eau) pendant 20 minutes, on sortir les rondelles du bain et les serrer d'une bon manière dans les outils pendant 24 heures.

Traitement anti-poussière

Cette étape a pour but d'enlever toute trace de poussière des pièces, c'est pour cela on introduit une quantité de la colle à froid dans un bac contenant d'eau ordinaire et agiter la solution jusqu'à la dissolution totale de la colle, ensuite on introduit une quantité de la rondelle dans le bain, et à la fin on faire sortir les rondelles du bain et les laisser se sécher à l'air libre.

Marquage

C'est pour marquer sur la rondelle le logo, la dimension de la garniture et le code de contrôle en utilisant la peinture.

Contrôle qualité

L'étape du contrôle est très nécessaire et importante, le contrôleur fait le contrôle du diamètre intérieur et extérieur, de la face, du trou de perçage, du parallélisme, de la rainure et séparé les rondelles conformes à celles qui ne sont pas conformes.

II. Description du projet

II.1 Définition des problèmes

- Pertes dues à l'organisation, au manque de fiabilité des équipements, aux méthodes et procédés ;
- Faible maintenance planifié ;
- Formation du Personnel insuffisante et non ciblées ;
- faible maintenance de la machine ;

II.2 Cadrage du projet

Qui : PLASTEX Maroc représenté par son département maintenance.

Quoi : Etude AMDEC des équipements névralgiques de PLASTEX Maroc.

Où : Ligne de production de garniture d'embrayage.

Quand : du 08/02/2013 au 15/6/2013.

Comment : Etudier et analyser l'état actuel des machines et mettre en place un plan de maintenance.

Pourquoi : Améliorer la maintenance, la productivité et la qualité dans la zone de production.

II.3 Maître d'ouvrage

Le maître d'ouvrage est la société PLASTEX Maroc qui est une Société Fabrication et vente de pièces à friction pour freins et embrayages installée à la zone franche de Tanger. Représenté par :

Mr. SKIKRA Abdelali : responsable de production et qualité.

Mr. FAKHREDDINE Abdellah: Encadrant au sein de PLASTEX «responsable de maintenance et travaux neuf».

II.4 Maître d'œuvre

Faculté des Sciences et Techniques Fès, Filière Ingénierie Mécanique, représenté par M. Kamal ELBOUZIDI étudiant cycle ingénieur d'état.

Mr. Bilal HARRAS encadrante pédagogique.

II.5 Contexte pédagogique

Ce projet s'inscrit dans le cadre du stage de projet de fin d'études, dont les étudiants sont amenés à faire un stage dans un milieu industriel réel.

Au cours de ce stage, on doit mettre en place notre acquis pour résoudre des problèmes et trouver des solutions pratiques.

II.6 Besoins exprimés par le maître d'ouvrage

Le besoin exprimé par le maître d'ouvrage consiste à :

- Identifier, analyser les pertes de ligne de production ;
- Déterminer les machines critiques à étudier ;
- Analyser les pertes et proposer des recommandations ;
- Mettre en œuvre d'un plan de maintenance préventive ;
- Préparer les listes de pièces de rechange qui aident à faciliter la gestion du stock.

II.7 Cahier des charges

Afin de traiter le sujet qui nous a été confié de façon stratégique, nous avons élaboré le cahier de charges suivant :

- Présenter les machines critiques, ses rôles et ses fonctions au sein de la société
- Décrire le fonctionnement des principales composantes des machines étudié à savoir :
 - La cabine d'imprégnation ;
 - Le préformage automatique ;
 - La presse de moule.
- Analyser l'historique des défaillances constatés au niveau de chaque machine ;
- Analyser les modes de défaillances, de leurs effets et de leurs criticités AMDEC ;
- Proposer des actions correctives pour remédier aux problèmes rencontrés ;

II.8 Planification des tâches

Du 08 Février au 15 Juin, j'ai effectué plusieurs tâches afin de mener à bien mon projet de fin d'études. Le travail a été réalisé en partant de l'analyse des différentes activités de la société jusqu'à la mise en application de plan de maintenance sur le terrain.

Pour permettre une meilleure compréhension du déroulement du stage, nous avons adopté une démarche de gestion de projet illustrée dans le diagramme de Gant suivant :

N°	Action	date																				remarque
		février			Mars			Mars			Avril			Mai			Juin					
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18			
1	Formation et Intégration	■																			terminé	
2	Formation sur l'AMDEC		■																		terminé	
3	Définition du cahier de charge et méthodologie			■																	terminé	
4	Etude de l'existant				■	■															terminé	
5	Analyse de l'historique des machines						■	■	■												terminé	
6	Analyse fonctionnelle des machines									■	■										terminé	
7	Les tables d'AMDEC											■	■	■							terminé	
8	Analyse des tables d'AMDEC et méthode d'ABC															■					terminé	
9	Mettre en œuvre les plans de maintenances																■	■			terminé	
10	Construire les pièces de rechange																			■	terminé	
11	Rédaction du rapport																				terminé	

Figure 1.6 : Diagramme Gant du projet.



***CHAPITRE 2* : GENERALITES SUR L'AMDEC**

Nous allons présenter dans ce chapitre un recueil succinct sur les outils utilisés au cours de ce stage.

En premier lieu nous présenterons la démarche AMDEC et comment l'implémenter.

Ensuite nous citerons La méthode de Pareto et sa méthodologie

I Introduction

La pratique d'AMDEC (*Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et leur Criticité*) s'accroît de jour en jour dans tous les secteurs industriels. Méthode particulièrement efficace pour l'analyse prévisionnelle de la fiabilité des produits. Elle progresse à grand pas dans l'industrie mécanique notamment pour l'optimisation de la fiabilité des équipements de production, pour la prise en compte de leur maintenabilité dès la conception et pour la maîtrise de la disponibilité opérationnelle des machines en exploitation.

I.1 Définition de l'AMDEC : AFNOR (Norme X-510)

"L'AMDEC est une méthode d'analyse de la fiabilité qui permet de recenser les défaillances et les conséquences affectant le fonctionnement du système dans le cadre d'une application donnée ».

I.2 Principes de base

Il s'agit d'une analyse critique consistant à identifier de façon inductive et systématique les risques de dysfonctionnement des machines puis à en rechercher les organes et leurs conséquences. Elle permet de mettre en évidence les points critiques et de proposer des actions correctives adaptées.

C'est une technique analyse qui a pour but d'évaluer et de garantir la fiabilité, la maintenabilité, la disponibilité et la sécurité des machines par la maîtrise défaillance. Elle a pour objectif final l'obtention, au meilleur coût, du rendement global maximum des machines de production et des équipements industriels.

I.3 Les différents types d'AMDEC et leur objectif

Selon les objectifs visés plusieurs types de l'AMDEC sont utilisés lors de phase successive de développement d'un produit :

AMDEC produit ;

AMDEC processus ;

AMDEC machine ;

Types d'AMDEC	Description
AMDEC PRODUIT	Analyse' de la conception d'un produit pour améliorer la qualité et la fiabilité de celui-ci.
AMDEC processus	Analyse des opérations de productions pour améliorer la qualité de fabrication de produit.
AMDEC machine	Analyse la conception et/ ou l'exploitation d'un moyen ou équipement de production pour améliorer la fiabilité, la maintenabilité, la disponibilité et la sécurité de celui-ci.

Tableau 2.1 type d'AMDEC

Le rôle de l'AMDEC n'est pas de remettre en cause les fonctions de la machine mais plutôt d'analyser dans quelle mesure ces fonctions peuvent ne plus être assurées correctement.

I.4 Le but d'étude AMDEC-machine

- Réduction du nombre des défaillances.
- Prévention des pannes.
- Amélioration de fabrication, du montage et de l'installation.
- Amélioration de la maintenance préventive.
- Optimisation de l'utilisation et de la conduite.
- Réduction du temps d'indisponibilité après défaillance.
- Pris en compte de la maintenabilité dès la conception.
- Aide au diagnostic.
- Amélioration de la maintenance corrective.
- Amélioration de la sécurité.

I.5 Démarche pratique de l'AMDEC moyen

La réalisation d'une AMDEC suppose le déroulement de la méthode comme suit :

- La constitution d'un groupe de travail,

- L'analyse fonctionnelle de la machine,
- L'analyse des défaillances potentielles,
- L'évaluation de ces défaillances et la détermination de leur criticité,
- La définition et la planification des actions.

I.5.1 ETAPE 1 : LE GROUPE DE TRAVAIL

L'AMDEC étant une méthode prédictive, elle repose fortement sur l'expérience. Il est donc nécessaire de faire appel à des expériences d'horizons divers afin de neutraliser l'aspect subjectif des analyses.

Un groupe de travail doit nécessairement être constitué.

I.5.2 ETAPE 2 : L'ANALYSE FONCTIONNELLE

a) Définition

Le système dont on étudie les défaillances doit d'abord être "décortiqué".

A quoi sert-il ? Quelles fonctions doit-il remplir ? Comment fonctionne-t-il ?

L'analyse fonctionnelle doit répondre à ces questions de façon rigoureuse.

Le système est analysé sous ses aspects :

- externes : relations avec le milieu extérieur (qu'est ce qui rentre, qu'est ce qui sort,...),
- internes : analyse des flux et des activités au sein du procédé ou de la machine.

Les différentes techniques d'analyse fonctionnelle sont citées mais non développées dans la suite de ce document.

b) Outils

✓ La méthode de la pieuvre

Elle est utilisée principalement pour décrire les relations du système avec le milieu extérieur.

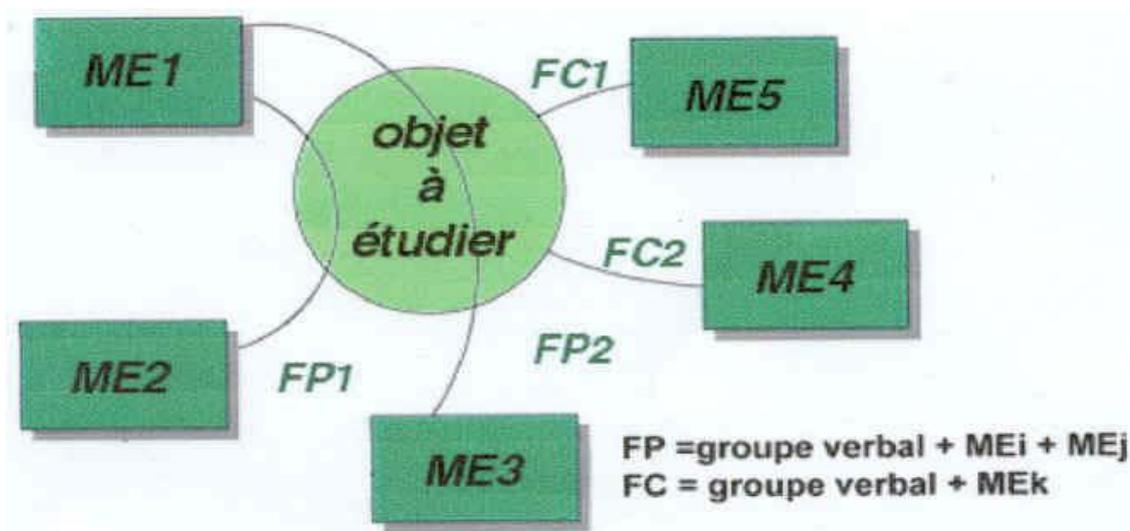


Figure 2.1 : diagramme de pieuvre

✓ L'arborescence

Cette méthode est utilisée pour décrire la structure matérielle d'une machine (analyse structurelle).

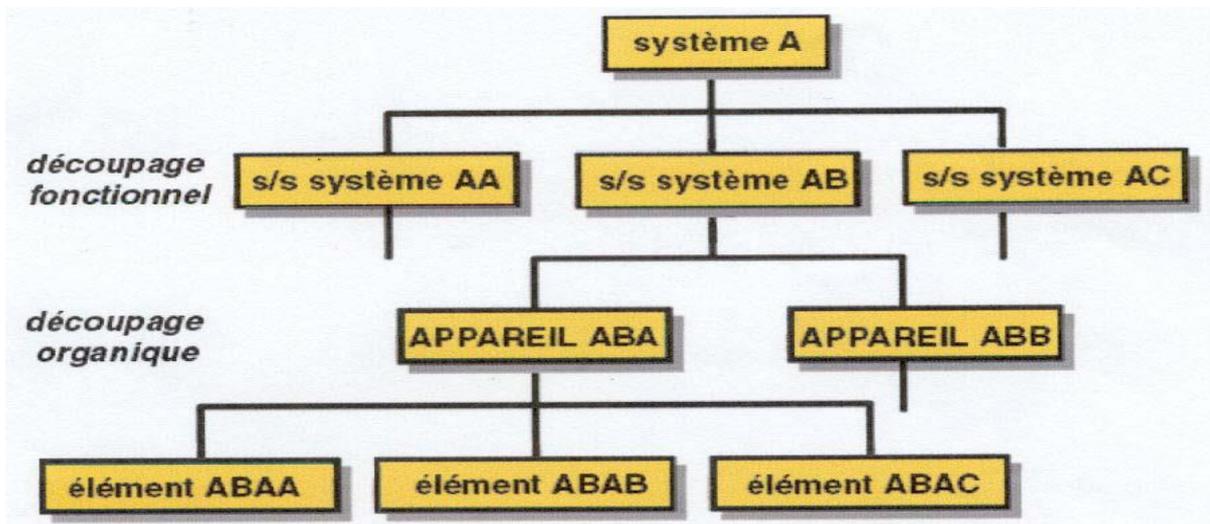


Figure 2.2 : Décomposition fonctionnelle.

I.5.3 ETAPE 3 : Analyse AMDEC

L'analyse AMDEC proprement dite consiste à identifier les dysfonctionnements potentiels ou déjà constatés d'une machine, à mettre en évidence les points critiques et à proposer des actions correctives pour y remédier. En pratique, on procède souvent à une estimation approximative qui se traduit par une note attribuée pour le groupe AMDEC, il s'agit donc d'une échelle de notation.

$$C = G \times F \times ND$$

I.5.4 ETAPE 4 : Synthèse :

Cette étape consiste à effectuer un bilan de l'étude et à fournir les éléments permettant de définir et lancer, en toute connaissance de cause, les actions à effectuer. Ce bilan est essentiel pour tirer vraiment parti de l'analyse.

Les actions, pour être efficaces, doivent faire l'objet d'un suivi :

- plan d'action,
- désignation d'un responsable de l'action,
- détermination d'un délai,
- détermination d'un budget,
- révision de l'évaluation après mise en place de l'action et retour des résultats.

II Analyse Pareto

II.1 Définition

Le diagramme PARETO est un outil d'analyse utilisé pour établir graphiquement une hiérarchisation des actions à mener pour concentrer ses efforts sur les 20% des causes produisant 80% des efforts.

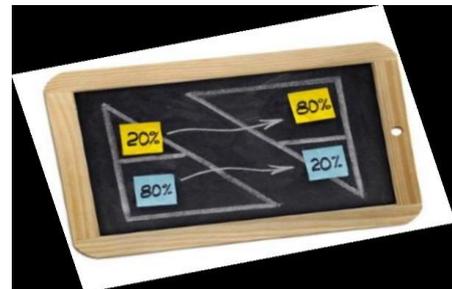


Figure 2.5 : Règle du 20%-80%.

II.2 Intérêt

Outil simple à construire qui permet de cibler facilement les causes prioritaires pour gagner en efficacité dans la résolution des problèmes à causes multiple.

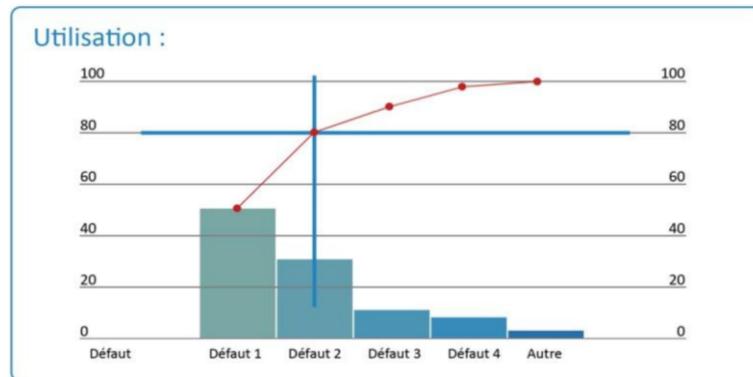


Figure 2.6 : Utilisation de la loi de Pareto.

II.3 Méthodologie

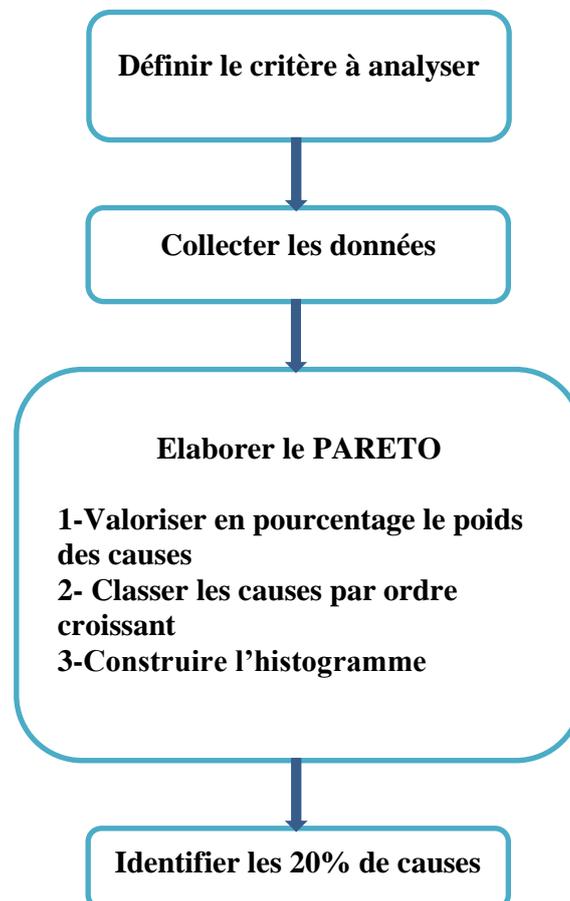


Figure 2.7 : méthodologie du PARETO.



***CHAPITRE 3* : ÉTUDE FONCTIONNELLE**

Ce chapitre est consacré à l'identification du problème de chantier pilote, il est destiné également à analyser l'état du lieu, ainsi nous allons commencer par la méthode de l'élaboration de plan de maintenance et déterminer les machines névralgiques, ensuite nous allons faire une étude fonctionnelle et description de tous les machine critique trouvés.

I.1 Problématique

Dans le cadre de la minimisation des actions correctives et la préparation de la mise en place d'un nouveau plan de maintenance pour les équipement à PLASTEX, nous avons décidé de faire une étude AMDEC (Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité) à l'ensemble des équipements névralgiques de PLASTEX, afin d'établir un plan de maintenance pour ces machines.

I.2 Elaboration d'un plan de maintenance préventive

L'élaboration d'un plan de maintenance se fait au niveau d'une unité de maintenance.

Elaborer un plan de maintenance préventive, c'est décrire toutes les opérations de maintenance préventive qui devront être effectuées sur chaque composant. La réflexion sur l'affectation des opérations de maintenance se fait en balayant tous les organes de la décomposition fonctionnelle et en tenant compte de leur technologie, de leur environnement (sec, humide, poussiéreux, chaud, non couvert, etc....), de leur utilisation, de leur probabilité de défaillance et de leur impact sur la production et sur la sécurité (humain et matérielle)

L'affectation des opérations de visite ou de contrôle a comme objectif de détecter les effets des dysfonctionnements qui peuvent arriver sur chacun de ces organes. Il faut donc avoir connaissance de la nature, de la gravité et de la probabilité d'apparition des défaillances.

Pour chaque organe, lors de l'affectation des opérations et de la définition des périodicités, on se pose la question « Est-ce nécessaire et suffisant ? » afin de conforter la réflexion.

Lorsque la fréquence des contrôles est élevée, en raison de la probabilité importante de l'apparition de défaillance, on devra tenter de trouver la solution pour éliminer complètement de dysfonctionnement.

Les différentes sources qui nous aident à définir les opérations de maintenance préventive sont :

Les documents techniques de constructeurs

L'expérience de chaque ouvrier et conducteur de machine

Les historiques de la machine concernée et éventuellement celles des machines de même type

I.2.1 Document technique de constructeurs :

Les documents de constructeurs permettent de connaître d'une manière approfondie la machine à étudier. En générale, on peut trouver les renseignements suivants :

Pièces d'usure, pièces de rechange

Types et référence des articles

Type de lubrifiant, produits consommables

Paramètre de surveillance, de réglage

Modes opératoires de maintenance

Précautions particulières

Consignes particulières de sécurité

I.2.2 Expériences professionnelles :

En générale, le document historique est souvent insuffisant ou parfois inexistant. Les avis des dépanneurs et des conducteurs de machine sont très intéressants. Chacun possède des petites notes personnelles. C'est le moment de faire les échanges de connaissance.

I.2.3 Analyse historique

On cherche dans l'historique d'une installation la nature et la fréquence d'apparition des défaillances, la fréquence de remplacement, afin :

De trouver les moyens pour détecter les défaillances avant leur apparition.

De déduire la périodicité des opérations de contrôle.

De calculer la fréquence de remplacement systématique.

Les historiques de machine semblables peuvent être réunis pour une exploitation unique

I.2.4 Construction d'un groupe de travail

L'AMDEC étant une méthode prédictive, elle repose fortement sur l'expérience.

Il est donc nécessaire de faire appel à des expériences d'horizons divers afin de neutraliser l'aspect subjectif des analyses. La construction d'un groupe est alors primordiale.

Ces personnes ont toutes un rapport avec l'objet de l'analyse (machine, procédé) et en ont une expérience significative qui leur permet d'argumenter au cours des réunions.

Le groupe de travail est constitué de :

Mr. FAKHRDINNE Abdallah (Directeur technique)

Mr. ELBOUZIDI Kamal (stagiaire ingénieur)

Mr. Maati NAJI (Responsable maintenance)

Mr. Faysal EL HALAOUI (Coordination maintenance électrique)

Mr. ABDESSALAM CHANTOUF (Mécanicien)

I.3 Le suivi des arrêts machine par mois

Zone	Code machine	Machine	Temps d'arrêt/mois (min)
Zone d'imprégnation	E1301	Cabine d'imprégnation 1	525
	E1302	Cabine d'imprégnation 2	140
Zone performeuse automatique	E2301	performeuse auto 1	250
	E2302	performeuse auto 2	600
Zone performeuse semi-automatique	E2101	performeuse semi-auto 1	240
	E2102	performeuse semi-auto 2	225
	E2211	performeuse semi-auto 3	100
	E2212	performeuse semi-auto 4	200
Zone de moulage	E3101	Presse HYD 1	100
	E3102	Presse HYD 2	510
	E3103	Presse HYD 3	380
	E3104	Presse HYD 4	125
	E3105	Presse HYD 5	230
	E3106	Presse HYD 6	490
Zone d'ébavurage	E6101	Rectification face à meules 1	90
	E6102	Rectification face à meules 2	70
Zone de rectification	E6202	Rectification face à bandes 1	210
	E6203	Rectification face à bandes 2	480
	E7102	Rectification diamètre Int.1	80
	E7202	Rectification diamètre ext.2	200
Zone de perçage	E8201	Perceuse automatique 1	190
	E8202	Perceuse automatique 2	190

Tableau3.1 : temps d'arrêt des machines de PLASTEX par mois en 2012

Ce tableau présente la durée des arrêts de chaque machine de la chaîne de production. Nous remarquons que le taux d'arrêt des machines est plus grand dans certaines zones notamment la zone de préformage, d'imprégnation et de moulage cela est dû à la charge et les cycles de chaque machine par contre celles situant dans la zone d'ébavurage ne contiennent que des petits éléments.

Nous avons déduit que le taux d'arrêts des machines augmente avec la charge et les cycles.

I.4 Histogramme de temps d'arrêt pendant mois janvier

L'histogramme ci-dessous montre bien le suivi des arrêts de chaque machine.

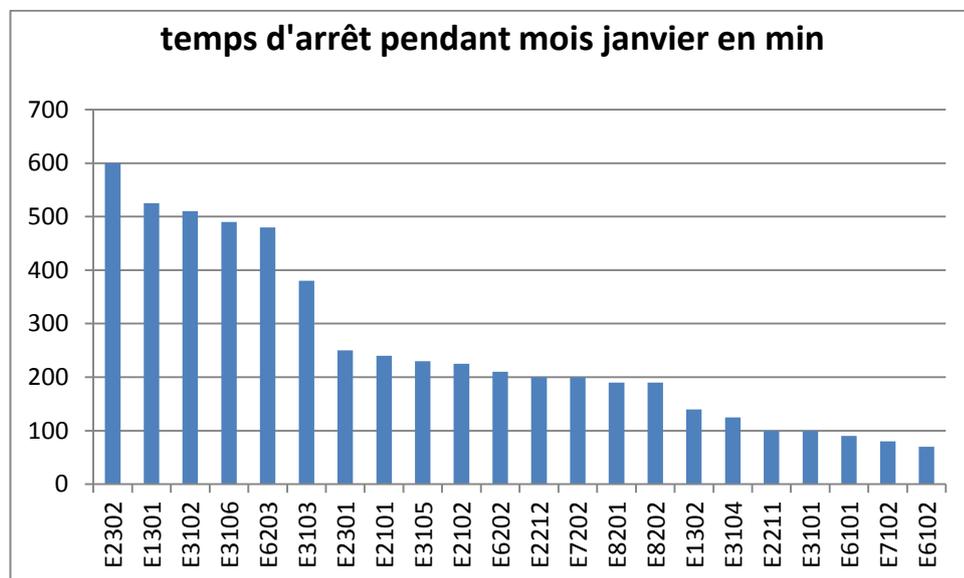


Figure3.1 : histogramme indiquant le temps d'arrêt de chaque machine de l'usine/mois

Après l'analyse de l'histogramme avec l'équipe de travail, nous avons choisi les machines pour traiter à base des heures d'arrêt et les fréquences des pannes par année.

Les équipements névralgiques concernés par cette étude sont :

- Cabine d'imprégnation
- Préformeuse automatique
- Presse de moulage

II. Cabine d'imprégnation

II.1 Description de fonctionnement général de la cabine d'imprégnation

La cabine d'imprégnation est une machine assurant le recouvrement du fil par la pâte puis son séchage.

Présentons maintenant, le fonctionnement général de cette machine :

Pour produire un fil enroulé, il faut d'abord commencer par préparer un fil brut à la source de la machine sous forme des bobines, pratiquement 18 bobines regroupées par 2, finalement les 9 groupes entrent dans un outil d'imprégnation pour couvrir ces fils par une pâte noire ou il y a des lames de réglage allant avec cet outil pour assurer un poids exacte tous les 9 fils dans une dimension d'un mètre. Les fils qui sortent de cet outil rentrent dans la partie chambre de séjour qui assure une température réglée entre 120° et 130° pendant 19 min avec un régulateur de température et celle-ci générée par un dispositif (Générateur de vapeur) qui transforme à une vapeur envoyée vers un radiateur dans cette chambre en haut, en plus il y a deux ventilateurs qui assurent la circulation de vapeur pour rendre la température homogène dans la totalité de la chambre. A la fin de cycle de chauffage la vapeur se transforme en Eau due au refroidissement des ventilateurs et par conséquent pour éviter ce problème il y a un purgeur installé qui surmonte cet obstacle en réinjectera cette eau à l'entrée de générateur de vapeur après un seuil de niveau de ce réservoir d'eau, pour ce fil reste pendant 19 min dans cette chambre on a implanté un système de retard représenté par un arbre engrené entraîné par un moteur réducteur et en parallèle à cet arbre on trouve 6 engrenages qui déplacent les fils horizontalement. L'arbre assure la notion de ces fils finalement les fils sortent de cette chambre après 19 min pour attaquer un système de bobinage qui a un rôle de transformer le fil enroulé à un autre enroulé.



Figure3.2 : Cabine d'imprégnation

II.2 Système thermique

Ce système est responsable de contrôler la température dans la cabine pour échauffer le fil imprégné, il contient un ventilateur et un radiateur où chacun est lié par un moteur électrique qui alimentent ces deux dernières

II.3 Chambre de séjour

C'est l'ensemble le plus important dans la machine, la chambre de séjour échauffe le fil entrant à l'intérieur qui contient un tambour de 5,5 m de périmètre qui tourne le fil et des chaînes liées aux mains de tambour qui déplacent le fil transversalement au même temps afin d'avoir un mouvement hélicoïdal pour que le fil sort de l'autre côté de la chambre, le tambour est lié à un moteur électrique de puissance de 5.5 KW, aussi des pignons pour contrôler la vitesse de tambour.

II.4 Bac d'imprégnation

C'est un réservoir qui contient la pâte, mais il se compose aussi des lames pour lier 3 fils au même temps, un rouleau qui se trouve en bas de récipient pour immerger suffisamment le fil dans la pâte.

II.5 Caractéristiques et Conditions de travail

Le tableau 2.2 contient les caractéristiques et les paramètres des conditions de travail de la cabine d'imprégnation. (Dossier technique de la cabine).

DESCRIPTION	UNITE	SPECIFICATIONS
Viscosité (viscosimètre brookfield, tige N° 64 vitesse 100 T/min)	kg/m.s	1500 – 2800 kg/m.s A la température 20°C – 30°C
Contenu en solide	%	55 – 62
Densité de mélange	g/cm ³	0.90 – 1.12
Recouvrement réel	%	120 – 150
Température de la cabine d'imprégnation	°C	120 – 135 °C
Temps de séjours dans la cabine	Min	18 – 20
Densité après moulage	g/cm ³	1.50 – 1.60
Densité produit fini	g/cm ³	1.55 – 1.70
Extrait cétonique	%	1.5 – 3.0
Perte calcination	%	44 – 60
Taux humidité fil imprégné	%	- 2.5 %
Durée de vie fil imprégné	Mois	1 mois
Durée de vie fil préforme	Mois	1 mois
Durée de vie mélange	heure	4 h

Tableau 3.2 Conditions de travail de la cabine d'imprégnation

II.6 Définition de la phase de fonctionnement :

L'étude se limite à l'analyse des défaillances pendant la phase de travail.

II.7 Définition des objectifs à atteindre :

- Réduire le nombre des défaillances ;
- Prévenir les pannes ;
- Améliorer la maintenance planifiée ;
- Réduire les temps d'arrêts.

II.8 Schéma bloc générale de la machine

Le schéma se base sur la description des sous-fonctions identifiées ci-dessus.

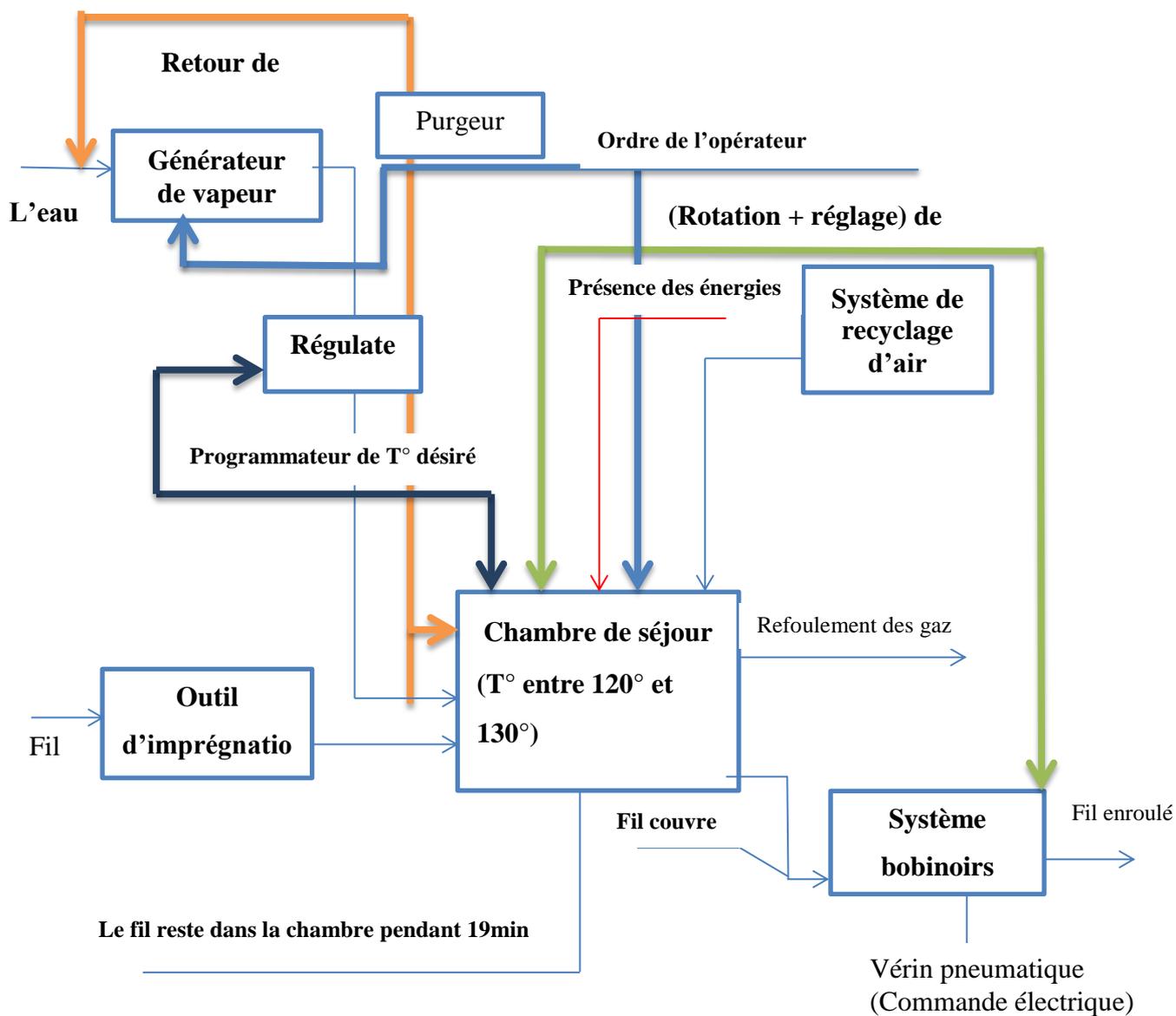


Figure 3.3 : schéma général de la cabine d'imprégnation

L'ensemble du système agit sur :

- Outil d'imprégnation
- Chambre de séjour
- Système de recyclage d'air
- Système bobinoirs
- Générateur de vapeur

II.9 Analyse fonctionnelle de la machine d'imprégnation

Il s'agit dans cette étape d'identifier clairement les éléments à étudier et leurs fonctions.

Pour cela nous avons procédé par une analyse structurale qui vise à décomposer la machine en question, afin de mettre en relief l'ensemble des organes faisant partie de la machine.

II.9.1 Diagramme de bête à corne

La bête à cornes (**fig.4.3**) nous permettra de déterminer les exigences fondamentales qui justifient la conception de la cabine d'imprégnation, et cela à l'aide des trois questions fondamentales :

- A qui rend-il service ?
- Sur quoi agit-il ?
- Dans quel but ?

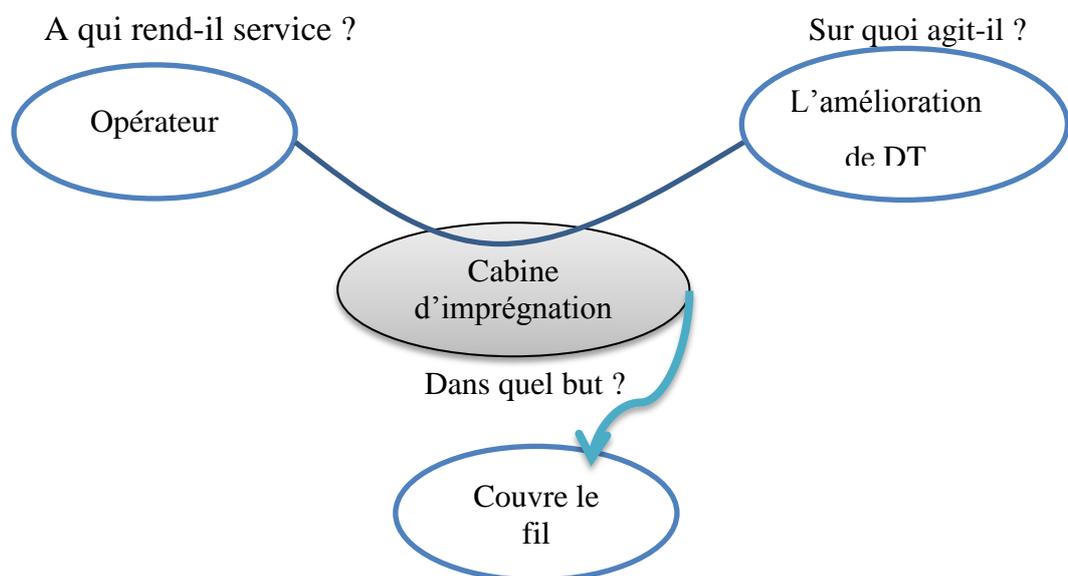


Figure 3.4 : Diagramme bête à corne de la cabine d'imprégnation

Analyse du système global de la machine d'imprégnation

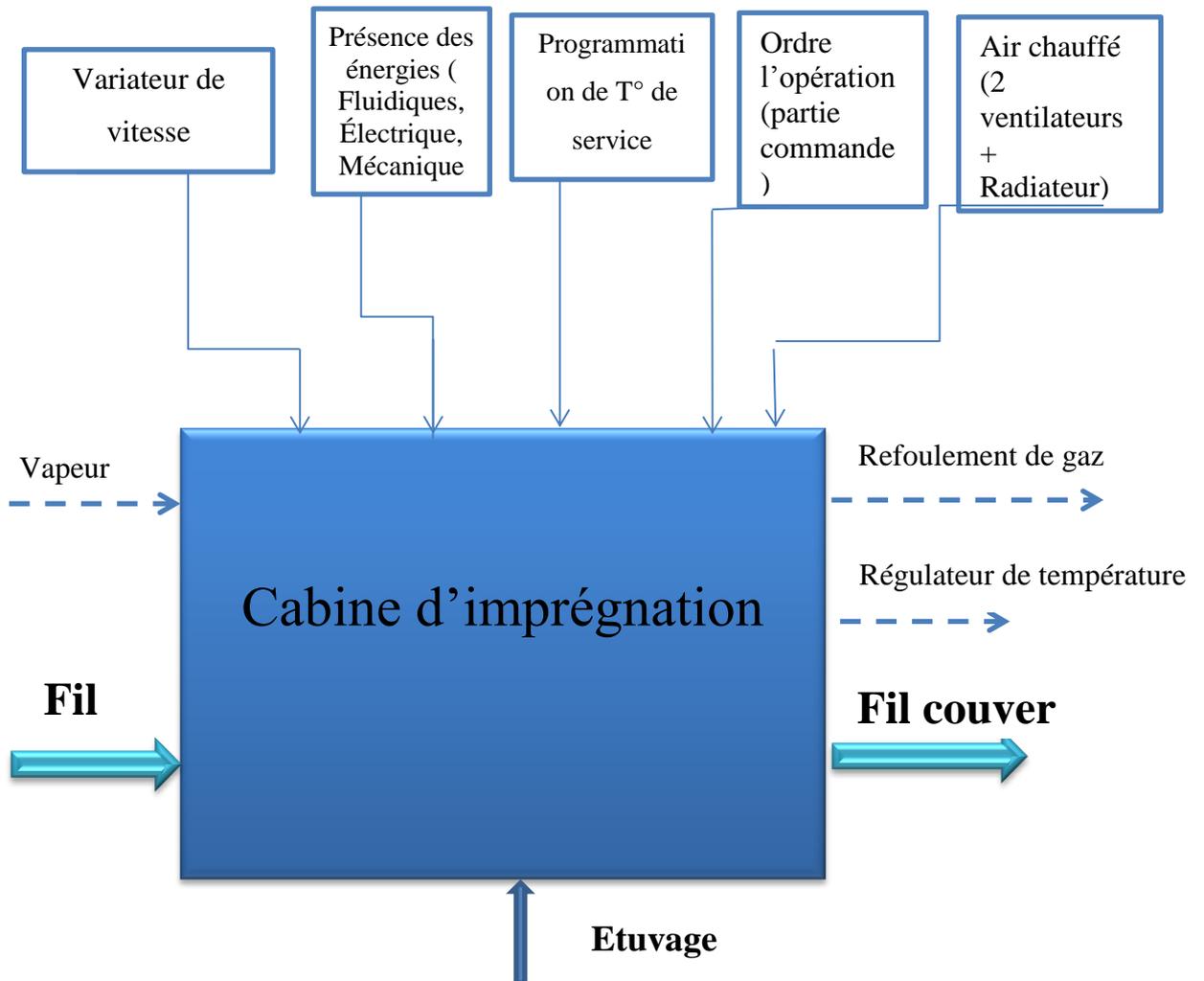


Figure3.5: Système de la cabine d'imprégnation

II.9.2 Diagramme pieuvre (ou graphe des interactions)

Ce diagramme (**fig.4.4**) sert à exprimer les fonctions, permet également de bien identifier l'environnement d'évolution du système, déterminer avec précision et concision les relations (fonctions) entre ce système et les éléments du milieu environnant et les relations entre couples d'éléments extérieurs.

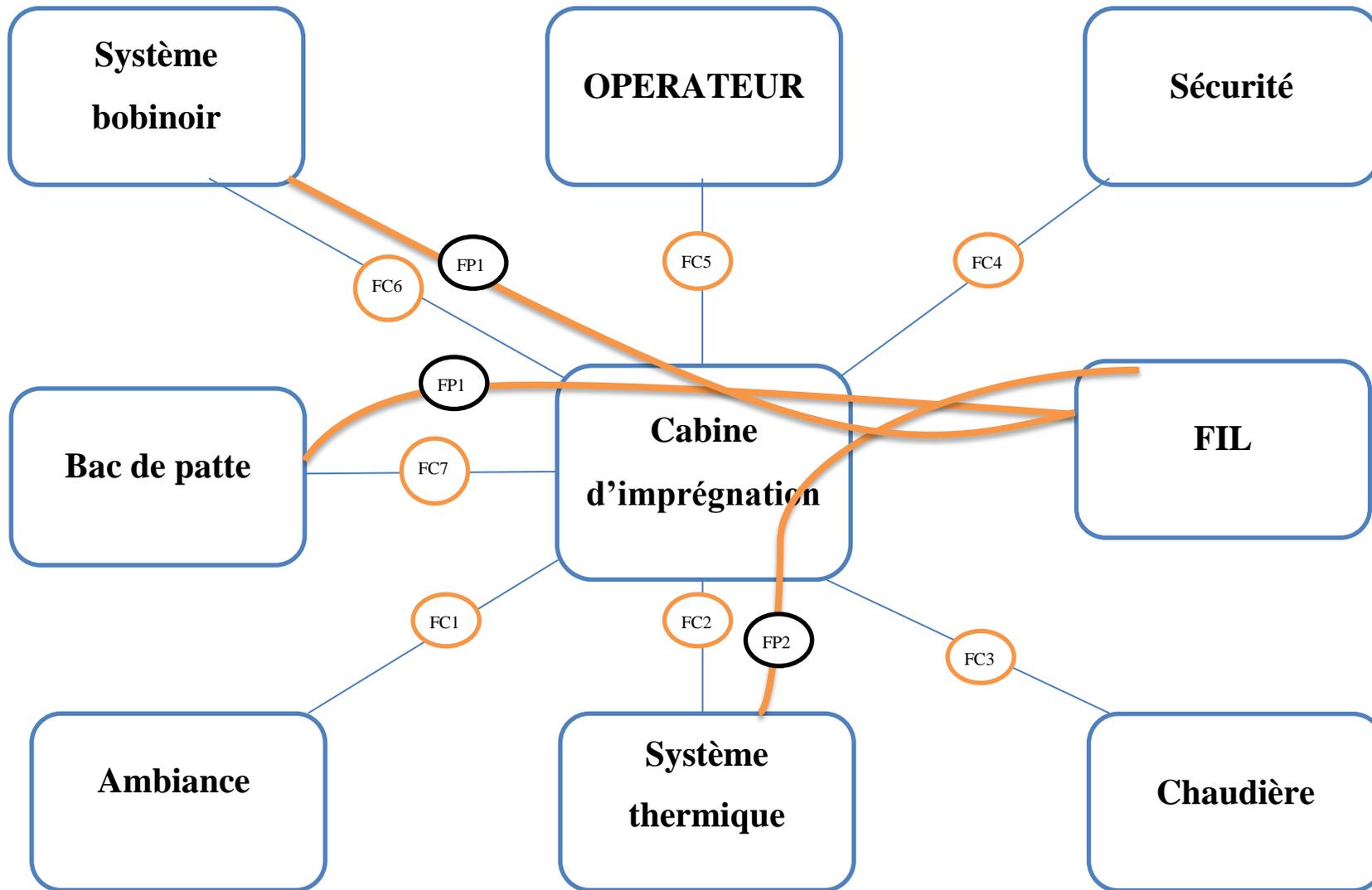


Figure 3.6 : fonctions de contraintes et principales de machine

FC1 : résister aux agressions du milieu ambiant

FC2 : régler la température intérieure de la cabine

FC3 : alimenter la cabine par l'air chaud à tout instant

FC4 : assurer la sécurité de toute personne au sein de la zone

FC5 : être facile à ouvrir par l'opérateur et détecter les anomalies de la machine

FC6 : enroulé les fils couvrent après la sortie de la cabine

FC7 : immerger le fil dans la pâte dans une durée déterminé

FP1 : assurer l'imprégnation de fil

FP2 : assurer l'échauffement de fil imprégné

FP3 : assurer l'enroulement du fil imprégné

II.9.3 Décomposition fonctionnelle

C'est une étape indispensable car il est nécessaire de bien connaître les fonctions de la machine pour en analyser ensuite les risques de dysfonctionnement.

La décomposition fonctionnelle de la machine se prépare hors réunion du groupe. C'est à une personne compétente qui connaît le mieux la machine de faire la décomposition fonctionnelle. Cette décomposition doit toutefois être validée par le groupe.

Découpage du système : découper en blocs fonctionnels, sous une forme arborescente, selon autant de niveaux que nécessaire et définir le niveau d'étude et les éléments à traiter correspondants. Ce découpage permet de situer les éléments étudiés dans la structure générale du système.

La figure ci-dessous montre la décomposition de la cabine d'imprégnation.

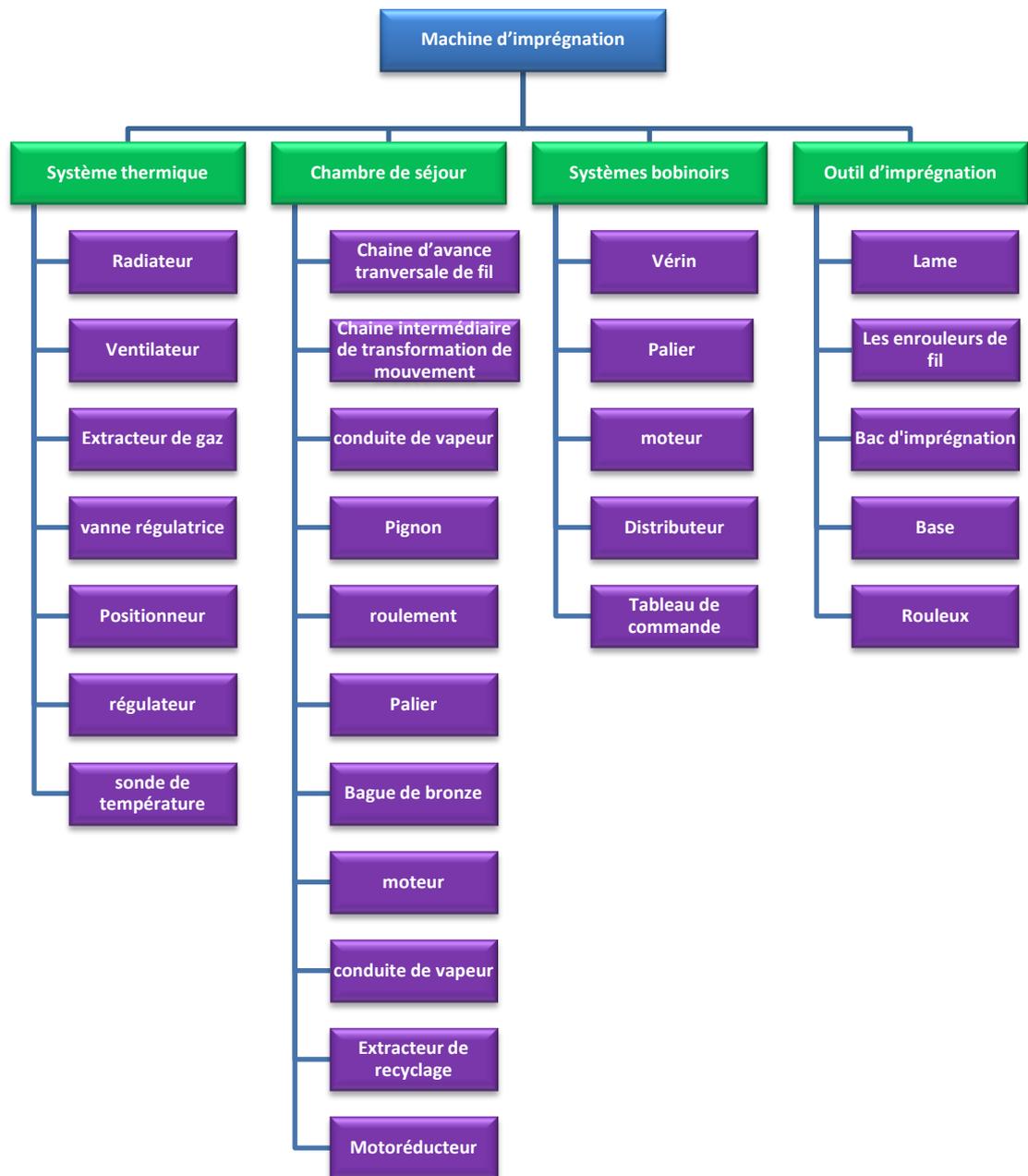


Figure 3.7 : décomposition de la cabine d'impregnation

III PREFOMEUSE AUTOMATIQUE

III.1 Définition du système

La performeuse automatique est une machine qui produit, depuis d'un fil déjà préparé dans la cabine d'imprégnation, une semi rondelle. Elle utilise dans ses différentes phases de fonctionnement un système automatisé commandé par un pupitre de commande via un opérateur.

Schéma général de la machine :

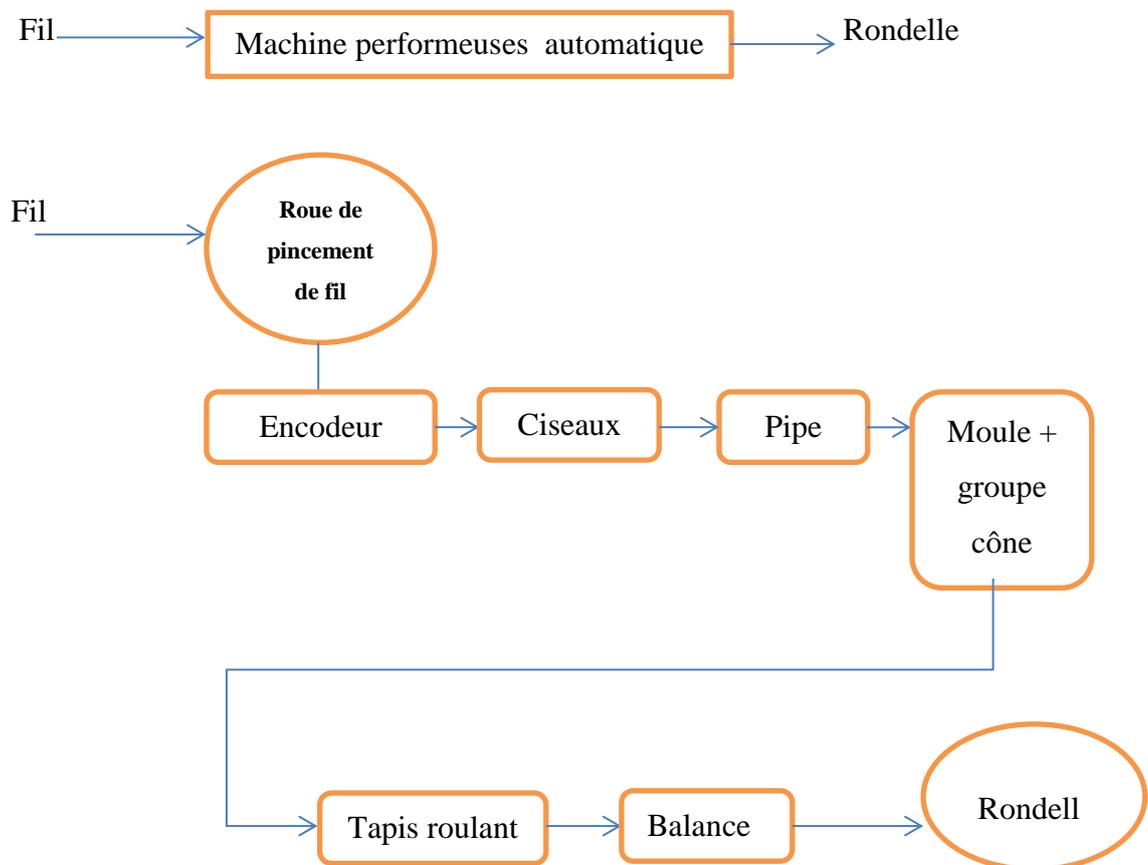


Figure 3.8 : schéma général de la machine préformeuse automatique

III.2 Description du fonctionnement général de la préformeuse automatique

Dès l'entrée de fil à la machine, un moteur lié avec une roue calcul la longueur de ce fil et donne l'ordre au ciseau de couper quand on a la longueur désiré par l'automate, ensuite la pipe pose le fil au gabarit (moule) pour avoir la forme de rondelle et au haut de ce gabarit il existe un cône tournant son rôle est de bien presser la rondelle dans le moule.

Après le découpage de fil un bras automatique prend la rondelle et la dépose dans une tapis roulant qui la transporte dans une balance qui mesure le poids de rondelle, si le poids est convient avec les paramètres d'entrée un vérin pousse cette dernière dans la zone des pièces finies, sinon un autre vérin va pousser vers les pièces rejets
Cette machine est commandée par un automate ou il y a trois variables principales :

- ✓ Temps de l'opération.
- ✓ La longueur de fil.
- ✓ Le poids de la rondelle, avec une tolérance



Figure 3.9 : Machine de préformage automatique

III.2.1 Relais de Protection :

Leur rôle est de protéger les différents circuits de la machine contre les surtensions ligne, les baisses de tensions ligne, les masses dans le circuit de puissance et le circuit auxiliaire, les surcharges, etc.

III.2.2 Encodeur

Les codeurs rotatifs sont un type de capteurs permettant de délivrer une information d'angle, en mesurant la rotation effectuée autour d'un axe.

L'information de vitesse peut alors être déduite de la variation de la position par rapport au temps. Donc dans la machine de préformeuse il nous donne la longueur demandée pour enrouler le fil imprégné afin d'obtenir la rondelle.

III.2.3 Système cône+ gabarit

Ce système se compose de deux composants importants le premier est le gabarit. Lorsque le fil imprégné sort de la pipe, le gabarit fait tourner le fil pour construire la rondelle et le cône a pour but de bien presser la rondelle à l'intérieur de gabarit

III.3 Analyse fonctionnelle de la préformeuse automatique

Il s'agit dans cette étape d'identifier clairement les éléments à étudier et leurs fonctions.

Pour cela nous avons procédé par une analyse structurelle qui vise à décomposer la machine en question, afin de mettre en relief l'ensemble des organes faisant partie de la machine.

III.3.1 Diagramme de bête à corne

La bête à cornes (**fig.4.3**) nous permettra de déterminer les exigences fondamentales qui justifient la conception de la cabine d'imprégnation, et cela à l'aide des trois questions fondamentales :

- A qui rend-il service ?
- Sur quoi agit-il ?
- Dans quel but ?

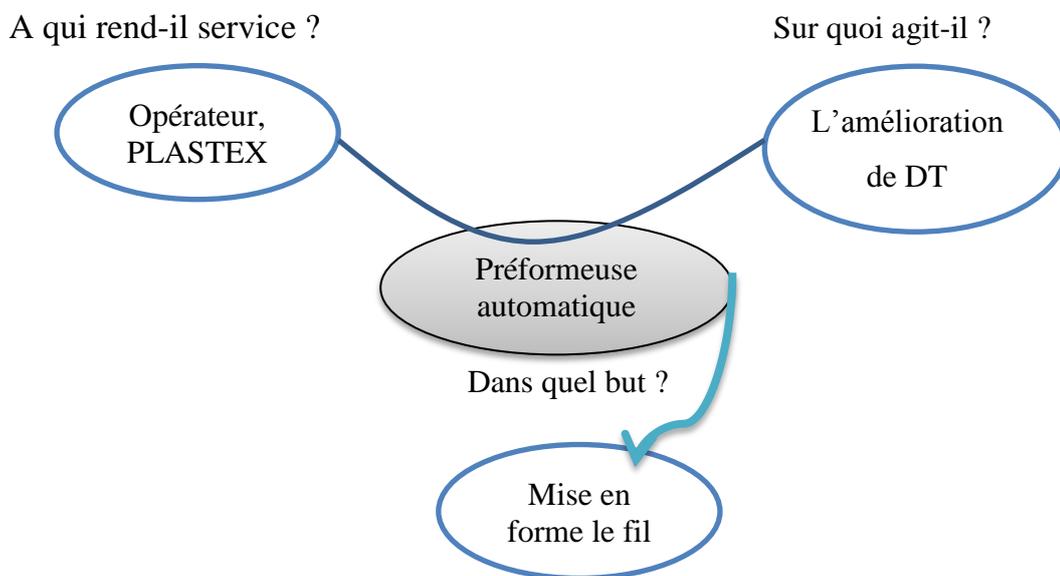


Figure 3.10 : Diagramme bête à corne de la préformeuse automatique

III.3.2 Diagramme pieuvre (ou graphe des interactions)

Les fonctions de service (principales et contraintes) du système ont été identifiées à partir de l'inventaire des milieux environnants en phase de marche.

FC : Fonction de contrainte.

FP : Fonction principale.

FC1 : être envoyer per le convoyeur

FC2 : enrouler le fil sous la forme intérieur de gabarit

FC3 : être accessible par l'opérateur

FC4 : bien presser la rondelle

FC5 : mesurer le poids de la rondelle

FC6 : contrôler la forme et les dimensions de la rondelle

FP1 : mise en forme de fil d'imprégnation

FP2 : mesurer le poids de la rondelle

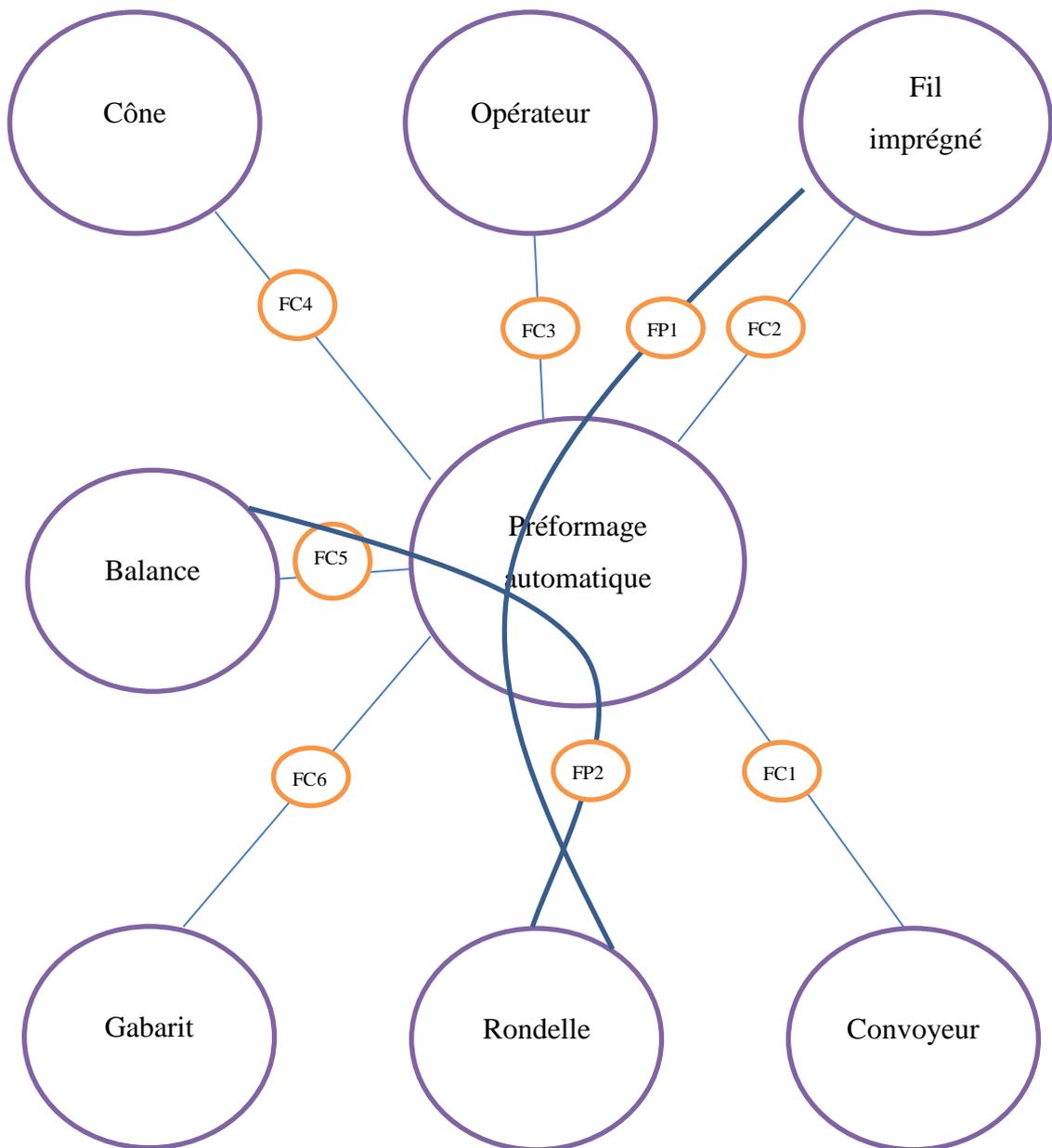


Figure3.10 : les fonctions de contraintes et principales de la préformeuse automatique

III.3.3 Décomposition fonctionnelle

La décomposition de la préformeuse automatique (voir annexe I)

IV Presse de moule

IV.1 Description de fonctionnement général de la presse de moule

La machine fonctionne actuellement avec trois plateaux, chaque plateau moule quatre rondelles à la fois, soit petite ou grande dimension, avec des moules ouverts.

Après l'obtention des préformes, les rondelles sont placées et pressées dans des moules à l'aide des presses hydrauliques. L'opérateur prend les rondelles et les introduit dans les moules ensuite le processus de moulage se démarre, ce dernier se compose de quatre cycles. Dans le 1^{er} cycle L'automate assure la fermeture et le maintien de la presse à une pression de 80 bars pendant 20 secondes, puis l'ouverture pour permettre le premier dégazage pendant 5 secondes, ensuite dans le 2eme cycle la presse effectue une pression de 200 bars pendant 20 secondes, puis l'ouverture pour permettre le premier dégazage pendant 5 secondes, après la 3eme cycle L'automate ferme à nouveau la presse, fait monter la pression jusqu'à 200 bar pendant 20 secondes et ouvre la presse pour le troisième dégazage pendant 5 secondes. Et enfin l'automate ferme la presse, fait monter la pression jusqu'à 250 bar ou il est maintenue pendant 140 secondes.

A l'ouverture de la presse, on obtient alors un produit rigide qui peut présenter des bavures si le moule utilisé n'est pas fermé.

La presse hydraulique est constitué d'un :

- Centrale hydraulique, 4 plateaux,
 - Réservoir
 - Motopompe hydraulique
 - Distributeur / Limiteur de débit et Limiteur de pression
- 4 Plateaux : chaque plateau contient
 - Moule fermé
 - Male/femelle
- Piston (vérin principale)
 - Deux vérins de guidage (monté/ descente)
 - Système de dégazage (vérin pneumatique)



Figure 3.11 : presse de moulage

IV.2 Définition de la phase de fonctionnement

L'étude se limite à l'analyse des défaillances pendant la phase de travail.

IV.3 Analyse fonctionnelle

IV.3.1 Diagramme de bête à corne

La bête à cornes (**fig.4.3**) nous permettra de déterminer les exigences fondamentales qui justifient la conception de la cabine d'imprégnation, et cela à l'aide des trois questions fondamentales :

- A qui rend-il service ?
- Sur quoi agit-il ?
- Dans quel but ?

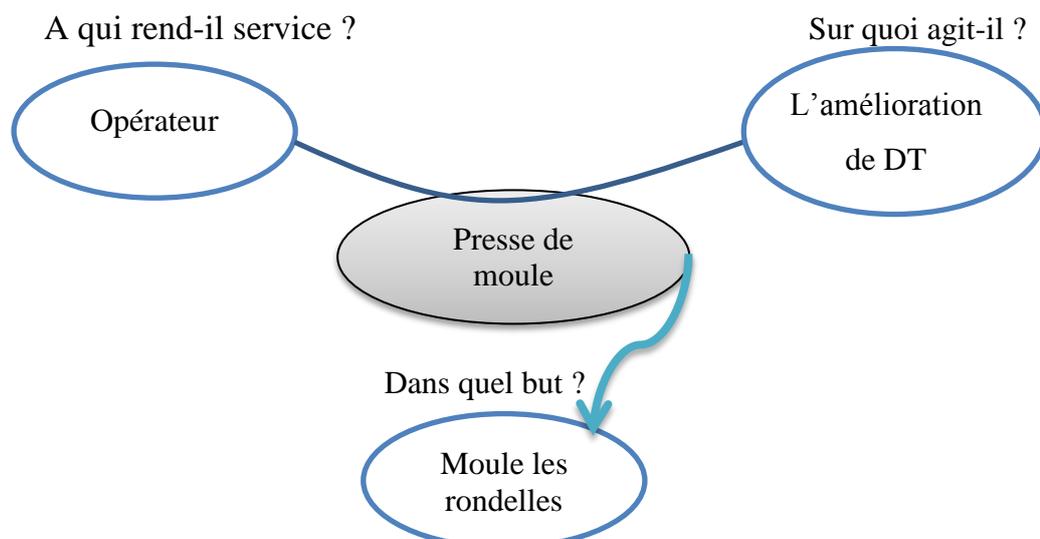


Figure 3.12 : Diagramme bête à corne de la presse de moule

IV.3.2 Diagramme pieuvre (ou graphe des interactions)

FC1 : déplacer les plateaux dans les deux sens.

FC2 : être accessible par l'opérateur.

FC3 : résister aux agressions du milieu ambiant.

FC4 : enlever les plateaux sur les rondelles.

FC5 : assurer le débit par le système hydraulique.

FC6 : mise en forme des rondelles.

FP1 : mouler les rondelles.

Le schéma suivant montre les fonctions de contrainte et principale de la presse de moule avec l'environnement extérieur en phase de marche.

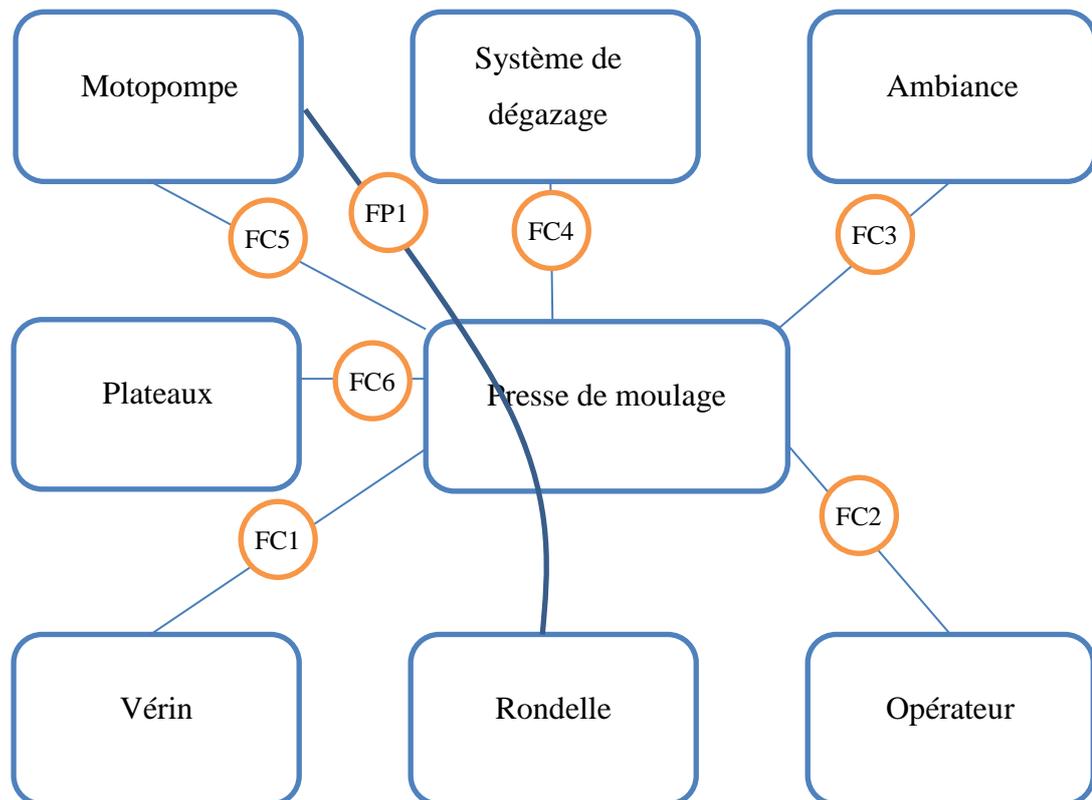


Figure 3.13 : fonction de contraintes et principale de presse de moulage

IV.3.3 Décomposition fonctionnelle

Décomposition fonctionnelle de la presse de moule (voir annexe II).



***CHAPITRE 4* : RÉSULTATS DES ANALYSES (AMDEC et Pareto)**

Ce chapitre a pour objectif d'identifier les échelles de notation et élaborer les résultats des analyses.

D'abord nous allons commencer par la détermination des échelles de gravité, fréquence et non détection, ensuite les tableaux AMDEC des machines, enfin nous analysons ces tableaux par la méthode ABC et donnons des recommandations.

I Généralités

Pour formuler la grille des anomalies possibles, notre démarche pour la collection des informations a été basée sur les recommandations du fabricant des équipements, les observations du personnel de l'usine et les témoignages des intervenants directs sur les équipements.

Ces informations nous ont permis d'établir le tableau AMDEC. Dans ce même tableau, on a proposé des actions correctives à mener pour chaque mode de défaillance.

II Échelle de Cotation :

Pour rendre l'étude homogène, la criticité des défaillances de tous les équipements sera évaluée suivant une même échelle de cotation, à partir de trois critères indépendants : la fréquence d'apparition ou la probabilité d'occurrence (**F**), la gravité (**G**) et la probabilité de non détection (**D**). A chaque critère nous avons associé une échelle de cotation définie selon quatre niveaux en s'appuyant sur : l'historique des arrêts du département de maintenance et l'expérience du personnel.

En effet, l'échelle de cotation est basée principalement sur le temps de l'indisponibilité ainsi que le nombre de défaillances des équipements. Elle est aussi le résultat de nombreuses réunions menées avec les chefs d'équipe du service maintenance. Ainsi nous avons pu dresser les tableaux suivants :

II.1.1 Gravité G :

Pour calculer la gravité des modes de défaillance nous nous sommes basés sur le tableau 4.1

Niveau de gravité	indice	Définition
Gravité mineure	1	Sans dommage : défaillance mineure ne provoquant pas d'arrêt de production et aucune dégradation notable du matériel
Gravité significative	2	Important : défaillance provoquant un arrêt significatif et nécessitant une intervention importante
Gravité moyenne	3	Moyenne : défaillance provoquant un arrêt de production et nécessitant une petite intervention
Gravité majeure	4	Catastrophique : défaillance provoquant un arrêt impliquant des problèmes graves

Tableau4.1 Echelle de gravité

II.1.2 Fréquence d'apparition F :

Le tableau 4.2 permet de calculer la fréquence d'apparition des défaillances.

Niveau de fréquence	indice	Définition
Fréquence très faible	1	Exceptionnelle : la possibilité d'une défaillance est pratiquement inexistante
Fréquence faible	2	Certaine : il y a eu traditionnellement des défaillances dans le passé
Fréquence moyenne	3	Rare : une défaillance occasionnelle s'est déjà produite ou pourrait se produire
Fréquence forte	4	Très fréquente : il est presque certain que la défaillance se produira souvent

Tableau 4.2 Echelle de gravité

II.1.3 Non détection D :

Pour calculer le non détection nous nous sommes basés sur le tableau 4.3

Niveau de ND	indice	Définition
Détection évidente	1	Signes avant-coureurs : l'opérateur pourra détecter facilement la défaillance
Détection possible	2	Peu de signes : la défaillance est décelable avec une certaine de recherche
Détection improbable	3	Aucun signe : la recherche de la défaillance n'est pas facile
Détection impossible	4	La défaillance n'est pas détectable ou encore sa localisation nécessite une recherche approfondie

Tableau 4.3 Echelle de Non détection

II.1.4 Criticité C

Le tableau 4.4 illustre les niveaux de criticité.

Niveau de criticité	Exemple d'action corrective engagée
$1 \leq C < 8$ Criticité négligeable	Aucune modification de conception Maintenance corrective
$8 \leq C < 16$ Criticité moyenne	Amélioration des performances de l'élément Maintenance préventive systématique
$16 \leq C < 20$ Criticité élevée	Révision de la conception de sous-ensemble et du choix des éléments Surveillance particulière, maintenance préventive conditionnelle/prévisionnelle
$20 \leq C < 64$ Criticité interdite	Remise en cause complète de la conception

Tableau 4.4 Echelle de la criticité

III Cabine d'imprégnation

III.1 Grille AMDEC

Le tableau 4.5 illustre tous les modes de défaillance du système de cabine d'imprégnation, avec les valeurs de la criticité. Ces valeurs de criticité de l'étude AMDEC sont basées sur les données citées précédemment.

PLASTEX MAROC		Etude : Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité					Date : 15/04/12				
							Responsable :				
Secteur : Cabine d'imprégnation							Unité maintenance : atelier mécanique				
Matériel			Caractéristique de la défaillance				Criticité				Résultat d'étude
Ensemble	Organe	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effets	Détection	Gravité	Fréquence	Non détection	Criticité	Actions préventif
Chambre de séjour	Chaîne d'avance transversale	Transmission axe horizontal de fil	Chaîne cassé	Charge Coincement	enchevêtrement	Visuelle	3	3	1	9	Graissage de chaîne
	Chaîne intermédiaire de transformation de mouvement	Transmission axe De tambour	Chaîne cassé	Charge Coincement	enchevêtrement	Visuelle	3	3	1	9	Graissage de chaîne

	Pignon	Transmettre le mouvement de chaîne	Pignon cassé	Pignon usé Mauvaise fixation	Arrêt de la machine	Visuelle	3	2	1	6	Graissage périodique - Contrôle de l'état du pignon. - Contrôle d'alignement
	Palier	Support	Usure	-Fatigue -Mauvais alignement -Détérioration des roulements	Usure de l'arbre	Contrôle et mesure	3	1	3	9	Contrôle d'état des paliers
	Réduction de vitesse	Transmission de puissance rotative en vitesse utilisable	-Vibrations -Bruit	-Dentures endommagés -Augmentation du jeu des paliers	- Fonctionnement inadéquat - Transmission insuffisante. -Fuite d'huile	Contrôle et mesure	3	1	2	6	-Contrôle régulier des pièces dentées -Ajustage des jeux des paliers -Étanchéifier les plans de joints
	Roulement	Support la charge de l'arbre	Roulement cassé	Charge Usure	Arrêt de la machine	Visuelle	2	2	1	4	Contrôle de l'état des roulements

Pignon de la chaine	Déterminer la vitesse transversale	Pignon cassé	Pignon usé Mauvaise fixation	Arrêt de la machine	Visuelle	3	3	1	9	Graissage périodique - Contrôle de l'état du pignon.
Extracteur de recyclage	Faire tourner le vapeur dans la cabine	Bouchage	les ailettes de ventilateur	Arrêt de machine	Visuelle	3	2	1	6	Contrôle systématique
Conduite de vapeur	Faire passer le vapeur dans la cabine	Fuite	Trou dans la conduite	Arrêt de machine	Visuelle	3	2	1	6	Nettoyage systématique
Motoréducteur	Transmission de puissance rotative en vitesse utilisable	-Usure des joints -Casse de Denture	-Dentures endommagés -Augmentation du jeu des paliers	- Fonctionnement inadéquat - Transmission insuffisante.	Contrôle et mesure	3	1	2	6	-Contrôle régulier des pièces dentées -Ajustage des jeux des paliers -Etanchéifier les plans de

			-Vibrations -Bruit	-Paliers défectueux -Desserrage de la fixation	-Fuite d'huile		2	2	1	4	joints -Contrôle de l'étanchéité -Contrôle régulier du niveau d'huile.
Outil d'imprégnation	Lame	Garde diamètre	Usure	Frottement de fil avec les lames	Variation de diamètre de fil	Visuelle	4	2	2	16	Nettoyage des lames rechange
	Les enrouleurs de fil	Support de fil	-Coincement de support de bobine -Pert de matière fil	Usure des roulements port cônes Usure des rouleaux de guidage	Manque de matière sur produit fini	Contrôle et mesure	2 3	1 2	3 2	6 12	Nettoyage des enrouleurs du fil de l'outil

	Bac d'imprégnation	Réservoir de patte	Niveau bas du mélange dans bac	Vigilance de l'opérateur	Défaut de recouvrement	Visuelle	2	3	2	12	Nettoyage et réglage du bac d'imprégnation Garder toujours le niveau du bac en haut
	Base	Faire passer 3 fils	Usure	Frottement	Déréglage de poids de fil	Visuelle	3	2	2	12	Nettoyage de base
	rouleaux	Immerger le fil dans le bac	Usure	Frottement	Déréglage de poids de fil	Visuelle	3	3	1	9	Nettoyage de rouleau
Système bobinoir	vérin	Translater les enrouleurs de fil	Le vérin ne bouge pas ou très lentement	Vérin grippé	Cycle ralenti	Contrôle Visuelle	4	3	1	12	Contrôle périodique
				Vérin usé (perte d'étanchéité)			2	2	1	4	
	palier	Extracteur de fil	Extracteur cassé	Charge	Arrêt de machine	Contrôle	2	1	2	4	Graissage des paliers

	moteur	Tourner les bobines	Coincement Echauffement	-Défaut d'alignement -Accouplement déséquilibré -Surcharge -Usure des roulements	Disfonctionnement du système	Contrôle	3	3	1	9	-Contrôle de l'état des roulements - Graissage périodique des roulements.
	distributeur	Commander les vérins	Mal fonctionnement	Signal	Arrêt de machine	Contrôle	3	4	1	12	Contrôle systématique
	Tableau de commande	Commander la machine	Electrique	Vieillessement	Arrêt de machine	Contrôle	2	2	2	8	Contrôle périodique
Système thermique	Radiateur	l'échange de chaleur	Fuite Bouchage	Poussière		Contrôle	2	1	2	4	Contrôle
	Ventilateur	Refroidir la cabine	Fonctionnement Dégradé	Défaillance Mécanique	Aspiration insuffisante	Contrôle	2	2	2	8	Nettoyage périodique

régulateur	Commander le positionneur	Mal fonctionnement	Usure Casse de ressort	Arrêt de machine	Contrôle	4	2	1	12	Nettoyage systématique
Vanne régulateur	Faire passer la vapeur	Coincement	Pas de commande	Mauvais fonctionnement	Contrôle	3	2	2	12	Contrôle périodique
Sonde de température	alimenter l'indicateur de température	Electrique	Vieillessement	Dégrade de qualité de fil imprégné	Contrôle	2	2	1	4	Contrôle périodique

Tableau 4.5 Grille AMDEC de la cabine d'imprégnation

III.2 Analyse de Pareto

Dans cette analyse, les organes sont classés en ordre décroissant selon la criticité. Le cumulé et le pourcentage cumulé de chaque organe sont déterminés par la suite.

Le tableau 3.2 présente les organes constituant la cabine d'imprégnation et la criticité correspondante.

Organes	Criticité (C)	Ordre de criticité (OC)	% de criticité	Pourcentage Cumulé (PC)
Motoréducteur	16	1	7,547169811	7,547169811
Lame	12	2	5,660377358	13,20754717
Les enrouleurs de fil	12	3	5,660377358	18,86792453
Bac d'imprégnation	12	4	5,660377358	24,52830189
Rouleaux	12	5	5,660377358	30,18867925
Distributeur	12	6	5,660377358	35,8490566
Régulateur	12	7	5,660377358	41,50943396
Vanne régulateur	12	8	5,660377358	47,16981132
Chaine d'avance transversale	9	9	4,245283019	51,41509434
Chaine intermédiaire de transformation de mouvement	9	10	4,245283019	55,66037736
Palier	9	11	4,245283019	59,90566038
Roulement	9	12	4,245283019	64,1509434
Base	9	13	4,245283019	68,39622642
Moteur	9	14	4,245283019	72,64150943
Tableau de commande	8	15	3,773584906	76,41509434
Ventilateur	8	16	3,773584906	80,18867925
Pignon	6	17	2,830188679	83,01886792
Réduction de vitesse	6	18	2,830188679	85,8490566
Pignon de la chaine	6	19	2,830188679	88,67924528
Extracteur de recyclage	6	20	2,830188679	91,50943396
Conduite de vapeur	6	21	2,830188679	94,33962264
Palier	4	22	1,886792453	96,22641509
Radiateur	4	23	1,886792453	98,11320755
Sonde de température	4	24	1,886792453	100
Criticité totale	212			

Tableau 4.6 Classification des organes de la cabine d'imprégnation et leurs criticités

La courbe de Pareto est obtenue en représentant les pourcentages cumulés en fonction de l'ordre de criticité des organes étudiés. Le graphe permet de distinguer les organes les plus critiques.

La figure 3.1 présente la courbe de Pareto de la cabine d'imprégnation

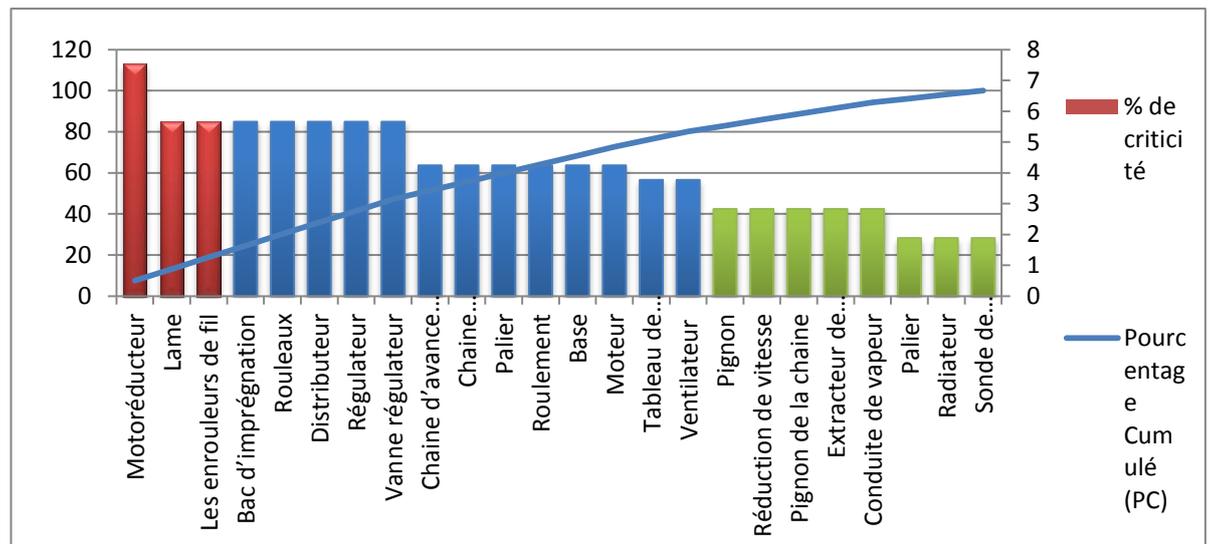


Figure 4.1 Courbe de Pareto des éléments de la cabine

La courbe de Pareto permet de répartir les éléments du système étudié en trois classes :

- la classe A représentant les éléments les plus critiques,
- la classe B des éléments à criticité moyenne,
- la classe C des éléments les moins critiques.

Pour délimiter ces trois classes on calcule le Ratio de discrimination (R_d) donné par la formule :

$$R_d = \frac{\text{longueurCB}}{\text{longueurAB}}$$

Selon les valeurs de R_d on détermine les limites en ordre de criticité (OC) des trois classes A, B et C.

Le tableau 3.3 présente les limites de criticité (exprimée en %) des trois classes en fonction des valeurs de R_d .

Valeur de R_d	A	B	C
$0.9 < R_d < 1$	10	10	80
$0.85 < R_d < 0.9$	10	20	70
$0.75 < R_d < 0.85$	20	20	60
$0.65 < R_d < 0.75$	20	30	50
$R_d < 0.65$	Non interprétable		

Tableau 4.7 Limite des trois classes en fonction de la valeur de R_d

D'après la figure précédente, la classe A contient 20% des éléments de la cabine, ce qui représente les trois premiers éléments :

- ✓ Motoréducteur
- ✓ Lame
- ✓ Bac d'imprégnation

Ainsi, la maintenance de ces éléments est primordiale pour obtenir une meilleure exploitation de la cabine d'imprégnation.

Recommandation 1 : pour la maintenance de l'élément motoréducteur, on doit procéder à :

- un graissage périodique des paliers et de pignon d'attaque.
- un contrôle de la température des paliers, de pignon et de la couronne.
- un contrôle de la distribution uniforme de la graisse sur la couronne.
- un nettoyage des conduites de graisse pour empêcher l'obstruction.
- vérifier le niveau d'huile et l'état de tous les éléments du moteur

Recommandation 2 : les lames de l'outil d'imprégnation s'usent pendant l'utilisation.

Il est donc nécessaire de :

- Nettoyer les lames pour éviter l'usure de la matière
- Garder la distance entre deux lames
- mesurer périodiquement le poids du fil imprégné qui sort de la chambre de séjour

Recommandation 3 : le bac d'imprégnation contient la pâte visqueuse d'où la nécessité de :

- enlever le reste de la pâte collé sur les coins de bac
- Nettoyer chaque semaine le bac d'imprégnation

IV PREFORMEUSE Automatique

IV.1 Grille AMDEC

La grille de l'AMDEC de la préformeuse automatique est présentée dans l'annexe III.

IV.2 Analyse de Pareto

Le tableau 3.4 comporte les éléments constituant la préformeuse, avec les valeurs de la criticité ordonnancé selon l'importance de la valeur par ordre décroissant :

Organes	Criticité (C)	Ordre de criticité (OC)	% de criticité	Pourcentage Cumulé (PC)
Cône	24	1	10,73825503	10,73825503
Ciseaux	16	2	8,053691275	18,79194631
Gabarit	12	3	8,053691275	26,84563758
Pignon principale	12	4	8,053691275	34,89932886
Pignon céléron	12	5	6,040268456	40,93959732
Pignon	9	6	6,040268456	46,97986577
Roulement	9	7	6,040268456	53,02013423
Poulie d'encodeur	9	8	6,040268456	59,06040268
Extracteur	9	9	6,040268456	65,10067114
Roulement	9	10	6,040268456	71,1409396
Chaine	9	11	5,369127517	76,51006711
Rondelle mécanique	8	12	4,026845638	80,53691275
Ejecteur	6	13	4,026845638	84,56375839
Vérin pneumatique	6	14	4,026845638	88,59060403
Tige de fixation cône	6	15	4,026845638	92,61744966
Pipe	6	16	1,342281879	93,95973154
Balance	2	17	1,342281879	95,30201342
Relais de sécurité	2	18	1,342281879	96,6442953
Détecteur de proximité	2	19	1,342281879	97,98657718
Arbre de transmission	2	20	1,342281879	99,32885906
Vis de fixation	2	21	0,67114094	100
Variateur de vitesse	1	22	0	100
Somme	149			

Tableau 4.8 Criticité des éléments de la préformeuse automatique

A partir de données illustrées dans le tableau 3.4, on représente la courbe de Pareto.

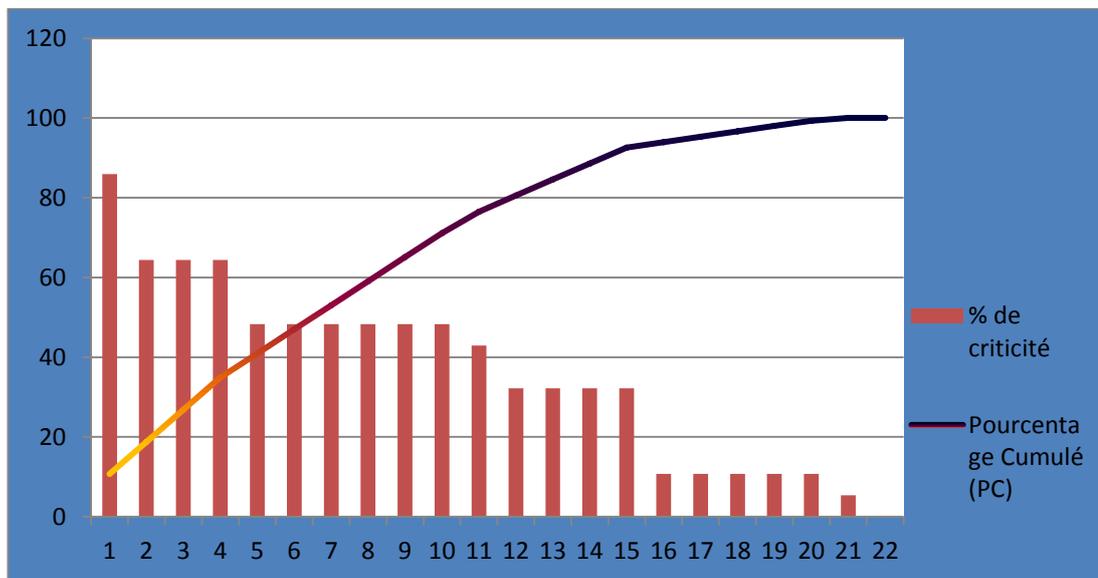


Figure 4.2 Courbe de Pareto de performeuse automatique

Le calcul du ratio de discrimination de la **performeuse automatique** a donné la valeur 0.66.

Cette valeur permet d'identifier la classe A où il faut agir en priorité. Cette classe contient les éléments : le cône, le ciseau et Gabarit. Pour ces trois organes, il est nécessaire d'intensifier la maintenance préventive et éventuellement une maintenance améliorative.

Recommandation 1 : pour la maintenance de cône il faut :

- Serrer périodiquement le vis-cône
- Contrôler l'état de cône
- Vérifier mensuellement l'état de pignon conique

Recommandation 2 : pour la maintenance de ciseau il faut donc :

- Nettoyer la pastille de ciseau
- Nettoyer le ciseau

V Presse de moule

V.1 Grille AMDEC

La grille de l'AMDEC presse de moule est présentée dans l'annexe IV.

V.2 Analyse de Pareto

Le classement des organes de la presse de moule par l'analyse de Pareto permet de détecter les éléments de la classe (A) qui engendrent la majorité des pannes.

Le tableau 3.5 contient les éléments de presse de moule avec leurs valeurs correspondantes en criticité, en ordre de criticité (OC), en % cumulé de criticité

Organes	Criticité (C)	Ordre de criticité (OC)	% de criticité	Pourcentage Cumulé (PC)
Pompe	24	1	11,00917431	11,00917431
Moule	16	2	7,339449541	18,34862385
Distributeur hydraulique	12	3	5,504587156	23,85321101
Régulateur de pompe	12	4	5,504587156	29,35779817
Vérin principale	12	5	5,504587156	34,86238532
Vérin de support	12	6	5,504587156	40,36697248
Turbine de pression	12	7	5,504587156	45,87155963
Vérin pneumatique	12	8	5,504587156	51,37614679
Régulateur	9	9	4,128440367	55,50458716
Câbles spéciaux	9	10	4,128440367	59,63302752
Roulement	9	11	4,128440367	63,76146789
Paliers	9	12	4,128440367	67,88990826
Régulateur de température	8	13	3,669724771	71,55963303
Moteur	8	14	3,669724771	75,2293578
Distributeur	8	15	3,669724771	78,89908257
Résistance	6	16	2,752293578	81,65137615
Résistance	6	17	2,752293578	84,40366972
Gaines	6	18	2,752293578	87,1559633
Régulateur	6	19	2,752293578	89,90825688
Résistances	6	20	2,752293578	92,66055046
Sonde de température	4	21	1,834862385	94,49541284
Automate	4	22	1,834862385	96,33027523
Courroie	4	23	1,834862385	98,16513761
Relais de commande	2	24	0,917431193	99,08256881
Tableau électrique	2	25	0,917431193	100
Somme	218			

Tableau 4.9 Criticité des éléments de la presse de moule

A partir de données illustrées dans le tableau 3.5, on représente la courbe de Pareto.

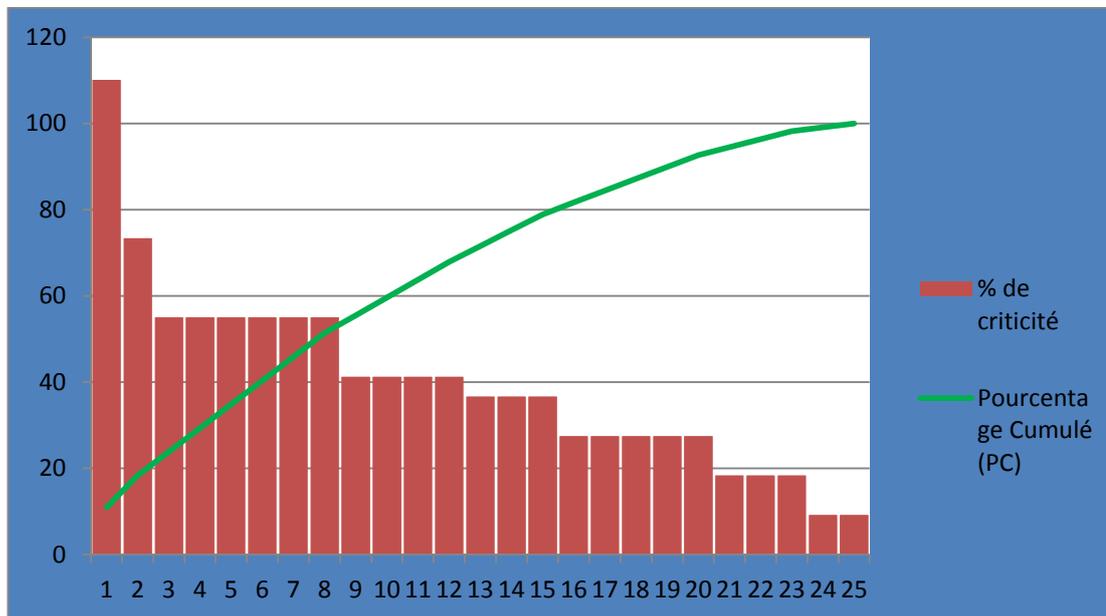


Figure 4.3 Courbe de Pareto des organes de la presse de moulage

On a $R_d = 0,59$

La valeur de R_d montre que la presse de moulage nécessite un suivi rigoureux des organes de pompe, moule et vérin.

Pour la maintenance des éléments de la pompe, il faut :

- inspecter périodiquement le corps cylindrique et le rotor à aubes.
- contrôler régulièrement l'alignement pompe-moteur.
- Vérifier l'état des capteurs et fins de courses
- nettoyer le moteur avec l'air comprimé et graisser les paliers régulièrement.
- contrôler le niveau d'huile dans le réducteur et respecter la fréquence du changement d'huile.

VI Conclusion

Les outils d'analyse utilisés précédemment facilitent la reconnaissance des équipements critiques, et leurs ordres de priorité dans la maintenance. L'étude a montré qu'un faible nombre de défauts peut produire des pertes importantes. A l'aide de ces outils de décisions, nous cherchons à garantir la fiabilité et améliorer la sûreté de fonctionnement.

En conclusion, nous avons présenté dans ce chapitre les résultats de l'étude AMDEC, qui comprennent les modes de défaillance possibles engendrés par chaque organe durant le fonctionnement de chaque système. Nous avons spécifié les causes et les effets de chaque anomalie tout en donnant la nature et la fréquence du mode. Cette étude a permis aussi de localiser les éléments critiques et leur ordre de priorité. Les actions à mener sont des actions préventives permettent de garder le système en marche normale. Cette démarche (étude AMDEC et analyse Pareto) constitue la première tâche vers l'implantation du plan de maintenance et la détermination des pièces de rechange.

***CHAPITRE 5* : ÉLABORATION DU PLAN DE MAINTENANCE**

Ce chapitre a pour objectif de mettre en place les résultats des études AMDEC

D'abord nous allons commencer par les plans de maintenance pour chaque machine, ensuite les enregistrements des fiches de maintenance remplis par les opérateurs et Enfin nous allons présenter les pièces de rechange nécessaire pour chaque machine

I.1 Plan de maintenance

D'après l'analyse des modes de défaillance, présentée dans le chapitre 4, nous remarquons qu'il s'agit d'une défaillance progressive nécessitant une maintenance prévisionnelle. L'étude des défaillances a permis de créer un plan de maintenance pour faire coïncider la fiabilité prévisionnelle avec la fiabilité opérationnelle.

Le plan des inspections proposé est basé sur la surveillance des paramètres significatifs de fonctionnement, soit par des observations visuelles, par analyse non destructive (analyse vibratoire,...), ou par retour d'informations électroniques (alarmes,...).

La démarche de réalisation du plan de maintenance a été basée sur les analyses précédentes, avec l'exploitation de l'historique des pannes depuis le début de l'année 2012, et en tenant compte des conseils des constructeurs.

Le tableau 5.1 présente les inspections à effectuer pour la cabine d'imprégnation.

Les deux tableaux restant seront présentés dans l'annexe III.

	Changement des roulements									N2	
	Changements d'étanchéité		Visuelle							N2	
	Graissage paliers de l'arbre principal									N2	Graisse noir
	Graissage des réducteurs									N2	
	Vérification des bagues en bronze des pignons									N2	
	Le moteur réducteur (vérifier le niveau d'huile et l'état de tous les éléments du moteur)									N2	Vidange chaque 365 jrs
Système thermique	Contrôle de l'état des roulements		Visuelle							N2	
	Nettoyage des ailettes des ventilateurs									N2	
	Vérification des paliers									N2	
	Graissage des ventilateurs de recyclage									N2	Graisse blanc 20g
	Vérification des courroies									N2	Contrôle de tension
	Changement des courroies									N2	
	Nettoyage de radiateur									N2	détartrage
Système bobinoirs	Graissage des paliers									N1	Graisse blanc
	Vérification de vérin principale									N1	Le distributeur + les raccords+ tuyau

Tableau 5.1 Plan de maintenance de la cabine d'imprégnation

J : journalier, **H** : hebdomadaire, **M** : mensuel, **T** : trimestriel, **S** : semestriel,
A : annuel

I.2 Fiche de la maintenance préventive

L'application de l'analyse AMDEC pour l'étude de la cabine d'imprégnation, nous a permis de mettre en évidence les modes, les causes et les effets des défaillances de cette machine.

Ainsi, pour diminuer le niveau de criticité de chaque combinaison (cause, mode et effet) nous avons proposé des actions préventives dans le but de dresser un plan d'actions détaillé pour l'ensemble des défaillances, afin de développer la maintenance planifiée.

La fiche ci-dessous (**fig.5.1**) représente les actions hebdomadaires. Le reste des fiches sera présenté dans l'annexe IV.

Cod. Machine		Machine	Date de révision	Freq.	Prochaine Révision	Localisation
E1301		cabine d'imprégnation		Hebdo		

Données d'Intervention		JUGEMENT				
Inspection Items	N	A	C	Commentaire	temps	
cabine d'imprégnation						
1- outil d'imprégnation						
1 nettoyage de la base et les lames						
2 nettoyage du bac d'imprégnation						
3 nettoyage des enrouleurs du fil de l'outil						
4 nettoyage des tambours des bobinoirs						
2- système thermique						
1 nettoyage des ailettes des ventilateurs						
3- système bobinoir						
1 vérification de vérin principale						
2 remplir cuve d'huiles de le FRL						

Pièces de Rechange

Commentaires

Approuvé	Vérfié	Élaboré
A.MAËTI	A.FAKHREDDINE	KAMAL ELBOUZIDI

N: Etat normal **A**:Anomalie détecté nécessitant une intervention **C**: Correction réalise durant le

Figure 5.1 : Fiche de la maintenance préventive.

I.3 Gestion des équipements

Cette gestion a pour but d'aider l'atelier mécanique dans la mission du maintien en bon fonctionnement de leurs équipements. Elle présente une première approche vers l'implantation d'une gestion de maintenance assistée par ordinateur.

I.4 Gestion du stock

La gestion du stock constitue l'un des outils de la réussite de la plupart des entreprises, d'où il est indispensable de gérer le stock. Le stock proposé est un stock de maintenance qui est constitué de pièces de rechange.

La codification utilisée au magasin n'est pas celle du fournisseur car l'entreprise dispose de deux types de codification. Les équipements immobilisés sont désignés par des matricules constitués par des lettres et des chiffres. Par contre, les autres pièces sont connues par un code composé de dix chiffres. (Voir tableau 5.2)

La liste des équipements à avoir en stock correspond aux équipements les plus critiques indispensables pour la disponibilité des machines (voir étude de criticité du chapitre 4).

Les tableaux 5.2, 5.3 et 5.4 regroupent les pièces de rechanges

I.5 Le choix des pièces de rechange :

- Fréquence de changement de la pièce
- Le délai de livraison de la pièce
- Le cout de la pièce
- Criticité de la pièce
- Fournisseur n'est pas local

Equipement	Pièces de rechange	Code
Système thermique	Ventilateur électrique modèle SJ1238HA2	97250668
	Moteur Type H63B/4 0.18 Kw 220/380V	97250482
	Manomètre de vapeur 0 à 16 bar G1/4 Inox	97250202
	Tube d'aluminium d50/58 L	97250462
	Flexible d'aspiration d'int 110mm	97250481
	Sonde de température	97250482
	Régulateur de T° autonics TZ 4 H-24C sortie 4-20 mA, DC	97250336
	Purgeur électronique avec électrovanne 220V	97210082
Chambre de séjour	Réducteur MI 40 R1/15 11X140	97250463
	Roulement 2201	97250626
	Courroie 9.5/1225 Trz	97251750
	Bras d'outil	97010253
	Douilles à Billes LBCR40-2LS	97250461
	Bague de pied de bielle	97250468
	Moteur électrique Puissance 1.5 cv Vitesse 1000tr/min	97247043
	Variateur de vitesse triphasé type : ACS 350-03E05	97010195
	Extracteur de 826x195x35 220V	97140004
	Manchon H309	97250732
	Système bobinoir	Rouleau de suspension de bobine
Détecteur de proximité E2K-C25MF		97040131
Vérin double effet G1/4		97121397
Distributeur pneumatique 3/2 L3-1/4-B		97210029
Moteur pneumatique D23-S-400 Sortie fileté 3/8" U		97240614
Filtre à bride DN 25		97250469
Outil d'imprégnation	Lame de base en acier spK	97251543
	Ressorts de compression en inox d.int 6.2	97251604
	Base à 5 canaux en acier SPK (2)	97251720
	Tendeur de fil	97210084

Tableau 5.2 Liste des pièces de rechange de la cabine d'imprégnation

Equipement	Pièces de rechange	Code
Groupe cône	Arbre d'entraînement de cône	97251676
	Pignon de chaine double 3/8 x Z29 dents	97251747
	Pignon en Bakélite Z44 dents	97251398
	Pignon de Z 88 dents en cèlerons	97251342
	Arbre de groupe cône	97251734
	Roulement 7214 BE	97251894
	Chaine double 3/8	97251734
	Pignon à denture frontale Z50 dents en acier 42CD4	97251543
Groupe moule	Pignon de chaine double 3/8 x Z23 dents	97251374
	Pignon conique 25 dents pour E2301/2	97251343
	Roulement réf. 4210 ATN9	97251321
	Axe de renvoi à cannelures de 6	97251363
	Joint à lèvres RS 132 142/L1 (diam. int. 132 x 8)	97251367
	Bague en caoutchouc diam. 105x68x15	97251332
	Joint torique diam. int. 183.5x6.99	97251348
Système de mesure de poids	Bande de convoyeur Plat en PVC de 2600x300x2.5	97240383
	Détecteur de proximité D30PNP NO	97240312
	VERIN FESTO TYPE DNN -40-200	97240374
	VERIN FESTO TYPE DNN -40-125	97240373
	VERIIN CIRCULAIRE FESTO TYPE 40-20	97240365
	Convoyeur réf. N01Z/07410A D3 long. 1000mm, larg. 306mm.	97240312
	Limiteur de débit Festo GRLA-1/4 QS-6-RS-B	97240387
Système électrique	Disjoncteur 0,25-0,4A AVEC B AUX NO/NC	97252084
	contacteur 24 DC TELM	97252012
	Interrupteur 3PH 63A	97252002
	Alimentation entrée 380 V SORTIE 24 DC 10A	97252045
	Simatic S5 6ZS5 931-8MD 11	97252065
	Presse étoupe D21	97252078
	Soupape d'échappement FESTO SEU-1/3	97252093

Figure 5.3 Liste des pièces de rechange de la préformeuse automatique

Equipement	Pièces de rechange	Code
Système hydraulique	Pompe Hydraulique réf. IPV 4/3-16/35-471	97250254
	Limiteur de pression VMP -35-H-C-12-L/002 139 OHO-G1/2	97250112
	Distributeur hydraulique DS 5 TA/12N D24	97250087
	Filtre hydraulique. réf. P171893 D.140mm L.155 2"	97250147
	Filtre à huile réf. FI4.30M90 diam. 1"	97250124
	Pressostat Hydraulique 30/300 bar K57	97250266
	Pompe à piston DB 620 droite	97250180
	Electro distributeur réf. DS3 TB/10N 110V 50HZ	97250235
Système électrique	Résistance à cartouche 1033W-220V diam. 26mm / 810mm	97250241
	Résistance à cartouche 1200W 220V diam. 20mm / 650 mm	97250242
	Résistance à cartouche en inox diam. 24mm, long 350, 220V 300W	97251340
	résistance circulaire grand	97252005
	contacteur 32	97252005
	Disjoncteur plus grand	97252005
Système de dégazage	Limiteur de pression VMP -35-H-C-12-L/002 139 OHO-G1/2	97010202
	Pompe hydraulique P1 DBN 3025 HJ 13 C 04N	97011256
	Clapet anti-retour T5 Réf. ZRE B 02 E1	97010390
	Jeu de joint chevron diam. int.560 ext.600 DP 98mm DRAWING NO. JW 200843 SET COMP 1-6-1	97010215
Extracteur	Outil d'extraction diam. 210x153	97251381
	Outil d'extraction diam. 195x145	97251380
	Embase Simple diam. 1/2"	97010262
	centreurs des moules type 1	97210447

Figure 5.4 Liste des pièces de rechange de la presse de moule

I.6 Conclusion

L'élaboration d'un plan de maintenance a été une tâche très importante pour assurer le bon fonctionnement. La réalisation des arborescences permet de maîtriser les différents niveaux des équipements. La codification proposée facilite l'accès à tous les organes de chaque équipement, avec un stock correspondant aux équipements critiques.

En conclusion, les principales actions réalisées sont :

- l'élaboration d'un plan de maintenance et d'inspection : pour améliorer la disponibilité et la maintenabilité des équipements ;
- la préparation d'une liste des pièces de rechange des équipements critiques : pour mettre en place une gestion des stocks ;
- la construction des arborescences fonctionnelles.

Le plan de maintenance, l'arborescence fonctionnelle, la codification et la gestion du stock sont des outils nécessaires pour la mise en place d'une gestion de maintenance assistée par ordinateur (GMAO).



***CHAPITRE 6* : ETUDE ECONOMICO-TECHNIQUE**

Le chapitre présent est destiné à évaluer l'apport de notre travail.

En premier lieu nous allons évaluer la disponibilité des machines après qu'on a mis en place les différentes actions d'améliorations. En second, on va évaluer le gain en termes de production pour justifier économiquement notre sujet.

.I Introduction

L'objectif de cette partie est d'évaluer le gain au niveau organisationnel ainsi qu'en termes de temps et de production suite à la mise en place des solutions proposées dans le chapitre précédent. En effet, nous avons pu remédier aux différents écarts constatés lors des enregistrements de disponibilités des machines, en apportant des améliorations au niveau de l'organisation des méthodes, des outils utilisés et de la performance des équipements. Grâce à ces améliorations nous avons suscité un gain notable, le chiffrage de ce dernier va être présenté dans ce qui suit.

.II Gain en disponibilité

Afin de déterminer le gain en disponibilité dans la zone de production dû aux améliorations effectuées dans les différents volets dans la zone de production, on l'a calculé pour le mois Mai 2013 et c'est dans le but de de le comparer avec l'état constaté au mois de février 2013.

Le calcul de cet indicateur est basé sur l'exploitation de l'historique fournis par le département de maintenance et de production du mois en question.

Le tableau (**tab 6.1**) suivant montre les indices de maintenances pour la machine de préformage automatique, les deux tableaux restent sont présenté à l'annexe V.

Mois	DT (%)	MTBF (h)
Janvier	0,61111111	11,884
Février	0,94354839	41,32
Mars	0,94175627	24,871
Avril	0,95698925	24,061
Mai	0,96505376	63,279
Juin	0,95967742	37,436
Juillet	0,96863799	49,518
Août	0,98028674	56,932
Septembre	0,97741935	65,825
Octobre	0,96594982	29,287
Novembre	0,98252688	59,243
Décembre	0,94623656	37,422
Janvier	0,95206093	30,37
Février	0,92293907	21,63
Mars	0,93862007	22,799
Avril	0,96908602	33,883

Tableau 6.1 les indices de maintenances pour la machine de préformage automatique.

Pour éclaircir le tableau précède, on a tracé les histogrammes de chaque indice, commençant par le MTBF.

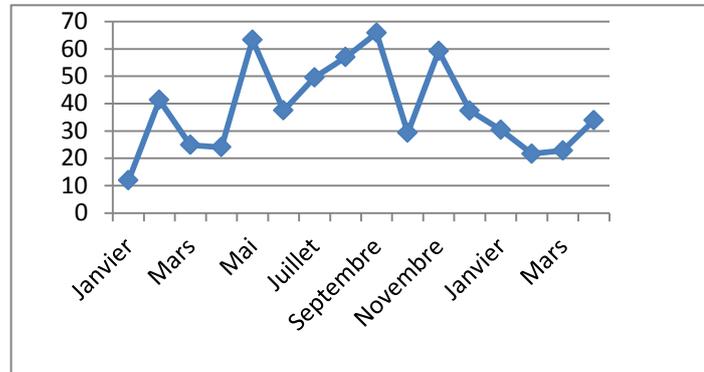
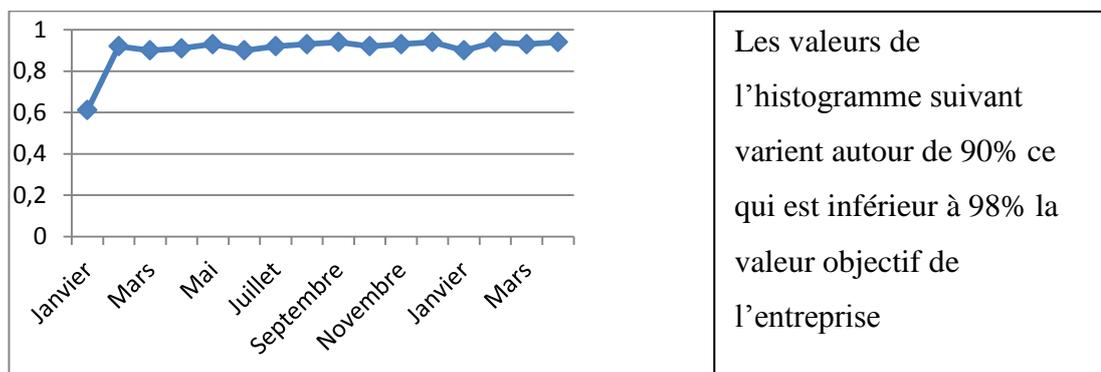


Figure 6.1: MTBF préformage



Les valeurs de l'histogramme suivant varient autour de 90% ce qui est inférieur à 98% la valeur objectif de l'entreprise

Figure 6.2 : Disponibilité de préformage

Les données de quantités des indices de maintenances pour la machine de cabine d'imprégnation sont présentées dans L'annexe V.

Après l'application de plan que j'ai réalisé durant le stage durant le mois Mai, nous avons pris les résultats obtenus et les comparés avec le cas actuel

Donc après tout calcul fait, les résultats obtenus pour le MTBF et la disponibilité de différentes machines pour le mois Mai 2013 sont illustrés dans le tableau ci-dessous :

Machine	DT(%)	MTBF (h)
Cabine d'imprégnation	97%	49,5
Préforme automatique	96.4%	55,7

Tableau 6.2 : Indice de maintenance pour les machine du mois Mai
Comparaison entre avec l'état constaté au mois de février et mois Mai 2012.

Le tableau suivant montre la comparaison entre l'état avant et l'état actuel.

Machine	DT(%)	MTBF (h)	DT(%) Fév. 2013	MTBF (h) Fév. 2013
Cabine d'imprégnation	97,5%	49,5	94,7%	62,68
Préforme automatique	96.4%	55,7	92%	21,63

Tableau 6.3 : résultat de calcul de disponibilité et MTBF

.III Interprétation

La figure ci-dessous qui suit sert à comparer la disponibilité de cabine d'imprégnation et la préforme automatique du mois de Mai par rapport à celui de février.

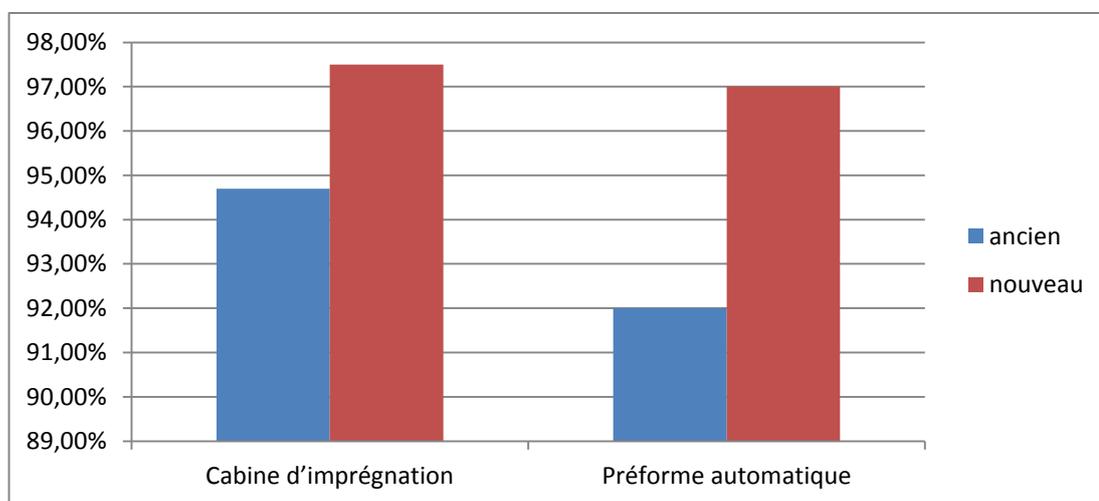


Figure 6 .1 évolution du DT entre le mois février et le mois Mai.

L'étude AMDEC des équipements critiques nous a permis d'améliorer le MTBF de ces machines, en effet l'application du nouveau plan de la maintenance préventif nous a servi d'améliorer le taux de disponibilité de ces machines. ainsi que la gestion de stock par les pièces de rechange a joué un rôle important sur le niveau de la performance de

ces machines, elle a permis de chasser les pertes constatées dans la machine et de diminuer les micros arrêts non déclarés.

.IV Estimation du gain en termes de production

Pour évaluer la valeur de production, on a calculé la quantité moyenne des fils imprégné produits par jour pour la cabine d'imprégnation et la moyenne des rondelles produits par le préformage automatique. Ainsi on aura une estimation sur la quantité de produit qui aura pu être fabriqués pendant l'arrêt de la machine.

La moyenne des produits varie d'une machine à une autre. Le cout d'une rondelle utilisé pour valoriser en euros ce gain de production est la moyenne des couts des différentes références fabriquées. Ainsi, on a obtenu les résultats illustrés dans le tableau ci-dessous :

	Gain en temps (h)/mois	Moyenne de quantité fabriqué /jour	Gain en produit /mois
Cabine d'imprégnation	18,6	1037,268 (KG)	803,88 (KG)
Préforme automatique	31,68	140 rondelles	184 rondelles

Conclusion

Le projet de La réalisation d'étude AMDEC d'atelier mécanique est justifié économiquement vue ses gains productive. Ce projet contribue également aux axes stratégiques de l'entreprise et concorde avec la vision des dirigeants, en effet, PLASTEX Maroc qui cherche à être toujours le meilleur fournisseur dans son domaine, doit organiser tout son processus interne. Ainsi la réorganisation et l'amélioration de la des machines a permis d'améliorer ce processus à travers les différents plans réalisés.

CONCLUSION GÉNÉRALE

PLASTEX MAROC nous a mandaté pour faire l'analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leur criticité des équipements de l'atelier mécanique et de préparer les premiers tâches pour la mise en place d'une gestion de maintenance assistée par ordinateur. Notre travail consistait d'abord à localiser les équipements critiques de l'atelier, puis à élaborer des plans de maintenance pour garder ces équipements dans un état de marche normal, et enfin à préparer les outils nécessaires pour l'implantation d'une gestion de maintenance assistée par ordinateur par la réalisation des arborescences, d'une codification des équipements et d'une liste des pièces de rechange.

Le développement d'une gestion de maintenance a été pour nous une opportunité riche d'intérêts puisque cette expérience nous a amené à porter un regard plus large et plus critique sur le fonctionnement de n'importe quel système mécanique.

Cette expérience nous a été en tout point très bénéfique, puisque nous étions confrontés aux exigences de la vie professionnelle, avec la nécessité de travailler dans l'urgence, avec des obligations en termes de résultats et de qualité du travail.

Bibliographie

[1] HENG Jean, Pratique de la maintenance préventive, édition DUNOD série | gestion industrielle.

[2] LANDY Gerard, Guide AMDEC, édition AFNOR, 2007.

[3] Manuel machine cabine d'imprégnation.

ANNEXE :

ANNEXE I	Arborescences des machines.
ANNEXE II	Grilles AMDEC des machines.
ANNEXE III	plan de maintenance des machines
ANNEXE IV	Fiche de la maintenance préventive
ANNEXE V	Indice de maintenance des machines

Annexe I.

Arborescence de la préformeuse automatique

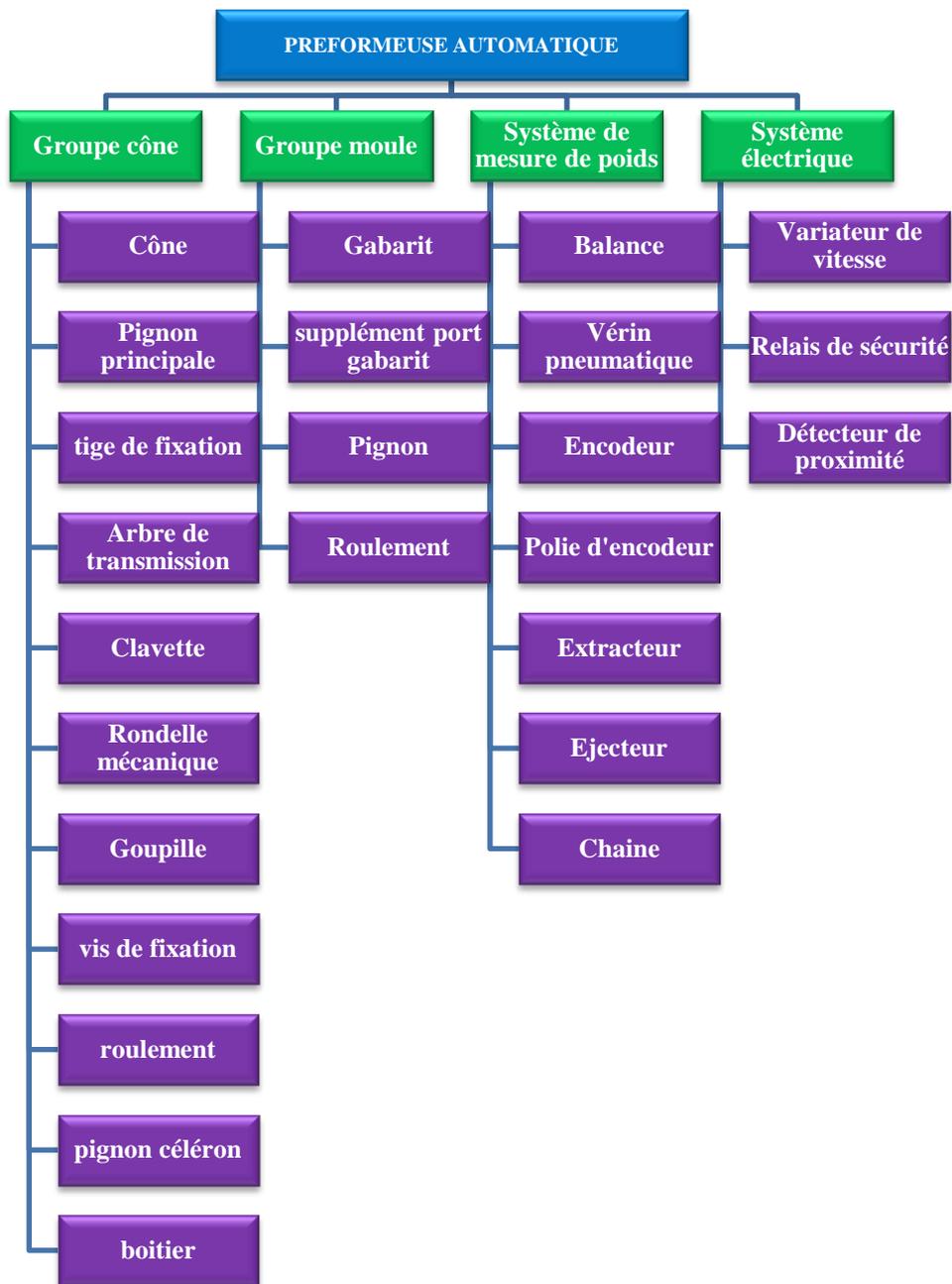


Figure I.1 Arborescence de la préformeuse automatique

Arborescence de la préformeuse automatique

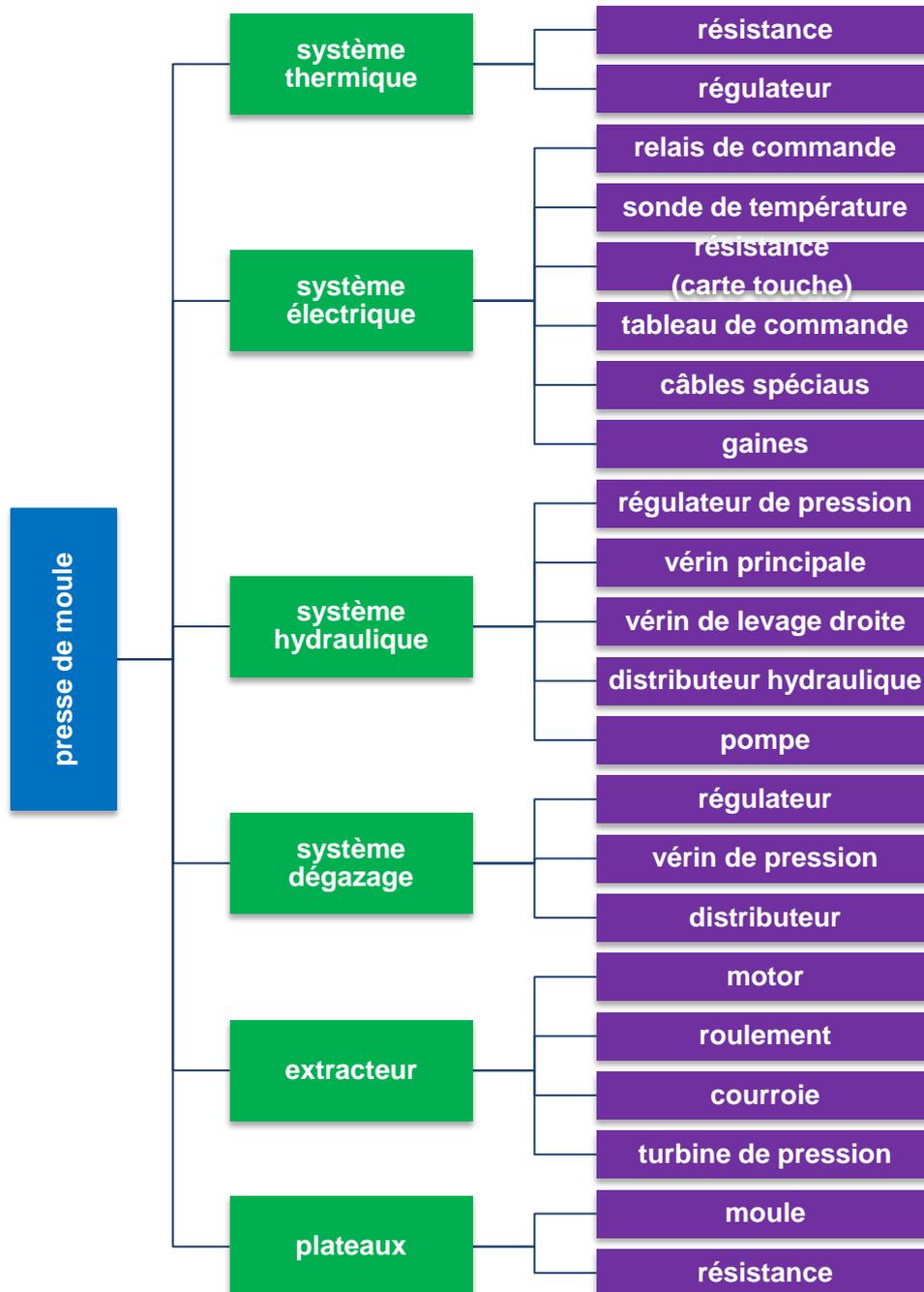


Figure I.2 Arborescence de la presse de moule

ANNEXE II
Grille AMDEC

Tableau II.1 : Grille AMDEC de la machine Préforme Automatique

PLASTEX MAROC		Etude : Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité				Date :				
						Responsable :				
Secteur : PREFORMEUSE AUTOMATIQUE						Unité maintenance : atelier mécanique				
Matériel			Caractéristique de la défaillance			Criticité				Résultat d'étude
Ensemble	Sous-ensemble	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet	Gravité	Fréquence	Non détection	Criticité	Actions préventif
Groupe moule	Gabarit	Récipient de rondelle	Manque d'ajustage	Cône usé Manque de rondelle	Défaut de rondelle Arrêt de machine	4	3	1	12	Nettoyer les étagères des gabarits
	Pignon	Transmettre le mouvement	Pignon cassé	Pignon usé Mauvaise fixation	Arrêt de la machine	3	3	1	9	vérification des pignons graissage des pignons
	Roulement	Support la charge de l'arbre	Roulement cassé	Charge Usure	Arrêt de la machine	3	3	1	9	Vérifier les roulements
	Ejecteur	Pousser la rondelle en haut	Ejecteur cassé	Charge	Défaut de rondelle	2	3	1	6	Nettoyage systématique

Système de mesure de poids	Balance	Mesurer le poids	Electrique	Mauvaise lecture	Défaut de rondelle	2	1	1	2	Contrôle périodique
	Vérin pneumatique	Dégager les rondelles	Coincement	Vérin grippé Vérin usé (perte d'étanchéité)	Cycle ralenti	3	2	1	8	Contrôle périodique
	Poulie d'encodeur	Tourner le tapis roulant	Usure	Charge	Roue en caoutchouc usée	2	3	1	6	Contrôle systématique
	Extracteur	Echange	Extracteur cassé	Charge	Arrêt de machine	3	3	1	9	Contrôle périodique
	Chaine	Transmission de mouvement	Chaine cassé	Charge	Arrêt de machine	3	3	1	9	Vérification de la chaine

Système électrique	Variateur de vitesse	Commander la vitesse	Electronique	Vieillessement	Variateur de vitesse	3	1	1	1	Contrôle régulier
	Relais de sécurité	Contacteur	Relais grillé	Pic du courant	Blocage des vérins	2	1	1	2	Nettoyage systématique
	Détecteur de proximité	Détection de position de rondelle	Electrique	Poussière	Arrêt de machine	2	1	1	2	Contrôle systématique
Groupe cône	Cône	Faire passer le fil sous pression	Usure Blocage	Frottement vibration	Défaut rondelle	3	4	2	24	Nettoyage de cône
	Pignon principale	Transmettre le mouvement	Pignon cassé	Pignon usé Mauvaise fixation	Arrêt de la machine	4	3	1	12	Graissage périodique - Contrôle de l'état du pignon. - Contrôle d'alignement
	Tige de fixation cône	Fixation de cône	Tige cassé de chape de vérin de ciseau	Charge Mauvaise fixation	Arrêt de machine	2	3	1	6	Contrôle périodique

Arbre de transmission	Accouplement	-Torsion -Cassure	Coincement	Détérioration d'arbre de commande	2	1	1	2	Contrôle d'alignement
Rondelle mécanique	Serré le cône avec l'arbre	Desserrage	Charge	Rondelle desserré	4	2	1	8	Contrôle systématique
Pipe	Pour passer le fil	Pipe cassé	Charge	Arrêt de machine	2	3	1	6	Réglage de la course de la pipe
Vis de fixation	Liaison cône /arbre	Vis cassé	Frottement	Arrêt de machine	1	2	1	2	Vérification de vis de serrage de boîtier
Roulement	Support la charge de l'arbre	Roulement cassé	Charge Usure	Arrêt de la machine	3	3	1	9	Graisser les roulements Vérifier les roulements
Pignon céleron	Transmettre le mouvement	Pignon cassé	Pignon usé Mauvaise fixation	Arrêt de la machine	4	3	1	12	Graissage des pignons vérification des pignons
Chaine	Transmettre le mouvement	Chaine cassé	Charge	Arrêt de machine	3	3	1	9	Contrôle périodique

	ciseaux	Couper le fil	Fil mal coupé	Pastille usé	Défaut de coupage	2	4	2	16	Changement de pastille
			Blocage de fil	Pastille cassé	Défaut de coupage	2	3	2	12	Changement de pastille
				Saleté de ciseaux	Défaut de coupage	2	4	1	8	Nettoyage de ciseau

Grille AMDEC
Tableau II.2 : Grille AMDEC de la machine Presse moule

PLASTEX MAROC		Etude : Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité				Date : 15/04/12				
						Responsable : FAKHRDINNE Abdallah				
Secteur : Presse moule						Unité maintenance atelier mécanique				
Matériel			Caractéristique de la défaillance			Criticité			Action de prévention	
Ensemble	Sous-ensemble	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet de défaillance	Gravité	Fréquence	Non détection	Criticité	Actions préventif
Système hydraulique	Pompe	Assurer le débit d'huile	Baisse du débit	L'usure abrasive des engrenages	Diminution de la durée de vie du système	3	2	4	24	Assurer la disponibilité dans la magasinie PDR
	Distributeur hydraulique	Commander les vérins	Mauvais fonctionnement	Saleté	Arrêt de machine	2	3	1	12	Contrôle systématique

	Régulateur de pompe	Réglage de pression	Mauvais fonctionnement	Usure Casse de ressort	Arrêt de machine	2	2	1	12	Nettoyage systématique de la station hydraulique
	Vérin principale	Presser les rondelles sur le moule	Coincement	Vérin grippé	Cycle ralenti	2	3	1	12	Contrôle périodique
	Vérin de support	Positionner les plateaux	Coincement	Vérin grippé	Cycle ralenti	2	3	1	12	Contrôle périodique
Système thermique	Résistance	Echauffement	Résistance grillé	Mauvais contact Présence de liquide conducteur	Défaut de rondelles	3	2	1	6	Vérification de l'état des résistances
	Régulateur	Réglage de température	Mauvais fonctionnement	Court-circuit Poussière	Arrêt de machine	3	3	1	9	contrôle périodique
Système électrique	Relais de commande	Contacteur	Relais grillé	Pic du courant	Blocage des vérins	2	1	1	2	Nettoyage systématique

Sonde de température	Mesure de température	Mauvais fonctionnement	Signal	Dérégulation de température	2	2	1	4	Contrôle systématique
Régulateur de température	Régulation de température	Mauvais fonctionnement	Court-circuit Poussière	Défaut de rondelles	4	2	1	8	Contrôle
Résistance	Echauffement	Résistance grillée	Mauvais contact Présence de liquide conducteur	Défaut de rondelles	3	2	1	6	Vérification systématique
Tableau électrique	Commande de machine	Electrique	Blocage du boutons	Arrête de machine	2	1	1	2	Nettoyage et contrôle
Gaines	Protection des câbles	Dégradation	Echauffement	Panne électrique	3	2	1	6	Contrôler les fixations des composants électriques
Câbles spéciaux (sil câble)	Protection des câbles électriques	Dégradation	Echauffement	Dysfonctionnement de système	3	3	1	9	Serrage des câbles spéciaux
automate	Gérer les opérations	desserrage	Vibration	Arrêt de machine	2	1	2	4	Vérification régulière de la fixation

Extracteur	Courroie	Transmission de mouvement entre moteur et turbine	Détérioration des courroies	Tension insuffisante	Arrêt du système	2	2	1	4	Contrôle de la Tension initiale des courroies pour garantir l'adhérence -Contrôle de l'épaisseur de la courroie.
	Moteur	Transformation d'énergie électrique en énergie mécanique	Détérioration et rupture	- Echauffement - Ampérage élevé - Manque ou excès de graisse des roulements	Détérioration du moteur	3	1	2	8	-Nettoyage à l'air comprimé. -Contrôle d'alignement d'accouplement entre moteur et réducteur
	Roulement	Support la charge de l'arbre	Roulement cassé	Charge Usure	Arrêt de la machine	2	3	1	9	Contrôle d'alignement
	Turbine de pression	Aspiration des rondelles	Turbine cassé	Frottement	Arrêt de système	3	2	2	12	Contrôle et nettoyage périodique
Système de dégazage	Vérin pneumatique	Déplacer les plateaux	Coincement	Vérin grippé	Cycle ralenti	4	3	1	12	Contrôle périodique

	distributeur	Commander les vérins	Mauvais fonctionnement	Signal	Arrêt de machine	4	2	1	8	Contrôle périodique
	Paliers	Support	Usure	-Fatigue -Mauvais alignement -Détérioration des roulements	Usure de l'arbre	3	1	3	9	Contrôle d'état des paliers Graissage des paliers
	Régulateur	Régler la course des vérins	Mauvais fonctionnement	Usure Casse de ressort	Défaut de rondelles	3	2	1	6	contrôle périodique
Plateaux	Moule	Moulage des rondelles	Dégradation	Usure	Défaut de rondelles	4	2	2	16	contrôle
	Résistances	Echauffement des rondelles	Electrique	Court-circuit	Défaut de rondelles	3	2	1	6	Vérification de l'état des résistances

Tableau IV.1 Grille AMDEC de la machine Presse moule

Annexe III

Plan de maintenance du préformage automatique

Plan de Maintenance Préventive											Unité de maintenance : atelier	
Unité : PREFORMAGE AUTOMATIQUE											Mécanique	
Les points à examiner	L'objet de l'examen	Marche	Arrêt	Inspection	Périodicité						niveau	observations
					J	H	M	T	S	A		
Groupe cône supérieur	Vérifier le pignon conique										2	L'état de denture
	Vérifier le pignon à denture droite										2	
	Vérifier et graissage de roulement à contact oblique										2	- Jeu axial - Jeu radial - Echauffement
	Vérifier et graissage de roulement à rouleau cylindrique										2	
	Contrôle l'état de l'arbre			Visuelle							2	
	Changement de roulement à contact oblique										2	Chaque 224 jr
	Changement de roulement à rouleau cylindrique										2	Chaque 224 jr
	Changement de l'arbre										2	
Groupe cône inférieur	Contrôler l'état de l'usure de la bague de			Visuelle							2	L'usure

Graissage du boitier		■			■					1	
Vérification de vis de serrage de boitier	■				■					2	
Vérification de la chaine double de boitier	■							■		2	
Changement de pignon		■							■	2	
Vérification de la roue pour chaine double de boitier		■					■			2	

Tableau III.1 : plan de maintenance du préformage automatique

Plan de maintenance du Presse de moulage

Plan de Maintenance Préventive										Unité de maintenance : atelier Mécanique	
Unité : Presse de moulage											
L'objet de l'examen	Marche	arrêt	Inspecti on	Périodicité						niveau	observations
				J	H	M	T	S	A		
Nettoyer la machine et les étagères				X						1	
Vérifier s'il y a des fuites au niveau de la machine				X						1	
Nettoyer et vérifier visuellement tous les organes de la station hydraulique					X					2	
Vérifier s'il y a des fuites au niveau de la station hydraulique et les vérins de la presse					X					2	
Purger le séparateur d'eau au niveau de l'arrivée de l'air comprimé					X					2	
Contrôler les fuites d'air comprimé			mesure		X					2	
Vérifier et graisser les piliers et les paliers					X					2	
Inspecter et éliminer les fuites au niveau de la centrale hydraulique et les cylindres de la presse						X				2	
Vérifier le niveau d'huile dans la centrale hydraulique						X				2	
Contrôler les fixations des structures			visuelle			X				3	
Vérifier l'état des capteurs et fins de courses						X				2	

Vérifier l'étanchéité des armoires électriques et les nettoyer de l'intérieur et extérieur					X					2	
Vérifier le niveau d'huile dans les déshuileurs et ajouter l'huile si nécessaire					X					2	
Vérifier le niveau d'huile dans la station hydraulique					X					2	
Changer le filtre d'huile								X		2	
serrer les câbles et contrôler la fixation des composants								X		2	
Analyse des huiles								X		3	
analyse vibratoires								X		3	

Tableau III.2 : plan de maintenance de la presse de moule

PLASTEX		RAPPORT DE MAINTENANCE PRÉVENTIVE			MM 0 0 8 6	
					Page: 1 / 1	
Cod. Machine	Machine	Date de révision	Freq.	Prochaine Révisio	Localisation	
E1301	cabine d'imprégnation		trimestrielle			
Données d'Intervention				JUGEMENT		
Inspection Items		N	A	C	Commetaire	Temps
Cabine Imprégnation						
1- Chambre de séjour						
1	Contrôle des chaines d'avance de fil					
2	Contrôle l'état des pignons					
3	Contrôle de l'états des roulements					
4	Graissage du roulement					
2-Systeme recyclage de l'air						
1	Contrôle de l'états des roulements					
2	Vérification des courroies					
3-Systeme bobinoirs						
1	Graissage des paliers					
Pièces de Rechange						
Commentaires						
		Approuvé	Vérfié	Élaboré		
		A.MAËTI	A.FAKHREDDINE	KAMAL ELBOUZIDI		

N: Etat normal A:Anomalie détcté nécessitant une intervention C: Correction réalise durant le

Figure IV.2 plan de maintenance préventive annuel.

ANNEXE V.
Indice de maintenance des machines

Mois	DT (%)	MTBF (h)
janvier	0,965	21,9
février	0,965	33,15
mars	0,95	28
avril	0,98	42,6
mai	0,975	30,225
juin	0,96	21,85
juillet	0,955	15,25
aout	0,965	62,9
septembre	0,975	50,9
octobre	0,975	39,15
novembre	0,97	66,6
décembre	0,965	86,135
janvier	0,97	69,15
février	0,957	107,375
mars	0,96	107,775
avril	0,965	79,65

Tableau V.1 : indice de maintenance de cabine d'imprégnation

Mois	DT (%)	MTBF (h)
Janvier	0,96908602	22,3665414
Février	0,98185484	43,6369048
Mars	0,98655914	47,3030303
Avril	0,97715054	37,8958333
Mai	0,96639785	45,1571429
Juin	0,96102151	23,0791667
Juillet	0,96370968	28,5823529
Août	0,99327957	77
Septembre	0,99327957	88,1190476
Octobre	0,99193548	107,666667
Novembre	0,98521505	53,4166667
Décembre	0,98387097	52,2857143
Janvier	0,9905914	66,6388889
Février	0,98790323	62,6818182
Mars	0,99126344	73,75
Avril	0,98857527	53,6354167

Tableau V.2 : indice de maintenance du presse de moule

ANNEXE VI

Machine E3104

date	intervention	temps	temps estimé	arrêt par mois
25/01/2012	décoincement de	01h00	1,3	janvier
14/02/2012	changement de joint	1h30	1,7	fevrier
17/02/2012	Réglage du régulateur de	00h30	0,8	fevrier
	Température		0	
19/02/2012	changement de pompe	3h45	4,7	fevrier
	et mise à niveau d'huile		0	
07/02/2012	Réglage de switch de	00h40	0,8	fevrier
	système dégazage		0	
			0	
	changement de vis 135	00h35	0,8	Avril
11/04/2012	Bosselage d'un moule	00h40	0,8	Avril
14/04/2012	vérification circuit des	1h	1,3	Avril
02/04/2012	Résistances		0	
05/04/2012	changement du contacteur	3h30	4,4	Avril
	et des câbles d'alimentation		0	
11/04/2012	changement de vis 135	00h35	0,8	Avril
14/04/2012	Desserrage d'un moule	00h40	0,8	Avril
16/04/2012	Bécoincement de moule	2h	2,5	Avril
			0	
02/05/2012	Réglage de switch de	00h20	0,5	mai
	Degazare		0	
02/05/2012	changement des vis cassé 1h15		1,6	mai
24/05/2012	Réparation de stracteur	00h25	0,6	mai
27/05/2012	vérification le circuit ;	1h30	1,9	mai
28/05/2012	élimination d'un défaut		0	
10/05/2012	changement des 4 ecrous	4h45	6	mai
	de fixation		0	
24/05/2012	changement de vis cassé	1h15	1,6	mai
27/05/2012	Réparation de stracteur	00h35	0,8	mai
31/05/2012	Retarodage du soutreur	00h45	1	mai
	de fixation de matrice		0	
			0	
03/06/2012	elimination fuite d'air au	00h30	0,7	juin
	niveau interepteur		0	
20/06/2012	elimination fuite d'air au	00h20	0,5	juin
	niveau interepteur		0	
28/06/2012	changement de pistolet	00h30	0,7	juin
06/06/2012	élimination d'un defaut de	1h	1,3	juin
	masse sur plateau N9		0	
15/06/2012	changement du cycle de la	00h15	0,2	juin
	presse		0	
15/06/2012	changement du temps de	00h15	0,2	juin
	cycle de la presse E3104		0	
	changement du soude +	3h	3,8	juin
22/06/2012	cable d'alimentation		0	
			0	
12/07/2012	Nettoyage de verin de	00h25	0,4	juillet
	stracteur		0	

			0	
01/08/2012	Elimination de défaut de	1h	1,3	août
	Masse		0	
			0	
13/10/2012	Réparation de verin de	00h10	0,2	octobre
	systeme dégazage		0	
21/10/2012	Elimination de court-circuit	2h30	3,2	octobre
	et changement des cables		0	
	des alimentations des		0	
	résistances		0	
			0	
03/11/2012	élimination fuite d'huile	00h30	0,7	novembre
19/11/2012	Rearmement de disjoncteur	00h15	0,2	novembre
			0	
09/01/2013	mise a niveau d'huile	00h30	0,7	janvier
13/01/2013	mise a niveau d'huile	00h30	0,7	janvier
01/01/2013	changement des résistance	6h15	7,9	janvier
	circulaire		0	
08/01/2013	Elimination de défaut de	6h30	8,2	janvier
	masse au plateau		0	
12/01/2013	mise a niveau d'huile	00h30	0,7	janvier
14/01/2013	mise a niveau d'huile	00h45	1	janvier
16/01/2013	mise a niveau d'huile	00h45	1	janvier
17/01/2013	mise a niveau d'huile	1h	1,3	janvier
18/01/2013	Réparation de la machine	00h20	0,5	janvier
20/01/2013	élimination fuite d'huile et	1h30	1,9	janvier
	changelent de jauts joints		0	
			0	
20/02/2013	mise a niveau d'huile et	00h45	1	février
	élimination fuite d'huile		0	
27/02/2013	Branchement des cables	00h45	1	février
	d'alimentation		0	
28/02/2013	mise a niveau d'huile 100 L	1h	1,3	février
			0	
05/03/2013	changement de pompe	5h15	6,6	mars
08/03/2013	changement des joints	2h	2,5	mars
16/03/2013	Elimination fuite d'huile	5h15	6,6	mars
01/03/2013	élimination d'un mauvais	00h30	0,7	mars
	contact		0	
01/03/2013	Elimination d'un court	00h45	1	mars
	Circuit		0	
06/03/2013	Réglage des présostat plus	1h	1,3	mars
	élimination de fuite		0	
07/03/2013	mise d'huile a niveau	00h45	1	mars
			0	
05/04/2013	Réparation de vérin	00h30	0,7	avril
10/04/2013	Reglage de pression	00h15	0,2	avril
16/04/2013	serrage des deux verins	00h30	0,7	avril

Tableau VI.1 : historique des pannes du presse de moule

ANNEXE VI

Machine E2303

date	intervention	temps	temps estimé	arrêt par mois
16/02/2012	changement de pignon conique et pignon Z50 dent	12h20	13,6	fevrier
			0	
28/02/2012	démontage de groupe et changement de vis de fixation	4h45	5,2	fevrier
			0	
			0	
17/02/2012	Réparation de ciseau	1h	1,1	fevrier
18/02/2012	élimination fuite d'air	00h30	0,6	fevrier
			0	
11/03/2012	Rearmement des variation	00h30	0,6	mars
24/03/2012	changement de tuartes	00h20	0,4	mars
27/03/2012	changement de tuartes	00h30	0,6	mars
03/03/2012	Réparation de ciseau	00h55	1	mars
10/03/2012	Réparation de ciseau	00h30	0,6	mars
12/03/2012	Nettoyage de ciseau	00h45	0,8	mars
14/03/2012	changement de cone	00h30	0,6	mars
28/03/2012	changement de pipe	00h10	0,2	mars
28/03/2012	fixation d'un bride de photo cellule	00h15	0,4	mars
			0	
31/03/2012	verification de la chaine plus graissage suplément de cone	11h40	12,9	mars
			0	
			0	
07/04/2012	changement de courroie	00h25	0,5	Avril
08/04/2012	Réparation d'un blocage de chariot	00h35	0,7	Avril
			0	
19/04/2012	Affilitage de la moule	1h30	1,7	Avril
06/04/2012	changement d'un detecteur	00h50	1	Avril
12/04/2012	Nettoyage de gabarit plus nettoyage de ciseau	1h40	1,8	Avril
			0	
14/04/2012	démontage de gloupe pour changement de vis cassé	8h35	9,6	avril
			0	
15/04/2012	Réparation de ciseau	1h15	1,4	avril
18/04/2012	montage de la chaine	00h45	0,8	avril
			0	
17/05/2012	changement de cone	1h	1,1	Mai
30/05/2012	vérification du capteur bras serrage module n 1	1h	1,1	Mai
			0	
08/06/2012	changement de la chaine	1h	1,1	juin
14/06/2012	montage de la chaine	00h45	0,8	juin
18/06/2012	Réparation de la chaine	1h25	1,5	juin
01/06/2012	montage de chaine	00h25	0,5	juin
13/06/2012	Reglage de la pression	1h	1,1	juin
17/06/2012	changement de la chaine	1h20	1,4	juin
22/06/2012	Réparation de ciseau	00h30	0,6	juin
30/06/2012	ajustage de cone	3h	3,3	juin
	ajustage de vérin		0	

			0	
19/07/2012	Réparation de stracteur et reglage de verin	00h25	0,5	juillet
			0	
25/07/2012	ajustage de cone	00h40	0,7	juillet
27/07/2012	Réparation de chaine cassé	00h45	0,8	juillet
			0	
03/08/2012	montage de la chaine	1h	1,1	aout
16/08/2012	montage de la chaine	00h30	0,6	aout
17/08/2012	Réparation de la machine	00h20	0,4	aout
12/08/2012	Réparation du bras de stracteur	1h	1,1	aout
			0	
			0	
07/09/2012	changement de tige de tendeur de chaine	1h	1,1	septembre
			0	
14/09/2012	Réparation de la chaine cassé	1h30	1,7	septembre
			0	
20/09/2012	Réparation de la machine	00h30	0,6	septembre
			0	
10/10/2012	changement de tige du tauteur	1h	1,1	octobre
			0	
11/10/2012	Reglage de la machine	00h45	0,8	octobre
04/10/2012	Réparation de serflan	00h20	0,4	octobre
10/10/2012	changement de cone	00h30	0,6	octobre
12/10/2012	Réparation de stracteur	00h15	0,4	octobre
14/10/2012	vérification de vis des boitier	1h	1,1	octobre
			0	
21/10/2012	nettoyage de la machine	1h	1,1	octobre
21/10/2012	montage de la chaine de groupe et reglage de la machine	00h30	0,6	octobre
			0	
			0	
22/10/2012	montage de la chaine de	1h	1,1	octobre
25/10/2012	Réparation de stracteur	00h25	0,5	octobre
25/10/2012	changement de cone 181,5*126	00h15	0,4	octobre
			0	
31/10/2012	Réparation de la machine	00h15	0,4	octobre
			0	
01/11/2012	Réparation de la machine	00h20	0,4	novembre
18/11/2012	Réparation de ciseau	1h	1,1	novembre
30/11/2012	Réparation de ciseau	00h30	0,6	novembre
30/11/2012	Réparation de la machine	00h30	0,6	novembre
			0	
04/12/2012	Réparation de ciseau	1h	1,1	décembre
06/12/2012	Réparation de ciseau	00h30	0,6	décembre
05/12/2012	montage de chaine	1h	1,1	décembre
11/12/2012	Réglage de la machine plus gabarie	1h	1,1	décembre
			0	
12/12/2012	élimination fuite d'air	22h20	22,6	décembre
14/12/2012	montage de chaine	1h30	1,7	décembre
			0	

Tableau VI.2 : historiques des pannes de la préformeuse automatique