PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du :

Diplôme d'Ingénieur d'Etat

Spécialité : Conception Mécanique et Innovation

Amélioration de la zone de fabrication des joints d'étanchéité

Effectué au sein de STANDARD PROFIL MAROC

Service Maintenance

Soutenu le 21 Juin 2016

Par :

Mr. ELAAMRANI OMAR

MEMBRES DE JURY :		ENCADRANT :	
Mr. A.ABOUTAJEDDINE	***(FSTF)***	***Mr. JALIL. ABOUCHITA***	***(FSTF)***
Mr. M. EL MAJDOUBI	***(FSTF)***	***Mr. A.AOULAD***	***(SP)***

Année Universitaire : 2015-2016

Faculté des Sciences et Techniques - Fès - B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES
212 (05) 35 60 29 53 Fax: 212 (05) 35 60 82 14 Web: http://www.fst-usmba.ac.ma/

Remerciement

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à mes tuteurs de stage à STANDARD PROFIL Mr. ***AOULAD AHMED*** *et Mr.* ***MAHFOUD SOULAYMAN*** *et* ***HASSAN ID BELAID*** *pour tout le temps qu'ils m'ont consacrés, leur directives précieuses, et pour la qualité de leur suivi durant toute la période de mon stage.*

Je voudrai remercier également tout le personnel pour leur gentillesse et leur soutien notamment Mr. Abderrahime, Mr. Yahya, Mr. Ayman, Mr. Rachid les chefs d'équipes des projets de Standard Profil pour leur aide précieuse et leur patience pour répondre à mes questions.

Mes profonds remerciements vont à mon encadrant à la FST de Fès Mr. JALIL ABOUCHITA qui a accepté d'encadrer mes travaux durant ces 4 mois de stage.

Mes remerciements à mes chers amis qui m'ont donné aide et courage pendant l'élaboration de ce travail Mr. Youssef Ababou, Mr. Hammoudi Younes, Mr. Soufiane Hayoune, Chaimae Berrada ainsi que Mon ami le plus cher Mr. Bouzaffour Mohamed.

Mes plus vifs remerciements s'adressent aussi à tout le cadre professoral et administratif de la FST de Fès.

Mes remerciements vont enfin à toute personne qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Dédicace

Avec tout respect et amour je dédie ce modeste travail.

A mes chers parents qui ont tout donnés pour me voir là où je suis.

A mes chers frères et sœurs qui m'ont offert soutien, affection et confiance.

A tous mes amis en souvenir des plus beaux instants qu'on a passé ensemble.

Aussi bien à tous ceux qui m'ont fait confiance et offert leur aide sans retour.

Table des matières

REMERCIEMENT **1**

DEDICACE **2**

TABLE DES MATIERES **3**

RESUME **5**

ABSTRACT **6**

LISTE DES TABLEAUX **7**

LISTE DE FIGURES **8**

INTRODUCTION **9**

CAHIER DE CHARGE **10**

A. Equipe du projet *10*

B. Démarche de travail adoptée *10*

PRESENTATION DE L'ENTREPRISE **14**

I. STANDARD PROFIL EN BREF : 14

II. HISTOIRE DE STANDARD PROFIL : 15

III. CLIENTS DE L'ENTREPRISE : 16

IV. PRESENTATION DE STANDARD PROFIL MAROC SARL : 16

A. STANDARD PROFIL Maroc en bref : *16*

B. Fiche signalétique de l'entreprise : *17*

C. Certifications qualité de l'entreprise : *17*

D. Organigramme de l'entreprise : *19*

E. Mission des différents services : *20*

F. Processus de fabrication de STANDARD PROFIL Maroc : *20*

G. Projets sous-traités à STANDARD PROFIL Maroc : *22*

CHAPITRE I ANALYSE DE L'EXISTANT 23

I. INTRODUCTION 24

II. LES PROJETS 24

III. LE FLUX DE MATIERE 24

A. Extrusion 24

B. Stockage 25

C. Production 25

IV. LES CONTRAINTES RENCONTREES 29

A. Contraintes humaines 29

B. Contraintes méthodique 29

C. Contrainte hiérarchique 29

V. OPPORTUNITE D'AMELIORATION 30

A. Application de GMAO 30

B. Présentation des indicateurs 36

C. Taux de rendement synthétique 36

D. Améliorations proposées 44

CHAPITRE II ANALYSE AMDEC ET MISE EN PLACE D'UN PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE 54

I. AMDEC MACHINE 55

A. Introduction 55

B. Etude AMDEC 55

C. Plan de maintenance préventive 65

CONCLUSION 69

BIBLIOGRAPHIE 70

ANNEXE 1 TABLEAU DE CODIFICATION DE PANNNES 71

ANNEXE 2 TABLEAU AMEDC ET PLAN DE MAINTENANCE 73

ANNEXE 3 TABLEAU DES PARAMETRES DE WEIBULL 79

Résumé

Le but de toute organisation industrielle est de réaliser un profit. Pour une entreprise telle que standard profil, ceci est conditionnée par une chaîne de production performante capable de faire face aux contraintes du métier (en terme de coût, de qualité et de délai).

A notre arrivée, les responsables de l'usine ont constatés qu'il y a un manque d'efficacité dans l'exploitation des lignes de production de ce produit. Ce manque d'efficacité se manifeste par des arrêts de production considérables et des indicateurs de performances alarmants et ainsi par des pertes journalières importantes en production.

C'est dans ce cadre-là que s'inscrit ce projet de fin d'études intitulé «Amélioration du rendement dans la zone de fabrication des joints d'étanchéité» qui, comme son titre l'indique, vise à éliminer les différentes causes de dégradation et de mettre en œuvre toutes les actions permettant d'améliorer la disponibilité, la fiabilité, la performance et ainsi le rendement de ses machines.

Notre mission à était donc décortiquer sous les axes suivantes :

- ✓ Préparation d'une application de GMAO
- ✓ Analyse et amélioration du TRS
- ✓ Etude AMDEC et préparation du plan de maintenance préventif

Abstract

The aim of any industrial organization is to make a profit. For a company such as standard profile this is conditioned by an efficient production line capable of facing the restrictions of business (in terms of cost, quality and time).

Upon arrival, managers of the factory have recognized that there is a lack of efficiency in the operation of production lines. This inefficiency is reflected in considerable downtime and alarming performance indicators and thus by significant daily losses in production.

It is in this context that fits this project graduation entitled "Improving Performance in the manufacturing area of the sealing gaskets" which, as its title indicates, aims to eliminate the various causes of the breakdown and implement all actions to improve the availability, reliability, performance, and thus the efficiency of its machines.

Our mission was therefore decorticated to the following axes :

→ The Preparation of an application CMMS (Computerized maintenance management system)

→ Analysis and improvement of TRS

→ FMEA (Failure mode and effects analysis) Study and preparation of preventive maintenance plan

Liste des Tableaux

TABLEAU 1 : FICHE SIGNALETIQUE DE STANDARD PROFIL MAROC 17
TABLEAU 2 : CERTIFICATIONS DE QUALITE DE L'ENTREPRISE 17
TABLEAU 3 : ORGANIGRAMME DE STANDARD PROFIL MAROC 19
TABLEAU 4 : PROCESSUS DE FABRICATION AU NIVEAU DE STANDARD PROFIL MAROC 21
TABLEAU 5 : PROJETS SOUS-TRAITES A STANDARD PROFIL MAROC 22
TABLEAU 6 : FORME DE LA BASE DE DONNEES 34
TABLEAU 7 : TABLEAU TRS 42
TABLEAU 8 : GRAPHIQUE DU TRS 43
TABLEAU 9 : NOMENCLATURE DU MANIPULATEUR 45
TABLEAU 10 : TABLEAU DE CONTRAINTES DE VON MISES EN FONCTION DE LA SECTION 53
TABLEAU 11 : GRAPHIQUE DE CONTRAINTES DE VON MISES EN FONCTION DE LA SECTION 53
TABLEAU 12 : GRILLE DE COTATION DE LA FREQUENCE SUR 5 NIVEAUX 57
TABLEAU 13 : GRILLE DE COTATION DU NON DETECTION SUR 4 NIVEAUX 57
TABLEAU 14 : GRILLE DE COTATION DE LA GRAVITE SUR 4 NIVEAUX 58
TABLEAU 15 : LES ELEMENTS LES PLUS CRITIQUES DE PRESSE D'INJECTION 64
TABLEAU 16 : LES ELEMENTS LES PLUS CRITIQUES DE MACHINE DE COUPE 64
TABLEAU 17 : TBF DU DISQUE DE COUPE 67
TABLEAU 18 : PERIODE D'INTERVENTION DE PRESSE D'INJECTION 68
TABLEAU 19 : PERIODE D'INTERVENTION DE MACHINE DE COUPE 68

Liste de Figures

FIGURE 1 : BRANCHES DE STANDARD PROFIL 14
FIGURE 2 : CLIENTS DE STANDARD PROFIL 16
FIGURE 3 : SOCIETE STANDARD PROFIL MAROC 16
FIGURE 4 : PRODUIT FINI 25
FIGURE 5 : PLASTIFICATION DE LA MATIERE 27
FIGURE 6 : DOSAGE DE LA MATIERE D'INJECTION 27
FIGURE 7 : REFROIDISSEMENT DANS LE MOULE 27
FIGURE 8 : L'INJECTION DE LA PIECE DANS LE MOULE 28
FIGURE 9 : INTERFACE DE SAISIE 30
FIGURE 10 : CHAMP DE SAISIE DU SHIFT 31
FIGURE 11 : CHAMP DE SAISIE DU CODE DE LA MACHINE 32
FIGURE 12 : CHAMPS DE CODE DE PANNE 32
FIGURE 13 : ZONE DE SELECTION DE L'ELEMENT EN PANNE 33
FIGURE 14 : CHAMPS DE FILTRES INFORMATIONNELS 35
FIGURE 15 : METHODE DE CALCUL DE TRS 38
FIGURE 16 : TAUX DE CARENCE 40
FIGURE 17 : DIAGRAMME CAUSE-EFFET DE LA MACHINE DE COUPE 44
FIGURE 18 : SCHEMA CINEMATIQUE DU MANIPULATEUR 45
FIGURE 19 : ANCIENNE CONCEPTION DU MANIPULATEUR 46
FIGURE 20 : NOUVELLE CONCEPTION DU MANIPULATEUR 47
FIGURE 21 : STRUCTURE DU FOUR A MOULE 48
FIGURE 22 : BETE A CORNE DU MOULE 49
FIGURE 23 : ELEMENTS DE LA STRUCTURE DU FOUR A MOULE 49
FIGURE 24 : PREMIER CRITERE DE CHOIX DE MATERIAU 50
FIGURE 25 : PREMIER CRITERE DE CHOIX DE MATERIAU « SUITE » 51
FIGURE 26 : DEUXIEME CRITERE DE CHOIX DE MATERIAU 51
FIGURE 27 : DERNIERE SELECTION DE MATERIAU 52
FIGURE 28 : TABLEAU AMDEC 57
FIGURE 29 : DIAGRAMME DE LA BETE A CORNE POUR PRESSE D'INJECTION 59
FIGURE 30 : DIAGRAMME PIEUVRE POUR LA PRESSE D'INJECTION 59
FIGURE 31 : DIAGRAMME BETE A CORNE POUR LA MACHINE DE COUPE 61
FIGURE 32 : DIAGRAMME PIEUVRE POUR LA MACHINE DE COUPE 61

Introduction

Le monde tend de plus en plus à développer le confort de l'Homme sur tous les niveaux de vie et surtout celui du transport. Ce domaine d'automobile fut un investissement gagnant pour plusieurs entreprises qui sachent répondre aux différents goûts de ses clients.

C'est pour cette raison que tout ingénieur ambitieux et motivé fait l'effort d'intégrer l'une de ses entreprises d'automobile que j'avais heureusement l'occasion d'être parmi leurs admis. Etant affecté au service le plus important de l'entreprise de Standard Profil, le service de maintenance, j'ai eu plusieurs occasions de participer à des actions d'amélioration et de management, chose qui m'a poussé à faire preuve de mes talents d'analyses et de développement ainsi que ceux de proposer et appliquer des idées améliorives.

Nous verrons ainsi à travers ce rapport la problématique du secteur : quels sont les freins et les opportunités sur lesquelles on peut agir.

Nous allons donc traiter ma mission sous le voile des 2 chapitres dont les axes sont :

→ Le premier chapitre présentera l'état de l'existant et traitera les différentes contraintes qui nous ont rendu l'étude difficile surtouts les contraintes méthodiques et humaines, ainsi que la solution que j'ai proposé à l'aide de l'application de GMAO, pour servir de base ainsi que d'autres données rassemblés sur le terrain afin de générer des indicateurs de performance dont le TRS. Et ceux pour arriver finalement à les améliorer.

→ Le second chapitre est une étude AMDEC des machines de coupes et celles d'injection pour pouvoir dresser par la suite un plan de maintenance préventive.

Cahier de charge

A. Equipe du projet

L'équipe du projet est composée des différents responsables de services au sein de l'usine, les experts en production, les chefs d'équipes, les opérateurs et les ouvriers machines.

De ce fait, le chapitre aval se focalisera sur le diagnostic des indicateurs de performances.

B. Démarche de travail adoptée

La résolution de problème est un processus en quatre étapes :

Identification : Comprendre la situation, identifier les problèmes prioritaires, définir les objectifs à atteindre.

Analyse : Rechercher toutes les causes possibles et remonter à la cause racine ou aux causes majeures.

Solution : Rechercher et sélectionner une solution ou un groupe de solutions à mettre en place.

Action : Mettre en œuvre le plan d'action. Valider, pérenniser et diffuser les résultats obtenus

Suivie : Faire en sorte que toute amélioration réalisée soit appliquée correctement et dans le temps.

Les objectifs du projet ont été formulés sous forme d'un cahier de charge. Donc les principales missions à exécuter durant le projet sont :

1. Collecte des données

Tout information récoltée du terrain et surtout celles concernant les interventions de maintenance est estimée de grande valeur, cependant, une mauvaise présentation voir l'incrédibilité de ses informations peut rendre toute analyse sans valeur.

Notre source d'information de maintenance pendant le stage était : Prisma : le progiciel de GMAO qui contient un historique de données des interventions de maintenance préventive et corrective sans distinction limitée par les informations suivantes :

- ✓ Date d'intervention
- ✓ Machine en question
- ✓ Problème survenu
- ✓ Durée d'intervention

Ces informations sont notées et déposées par les techniciens au responsable de la saisie sur Prisma dont la spécialité ne permet pas de déchiffrer correctement ou de corriger les syntaxes de rédaction des techniciens.

2. Analyse de l'existant

Pour aborder notre sujet sans retard, nous avions dû nous engager à améliorer l'historique de maintenance existant avec des outils de bureautiques tel qu'Excel et en ressortir les informations suivantes :

- ✓ Taux d'interventions par projet : Pour équilibrer la répartition des techniciens sur les différents projets.
- ✓ Taux d'interventions par machine : Pour accorder une attention particulière sur les machines qui posent le plus de problèmes.
- ✓ Taux d'interventions par ordre de spécialité : Pour nous permettre de savoir si les spécialités des techniciens présents sont capables de résoudre tous les types de panne qui peuvent survenir.

Cependant, ces informations sont incomplètes et ne permettent pas d'entrer dans les détails des machines pour en ressortir des tableaux de bord particuliers dont vient l'idée de faire une interface de saisie automatique qui a pour fonctionnalités :

- ✓ Facilite la saisie des informations de pannes à l'aide d'une interface graphique.
- ✓ Crée une base de données interactive.
- ✓ Permet de filtrer les informations selon des paramètres indiqués par l'utilisateur.
- ✓ Génère des indicateurs graphiques multi indications.

3. Diagnostique des indicateurs

Afin d'étudier l'indicateur du TRS nous nous sommes basés les informations recensées par l'application à base de l'historique déjà existant qui nous a déterminé le projet et les machines critiques, et pour compléter ses informations nous avions dû faire un suivi sur terrain travaillant avec les techniciens et manipulant les machines avec les opérateurs ressortant ainsi les causes de pertes de performance et les raisons du non TRS.

4. Amélioration des indicateurs

Après avoir détecté les anomalies existantes sur le terrain ainsi que leurs causes racines, il vient à apporter des améliorations au niveau technologique que informationnel et implanter des méthodes garantissant la stabilité des indicateurs voir leurs améliorations.

Parmi ces améliorations, nous avons étudié une méthode SMED d'un four à moule mobile qui peut faire économiser jusqu'à 3 heures du temps de démarrage d'une ligne de production.

5. Estimation des gains escomptés suite à l'atteinte des objectifs

Une fois réalisé les améliorations prévues une autre étude TRS doit être menée pour vérifier l'état d'avancement ainsi que sa valeur budgétaire et économique apportée.

Présentation de l'entreprise

I. STANDARD PROFIL en bref :

STANDARD PROFIL est une société multinationale avec plus de 30 ans d'expérience dans le secteur d'automobile, spécialiste dans les joints d'automobile, elle fabrique les coulisses et les lécheurs (extérieurs et intérieurs) des portes des voitures.

Le développement technologique ainsi que la qualité de service client sont les clés de succès de la société avec ses clients à travers le monde.

Avec ses actionnaires industriels, la société crée la promotion d'un développement stable et durable pour ses clients à long terme dans une période critique pour l'industrie des systèmes d'étanchéité.

Le siège de la société se situe en Turquie dans la ville DÜZCE et elle a des branches dans plusieurs pays tel que :

Figure 1 : Branches de Standard Profil

II. Histoire de STANDARD PROFIL :

- La société a été créée en 1978 en Turquie dans la ville de DÜZCE ;
- En 1994 la société a obtenu la certification ISO 9002 ;
- En 1995 certificat d'appréciation plaque de succès ;
- En 1996 la récompense du fournisseur de l'année ;
- En 1997 QS 9000 plaque appréciation de certification ;
- En 1998 label de qualité ;
- En 1999 la récompense du fournisseur de l'année ;
- En 2000 la récompense du fournisseur de l'année pour la 3ème fois ;
- En 2001 la récompense du fournisseur de l'année ainsi que la certification ISO 16949 ;
- En 2002 la société a eu la certification ISO 14001, lancement du système MAPICS ERP, et la récompense du fournisseur de l'année ;
- En 2003 introduction de la technologie de numérisation ;
- En 2004 certification Ford Q1, la boite a ouvert un centre de formation, renouvellement de la certification ISO 16949, en plus elle a décroché pour la 6ème fois la récompense du fournisseur de l'année ;
- En 2005 renouvellement de la certification ISO 14001, récompense du fournisseur de l'année, et l'établissement de la branche Standard Profil de Bulgarie ;
- En 2006, 2007, 2008 la récompense du fournisseur de l'année ;
- En 2009 l'usine de Bursa a été établie, et la branche de la société en Bulgarie a décroché la certification ISO 14001 ;
- En 2010 le prix du groupe VOLKSWAGEN ;
- En 2011 la plaque du président turc Abdullah GUL, et l'établissement de l'usine Manisa 1 ;
- En 2012 la firme a acquis 100% du capital de la société espagnole KAUFIL Sealing Technologies;

III. Clients de l'entreprise :

La société collabore avec plusieurs clients dans le secteur automobile dans le monde entier.

Standard Profil alimente les joints d'automobiles pour des constructeurs automobiles en Europe. En plus la société fournit des joints à ses affiliées en Chine, en Inde, au Mexique et en Russie.

Parmi les clients de l'entreprise, les suivants :

Figure 2 : Clients de Standard Profil

IV. Présentation de STANDARD PROFIL Maroc SARL :

A. STANDARD PROFIL Maroc en bref :

En 16 avril 2012 la société mère **Standard Profil** qui se situe en Turquie a absorbé la société espagnole basée à Logroño « **Kaufil Sealing Technoligies S.A d'étanchéité »**. Cette dernière avait une filiale à Tanger sous le nom de « Manipulados » d'où la naissance de Standard Profil Maroc.

Après cette acquisition Standard Profil est devenu le deuxième fournisseur de systèmes d'étanchéité automobile en Europe, la société a pu élargir à la fois sa production, et ses capacités de service à la clientèle.

Figure 3 : Société STANDARD PROFIL Maroc

B. Fiche signalétique de l'entreprise :

Dénomination sociale	Standard Profil Maroc
Forme juridique	**SARL**
Date de création	**Mars 2007**
Objet	**Fabrication des profils en caoutchouc pour les voitures**
Siège Social	**Ilot 30, Lot N°2 Tanger Free Zone**
Détenteur de Capital	**Standard Profil dont le siège se trouve à Düzce**
Capital	**1 000 000 €**
Chiffre d'affaire	**71 705 000 DH (2012)**
Superficie	**9570 m²**
Clients	**» P.S.A pour le projet T7: Peugeot 308 et B-9: Citroën Berlingo & Peugeot Partner. » Renault/Nissan pour le projet X-61: Renault Kangoo. » Volkswagen Group pour le projet SE-250: Seat Ibiza et Seat Leon. » GENERAL MOTORS pour le projet: Opel Meriva. » FORD pour le projet : Ford Focus.**
Effectif	**» 524 opérateurs. » 104 indirectes. » 15 Staffs.**
Concurrents	**Cooper standard, Toyoda, Sealynx**
Objectifs	**Satisfaire les besoins et les attentes des clients**
Site	**www.standardprofil.com**

Tableau 1 : Fiche signalétique de STANDARD PROFIL Maroc

C. Certifications qualité de l'entreprise :

Accréditation	Agence	Date	Renouvèlement
ISO 9001	**AFNOR**	**01/06/2012**	**31/05/2015**
UNE-ISO TS/16949 :02	**AFNOR**	**01/06/2012**	**31/05/2015**
IQNET	**AFNOR**	**01/06/2012**	**31/05/2015**
ISO 14001	**AFNOR**	**01/03/2012**	**28/02/2015**

Tableau 2 : Certifications de qualité de l'entreprise

D. Organigramme de l'entreprise :

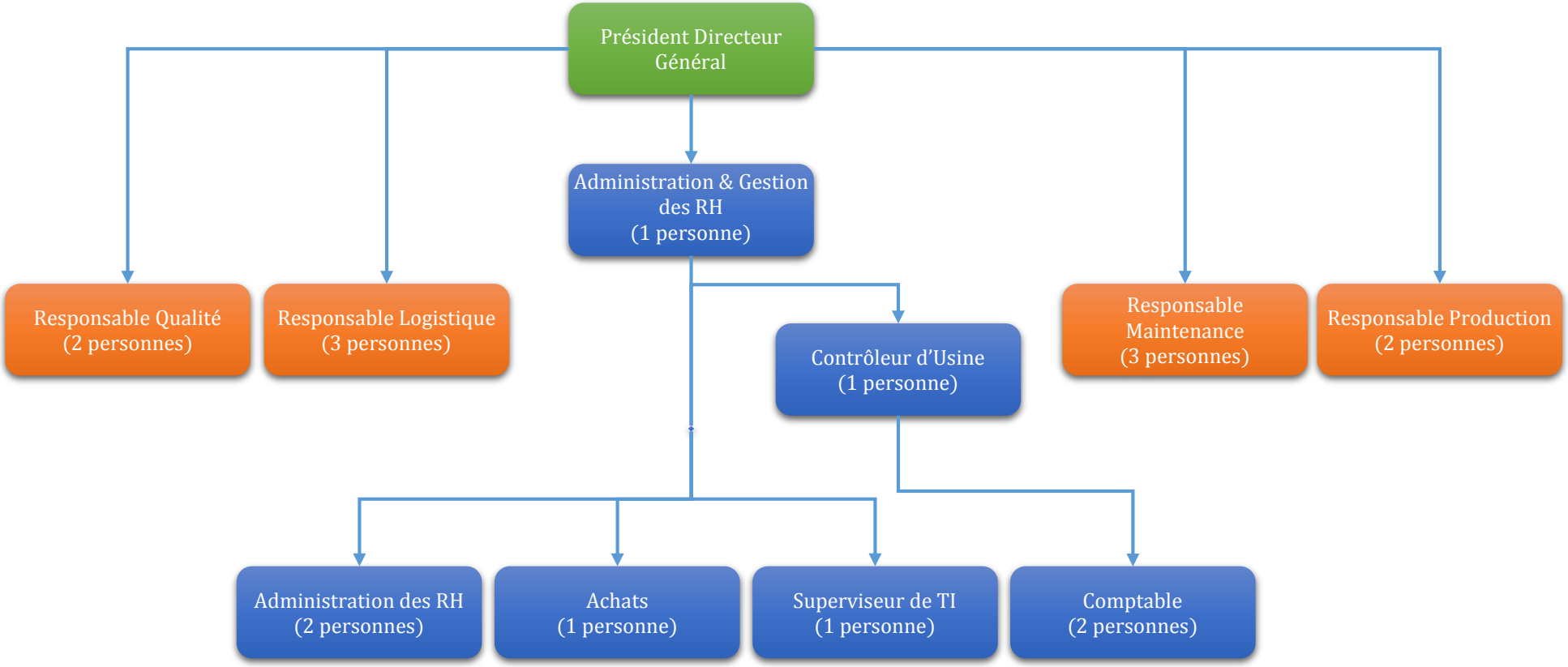


Tableau 3 : Organigramme de STANDARD PROFIL Maroc

E. Mission des différents services :

1. Service management des ressources humaines :

Disposer à temps des effectifs suffisants et en permanence, assurer une gestion performante individuelle et collective du personnel par la formation. Il joue aussi le rôle d'un accompagnateur, en social afin d'atteindre des objectifs escomptés par le groupe en matière de ressources humaines.

2. Service logistique :

Son rôle est d'optimiser la mise en place et le lancement des programmes de fabrication tout en assurant une gestion optimale du stock et une expédition à temps aux clients.

3. Service production :

Qui a pour principale mission la réalisation des programmes de production en assurant une bonne qualité du produit, en respectant les délais fixés au préalable, et en optimisant les performances.

4. Service qualité :

C'est le garant du système qualité de l'entreprise, à travers l'implantation d'une politique qualité fiable qui répond aux exigences des clients, afin d'atteindre le niveau de qualité escompté sur le plan du processus et du produit.

5. Service maintenance :

Il assure l'installation et la maintenance de tous les équipements de l'usine avec une fiabilité optimale et une efficacité maximale.

F. Processus de fabrication de STANDARD PROFIL Maroc :

Le processus de fabrication des joints d'étanchéité pour Standard Profil Maroc est partagé en deux phases: opérations de mélange et d'extrusion se font en Espagne, et opérations de moulage et de finition se réalisent au Maroc.

Standard Profil Maroc reçoit un produit semi-fini, des barres sous forme de profilés qu'elle les coupe en pièces selon la forme désirée, ensuite elle les prépare pour les opérations de moulage. Ces opérations permettent l'injection de la matière aux extrémités des pièces coupées auparavant selon des critères et des normes à respecter en termes de temps, de pression et de température. Pour la finition des produits, des opérations d'ébavurage sont nécessaires avant de passer au contrôle final. Après ce contrôle les pièces conformes aux exigences sont emballées et expédiées vers le client.

Les opérations ci-dessus peuvent être schématisées comme suit :

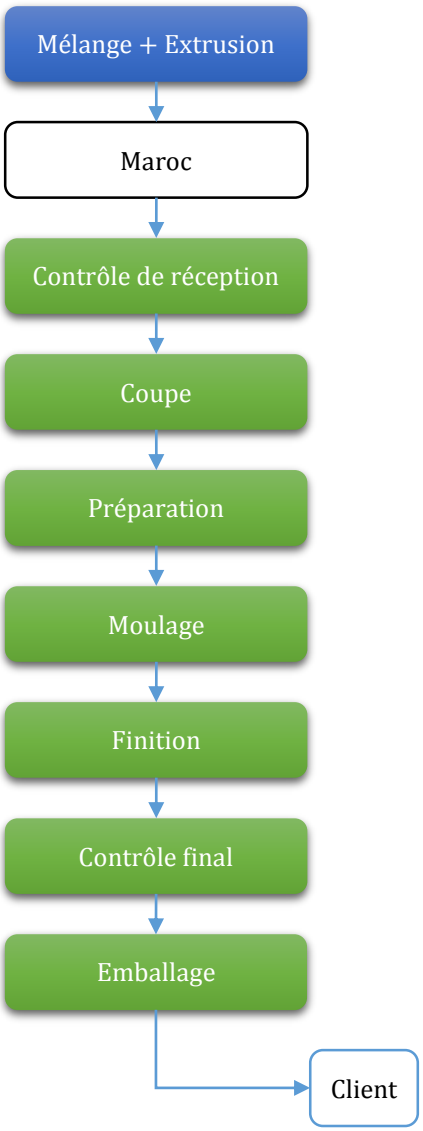


Tableau 4 : Processus de fabrication au niveau de STANDARD PROFIL Maroc

G. Projets sous-traités à STANDARD PROFIL Maroc :

RENAULT MEGAN	RENAULT NISSAN	RENAULT ESPACE
SEAT IBIZA	**SEAT LION**	**OPEL MERIVA**
FORD FOCUS		

Tableau 5 : Projets sous-traités à STANDARD PROFIL Maroc

Chapitre I

Analyse de l’existant

I. Introduction

Dans ce présent chapitre nous allons **présenter**, **définir**, **analyser** puis **interpréter l'état de l'existant** en partant d'une vue générale sur les **projets** existants sur le terrain passant par le **flux de matière** et les **machines critiques** pour arriver finalement aux **causes racines** de la dégradation plus ou moins importante de la qualité de production explicité par la chute des **indicateurs de performance**.

II. Les projets

Le terrain de l'usine a d'abord était divisé sur 4 zones :

- Ford Focus,
- Renault Nissan,
- Seat Ibiza,
- Seat Leon,
- Opel Meriva

Puis on a ajouté une nouvelle usine dans lequel on a installé les projets :

- Renault Espace,
- Renault Megan.

Mais l'atout principal de l'entreprise reste le Projet Ford pour les raisons qui suit :

La zone de production de Ford : la première à être installée et c'est le projet qui apporte le tiers des bénéfices de Standard profil Maroc, mais aussi celui qui pose le plus de problème à cause de la très haute cadence de production qui n'offre pas assez de temps pour des interventions au niveau de son processus, ce qui nous a poussé à optimiser le temps de toute opération ou intervention préventive, améliorative ou corrective ainsi qu'à augmenter la qualité des améliorations.

III. Le flux de matière

A. Extrusion

La première phase de fabrication du produit se fait en Espagne. L'extrusion du produit y étant réalisée selon des lots de petites quantités satisfaisant seulement le besoin de quelques shifts, engendre une variation fréquente des dimensions du profilé. Ce qui nécessite des ressources plus importantes à l'adaptation du processus pour chaque lot en phase de coupe ou d'injection.

B. Stockage

A la réception des stocks de produits extrudés, les différents lots passent par une série de contrôles par échantillonnage pour vérifier si les dimensions des produits reçues sont admissibles et que le processus de fabrication est capable de les accepter. Ces lots sont alors mis à dispositions suivant la règle du FIFO (first-in, first-out).

C. Production

1. Découpage

Après la phase d'extrusion du profilé arrive celle de la coupe pour donner les dimensions exacte de chaque référence. L'opération de coupe respecte les formes respectives des portes avant et arrière ainsi que gauche et droite. La forme de coupe est donc identifiée selon les indices suivants :

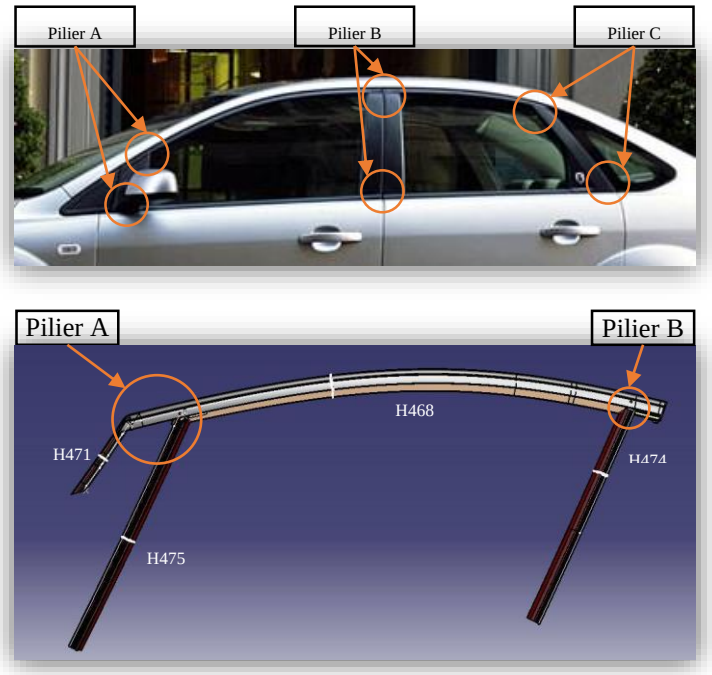


Figure 4 : Produit fini

Chaque pilier représente une zone d'assemblage des parties du joint de porte. Pour garantir un bon assemblage, les profilés doivent être découpés avec grande précision.

2. Préparation

Les machines de coupe comme leur nom l'indique ont pour rôle de découper les profilés en caoutchouc qui ont étaient extrudés dans la filière de Standard Profil en Espagne et reçus selon les plannings de production prévues. Pour une découpe exacte et conforme, la machine a besoin que le profilé lors de son extrusion soit dimensionné dans l'intervalle de sa capacité car un profilé mal

dimensionné risque de ne pas s'adapter avec le système POKA YOKE de la machine et se trouve ainsi écrasé au lieu d'être découpé.

La découpe des profilés n'étant jamais assez précise, on avait besoin d'avoir recours à une opération de préparation des zones d'assemblage (Piliers). Afin de garantir une bonne opération de moulage par injection.

3. Injection et Moulage

Une fois coupés et préparés, il vient à assembler les différentes parties du joint de porte à l'aide d'une machine d'injection de caoutchouc fusionnée sur des moules préparés pour mettre les profilés dans une disposition adéquate pour être moulé correctement.

Le moulage par injection, aussi appelé injection plastique, est un procédé de mise en œuvre de matières thermoformables, notablement les matières thermoplastiques.

La plupart des pièces thermoplastiques sont fabriquées avec des presses d'injections plastiques, la matière plastique est alors ramollie puis injectée dans un moule, pour ensuite être refroidie.

Le moulage par injection est une technique de fabrication de pièce en grande ou très grande série. Il concerne avant tout les matières plastiques et les élastomères (caoutchoucs) mais aussi divers métaux et alliages à point de fusion relativement bas : alliages d'aluminium, de zinc ou encore laitons.

Et pour ce procède nous trouvons la presse d'injection, la machine la plus utilisée par les usines.

Les machines d'injection au sein de l'usine sont composées de deux éléments :

- <u>Système d'injection</u>

Muni par des résistances qui génèrent une haute température qui fusionne soit du plastique ou du caoutchouc, selon le type du produit, pour l'injecter dans les moules.

❖ Les principales étapes du moulage par injection :

➢ 1ère étape :

La plastification de la matière d'injection dans le cylindre.

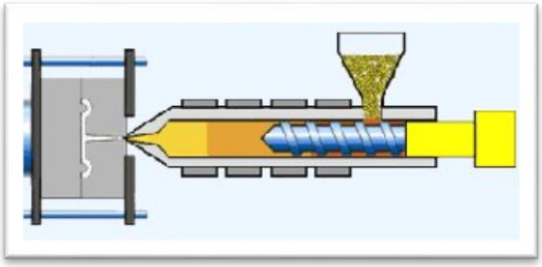


Figure 5 : Plastification de la matière

➢ 2ème étape :

Dosage de la matière dans le moule à l'aide de la rotation du vis-sans-fin.

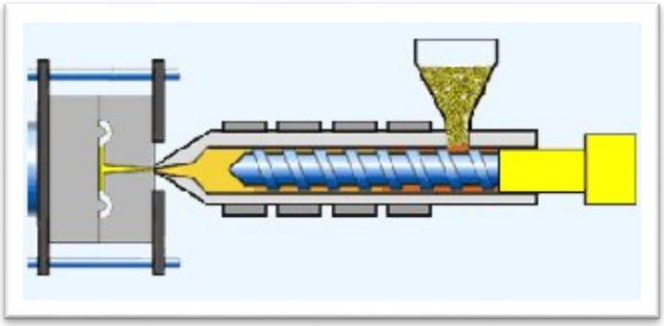


Figure 6 : Dosage de la matière d'injection

➢ 3ème étape :

C'est l'étape de refroidissement de la pièce dans le moule.

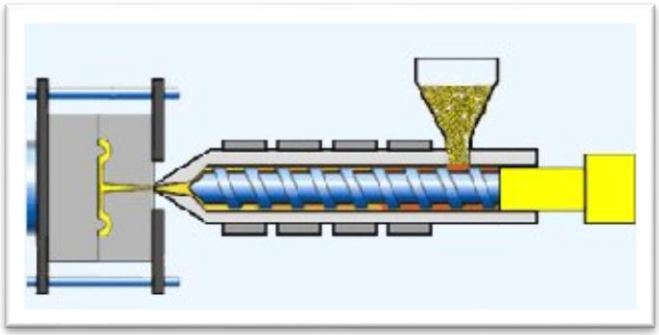


Figure 7 : Refroidissement dans le moule

➢ 4ème étape :

La dernière étape c'est l'éjection de la pièce.

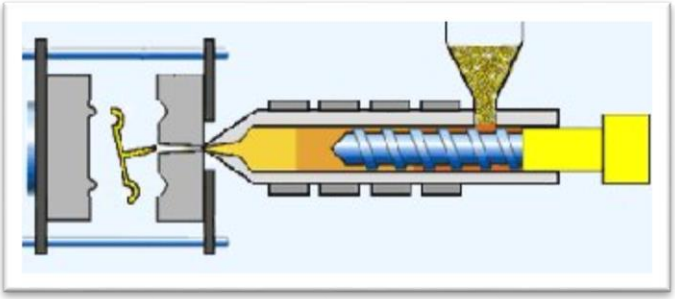


Figure 8 : L'injection de la pièce dans le moule

❖ Le moule

Comme tous les types de moules celui-là comporte une trace consacrée pour que les profilés découpés y soit placé afin d'être fusionnés avec d'autres profilés destinés à compléter ensemble la forme finale du joint de la porte d'automobile.

Au sein de la société STANDARD PROFIL, le moulage fait partie des étapes principales de la production au niveau de l'élaboration des joints des portes. Pour cela, nous trouvons dans l'atelier un nombre de machines de presse où se trouve des moules métalliques (en acier doux).

Le moulage sous-pression entre les profilés ainsi que sur leurs extrémités est l'étape finale pour élaborer les joints de portes. Cette opération est menée à découper les bavures qui résultent des défauts de moule.

4. Finition

Comme tout procédé de moulage la pièce récupérée comporte des bavures qui doivent être enlevées avec précision pour ne pas nuire à la forme finale de la pièce.

5. Contrôle

Une fois un lot de produit fini est préparé, un agent de contrôle s'occupe de prendre des échantillons et contrôler les dimensions, la forme et l'apparence visuelle (comme les traces visibles, ou des bavures résidantes qui donnent un mauvais aspect visuel au produit) pour valider finalement le passage vers les stocks d'exportation.

IV. Les contraintes rencontrées

Au cours de notre quête d'analyse et de récolte de données de terrain nous avons été contraints par une qualité de données médiocre voire inutile à cause du suivant :

A. Contraintes humaines

Les techniciens ne sont pas bien formés du côté administratif ce qui réduit la qualité du retour d'information ainsi l'analyse des problèmes humains et matériels s'avère sans valeur ajoutée.

B. Contraintes méthodique

Toute intervention de maintenance sur les machines impose un arrêt partiel voir complet de certaines lignes de production et ceux après avoir déclaré les causes et la durée d'intervention sur la machine en question et autres types d'informations en ce concerne. Une description vulgaire de ses détails (fautes d'orthographe, mélange linguistique, dénomination de problèmes à la légère…) rend l'information floue et inexploitable.

C. Contrainte hiérarchique

Pour atteindre une information pertinente et crédible nous avons dû à travailler avec chaque service de côté à cause de la dispersion d'information et l'isolation des services par rapport aux autres, ce qui a couté un temps important pour les récolter tous à chaque fois que nous en avions eu besoin.

V. Opportunité d'amélioration

A. Application de GMAO

Pour combler le manque d'information et améliorer la qualité des indicateurs de performance nous avons pensé à créer une application de gestion de la maintenance basée sur la programmation par VBA de Microsoft Excel, puisque c'est un logiciel qui offre des fonctions très utiles et faciles à manipuler, mais aussi parce qu'il est le plus fréquemment utilisé comme base de donnée chez les entreprises marocaines.

Nous avons donc structuré notre application sous 4 modules interactifs qui, ensemble, forment un outil de management très fort.

1. Modules et fonctionnalités

a. Interface graphique de saisie automatique

Ce module de saisie est fait principalement pour faciliter la tâche aux techniciens qui sont généralement trop chargés et pour les guider à donner les bonnes informations avec une syntaxe claire et standard.

L'interface permet de saisir chaque information dans une case propre qui illustre sa syntaxe :

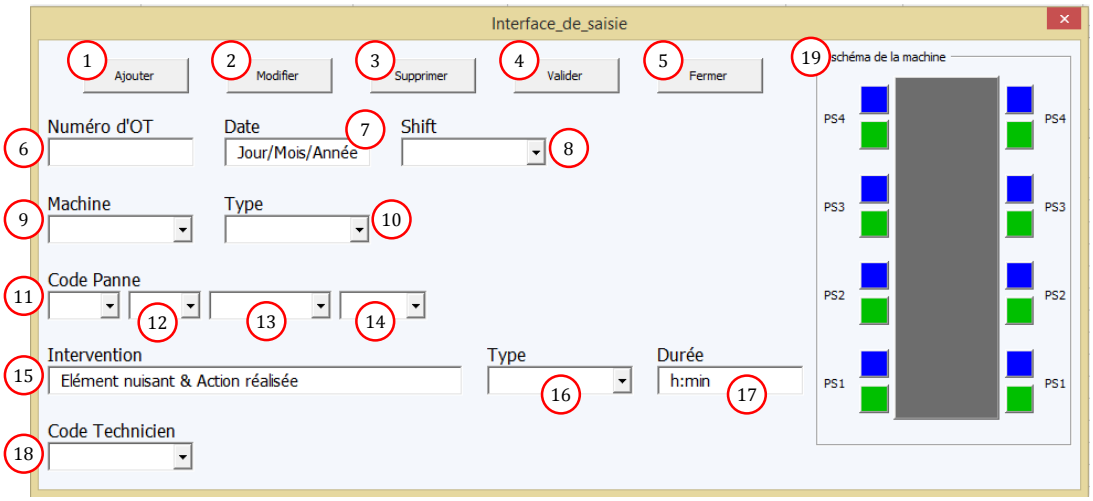


Figure 9 : Interface de saisie

Chaque information demandée par l'application sert à générer un indicateur particulier qui peut être interprété et utilisé au cours des futures améliorations.

- Les boutons (1), (2), (3), (4)

Ces boutons servent à créer, modifier, supprimer un champ (une ligne) d'information dans la base de données.

- Les boutons (5), (6)

Ces boutons servent à valider l'enregistrement des informations saisies et fermer l'interface à la fin.

- Le champ d'OT (6)

C'est le code qui nous permettra de classer les OT à fin de pouvoir chercher la bonne information voir la modifier ou la supprimer en cas d'erreur de frappe.

- Le champ de Date (7)

La date est l'information qui forme la fourchette sur laquelle on fait nos études que ce soit pour faire une révision d'avancement ou la planification pour une amélioration.

- Le champ de Shift (8)

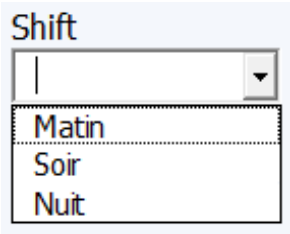


Figure 10 : Champ de saisie du shift

Ce champ permet la distinction entre les différents shifts (8h de travail) pour savoir lequel pose le plus de problème. Ça nous permettra ensuite d'avoir une idée sur les qualités des techniciens et aussi sur la qualité des opérateurs qui manipulent les machines de production.

- Le champ de Machine (9), (10)

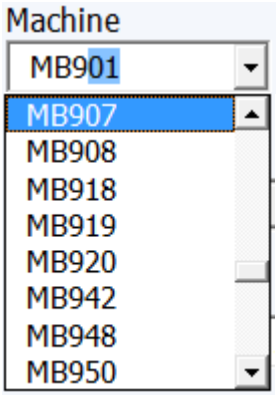


Figure 11 : Champ de saisie du code de la machine

Le code de la machine est une information cruciale qui nous guidera vers les lignes de production les plus critiques qui posent le plus de problème.

- Les champs de Panne (11), (12), (13), (14), (19)

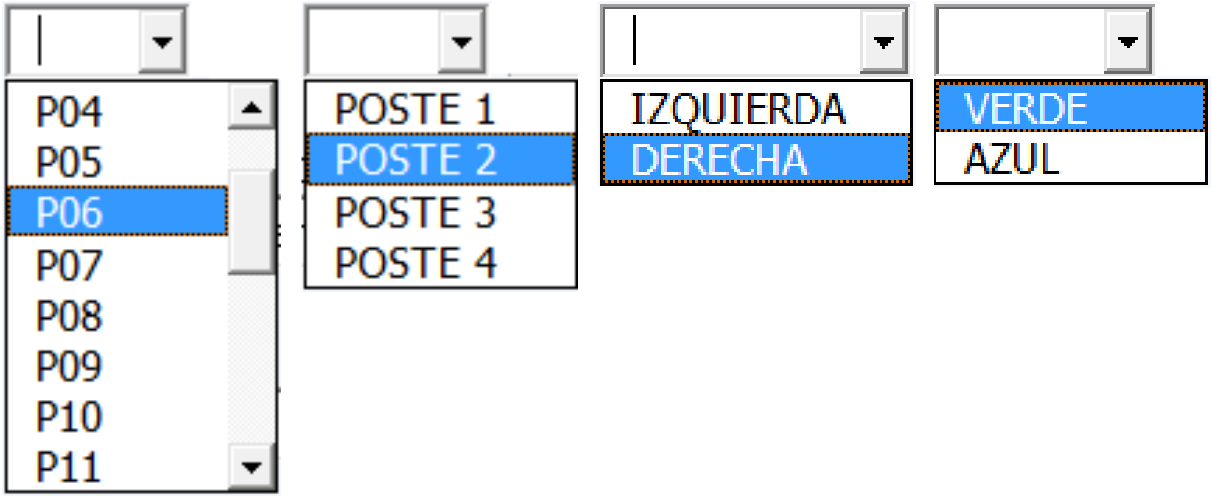


Figure 12 : Champs de code de panne

C'est dans cette étape que nous avons dû intervenir, car un bon d'OT ne vaut absolument rien s'il ne décrit pas exactement la panne ainsi que les éléments de machine qui l'ont causée. Pour ça, nous avons dû intégrer un système de codification de pannes les plus fréquents et qui posent le plus de problèmes ainsi qu'une suite qui décrit exactement l'élément de la machine qui a causé cette panne (Voir Annexe 1)

Pour minimiser les champs à remplir nous avons pensé à créer une méthode de sélection graphique permettant de déterminer l'élément de machine en question en un simple clic sur sa représentation graphique.

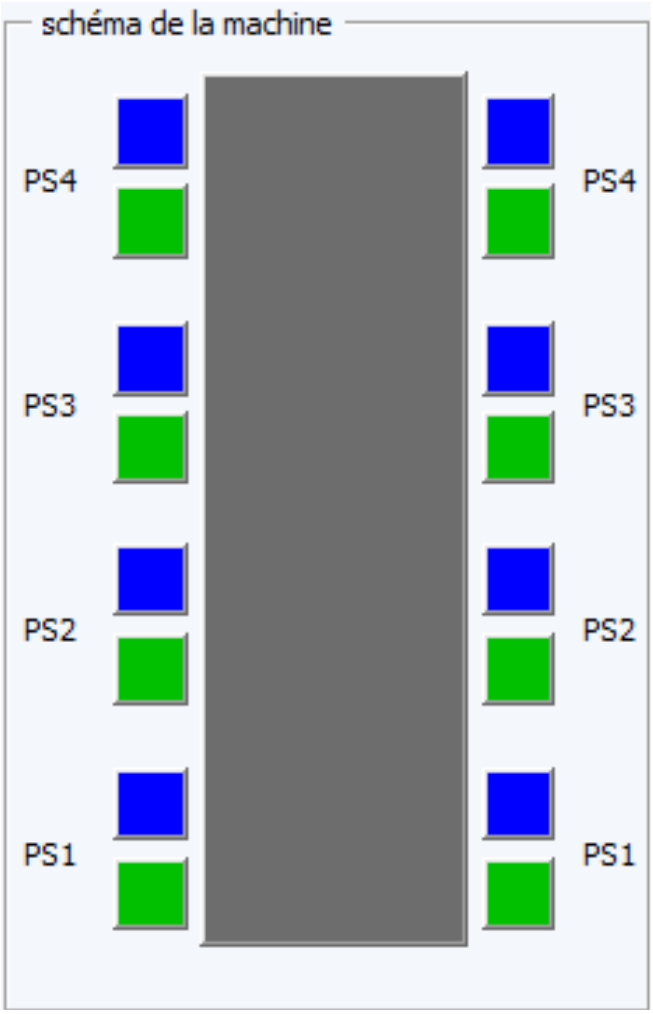


Figure 13 : Zone de séléction de l'élément en panne

- Le champ des détails de l'intervention (15), (16), (17)

L'information de l'intervention effectuée au niveau de l'élément problématique peut corriger un problème à la portée mais elle peut être insuffisante pour corriger des problèmes compliqués ou nouvellement apparus. Donc des actions répétitives dans une courte période veulent dire que les techniciens ont du mal à trouver une solution corrective ou ils se contentent par des actions de dépannage afin de combler le manque de productivité.

- Le champ du code du Technicien (19)

Ce champ nous permettra de savoir le technicien ou les techniciens chargés de l'intervention, et ce pour pourvoir les réaffecter selon la charge sur les projets.

b. Base de données interactive

La base de donnée saisie et enregistrée dans un tableau dynamique qui, automatiquement met en forme et inclus toute nouvelle ligne d'information et génère d'autres informations à partir des listes de référence.

Semaine	N° OT	Type de machine	Projet	Type de Problème	Date	Machine	Problème	Poste	Coté	Couleur	Intervention	Type d'intervention	Technicien	Durée
S3	1	Injection	FORD	Electronique	20/01/2016	MB942	P25	PS1	Droit	Vert	Correction du problème	Corrective	1245	45
S7	2	Coupe	FORD	Automatisme	20/02/2016	MB907	P15	PS1	Droit	Vert	Correction du problème	Corrective	1245	45
S9	3	Coupe	FORD	Hydraulique	03/03/2016	MB784	P20	PS4	Gauche	Bleu	Correction du problème	Corrective	1245	105

Tableau 6 : forme de la base de données

L'atout de cette application est qu'elle minimise le nombre d'informations demandées, car sous la charge du travail, les techniciens n'ont pas le temps de remplir une longue liste d'informations. Et pour compléter les informations, l'application utilise une base de données intégrée qui à l'aide des formules Excel génère des informations complémentaires qui sont importantes pour des analyses particulières.

- #### Le champ Semaine

Généralement une analyse de l'état d'avancement se fasse sur une fourchette d'une semaine c'est pour cette raison que l'application génère une colonne de semaine en tenant compte de la date saisie.

- #### Le champ Projet et type de machine

Le champ « projet » et « type de machine » sont identifiés à partir de la liste de machines déjà existante dans l'application.

- #### Le champ type de problème

Le type de problème aussi identifié à partir d'une liste prédéfinie de pannes fréquentes permettra de savoir s'il existe un manque de formation dans l'une des disciplines (mécanique, électrique, électronique …), car une intervention répétée dans une courte période prouve un manque de compétence pour résoudre le problème.

c. Configuration des filtres informationnels

Pour générer un indicateur d'analyse particulier sur des critères personnalisés l'application met à disposition une série de filtres qui permettent d'extraire la bonne information.

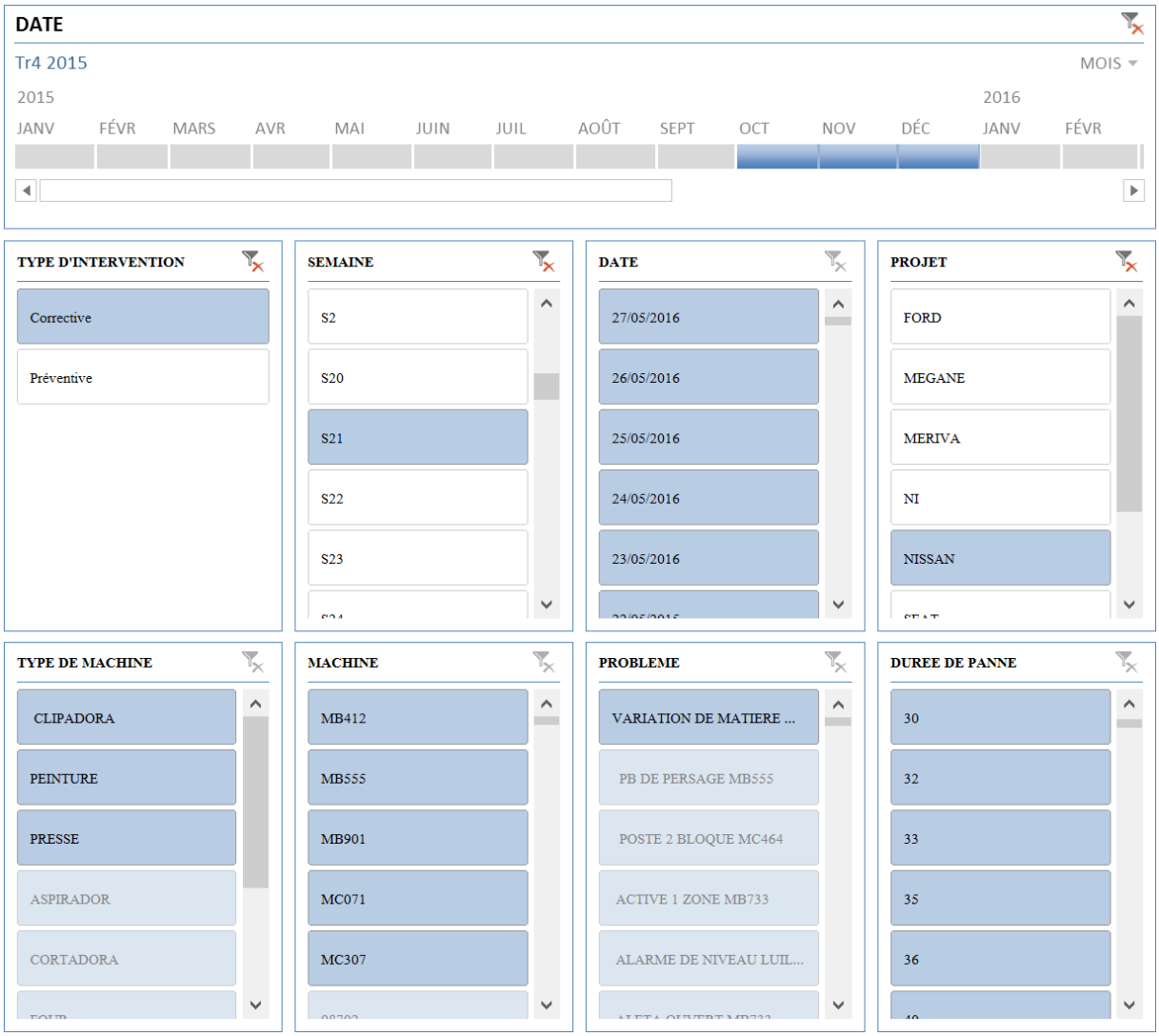


Figure 14 : Champs de filtres informationnels

d. Générateur des indicateurs de performance

Une fois les filtres informationnels configurés, les indicateurs existants ou nouvellement générés respecteront ce critère pour représenter exactement l'information demandée.

2. Les avantages apportés

Bien que cette application soit simple et non couteuse, il représente un outil professionnel très efficace pour la gestion de la maintenance car il nous permettra d'avoir une base de données dynamique et interactive qui génère des indicateurs de performance personnalisés à l'aide des filtres informationnels et servant de base pour prendre des décisions d'amélioration.

3. Perspectives d'amélioration

Comme perspective d'amélioration de cette application, nous planifions d'ajouter un module de détection de dépassement de seuils indiqués et de proposer des solutions pour aider les managers à prendre des décisions.

B. Présentation des indicateurs

Les indicateurs de suivi ayant pour but d'évaluer et de mesurer l'efficacité et la pertinence des processus de fabrication en même temps de refléter la variation de production par rapport aux objectifs fixés.

- ✓ Taux de maintenance préventive par rapport aux corrective
- ✓ Taux de rendement synthétique (performance, disponibilité, qualité)

C. Taux de rendement synthétique

1. Diagnostic de l'indicateur TRS

Les indicateurs de suivi montrent la performance des machines dans l'ensemble, mais ne permettent pas d'analyser le fond de la performance, ainsi nous avons ajouté l'indicateur TRS.

Le taux de rendement synthétique (TRS) est un indicateur du taux d'utilisation des machines. Il compare la production réelle à la capacité de production théorique des machines ou d'un équipement.

2. Pourquoi mesurer le TRS ?

Le TRS permet de rendre visible les écueils de production, l'améliorer signifie éliminer ces écueils :

- ✓ Pertes de matière
- ✓ Micro arrêts
- ✓ Changement de produits
- ✓ Pannes
- ✓ Pertes de vitesse
- ✓ Taux de rebus

Les trois leviers d'action du taux de rendement synthétique sont : la qualité, la disponibilité et la performance.

❖ <u>La qualité :</u>

L'aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques à satisfaire des exigences.

❖ <u>La disponibilité :</u>

Aptitude d'un bien à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, à un instant donné ou durant un intervalle de temps donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires est assurée.

❖ <u>La performance :</u>

Mesure l'efficacité d'un processus à transformer un ou des facteurs qui s'insère dans un résultat.

3. Calcul du TRS

Le calcule de TRS est défini par la formule suivante :

$$\text{TRS} = \frac{Temps\ utile}{Temps\ d'ouverture}$$

La méthode de calcul du TRS se réalise comme suit :

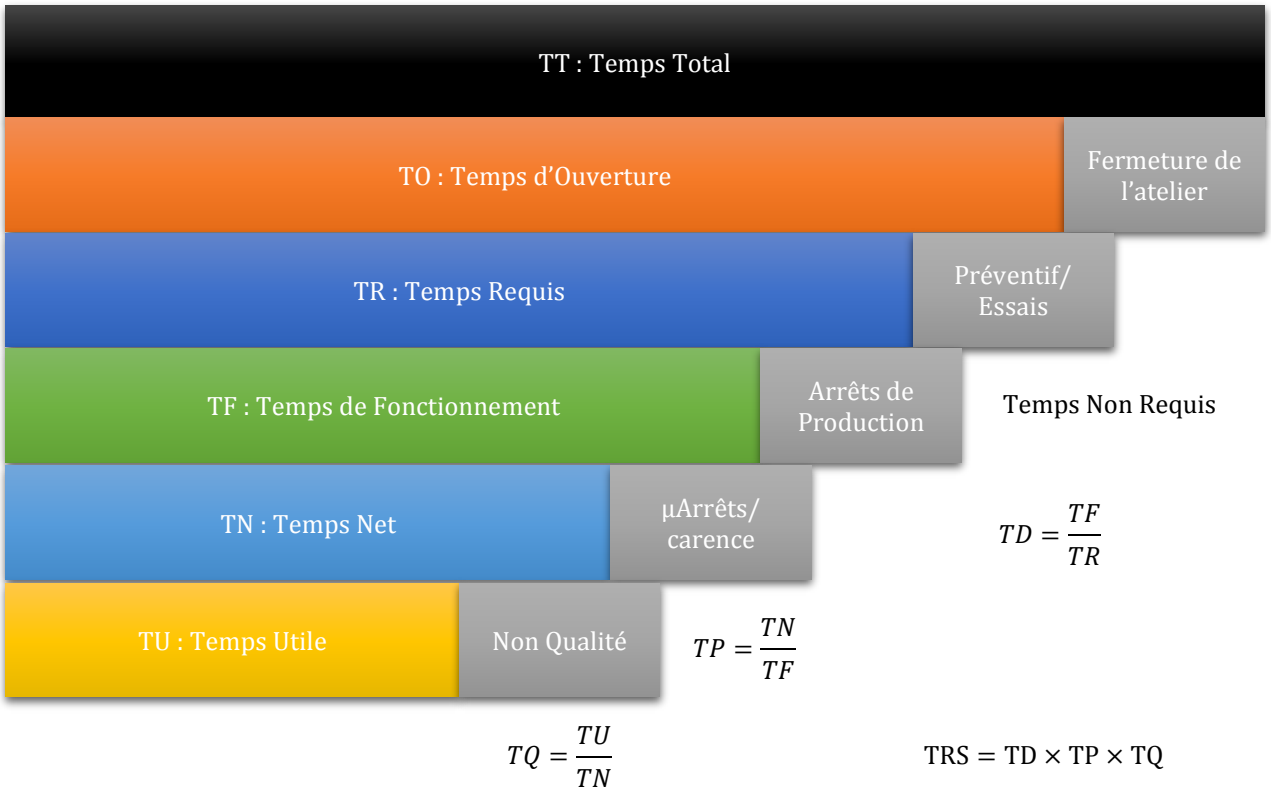


Figure 15 : Méthode de calcul de TRS

a. Taux de disponibilité :

La disponibilité opérationnelle d'un équipement ou d'un système est le rapport du temps durant lequel l'équipement est opérationnel par le temps total durant lequel on aurait souhaité qu'il le soit. On exprime classiquement ce ratio sous forme de pourcentage, le taux de disponibilité défini par le rapport suivant :

- $T_D = \frac{T_F}{T_R}$

Avec

- $T_F = T_R - T_{A.tot}$

Et

- $T_{A.tot} = T_M + T_{Ch.R} + T_{Ré}$

Soit

T_D : Temps de disponibilité de la machine

T_F : Temps de fonctionnement

T_R : Temps requis (pour fabriquer la quantité de produits demandée)

$T_{A.tot}$: Temps d'arrêt total de la machine

T_M : Temps de maintenance

$T_{Ch.R}$: Temps de changement de référence

$T_{Ré}$: Temps de réglage

b. Taux de performance :

Le taux de performance met en évidence le temps pendant lequel la machine produit à la cadence prévue et, de ce fait, fait ressortir les écarts de performance.

En effet, une utilisation optimale de la machine doit être caractérisée par une cadence théorique.

L'utilisation de systèmes semi-automatiques ou automatiques permet de mesurer la cadence effective des machines à cycles automatiques. Cette mesure est indispensable au calcul du taux de performance de la machine et permet d'identifier les écarts de cadence.

On a

- $T_P = \frac{T_N}{T_F}$

T_P : Temps de production

T_N : Temps net (sans carence)

T_F : Temps de fonctionnement de la machine

Pour mesurer le taux de performance on doit calculer le temps net, le temps de micro-arrêts et les pertes des sous-vitesses. On a procédé comme suit. D'abord on a calculé le temps nécessaire en théorique pour produire une pièce, on a la cadence de la production d'une pièce donc on en déduit facilement ce temps. Puis on détermine le temps de sous-vitesse.

- $T_N = T_F - (\mu\ arrêts + sous\ vitesse)$

Et pour calculer le temps des ralentissements ou sous-vitesse on a :

- $T_{Th} = \frac{Nombre\ de\ pièces}{la\ cadence\ [Nbre\ de\ pièce\ /heure]}$

Alors soit :

- $T_{S.V} = T_F - T_{Th}$

T_{Th} : Temps théorique de production

$T_{S.V}$: Temps de sous vitesse

Généralement les micros-arrêts sont issus de la mauvaise organisation des opérateurs ou bien des attentes de la matière première, pour le calcul de temps des micros-arrêts on a décomposé ce temps en deux différentes de temps d'incidence : Temps d'incidence organisationnelle et le temps d'incidence logistique.

D'après l'étude de l'existant la carence est due aux :

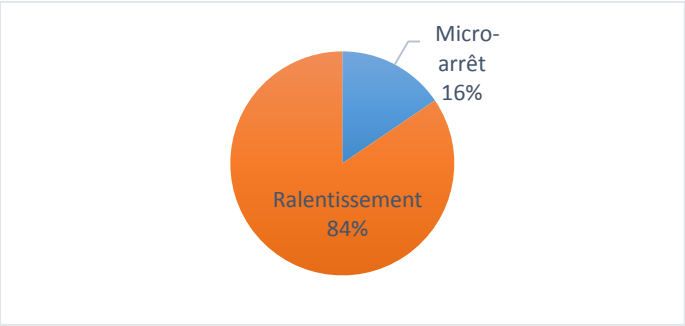


Figure 16 : Taux de carence

D'après notre analyse on constate que le ralentissement est très important par rapport aux Micro-arrêts, alors pour augmenter le taux de performance il faut essayer d'agir sur les causes du ralentissement.

Alors dans notre cas :

- $T_N = T_F - Ralentissement$

c. Taux de Qualité :

Le taux de qualité d'un processus est son aptitude à produire des produits conformes, c'est le pourcentage des produits conformes par rapport aux produits totaux fabriqués.

Le taux de qualité qui correspond à la quantité bonne des pièces produites. C'est le nombre d'unités respectant les critères de qualité par rapport au nombre total d'unités produites pendant les heures productives.

D'où :

- $T_Q = \frac{T_U}{T_N}$

Comme on sait que le temps utile n'est pas mesurable dans notre cas, alors c'est préférable de calculer le taux de qualité par la formule suivante :

- $T_Q = \frac{Nbre\ de\ pièces\ bonnes}{Nbre\ de\ pièce\ produites}$

La détermination des valeurs relatives au taux de disponibilité, de qualité, ainsi que le rendement est synthétisée dans les tableaux ci-après :

d. Tableaux TRS actuel :

Temps Requis en (min)	Temps brut de fonctionnement	Taux de disponibilité	Temps théorique des pièces produites (min)	micro-arrêts	Temps de ralentissement	Temps net	Taux de performance	Quantité produite par unité	Quantité des pièces bonnes en unité	Taux de qualité	TRS
392	**317**	**81%**	**285**	**6**	**32**	**247**	**78%**	**764**	**718**	**94%**	**59%**
402	**343**	**85%**	**319**	**7**	**24**	**288**	**84%**	**829**	**794**	**96%**	**69%**
389	**331**	**85%**	**302**	**3**	**29**	**270**	**82%**	**817**	**774**	**95%**	**66%**
404	**342**	**85%**	**299**	**3**	**43**	**253**	**74%**	**834**	**779**	**93%**	**58%**
385	**328**	**85%**	**295**	**5**	**33**	**257**	**78%**	**802**	**756**	**94%**	**63%**
400	**334**	**84%**	**304**	**5**	**30**	**269**	**81%**	**814**	**761**	**93%**	**63%**
407	**355**	**87%**	**318**	**8**	**37**	**273**	**77%**	**848**	**801**	**94%**	**63%**
385	**322**	**84%**	**290**	**6**	**32**	**252**	**78%**	**781**	**731**	**94%**	**61%**
393	**328**	**83%**	**308**	**4**	**20**	**284**	**87%**	**800**	**749**	**94%**	**68%**
395	**335**	**85%**	**298**	**8**	**37**	**253**	**76%**	**800**	**739**	**92%**	**59%**
398	**342**	**86%**	**306**	**7**	**36**	**263**	**77%**	**819**	**756**	**92%**	**61%**
398	**332**	**83%**	**302**	**3**	**30**	**269**	**81%**	**810**	**766**	**95%**	**64%**
395	**329**	**83%**	**298**	**3**	**31**	**264**	**80%**	**800**	**768**	**96%**	**64%**
387	**326**	**84%**	**288**	**7**	**38**	**243**	**75%**	**781**	**736**	**94%**	**59%**
390	**333**	**85%**	**298**	**8**	**35**	**255**	**77%**	**800**	**741**	**93%**	**61%**
393	**330**	**84%**	**298**	**9**	**32**	**257**	**78%**	**798**	**759**	**95%**	**62%**
396	**342**	**86%**	**313**	**2**	**29**	**282**	**82%**	**836**	**787**	**94%**	**67%**
405	**352**	**87%**	**321**	**4**	**31**	**286**	**81%**	**856**	**821**	**96%**	**68%**
403	**337**	**84%**	**306**	**6**	**31**	**269**	**80%**	**819**	**774**	**95%**	**63%**
390	**330**	**85%**	**297**	**5**	**33**	**259**	**78%**	**798**	**732**	**92%**	**61%**
403	**326**	**81%**	**310**	**7**	**16**	**287**	**88%**	**785**	**747**	**95%**	**68%**
409	**343**	**84%**	**319**	**7**	**24**	**288**	**84%**	**822**	**774**	**94%**	**66%**
395	**329**	**83%**	**298**	**4**	**31**	**263**	**80%**	**800**	**750**	**94%**	**62%**
388	**322**	**83%**	**294**	**4**	**28**	**262**	**81%**	**790**	**734**	**93%**	**63%**
401	**338**	**84%**	**304**	**7**	**34**	**263**	**78%**	**814**	**759**	**93%**	**61%**
391	**329**	**84%**	**295**	**5**	**34**	**256**	**78%**	**793**	**741**	**93%**	**61%**
390	**315**	**81%**	**302**	**8**	**13**	**281**	**89%**	**764**	**715**	**94%**	**67%**
	moyenne	**84%**				**moyenne**	**80%**		**moyenne**	**94%**	**63%**

Tableau 7 : Tableau TRS

Le graphique résume l'évolution de taux de rendement synthétique de la machine d'injection pendant la période de suivi :

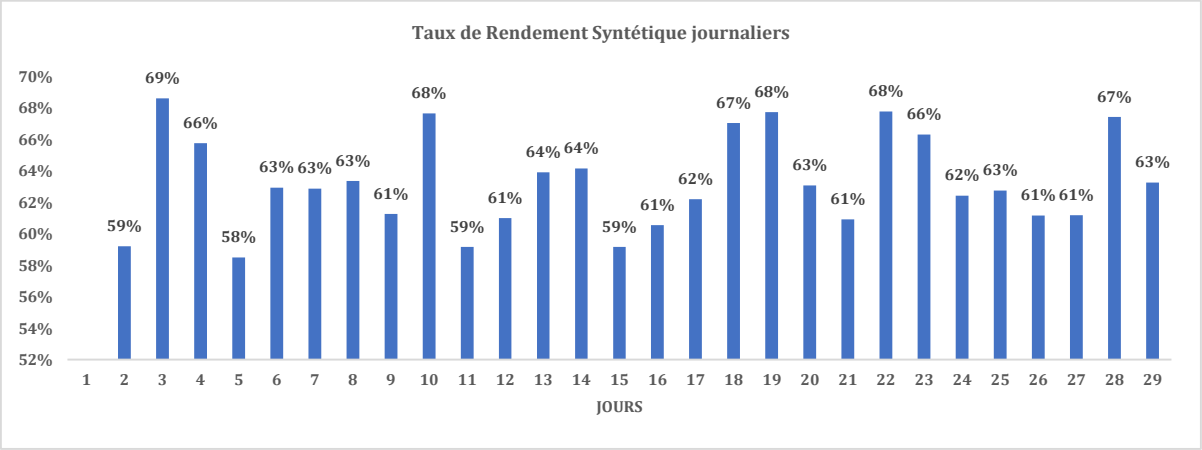


Tableau 8 : Graphique du TRS

e. Conclusion :

On premier lieu on a commencé par le calcul de TRS, il est de 63% pour la machine de coupe. L'analyse de ces résultats montre que ce qui pénalise le TRS énormément est l'efficience en premier classe (TP = 80%) et il arrive en deuxième lieu la disponibilité (TD = 84%) et en 3eme classe le taux de la qualité (TQ=94%). Donc un plan d'action doit être mis en place pour remédier à ces problèmes qui nuisent à la chaîne de production pour améliorant le taux de rendement synthétique.

D. Améliorations proposées

Pendant le suivi journalier du TRS, on a informé un groupe de travail (Les opérateurs de fin de ligne) de noter les différentes incidences apparues avec leur temps d'arrêt, sur une fiche de suivi méthodique (Voir l'annexe I).

1. Amélioration de la machine de coupe

Afin d'améliorer le taux de performance de la machine de coupe nous serons en obligation de penser à améliorer la cause principale de sa dégradation qui s'est avérée le ralentissement de production, pour ce faire on procédera à une analyse des causes-effets de ce ralentissement.

a. Diagramme cause-effet

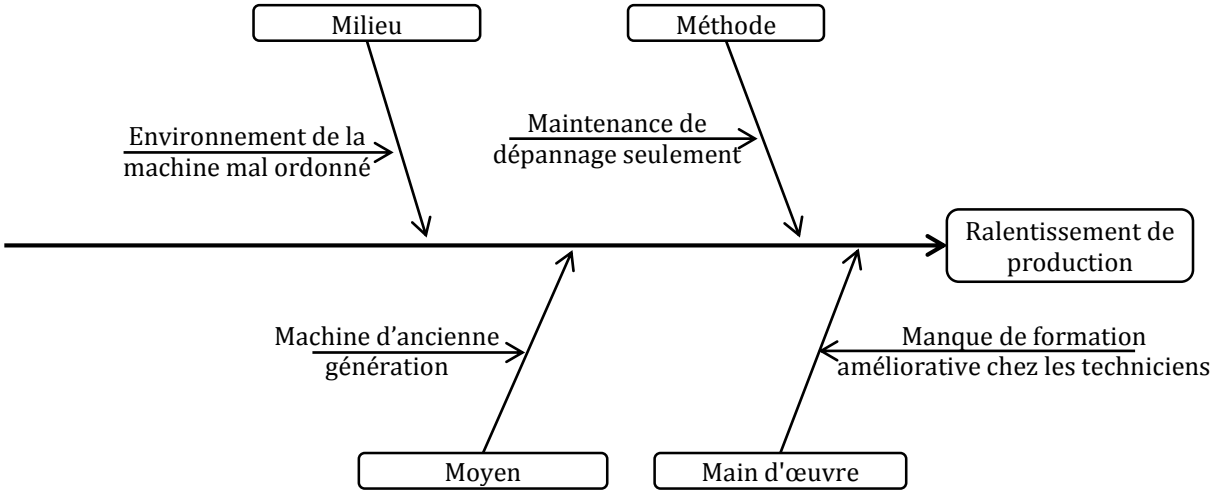


Figure 17 : Diagramme cause-effet de la machine de coupe

b. Améliorations 1

La machine de coupe fabrique deux formes du produit : Le joint de porte conducteur et celui de la porte droite. On a donc besoin d'un élément transporteur qui distribue les profilés en caoutchouc régulièrement sur les deux procédés de la machine avec une vitesse qui rivalise celle des postes de coupe.

- Schéma cinématique de Mécanisme de manipulateur dans l'état initiale :

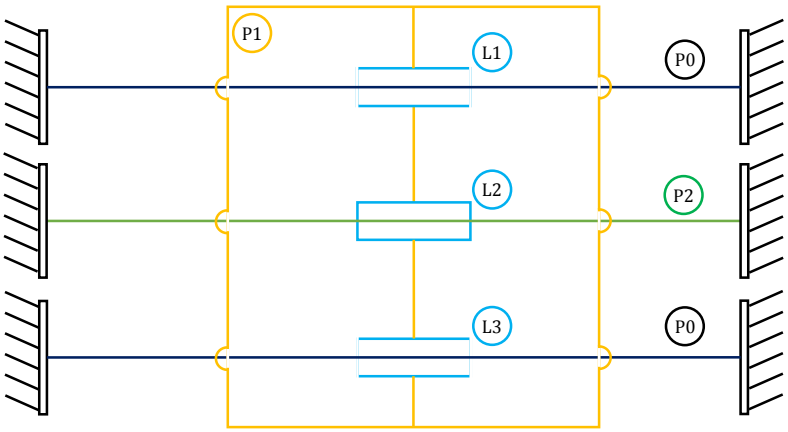


Figure 18 : Schéma cinématique du manipulateur

	Transporteur du profilé
	Piliers de la machine fixés sur terre
	Vérin sans tige d'entrainement

Tableau 9 : Nomenclature du manipulateur

Le mécanisme de manipulateur est constitué de :

- ✓ Les encastrements sont situés sur les piliers de la machine (aucun problème)
- ✓ Les liaisons pivot glissant $(\boldsymbol{L1})$ et $(\boldsymbol{L3})$ sont basées sur une solution technologique instable qui cause un détachement des supports $(\boldsymbol{P0})$

La conception du système de guidage n'est pas capable d'assurer une vitesse suffisante pour répondre au besoin car la surface de contact des pièces $(\boldsymbol{P1})$ et $(\boldsymbol{P0})$ n'est pas suffisante pour assurer une stabilité contre les vibrations et les chocs causées par les opérations de coupe qui se font à vitesse plus ou moins rapide (voir la figure suivante).

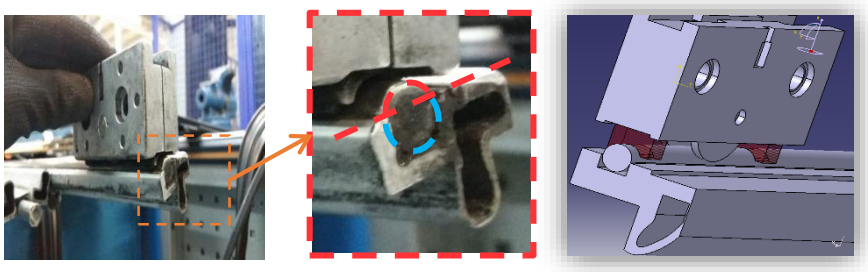


Figure 19 : Ancienne conception du manipulateur

- Les causes du détachement

✓ Vibrations importantes
✓ Surface de contact insuffisante
✓ Dévissage des visses

- Effets

✓ Faible vitesse de transport
✓ Cadence de production affaiblie

Pour remédier à ce problème nous avons pensé à améliorer ce système pour permettre d'augmenter la vitesse de transport et éventuellement la cadence de production.

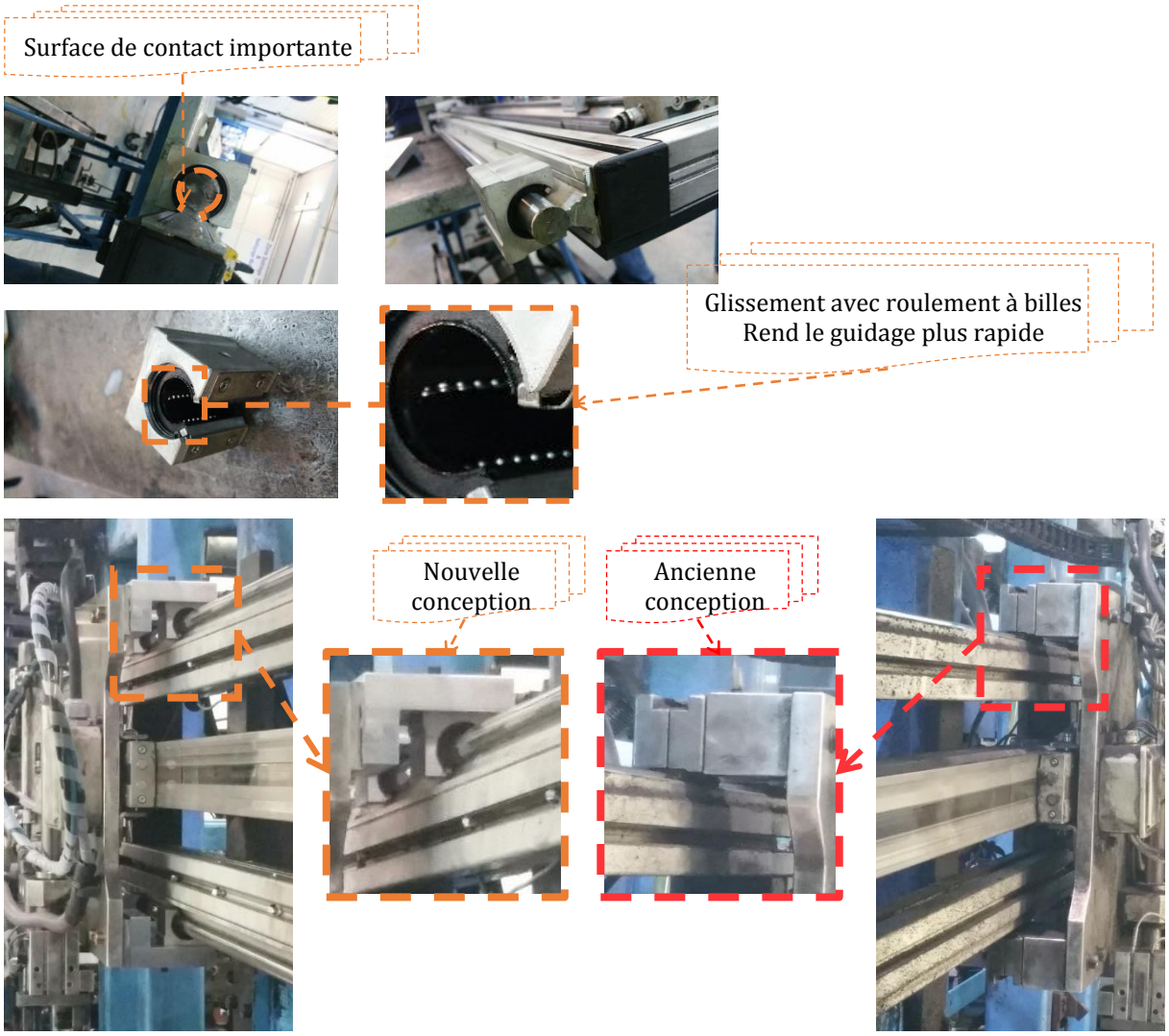


Figure 20 : Nouvelle conception du manipulateur

- Avantage

✓ Surface de contact plus importante

✓ Plus souple grâce aux roulements

- Résultats

✓ Augmente la cadence de production

✓ Vitesse de transport améliorée

✓ Élimination des temps d'arrêt causé par ce problème

2. Application de la méthode SMED à la machine d'injection

Au cours de nos analyses de fonctionnement de machines nous avons constaté que pour un changement de référence au niveau des machines d'injection il était nécessaire d'attendre de changer le moule qui y est monté pour ajouter celui de la nouvelle référence. Et ça nécessite au moins 2 heures d'attente pour remonter la température du nouveau moule à la température fonctionnelle.

Pour remédier à ce problème nous avons pensé à effectuer une étude SMED pour optimiser ce temps de changement de référence et ce, en faisant la conception d'une nouvelle machine de préparation des moules avant leurs montage dans les machines d'injection.

Nous avons donc pensé à fabriquer un four adapté au moule et qui fait en sort de les amener à la température fonctionnelle dans un temps optimisé.

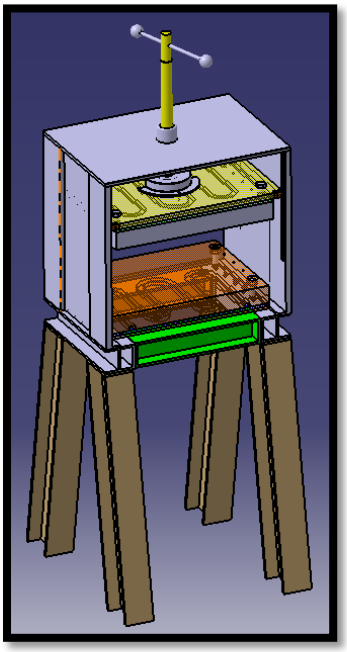


Figure 21 : Structure du four à moule

a. Analyse fonctionnelle de la structure

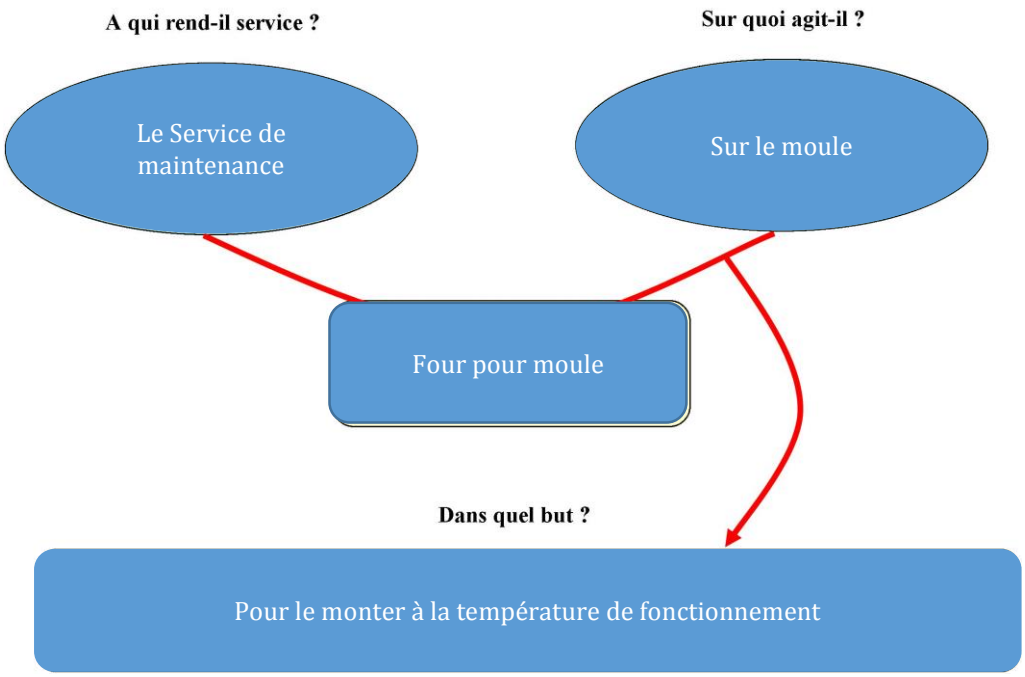
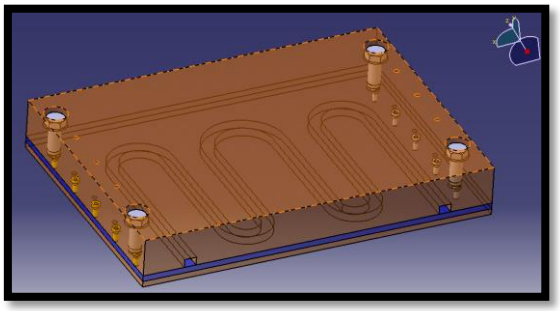
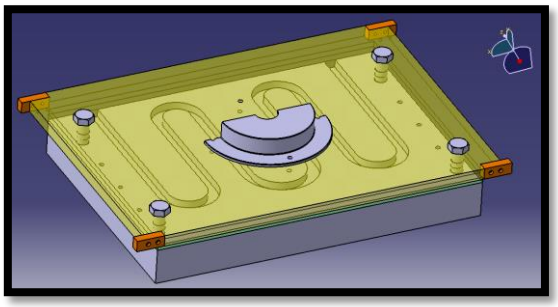


Figure 22 : Bête à corne du moule

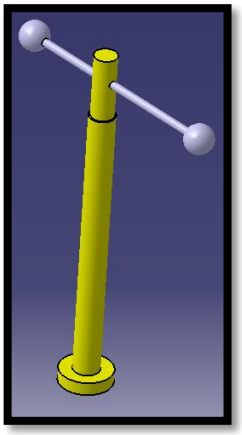
b. Composition de la structure :



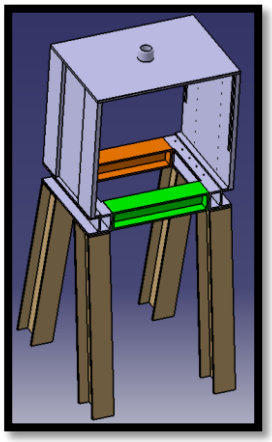
Plaque chauffante inférieure



Plaque chauffante supérieure



Vise d'entrainement



Structure porteuse

Figure 23 : Eléments de la structure du four à moule

c. Les pièces les plus sollicitées sont :

Afin de vérifier le bon fonctionnement de la machine nous avions besoin de mener les études suivantes :

- Calcul de structure : la structure qui porte le poids du moule ainsi que celui du reste de la structure.
- Analyse thermique : pour vérifier la résistance des plaques chauffantes ainsi que le reste de la structure contre la chaleur émise par les résistances.

Actuellement nous étions en mesure seulement d'étudier la structure porteuse au niveau des poutres inférieures supportant le poids du moule et celui de la plaque chauffante inférieure.

Dans cette étude nous allons nous focaliser sur 3 critères de la structure :

- La résistance mécanique
- La résistance thermique
- Prix de matière première

d. Etapes de Conception des poutres :

i. Choix de matériaux :

Concernant le choix de matériaux on va utiliser le logiciel **CES** pour choisir le meilleur matériau qui respectera les critères précités.

- Étape 1 :

Dans cette étape, on a fait la sélection selon le 1er critère (limite élastique en fonction de la température), ce qui nous a donné plusieurs plages de matériaux répartie selon le premier filtre.

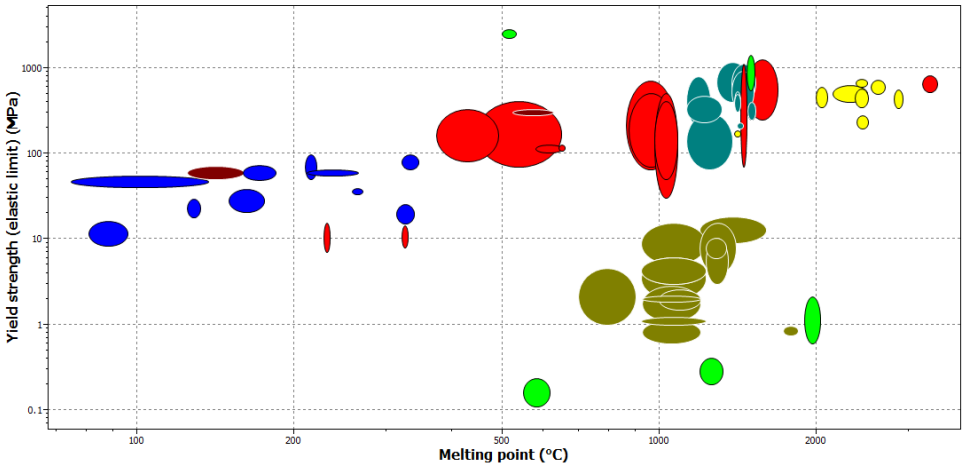


Figure 24 : Premier critère de choix de matériau

Ensuite nous avons sélectionné les plages qui tendent à avoir une limite élastique élevé et qui peuvent résister à une température élevée.

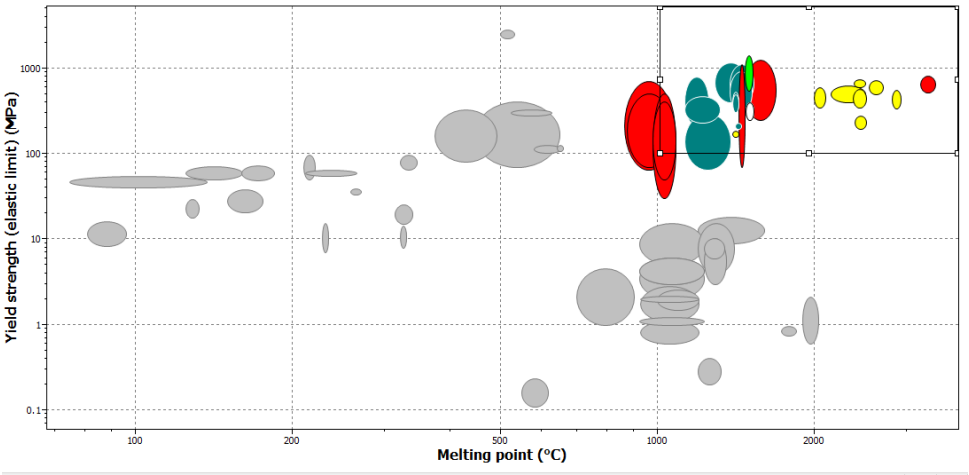


Figure 25 : Premier critère de choix de matériau « suite »

- Étape 2 :

Dans cette étape, nous avons fait la sélection selon le 2éme filtre (module d'Young en fonction du prix), ce qui nous a laissé les plages de matériaux suivants :

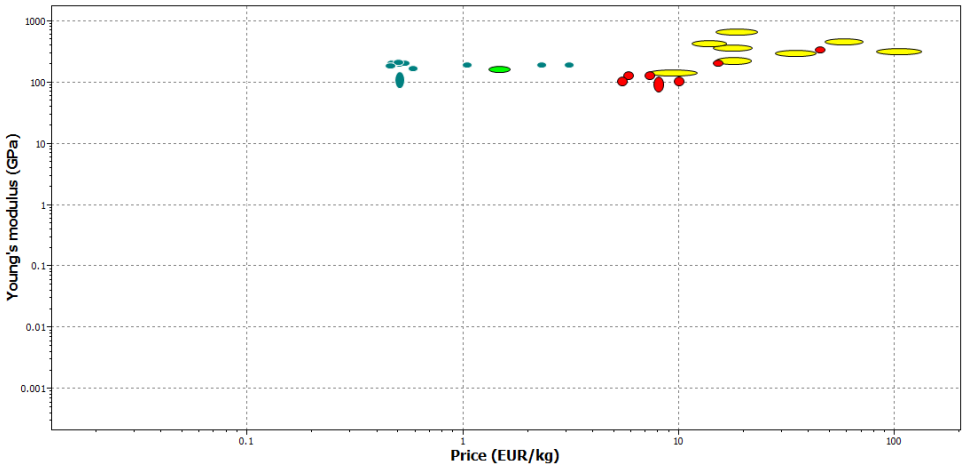


Figure 26 : Deuxième critère de choix de matériau

Il reste à choisir un matériau à bas prix et qui a un module d'Young élevé :

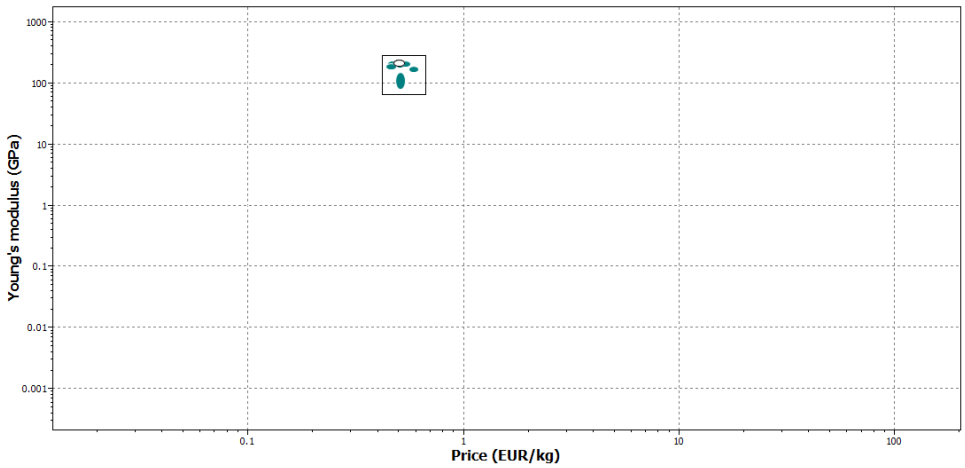


Figure 27 : Dernière sélection de matériau

D'après le dernier résultat, le matériau qui coute moins cher et qui a une limite élastique plus grande est : **l'acier faiblement allié**.

ii. Analyse par éléments finis de la structure en acier :

Après avoir sélectionné le matériau, j'ai consacré cette partie pour le choix d'une section en **forme I** qui soit légère pour minimiser le prix de matière et résistante pour garantir une durée de vie suffisante.

- Les étapes de choix de section :

Calcul de la charge appliquée sur les pieds de la structure :

- ✓ La masse du moule $\approx 300\ Kg$
- ✓ La masse de la plaque chauffante ainsi que le reste de la structure peut atteindre 300 Kg

On a alors une masse totale de 600 Kg qui est équivalente à :

- $600 \times 9{,}81 = 5886\ N$

On prendra 6 KN pour maximiser la sécurité, qui est donnera une charge de :

$\frac{6}{4} = 1{,}5\ KN$ Appliqué sur chaque poutre de côté. Ce qui nous permettra de faire une seule analyse pour tous les pieds

- Choix de section

D'abord, on a choisi les profilés en I selon les normes européennes (IPE, HP, HD, HL, HE, IPN, S, W), ensuite on fait une analyse par éléments finis pour les poutres les plus légères de chaque type en appliquant une charge de 1500 N pour pouvoir dresser le tableau suivant :

Types de poutres	Aire (mm2)	Contrainte de Von mises (MPA)
IPE80	**358**	**74,27**
IPN160	**2280**	**20**
HP200*200*43	**5410**	**2,58**
HL1000AA	**37760**	**0,64**
HE100AA	**615**	**0,01331**
HD210*210*46	**5733**	**2,197**
S200*100*27	**1881**	**9,4**
W130*130*23,8	**2975**	**0,0049**

Tableau 10 : Tableau de Contraintes de Von Mises en fonction de la section

Après on a tracé la courbe ci-dessous qui représente la contrainte de Von mises en fonction de la section des poutres :

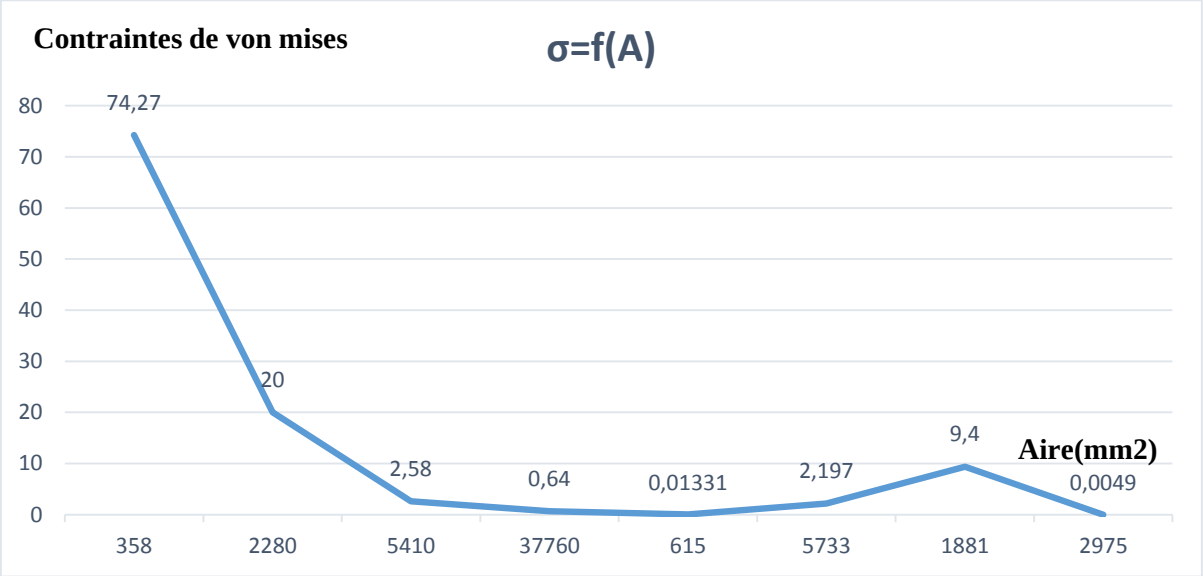


Tableau 11 : Graphique de contraintes de Von Mises en fonction de la section

D'après la courbe on remarque que la poutre qui a la section la plus petite et qui résiste bien à la charge appliquée ($\sigma_{von\ mises} < \sigma_e = 620.4MPA$) est : **IPE80**.

Chapitre II

Analyse AMDEC et mise en place d'un plan de maintenance préventive

I. AMDEC machine

A. Introduction

L'Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leurs Criticité (AMDEC) est une méthode d'analyse de la fiabilité qui permet de recenser les défaillances dont les conséquences affectent le fonctionnement du système dans le cadre d'une application donnée.

B. Etude AMDEC

1. Etape 1 : Initialisation

a. Définition du système à étudier

i. Presse d'injection

Le moulage par injection, est un procédé de mise en œuvre de matières thermoformables, notablement les matières thermoplastiques.

La plupart des pièces thermoplastiques sont fabriquées avec des presses d'injection plastiques : la matière plastique est ramollie puis injectée dans un moule, et ensuite refroidie.

L'analyse des défaillances porte sur le dysfonctionnement de tous les ensembles de la machine en phase de marche normale.

ii. Machine de coupe

Notre étude porte sur la machine qui est une machine automatique qui nous permet de réaliser une découpe par étapes successives jusqu'à ce que les chiffres requis dans la définition des pièces.

L'ensemble du système est constitué essentiellement d'un dispositif d'alimentation transféré des profils pour deux (partie droite et gauche), qui à leur tour sont composés par un manipulateur, un des profils de la chaîne de transport, de multiples matrices et disques caractéristiques différents et des pièces évacuatrices.

Les opérations manuelles doivent être effectuées par l'opérateur de placer les profils dans le chargeur, retirez les boîtes de pièces finies et vérifier évacuateur les profils obtenus sont suffisants pour définir les parties avec les calibres prévus à cet effet.

La console à écran tactile qui nous permet de planifier les messages, afficher l'état de tous les éléments de la machine, en faisant des mouvements de la main, diagnostiquer l'état de la machine au moyen d'avis et de vérifier le cycle automatique les différentes pièces de la machine.

La console de travail démarre, arrête la machine, sélectionne le mode de travail et fait un reset général de la machine.

Afin d'analyser au mieux notre système sur la base d'une étude AMDEC, nous détaillerons en premier lieu le système en présentant une analyse fonctionnelle de la machine de coupe et la presse d'injection

b. Plan de travail

Le but de notre étude est donc d'étudier et d'analyser tous les modes de défaillances possibles dus au fonctionnement de la machine de coupe et la presse d'injection puis de voir les actions correctives et préventives qui permettront d'optimiser la sûreté de fonctionnement de la machine et de réduire le temps d'indisponibilité après une défaillance.

Afin d'analyser au mieux notre système sur la base d'une étude AMDEC, nous détaillerons en premier lieu le système en présentant une analyse fonctionnelle de la machine de d'injection et la machine de coupe.

i. Définition des objectifs à atteindre

- ✓ Réduire le nombre des défaillances.
- ✓ Réduire le temps d'indisponibilité après défaillance.

c. Mise au point des supports de l'étude

Avant de commencer les travaux, nous avons préparé tous les documents essentiels d'une étude AMDEC. Ces documents constituent le dossier AMDEC : les grilles et la méthode de cotation de la criticité, les tableaux de saisie AMDEC et les feuilles de synthèse qui reflètent l'état des connaissances sur les dysfonctionnements du système à un moment donné.

i. Tableau général AMDEC

Voici le tableau général AMDEC que nous utiliserons dans notre étude.

STANDARD PROFIL	ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE												
responsable: M. MAHFOUD Soulaymane animateur : M. AFYLAL TRIBAK Mohamed rédacteur : M. IRFANE Karim								AMDEC : Date d'analyse : 00/00/2013					
système	l' élément	Défaillance			Criticité = C				Actions à entreprendre	Évolution prévisible			
		modes	effets	causes	F	D	G	C = FxDxG		F	D	G	C = FxDxG

Figure 28 : Tableau AMDEC

ii. Grille de cotation

Les grilles de cotation présentées ci-dessous ont été préparées après des réunions avec le groupe de travail et des discussions avec les responsables de service et les techniciens de maintenance.

- ✓ Fréquence (F)

Niveau		Description
1	**Fréquence très faible**	**Une défaillance par an**
2	**Fréquence faible**	**1 défaillance par trimestre**
3	**Fréquence moyenne**	**Une défaillance par mois**
4	**Fréquence forte**	**Une défaillance par semaine**
5	**Fréquence très élevée**	**Une défaillance par jour**

Tableau 12 : Grille de cotation de la fréquence sur 5 niveaux

- ✓ Non détection (D)

Niveau	Description
1	**Détectable par l'opérateur**
2	**Détectable par l'agent de maintenance**
3	**Difficilement détectable, (démontage, appareils)**
4	**Indétectable**

Tableau 13 : Grille de cotation du non détection sur 4 niveaux

✓ Gravité (G)

Niveau	Note	Description
1	**Gravité mineure**	**Défaillance mineure (Pas d'arrêt de production)**
2	**Gravité significative**	**Défaillance significative Arrêt inférieur à 20 min**
3	**Gravité moyenne**	**arrêt entre 20 min et 1 heures**
4	**Gravité majeure**	**arrêt supérieur à 1h**

Tableau 14 : grille de cotation de la gravité sur 4 niveaux

✓ Criticité (C)

La criticité est un indicateur qui caractérise l'importance de la défaillance. La criticité synthétise les 3 paramètres précédents

- $C = f \times D \times G$

La mesure de la criticité permet de hiérarchiser les défaillances potentielles.

Pour être plus minutieux et garantir aussi bien une marge de sécurité assez large qu'une efficacité optimale pour notre étude AMDEC, et après de nombreuses discutions avec le personnel du service maintenance nous nous sommes fixés un seuil de criticité de : $C_{seuil} = 12$

Ainsi, les éléments critiques de notre AMDEC présenteront une criticité C telle que : $C_{seuil} \geq 12$

Ces derniers nécessitent une attention particulière au niveau des interventions de maintenance et la disponibilité des pièces de rechange.

2. Etape 2 : Décomposition fonctionnelle

a. Découpage du système

Cette étape nous permet de connaitre les fonctions du système et ses composants pour analyser ensuite les risques de dysfonctionnement et avoir un vocabulaire commun entre les membres du groupe de travail.

b. Identification des fonctions des sous-ensembles

Pour analyser les défaillances, il est nécessaire de déterminer les fonctions que ces composants doivent accomplir.

i. Analyse fonctionnelle de la Presse d'injection

- Diagramme de la bête a corne

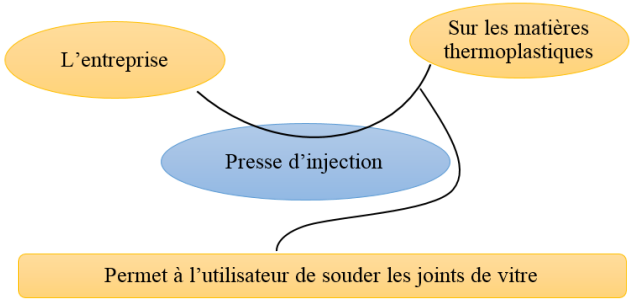


Figure 29 : diagramme de la bête à corne pour presse d'injection

- Diagramme de pieuvre

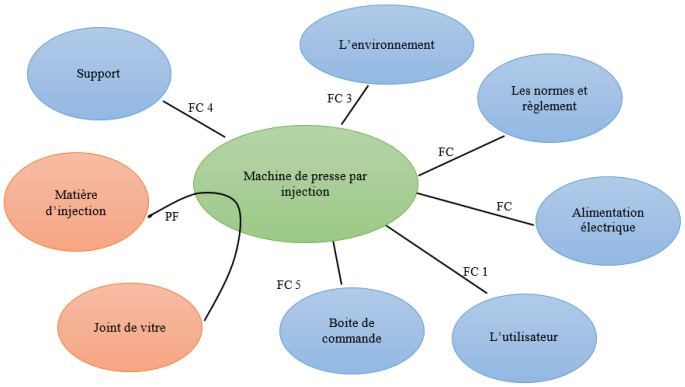


Figure 30 : Diagramme pieuvre pour la presse d'injection

FP 1	**Assembler deux produits avec la matière première selon une forme désirée.**
FC 1	**Commander la machine et mettre en marche à l'aide de la boite de commande et la main d'œuvre**
FC 2	**Respecter les normes et règlementation.**
FC 3	**Respecter l'environnement.**
FC 4	**Supporter le poids de la machine.**
FC 5	**Détecter la fin de course de la machine.**
FC 6	**Être alimenté en énergie.**

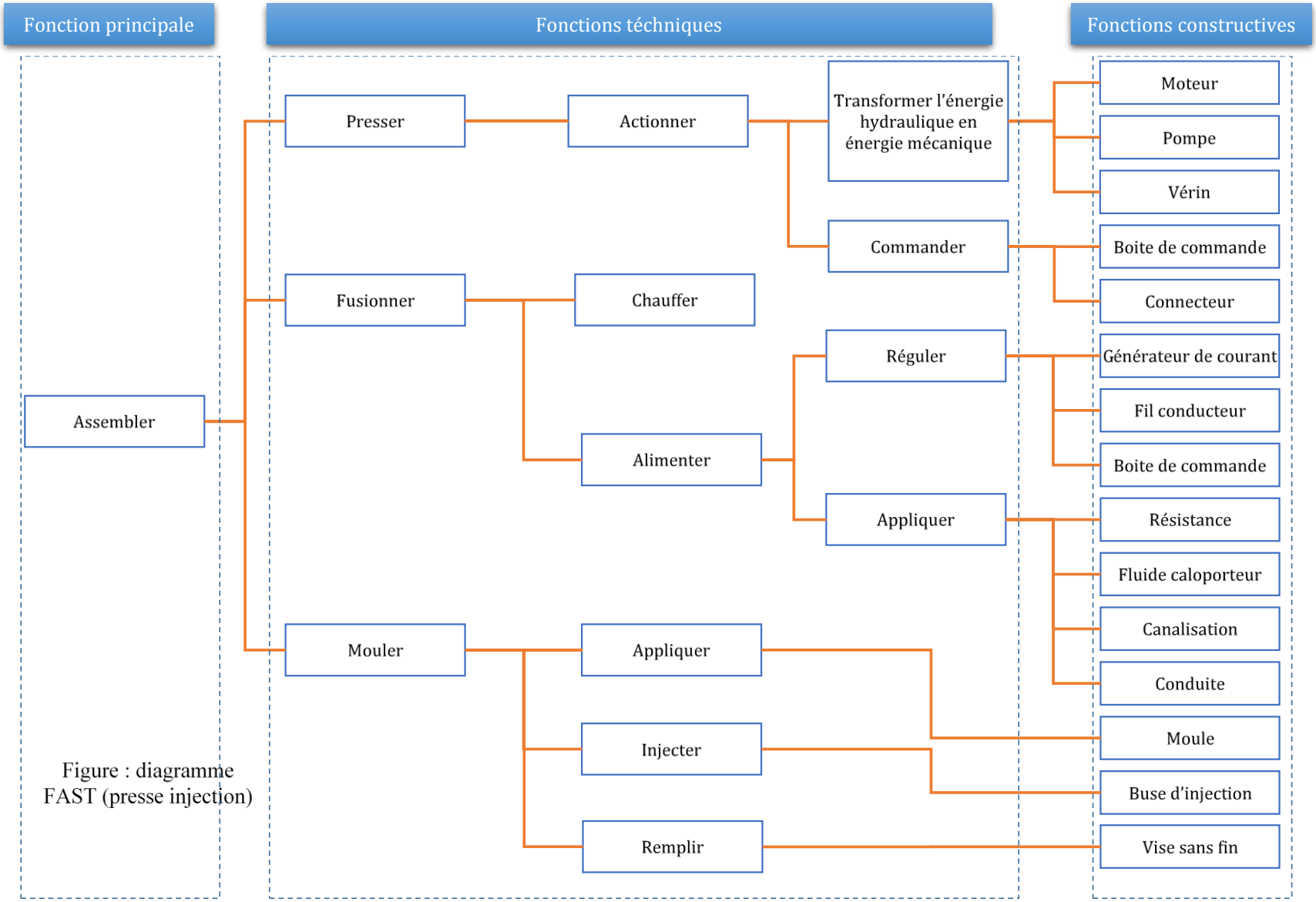


Figure : diagramme FAST (presse injection)

ii. Analyse fonctionnelle de la machine de coupe

- Diagramme de la bête a corne

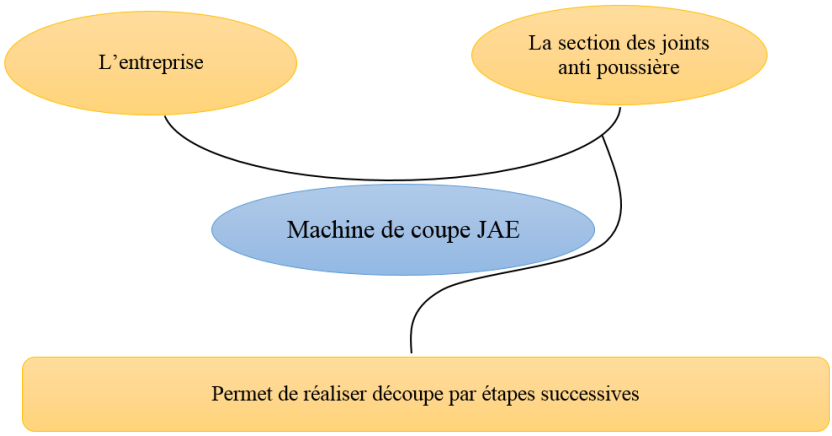


Figure 31 : Diagramme Bête à corne pour la machine de coupe

- Diagramme de pieuvre

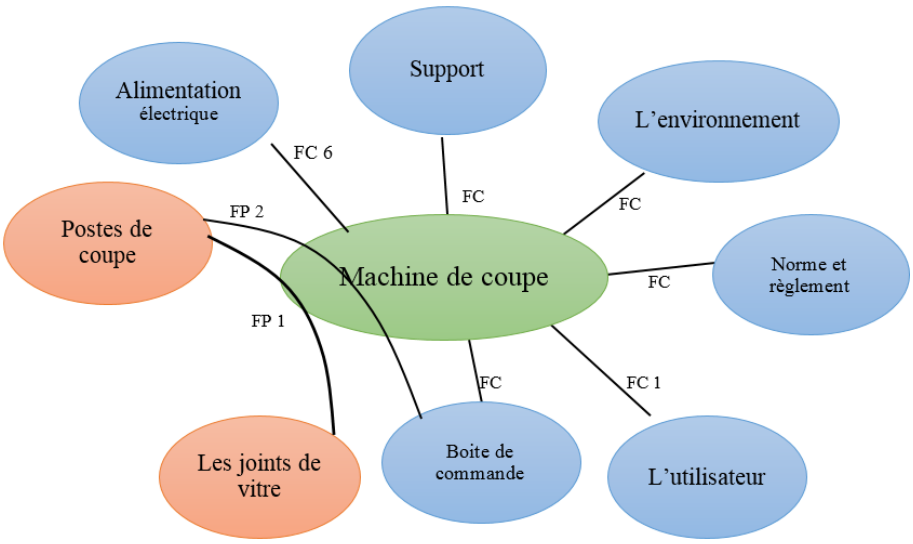


Figure 32 : Diagramme pieuvre pour la machine de coupe

FP 1	**Découper les joints de vitre selon une forme désirée.**
FP 2	**Commander les blocs de la machine.**
FC 1	**Commander la machine et mettre en marche à l'aide de la boite de commande et la main d'œuvre.**
FC 2	**Respecter les normes et règlementation.**
FC 3	**Respecter l'environnement.**
FC 4	**Supporter le poids de la machine.**
FC 5	**Détecter la fin de course de la machine.**
FC 6	**Être alimenté en énergie.**

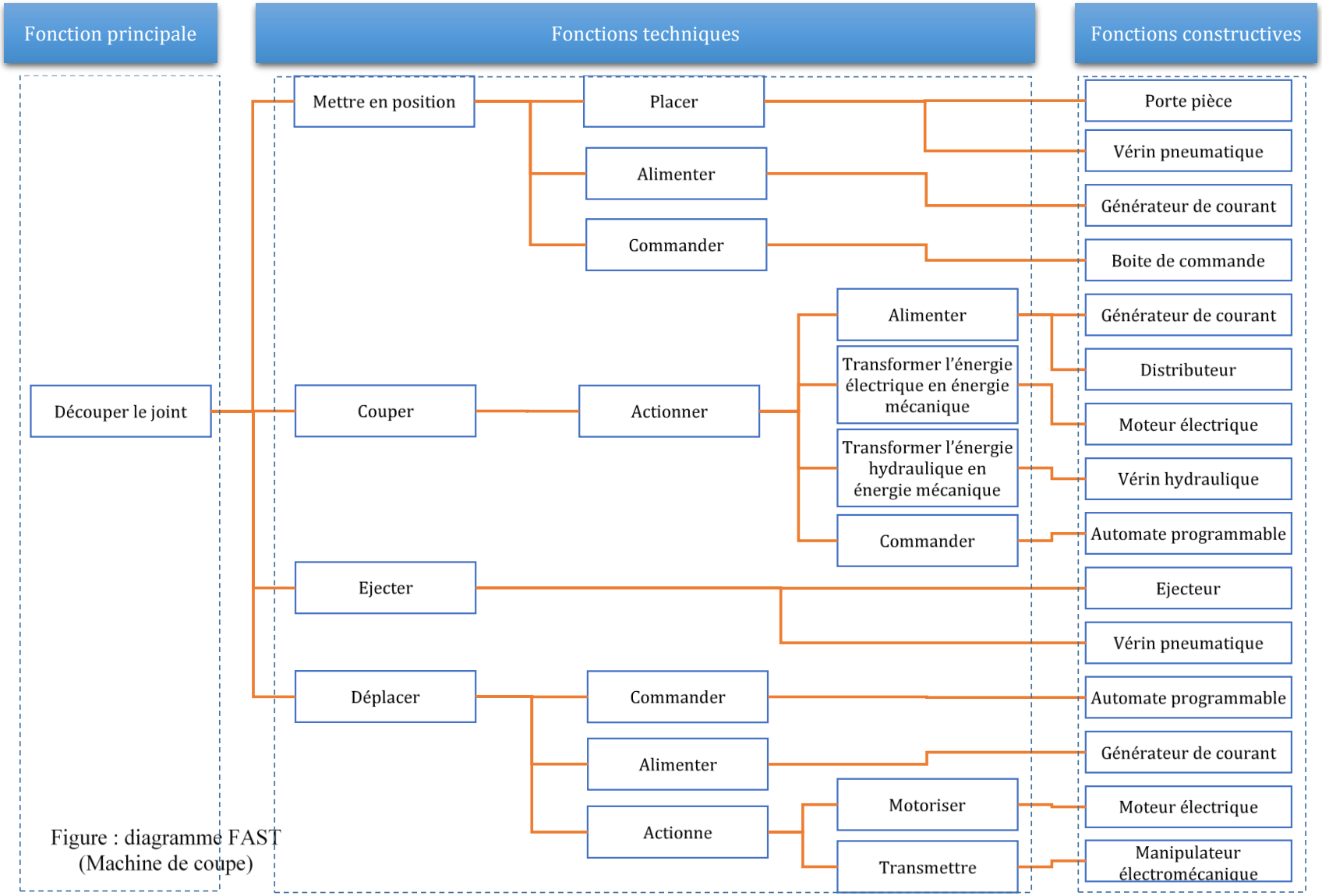


Figure : diagramme FAST
(Machine de coupe)

3. Etape3 : Analyse AMDEC

Pour examiner pourquoi et comment les éléments du système risquent de ne pas assurer correctement leurs fonctions. Nous commençons par identifier les modes de défaillance puis rechercher les causes et les effets et enfin recenser les détections.

a. Identification des modes de défaillance

Cette phase consiste à identifier les modes de défaillances potentiels dans chaque phase sous ensemble de la presse d'injection et la machine de coupe. Dans les tableaux d'AMDEC qui est le corps de notre étude technique, ils consistent à mettre en évidence les différents composants de la machine. Nous allons commencer par le recensement des modes de défaillances, les causes, les effets et les détections, ensuite nous allons mettre une évaluation des critères de cotation en se basant sur les grilles préparées par le groupe d'AMDEC afin de calculer la criticité.

A partir des tableaux AMDEC de chaque équipement, nous avons pu déterminer les défaillances critiques qui nuisent au bon fonctionnement de ces derniers (voir annexe 2).

b. Evaluation de la criticité

La connaissance du processus et le fonctionnement des équipements permet de classer les défaillances selon la probabilité d'apparition (fréquence), le risque de non-détection et la gravité de leurs effets. Pour chaque défaillance, une note entre 1 et 5 est attribuée à chacun de ces facteurs puis chaque note est intégrée dans un indicateur de synthèse appelé criticité (C).

Le calcul de la criticité se fait, pour chaque combinaison cause / mode / effet, à partir des niveaux atteints par les critères de cotation. La valeur de la criticité est calculée par le produit des niveaux atteints par les critères de cotation.

- $C = F \times N \times G$

4. Etape 4 : Synthèse de l'étude

Comme il est décrit auparavant il serait trop coûteux de traiter simultanément toutes les causes de défaillance ; c'est pourquoi le groupe AMDEC a fixé un seuil au-dessus duquel on mettra en œuvre des actions prioritaires à mener pour réduire cette criticité. Pour cela le groupe du travail a choisi le seuil C=14, donc toutes les causes dont la criticité dépasse ce seuil doivent être traitées en priorité.

Les équipements ayant un seuil de criticité au-dessus de 14 :

a. Presse d'injection

Sous ensemble	Elément	Criticité
Boite de commande	**Résistance**	**18**
Groupe thermique	**Sonde**	**16**
Groupe hydraulique	**Vérin**	**24**
	Flexible	**12**
Moule	**Résistance du plateau**	**32**
	Buse d'injection	**32**
	Vis sans fin	**18**

Tableau 15 : Les éléments les plus critiques de presse d'injection

b. Machine de coupe

Sous ensemble	Elément	Criticité
Boite de commande	**Capteur**	**18**
Groupe hydraulique	**Pompe**	**32**
	Vérin	**24**
	Flexible	**18**
	Conduite	**16**
Outils de coupe	**Lame**	**24**
	Disque de coupe	**24**
	Ejecteur	**16**
Groupe de transmission	**Moteur electrique**	**16**

Tableau 16 : Les éléments les plus critiques de machine de coupe

C. Plan de maintenance préventive

1. Introduction

Élaborer un plan de maintenance préventive, c'est décrire toutes les opérations de maintenance préventive qui devront être effectuées sur chaque équipement. La réflexion sur l'affectation des opérations de maintenance se fait en balayant toutes les fonctions techniques de la décomposition fonctionnelle des équipements.

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

- ✓ Les documents techniques constructeurs ;
- ✓ L'expérience des techniciens ;
- ✓ Les historiques des équipements concernés ;
- ✓ Les valeurs de MTBF.

a. Périodicité de la maintenance préventive des sous-ensembles névralgiques

i. Calcul des MTBF des sous-ensembles les plus névralgiques

- Choix du modèle

A partir des historiques des équipements, nous allons associer et ajuster un modèle statistique (modèle paramétrique) pour effectuer l'étude de la fiabilité. La loi de **Weibull** est un modèle couramment employé pour modéliser la durée de vie d'un matériel. Ce modèle est très souple d'utilisation, ce qui lui permet de s'ajuster à un très grand nombre d'échantillons prélevés tout au long de la durée de vie d'un équipement. Elle couvre les cas de taux défaillance variables, décroissant (période de jeunesse), ou croissant (période de vieillisse).

La loi de **WEIBULL** permet de déterminer par exemple les périodicités dans le cas d'une maintenance préventive systématique.

- Détermination des paramètres de WEIBULL

La loi de **WEIBULL** est une distribution à 3 paramètres :

β est le paramètre de forme
η est le paramètre d'échelle
γ est le paramètre de position

Dont :

- La fiabilité est $R(t) = \exp\left[-(\frac{t-\gamma}{\eta})^{\beta}\right]$
- La défaillance est $F(t) = 1 - \exp\left[-(\frac{t-\gamma}{\eta})^{\beta}\right]$, appelée aussi fonction de répartition.
- Le taux de défaillance est $\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta}.\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1}$
- La $MTBF = A.\eta + \gamma$

Où **A** est une constante dépendante du paramètre **β**. Sa valeur est donnée par les tables (Voir Annexe 3)**.**

La construction du modèle consiste à :

- ✓ Consulter les historiques des pannes et dresser la liste des TBF entre deux pannes ;
- ✓ Classer ces TBF par ordre croissant;
- ✓ Attribuer un ordre aux TBF classés;
- ✓ Approximer les fréquences des avaries **F(i)** par :

$$\mathbf{F(i)} = \frac{\mathbf{i - 0,3}}{\mathbf{n + 0,4}} \quad \textbf{pour } \mathbf{n \leq 20} \text{ (méthode des rangs médians)}$$

$$\textbf{et } \mathbf{F(i)} = \frac{\mathbf{i}}{\mathbf{n + 1}} \quad \textbf{pour } \mathbf{20 < n < 50} \text{ (méthode des rangs moyens).}$$

Où i : le rang du TBF$_i$

N : la taille de l'échantillon.

- Phase de vie d'un équipement

Le paramètre de forme **β** nous permet de conclure sur la phase de vie des équipements. Il sert comme indicateur pour faire un diagnostic de leurs modes de défaillances afin de gérer et d'orienter la politique de maintenance de chacun d'eux.

En effet pour les équipements dont **β <1**, le comportement correspond à une période de jeunesse. Donc une maintenance légère de ces derniers permettra de maintenir leurs disponibilités au niveau voulu.

- Pour les équipements dont **β =1**. Ce qui signifie que leur taux de défaillance est constant et un comportement indépendant du temps.

- Pour les équipements dont **β >1**, Le comportement correspond à une phase d'obsolescence (vieillesse) où les défaillances sont dues au phénomène de fatigue.

b. Calcul de MTBF

La première étape est de calculer les TBF (temps de bon fonctionnement), c'est-à-dire, l'intervalle de temps écoulé entre deux pannes consécutives repérées par leurs dates.

i. Exemple « Disque de coupe »

Disque de coupe	
Ordre i	**TBF(i) [en H]**
1	**480**
2	**545**
3	**545**
4	**580**
5	**610**
6	**640**
7	**660**
8	**670**
9	**700**
10	**800**
11	**846**
12	**851**

Tableau 17 : TBF du disque de coupe

- N=10 < 20 F(i)=(i-0.3)/(n+.04)

Nous avons déterminé les valeurs les trois paramètres de la loi de WEIBULL en utilisant une fonction de calcul via le Logiciel Excel permettant de déterminer les paramètres de la loi de WEIBULL (β, γ, η) :

β= 5.810 ; A=0.9260 ; γ=24 ; η=686 ;

MTBF = 686*0.9206+24

= 659 h

Après l'application de la loi de WEIBULL et le calcul de la MTBF, nous avons décidé d'établir des inspections du réglage du disque de coupe chaque mois.

c. Planning de la maintenance préventive

Dans cette partie, nous avons établi le PM à appliquer sur les équipements identifiés. Nous avons précisé les périodes d'interventions des équipements dont la criticité ≥12 *(Annexe)*.

i. Presse d'injection

Sous ensemble	Composants	MTBF(H)	PERIODICITE
Boite de commande	**Résistance**	**2175**	**3 mois**
Groupe thermique	**Sonde**	**724**	**Chaque mois.**
Groupe hydraulique	**Vérin**	**933**	**Chaque 5 semaine**
	Flexible	**908**	**Chaque 5 semaine**
Moule	**Résistance du plateau**	**2518**	**Chaque 3 mois et 2 semaines**
	Buse d'injection	**228**	**Chaque semaine**
	Vis sans fin	**1254**	**Chaque 7 semaine**

Tableau 18 : Période d'intervention de presse d'injection

ii. Machine de coupe

Sous ensemble	Elément	MTBF(H)	PERIODICITE
Boite de commande	**Capteur**	**2936**	**Chaque 4 mois**
Groupe hydraulique	**Pompe**	**2087**	**Chaque 2 mois et 3 semaines**
	Vérin	**853**	**Chaque 5 semaine**
	Flexible	**2178**	**Chaque 3 mois**
	Conduite	**1786**	**Chaque 2 mois et 2 semaines**
Outils de coupe	**Lame**	**302**	**Chaque 2 semaine**
	Disque de coupe	**650**	**Chaque mois**
	Ejecteur	**940**	**Chaque mois et 1 semaine**
Groupe de transmission	**Moteur électrique**	**1958**	**Chaque 2 mois et 3 semaines**

Tableau 19 : Période d'intervention de machine de coupe

Conclusion

Arrivé dans une période chargée par les améliorations, j'avais l'occasion de participer à pas mal d'activités amélioratives dont les résultats avaient été belle et bien bénéfiques et mesurables en terme de temps et de qualité ainsi que de budget.

Bien que j'étais au début de mon projet, le manager de maintenance m'a demandé de lui présenter les résultats des indicateurs obtenus à travers l'application de GMAO et il les a pris en concidération pour pas mal de décision comme le recrutement d'un technicien en électronique après avoir remarqué qu'on avait des pannes répétitives dans ce domaine ainsi que l'amélioration de certains éléments de machines de coupes qui se sont avérés les causes principales du ralentissement de production….

Vers la fin de l'analyse TRS nous avons essayé d'améliorer cet indicateur à travers L'application de la méthode SMED sur les machines d'injections et ça a fini par la convocation du fournisseur qui a prix le projet en charge et a resté en contacte avec l'équipe pour des adaptation de structure.

Bibliographie

Catalogues :

Catalogues Profiles_europeens_ArcelorMittal.PDF

Catalogue de visserie INTERINOX.PDF

Cours pédagogiques :

Cours de gestion de production de Mr. Abouchita

Cours de gestion de projet de Mr. Abouchita

Cours de RDM de Mme. Moutaouakil

Cours de choix de matériaux de Mr. Aboutajeddine

Internet

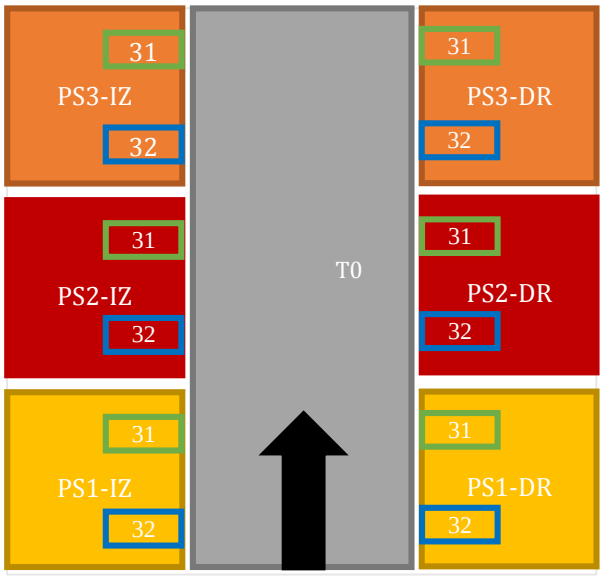
Annexe 1

STANDARD PROFIL	FICHE DE CODIFICATION DE PANNE CORTADORA G30 B907	Ford	DATE : 24/06/2016 VERSION : 1 PAGE : 1/1

PROBLEMA	
CODIGO	DESCRIPCION
P01	CORTE NOK
P02	CUCHILLA NOK
P03	DISCO NOK
P04	ECRASEMENT
P05	ECRASEMENT PINCES
P06	EPTANOL
P07	INYECTOR BLOQUE
P08	EXPOLSOR BLOQUE
P09	MARCAS EN ZONAS VISIBLES
P10	MATRIZ NOK
P11	MEDIDA DE CORTE NOK
P12	NO ORIGEN
P13	POKA YOKE NOK
P14	PROBLEMA DETECTOR
P15	PROBLEMA ELECTRICO
P16	PROBLEMA HIDRAULICO
P17	PROBLEMA MECANICA
P18	PROBLEMA NEUMATICO
P19	PROBLEME COMPRESSION
P20	PUESTO BLOQUEADA
P21	RETAL
P22	SYSTEMA DE GUIA
P23	OTROS

UBICACON			
CODIGO	DESCRIPCION		
T0	TRANSPORTADOR		
PS1-IZ-V	POSTE 1	IZQUIERDA	VERDE
PS1-IZ-A	POSTE 1	IZQUIERDA	AZUL
PS1-DR-V	POSTE 1	DERECHA	VERDE
PS1-DR-A	POSTE 1	DERECHA	AZUL
PS2-IZ-V	POSTE 2	IZQUIERDA	VERDE
PS2-IZ-A	POSTE 2	IZQUIERDA	AZUL
PS2-DR-V	POSTE 2	DERECHA	VERDE
PS2-DR-A	POSTE 2	DERECHA	AZUL
PS3-IZ-V	POSTE 3	IZQUIERDA	VERDE
PS3-IZ-A	POSTE 3	IZQUIERDA	AZUL
PS3-DR-V	POSTE 3	DERECHA	VERDE
PS3-DR-A	POSTE 3	DERECHA	AZUL

P01-PS1-IZ-V : CORTE NOK EN EL PUESTO 1 IZQUIERDA VERDE



Réalisé par : ELAAMRANI OMAR

Annexe 2

STANDARD PROFIL

Analyse des modes de defaillance de leurs effets et de leur criticité											
Responsable: mr.aoulad dfouf			Amdec : machine de coupe								
			Date d'analyse : 18/04/2016								
Système	L'élément	Fonction	Défaillance				Criticité = c				Actions a entreprendre
			Modes	Effets	Détection	Causes	F	D	G	C	
Boite de commande	Pupitre	Commander la machine par l'opérateur	Les boutons poussoir bloqué	Blocage de la machine	Visuel	Poussière/vibration	1	1	4	4	Vérification semestrielle de l'alimentation d'entrée et de sortie ainsi les prés actionneurs
	Boite de dialogue	Réglage de la machine	Désactivation du code	Blocage de la machine	Visuel	Mauvais manipulation de l'opérateur	1	1	4	4	Vérifier le câblage au Différents points de connexion
			Changement des réglages des etapes de la machine	Arrêt de la machine	Visuel	Court-circuit	2	1	3	6	
	Capteur	Détecter un signal physique	Non détection de la position	Arrêt de la machine	Visuel	Température, manque d'isolation, duré de vie	3	1	4	12	Remplacement annuel des capteurs.
	Automate programmable	Commander la machine	Problème de fonctionnement automatique	Arrêt de production	Visuel	Câblage incorrect Composant electrique défectueux Système non initialisé	1	4	4	16	Vérification semestrielle de l'alimentation d'entrée et de sortie. Ainsi le pré actionneurs/vérifier le câblage au différents points de connexion
Groupe hydraulique	Moteur	Entrainer la charge.	Pas de rotation	Arrêt de production.	Vibration	Pas d'alimentation / absence de commande. / moteur hors service	1	2	4	8	
	Réducteur	Réduire la vitesse. Et augmenter le couple moteur d'une rotation.et adapter la transmission d'un mouvement entre un arbre moteur et un arbre récepteur.	Grippage	Arrêt de production.	Visuel	Usure	1	3	4	12	Contrôle du niveau d'huile.et vidange et emplacement d'huile toutes les 4000 heures de marche.
	Manomètre	Mesurer la pression	Manomètre nok	Détection fausse.	Visuel	Durée de vie. Fatigue.et sur pression	1	2	2	4	Calibration du manomètre
	Distributeur	Distribuer l'huile	Ne fonctionne pas.	Création des coups de bélier et provocation des fuites	Visuel	Les impuretés	2	2	3	12	Changement du distributeur chaque 7 mois
	Vérin	Transformer l'énergie hydraulique en energie mécanique	Vérin boqué	Arrêt de production	Test	Fatigue /déformation du piston	3	2	4	24	Contrôle chaque deux mois
	Filtre	Lubrifier -- nettoyer-- améliorer l'étanchéité	Filtre endommagé	Mauvais filtration	Visuel	Durée de vie Contamination	1	1	2	2	
	Limiteur de pression	Protection des récepteurs hydraulique	Usure des sièges du limiteur	La pression devient irrégulière	Visuel	Les impuretés	2	1	2	4	
	Flexible	Transporter le fluide dans l'installation	Fuite Endommager Rupture	Arrêt de production	Visuel	Usure	3	3	2	18	Changement des flexibles chaque 6 mois
	Conduite	Circuler le fluide dans l'installation	Fuite d'huile	Arrêt de production	Visuel	Conduite déchiré	2	2	4	16	Changement des conduite chaque 8 mois
	Clapet	Contrôler le sens de circulation du fluide	Endommager	Blocage du fluide	Visuel	Usure	2	2	3	12	Contrôle chaque 6 mois l'intégrité ainsi que les joints d'étanchéité
	Pompe	Aspirer et refouler le fluide	Blocage/cavitation	Arrêt de la machine	Visuel, bruit	Usure des roues	2	4	4	32	Contrôle mensuel d'étanchéité, changement des roues, contrôle journalière de pression et de la consommation et vibration et la température de l'huile
				Destruction de la pompe	Visuel	Huile trop visqueuse					
Groupe de puissance	Transformateur	Convertir les valeurs de tension et d'intensité du courant délivré par une source d'énergie electrique alternative en un système de tension et de courant de	Panne electrique	Arrêt de la machine	Visuel après l'action de l'opérateur	Surcharge, détérioration des isolants, courant de fuite, mauvaise connexion, humidité	1	2	2	4	Contrôle des organes auxillaires de sécurité.

		valeurs différentes.									
	Fusible	Eviter la détérioration irréversible de l'installation electrique lors d'une sur intensité.	Panne electrique	Arrêt de la machine	Visuel après l'action de l'opérateur	Surintensité, duré de vie	3	2	1	6	
	Sectionneur.	Assurer la séparation du réseau au départ des equipements.	Fusible grillé	Arrêt moteur.	Visuel (voltmètre)	Court-circuit. Surintensité.	1	1	3	3	
	Contacteur	Etablir le passage du courant electrique	Grillage de la bobine	Arrêt de production	Visuel	Usure	2	2	3	12	Contrôler l'état du contacteur chaque mois.
Outils de coupe	Lame	Couper les pièces selon une forme	Usure. / déformation.	Arrêt de production	Visuel	Durée de vie. / force excessive.	3	2	4	24	Contrôler l'état de lame chaque 10 jours / et remplacer chaque 21 jours
	Disque de coupe	Couper les pièces selon une forme	Coupe nok	Pièce déformée. / arrêt de la machine.	Visuel	Durée de vie. / force excessive.	3	2	4	24	Contrôler l'état du disque chaque 15 jours / et remplacer chaque 21 jours
	Vérin pneumatique	Transformer l'énergie pneumatique en energie mécanique	Déformation des pièces / coincement	Arrêt de la machine	Visuel	Fatigue/ déformation du ressort	2	2	3	12	Contrôler l'état du vérin chaque mois
	Compresseur	Produire de l'air comprimé	Le compresseur n'atteint pas la compression de travail.	Arrêt de la machine	Difficilement détectable	Consommation d'air comprimé trop elevé. / l'électrovanne de vidange reste ouverte.	1	4	4	16	Remplacer l'électrovanne chaque 8 mois.
	Ejecteur	Ejecter les déchets	Coincement d'éjecteur	Arrêt de la production	Visuel	Usure de système					_améliorer la lubrification. _changement
	Moteur electrique	Adapter la force de coupe.	Arrêt instantané progressif.	Arrêt de la machine	Visuel	/durée de vie / - erreur de câblage. / pas d'alimentation.	2	2	4	16	Vérifier la performance du contacteur. / réparer les phases du moteur chaque 6 mois.
	Distributeur	Distribuer l'air comprimé	Dysfonctionnement	Arrêt de la machine	Difficilement détectable	Fatigue	1	4	4	16	Changer le distributeur chaque 6 mois
Groupe de transmission	Chaine	Transmettre la force mécanique.	Usure / coupée/ bloqué	Arrêt de la machine	Visuel	Usure/ mauvaise lubrification	3	1	4	12	Lubrifier la chaine chaque mois
	Pignon	Roue denté utilisé pour la transmission de puissance a travers un mécanisme.	Dents usées	Perte de l'énergie / endommagement	Visuel	Durée de vie/ force excessive. / usure	1	1	4	4	
	Roulement	Transmettre les efforts et la rotation entre deux pièces par le remplacement du glissement.	Endommager.	Perte de l'énergie	Bruit	Durée de vie / mauvaise lubrification	2	2	3	12	Contrôler l'état des roulements chaque 3 mois
	Moteur electrique	Transformer l'énergie electrique en energie mécanique	Arrêt instantané progressif.	Arrêt de la machine	Visuel	/durée de vie / erreur de câblage. / pas d'alimentation.	2	2	4	16	Vérifier la performance du contacteur. / réparer les phases du moteur chaque ans.

STANDARD PROFIL

Analyse Des Modes De Defaillance De Leurs Effets Et De Leur Criticite											
RESPONSABLE : M. AOULAD DFOUF				AMDEC : PRESSE PAR INJECTION							
				Date d'analyse : 18/04/2016							
système	l'élément	fonction	Défaillance				Criticité = C				Actions à entreprendre
			modes	effets	détection	causes	F	D	G	C	
boite de commande	Pupitre	commander la machine par l'opérateur	les boutons poussoir bloqué	blocage de la machine	visuel	poussière/Vibration	2	1	4	8	changement des boutons poussoir
	boite de dialogue	régler la machine	désactivation du code	blocage de la machine	visuel	mauvais manipulation de l'opérateur	1	1	4	4	remplacement.
			changement des réglages des étapes de la machine	arrêt de la machine	visuel	Court-circuit	2	1	3	6	
	capteur	détecter un signal physique	non détection de la position	arrêt de la machine	visuel	température, manque d'isolation, duré de vie	3	1	3	9	Vérification de l'état des capteurs chaque 3 mois
	automate programmable	commander la machine	problème de fonctionnement automatique	arrêt de production	visuel	câblage incorrect	1	1	4	4	Vérification semestrielle de l'alimentation d'entrée et de sortie Ainsi que les pré-actionneurs/ vérifier le câblage au différents points de Connexion
						composant					
						électrique					
						défectueux					
						système non					
						initialisé					
	résistance	chauffer les plateaux	chute de	produit non	visuel (indication du régulateur)	court-circuit électrique	2	3	3	18	Vérification des points de connexion et l'état des résistances chaque 3 mois
			température	conforme							
			Endommagement	fuite de matière d'injection, arrêt de la machine	visuel	température devient grande					
groupe thermique	Thermorégulateur	réguler la température du milieu	température variante	Arrêt de la machine	test	sonde désactivé mal étalonnée	1	1	3	3	
	sonde	mesurer la température	Endommagement	arrêt de la machine	visuel	Fuite matière.	4	1	4	16	surveillance chaque mois changement en cas de défaillance
groupe hydraulique	Moteur	Entrainer la charge.	Pas de rotation	Arrêt de production.	Vibration	Pas d'alimentation / Absence de commande. / Moteur hors service	1	2	4	8	entretien annuel
	réducteur	Réduire la vitesse. Et Augmenter le couple moteur d'une rotation.et Adapter la transmission d'un mouvement entre un arbre moteur et un arbre récepteur.	Grippage	Arrêt de production.	Visuel	usure	1	3	3	9	Contrôle du niveau d'huile.et Vidange et emplacement d'huile toutes les 6000 heures de marche.
	Manomètre	mesurer la pression	Endommagement	Détection fausse.	visuel	Durée de vie. Fatigue.et sur pression	1	2	2	4	calibration du manomètre
	distributeur	distribuer l'huile	pas de fonctionnement	création des coups de bélier et provocation des fuites	visuel	les impuretés	1	2	3	6	changement du distributeur
	vérin	transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique	vérin boqué	arrêt de production	test	fatigue /déformation du piston	3	2	4	24	contrôle chaque deux mois
	filtre	Lubrifier -- Nettoyer-- Améliorer l'étanchéité	filtre endommagé	mauvais filtration	visuel	Durée de vie	1	1	2	2	changement du filtre
						contamination					
	limiteur de pression	protéger les récepteurs hydrauliques	usure des sièges du limiteur	la pression devient irrégulière	visuel	les impuretés	3	1	2	6	changement de limiteur
	flexible	transporter le fluide dans l'installation	fuite	arrêt de production	visuel	usure	3	3	2	18	changement des flexibles chaque 8 mois
			endommager								
			rupture								
	conduite	Faire circuler l'eau froide dans le système.	fuite d'eau	arrêt de production	visuel	conduite déchiré	2	2	2	8	changement des conduite chaque 6 mois

	clapet	contrôler le sens de circulation du fluide	endommager	blocage du fluide	visuel	usure	2	1	3	6	contrôle chaque 4 mois l'intégrité ainsi que les joints d'étanchéités
	pompe	aspirer et refouler le fluide	blocage/ cavitation	arrêt de la machine	visuel, bruit	usure des roues	1	1	4	4	contrôle mensuel d'étanchéité, changement des roues, contrôle journalière de pression et de la consommation et vibration et la température de l'huile
				destruction de la pompe	visuel	huile trop visqueuse					
groupe de puissance	transformateur	Convertir les valeurs de tension et d'intensité du courant délivré par une source d'énergie électrique alternative en un système de tension et de courant de valeurs différentes.	panne électrique	arrêt de la machine	Visuel après l'action de l'opérateur	Surcharge, Détérioration des isolants, Courant de fuite, Mauvaise connexion, Humidité	1	2	2	4	Contrôle des organes axillaires de sécurité.
	fusible	Eviter la détérioration irréversible de l'installation électrique lors d'une sur intensité.	panne électrique	arrêt de la machine	Visuel après l'action de l'opérateur	surintensité, duré de vie	3	2	1	6	
	Sectionneur.	Assurer la séparation du réseau au départ des équipements.	Fusible grillé	Arrêt moteur.	Visuel (voltmètre)	Court-circuit. Surintensité.	1	1	3	3	
Outils de moulage	Vis sans fin	Fondre et homogénéiser la matière	Détérioration des hélices	Produit final non conforme	visuel	Impuretés de matière et fatigue	2	3	3	18	Maintenance corrective
	plateau chauffant	chauffer les joints anti poussière	vis cassé	arrêt de production	visuel	vibration / mauvais serrage	2	2	4	16	contrôler et serrer les éléments du plateau chaque mois
	Buse d'injection	Alimenter l'insert du moule	Bouchage et fuite de matière	Pas d'injection	visuel	Variation de température de la matière	4	4	2	32	Maintenance préventive
	Trémie	Alimenter la vis	Fuites	Pertes de matière	visuel	Aspirateur	3	2	1	6	Maintenance corrective

STANDARD PROFIL

CALENDRIER ANNUEL DE LA MAINTENANCE PREVENTIVE B907

Equipements	Semaine	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Boite de commande	Capteur																■																■																				
Groupe hydraulique	Pompe											■											■											■											■								
	Vérin					■					■					■					■					■					■					■					■					■					■		
	Flexible												■												■												■												■				
	Conduite										■										■										■										■										■		
Outils de coupe	Lame		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■
	Disque de coupe				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■
	Ejecteur					■					■					■					■					■					■					■					■					■					■		
Groupe de transmission	Moteur électrique											■											■											■											■								

Réalisé par : ELAAMRANI OMAR

Annexe 3

Table de loi de Weibull

β	A	B	β	A	B	β	A	B	β	A	B
0,05	2,43290E+18	9,03280E+23	1,75	0,89062	0,52523	3,45	0,89907	0,28822	5,15	0,91974	0,20505
0,1	3,62880E+06	1,55977E+09	1,8	0,88929	0,51123	3,5	0,89975	0,28473	5,2	0,92025	0,20336
0,15	2,59357E+03	1,21993E+05	1,85	0,88821	0,49811	3,55	0,90043	0,28133	5,25	0,92075	0,20170
0,2	1,20000E+02	1,90116E+03	1,9	0,88736	0,48579	3,6	0,90111	0,27802	5,3	0,92125	0,20006
0,25	2,40000E+01	1,99359E+02	1,95	0,88671	0,47419	3,65	0,90178	0,27479	5,35	0,92175	0,19846
0,3	9,26053E+00	5,00780E+01	2	0,88623	0,46325	3,7	0,90245	0,27164	5,4	0,92224	0,19688
0,35	5,02914E+00	1,99761E+01	2,05	0,88589	0,45291	3,75	0,90312	0,26857	5,45	0,92272	0,19532
0,4	3,32335E+00	1,04382E+01	2,1	0,88569	0,44310	3,8	0,90379	0,26558	5,5	0,92320	0,19379
0,45	2,47859E+00	6,46009E+00	2,15	0,88561	0,43380	3,85	0,90445	0,26266	5,55	0,92368	0,19229
0,5	2,00000E+00	4,47214E+00	2,2	0,88562	0,42495	3,9	0,90510	0,25980	5,6	0,92414	0,19081
0,55	1,70243E+00	3,34530E+00	2,25	0,88573	0,41652	3,95	0,90576	0,25701	5,65	0,92461	0,18935
0,6	1,50458E+00	2,64514E+00	2,3	0,88591	0,40848	4	0,90640	0,25429	5,7	0,92507	0,18792
0,65	1,36627E+00	2,17887E+00	2,35	0,88617	0,40080	4,05	0,90704	0,25162	5,75	0,92552	0,18651
0,7	1,26582E+00	1,85117E+00	2,4	0,88648	0,39345	4,1	0,90768	0,24902	5,8	0,92597	0,18512
0,75	1,19064	1,61077	2,45	0,88685	0,38642	4,15	0,90831	0,24647	5,85	0,92641	0,18375
0,8	1,13300	1,42816	2,5	0,88726	0,37967	4,2	0,90894	0,24398	5,9	0,92685	0,18240
0,85	1,08796	1,28542	2,55	0,88772	0,37319	4,25	0,90956	0,24154	5,95	0,92729	0,18107
0,9	1,05218	1,17111	2,6	0,88821	0,36696	4,3	0,91017	0,23915	6	0,92772	0,17977
0,95	1,02341	1,07769	2,65	0,88873	0,36097	4,35	0,91078	0,23682	6,05	0,92815	0,17848
1	1,00000	1,00000	2,7	0,88928	0,35520	4,4	0,91138	0,23453	6,1	0,92857	0,17721
1,05	0,98079	0,93440	2,75	0,88986	0,34963	4,45	0,91198	0,23229	6,15	0,92898	0,17596
1,1	0,96491	0,87828	2,8	0,89045	0,34427	4,5	0,91257	0,23009	6,2	0,92940	0,17473
1,15	0,95170	0,82971	2,85	0,89106	0,33909	4,55	0,91316	0,22793	6,25	0,92980	0,17351
1,2	0,94066	0,78724	2,9	0,89169	0,33408	4,6	0,91374	0,22582	6,3	0,93021	0,17232
1,25	0,93138	0,74977	2,95	0,89233	0,32924	4,65	0,91431	0,22375	6,35	0,93061	0,17113
1,3	0,92358	0,71644	3	0,89298	0,32455	4,7	0,91488	0,22172	6,4	0,93100	0,16997
1,35	0,91699	0,68657	3,05	0,89364	0,32001	4,75	0,91544	0,21973	6,45	0,93139	0,16882
1,4	0,91142	0,65964	3,1	0,89431	0,31561	4,8	0,91600	0,21778	6,5	0,93178	0,16769
1,45	0,90672	0,63522	3,15	0,89498	0,31135	4,85	0,91655	0,21586	6,55	0,93216	0,16657
1,5	0,90275	0,61294	3,2	0,89565	0,30721	4,9	0,91710	0,21397	6,6	0,93254	0,16547
1,55	0,89939	0,59252	3,25	0,89633	0,30319	4,95	0,91764	0,21212	6,65	0,93292	0,16439
1,6	0,89657	0,57372	3,3	0,89702	0,29929	5	0,91817	0,21031	6,7	0,93329	0,16332
1,65	0,89421	0,55635	3,35	0,89770	0,29550	5,05	0,91870	0,20853	6,75	0,93366	0,16226
1,7	0,89224	0,54024	3,4	0,89838	0,29181	5,1	0,91922	0,20677	6,8	0,93402	0,16121