

Faculté des Sciences et Techniques de Fès



Département de Génie Industriel



LST de Génie Industriel

Projet de Fin d'Etudes

Amélioration du service maintenance par l'utilisation de la norme ISO TS 16949

Lieu : FLOQUET MONOPOLE

Référence : 25/14GI

Préparé par :

-LAAZAAR Kaoutar

-ZNITI Asmae

Soutenu le 14 Juin 2014 devant le jury composé de :

- Mme I. TAJRI (Encadrant FST)
- Mr. S. HAOUACHE (Examinateur FST)
- Mr. A. CHAMAT (Examinateur FST)
- Mme. S .SLAOUI (Examinateur FST)
- Mr. S. HAGUITOU (Encadrant Société)

Dédicaces

Nous dédions ce modeste travail à :

- *Nos chers parents qui nous ont aidé et soutenu à aborder et réussir notre vie estudiantine.*
- *Nos sœurs et frères qui nous éblouissent par leurs soutient et encouragement.*
- *Tous nos chers (es) amis (es) qui sont une vraie richesse dans notre vie et qui resteront l'arc en ciel de notre ciel.*
- *A tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin pour la réalisation de ce projet et durant toute notre formation.*

Remerciements

Nous rendons grâce à Dieu pour sa bénédiction tout au long de notre parcours universitaire jusqu'à l'aboutissement de ce travail de fin d'études.

Nous présentons nos sincères remerciements à Madame IKRAM TAJRI pour l'aide et les conseils qui nous ont permis de cerner et concrétiser notre projet de fin d'études.

Nous remercions le professeur HAOUACHE et professeur CHAMAT et professeur SLAOUI d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous ne pouvons ignorer les enseignements de tous nos professeurs durant notre cycle de licence science technique génie industriel de la Faculté des sciences et technique de Fès, nous leurs présentons nos profondes gratitude.

Témoignons notre profonde gratitude à Monsieur SAID HAGUITOU et Mademoiselle ZINEB, respectivement chef de service maintenance et responsable de maintenance pour leurs aide et contribution dans la réalisation de notre projet ainsi qu'à l'ensemble du personnel pour leurs accueil et collaboration.

Sommaire

Liste des abréviations	5
Introduction.....	6
Chapitre I: présentation de l'organisme d'accueil.....	7
I. Généralité sur la SMFN.....	8
II. Organigramme de la société SMFN.....	8
III. Organisation technique de la SMFN.....	9
1. Le bureau de méthode (BM).....	9
2. Le bureau d'étude et de conception (BEC)	9
3. Le service fonderie.....	9
4. Le service maintenance	9
5. Le service qualité	9
6. Le service contrôle	10
7. Le service production.....	10
8. Le service ressources humaines.....	10
9. L'atelier mécanique	10
IV. Produits et marchés	10
1. Définition du piston	11
2. Fonctionnement	11
3. Piston type TU1	12
V. Processus de fabrication du piston TU1	13
Chapitre II : Présentation du projet	15
I. Présentation de la norme ISO TS 16949	16
II. Description du service maintenance.....	22
1. Les types de la maintenance	23
2. Gestion de stock des pièces de rechange	34
3. Indicateur de la gestion de la maintenance	35
III. Les limites de fonctionnement du service maintenance	42
IV. Plan d'action	49
Conclusion.....	68
Bibliographie	
Wébographie	

Liste des Abréviations

- **FM** : Floquet Monopole
- **PDR** : Pièces De Rechange
- **Cr** : Criticité
- **MTBF**: Mean Time Between Failures (le temps moyen de bon fonctionnement d'une machine)
- **MTTR**: Mean Time To Repair (moyenne des temps de réparation)
- **AMDEC**: Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leurs Criticité

Introduction

Les entreprises industrielles surtout celles qui travaillent dans le secteur automobile, cherchent aujourd'hui des arguments pour attirer plus de clients.

La certification ISO TS 16949 est une valeur ajoutée à toute société fabriquant les pièces du secteur automobile. Elle permet à l'entreprise d'améliorer la qualité des produits et des processus, de réduire les frais généraux, d'améliorer le respect des délais et de ne plus nécessiter une conformité à plusieurs référencements de tierces parties dans les différents pays.

Avoir une bonne image de la société FLOQUET MONOPOLE nécessite l'interaction de tous ses services et surtout l'atelier maintenance qui est le cœur de la société car il gère le parc matériel. Cette gestion optimisée ne peut se faire qu'en fonction d'objectifs qui doivent être clairement définis à partir de la prise en compte des facteurs économiques, humains et techniques.

Les objectifs à atteindre étant précisés, la mission du service maintenance consiste à maîtriser le comportement du matériel et à gérer les moyens de mise en œuvre.

À la société FLOQUET MONOPOLE, nous avons effectué notre stage de projet de fin d'études, en se basant sur les exigences de la norme ISO TS 16949 et sur les résultats d'audit.

Notre travail comporte deux parties: la première sera consacrée à la présentation de l'organisme d'accueil et du procédé de fabrication, quant à la deuxième partie, elle vise à présenter le travail réalisé. Cette réalisation s'est étalée sur quatre étapes:

- Analyse de la relation ISO TS 16949 et la maintenance.
- Analyse de l'existant.
- Analyse des limites
- Proposition d'un plan d'action.

Chapitre I

Présentation de l'organisme d'accueil (FLOQUET MONOPOLE)

Ce chapitre est dédié à la description de l'organisme d'accueil FLOQUET MONOPOLE, de son principal produit ainsi que son processus de fabrication

I. Généralités sur FLOQUET MONOPOLE :

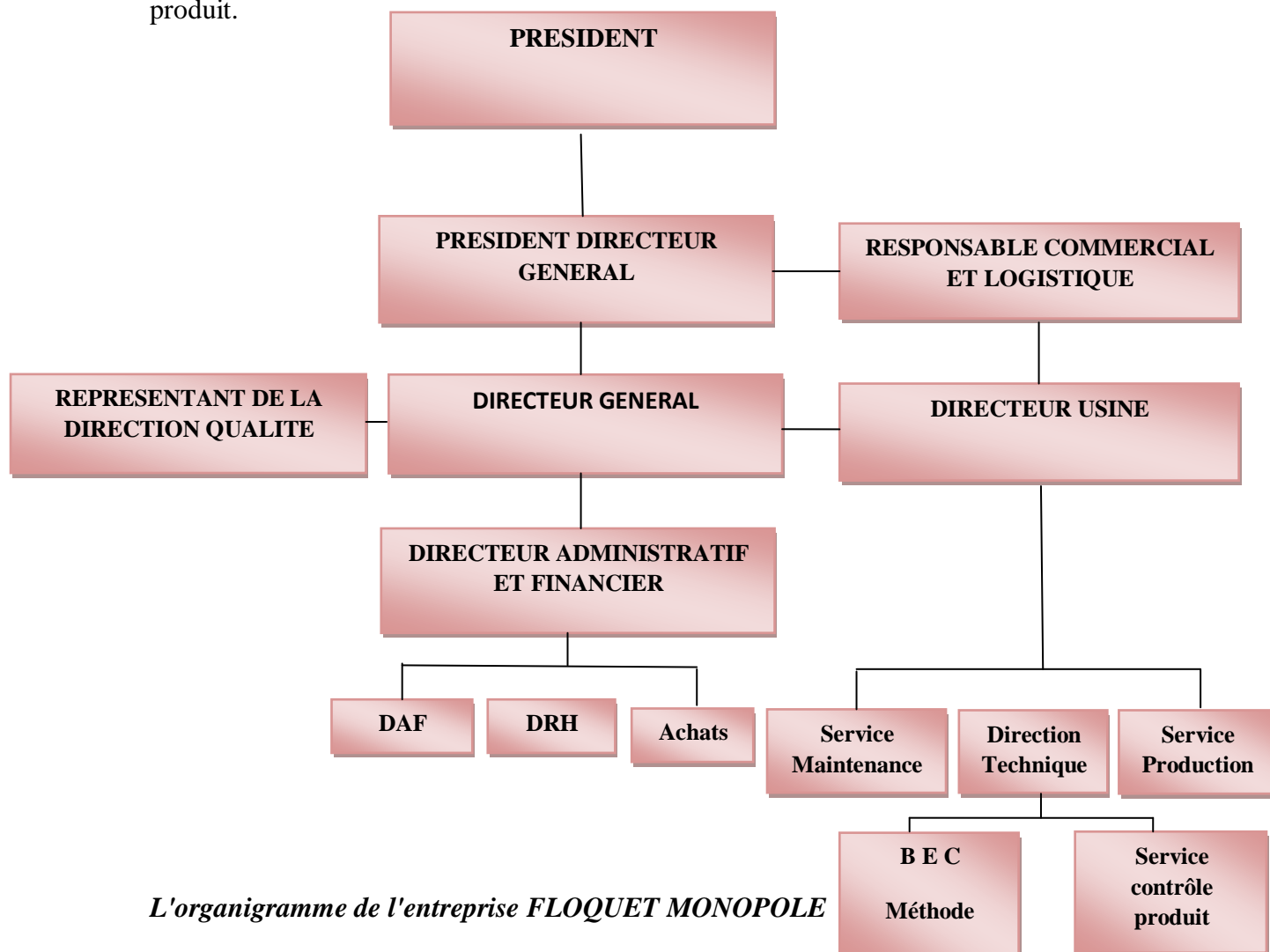
La société FLOQUET MONOPOLE, créée en 1981, est une société de fonderie, d'usinage et de vente des axes en acier, des chemises en fonte grises et des pistons en alliage d'aluminium. Elle dispose d'un atelier de fabrication de piston.

C'est une société anonyme dont le capital est de 21.800.000 DH avec une production qui varie en fonction des années.

La société Floquet Monopole (FM) est une société française faisant partie du groupe Dana Américaine. Elle a été évaluée, jugée conforme aux exigences de la norme ISO 9001 version 2008 et ISO TS 16949 version 2008.

II. Organigramme de la société FLOQUET MONOPOLE :

La société FLOQUET MONOPOLE est organisée selon plusieurs services (voir l'organigramme ci-dessous) dont chacun remplit des tâches bien précises et l'ensemble contribue à l'optimisation des conditions de production et de qualité du produit.



III. Organisation technique de la société FLOQUET MONOPOLE

FLOQUET MONOPOLE est constituée de plusieurs services qui assurent le bon déroulement des procédés de fabrication et de contrôle. Parmi ces services, on trouve :

1. Le bureau de méthode (BM) :

Il consiste à étudier et à préparer la fabrication, donc à prévoir, préparer, lancer puis superviser le processus d'usinage permettant de réaliser des pièces conformes au cahier des programmes de production donnée, dans un contexte technique, humain et financier déterminé.

2. Le bureau d'étude et de conception (BEC) :

Il sert à étudier un mécanisme, à concevoir le fonctionnement, à choisir les matériaux constitutifs, préciser les formes, les dimensions et l'agencement en vue de la fabrication.

Cette étude se concrétise par l'exécution des dessins accompagnés de spécifications précises ne laissant place à aucune ambiguïté.

3. Le service fonderie :

Il est responsable de la production fonderie tant au niveau de la qualité, que de la quantité, Il est chargé de faire respecter les procédures et les règles de sécurité dans le travail.

La fonderie de FLOQUET MONOPOLE utilise des alliages d'aluminium importés. Ces alliages sont conformes aux cahiers de charges des constructeurs automobiles.

Les pistons bruts de fonderie sont traités thermiquement. Ces traitements sont destinés à donner aux pièces une parfaite stabilité dimensionnelle.

4. Le service maintenance :

Il est responsable de l'entretien et de la maintenance des machines, et de toute l'installation électrique de l'entreprise.

Il comporte aussi une maintenance préventive qui est effectuée selon des critères prédéterminés, dans l'intention de réduire les problèmes techniques éventuels, et une maintenance corrective qui est effectuée après défaillance, ainsi qu'une maintenance systématique qui a pour fonction de remédier sur-le-champ.

5. Le service qualité :

Il assure la conformité du produit et augmente son aptitude à satisfaire des besoins exprimés et implicites.

Ces besoins peuvent évoluer avec le temps, ceci implique la révision périodique des exigences pour la qualité.

Les besoins peuvent inclure, par exemple, des aspects économiques et esthétiques.

6. Le service contrôle :

Il a pour rôle de contrôler, de mesurer, d'examiner, d'essayer, et de passer au calibre une ou plusieurs caractéristiques d'un produit ou d'un service et de les comparer aux exigences spécifiées en vue d'établir leur conformité.

7. Le service production :

Il s'occupe de la mise en application des méthodes et techniques et la combinaison des ressources telles que les moyens matériels, humains et les matières premières et consommables dans un planning dans le but d'assurer la fabrication du produit en qualité et en quantité.

8. Le service ressources humaines :

Il occupe une grande importance au sein de la société FLOQUET MONOPOLE, il est chargé de toutes les fonctions administratives et professionnelles de l'ensemble du personnel de l'usine.

9. L'atelier mécanique :

Il est chargé de réaliser les outillages fonderie/usinage unitaires en se référant aux dessins de définition fournis par (le bureau d'étude et de conception) et les pièces de rechange demandées par le service maintenance en se basant sur les plans établis par le (bureau de méthode).

IV. Produits et marchés :

Les produits fabriqués par l'entreprise sont les pistons pour les moteurs thermiques à combustion et à explosion interne. La société FLOQUET MONOPOLE commercialise sa production auprès des principaux agents de marque automobile et poids lourds, les fabricants de moteurs industriels et les revendeurs des pièces détachées. Parmi ses clients, on trouve :

- ❖ Perfect Circle Distribution Europe et FAURECIA (PEUGEOT France).
- ❖ Buses Trucks (IVECO LYBIE).
- ❖ VEGE.
- ❖ RENAULT Maroc.
- ❖ Autres...

1. Définition du piston :

Le piston est une pièce cylindrique, parfois conique, mobile assurant la variation de la chambre d'un cylindre. Généralement lié à la bielle, il assure la compression des gaz de combustion et subit leur détente, source du mouvement du moteur. Lorsque la chambre est ouverte par une soupape, il expulse les gaz brûlés ou aspire le mélange du cycle suivant.

2. Fonctionnement :

Les produits fabriqués dans la société FLOQUET MONOPOLE sont des pistons pour les moteurs thermiques à combustion et à explosion interne.

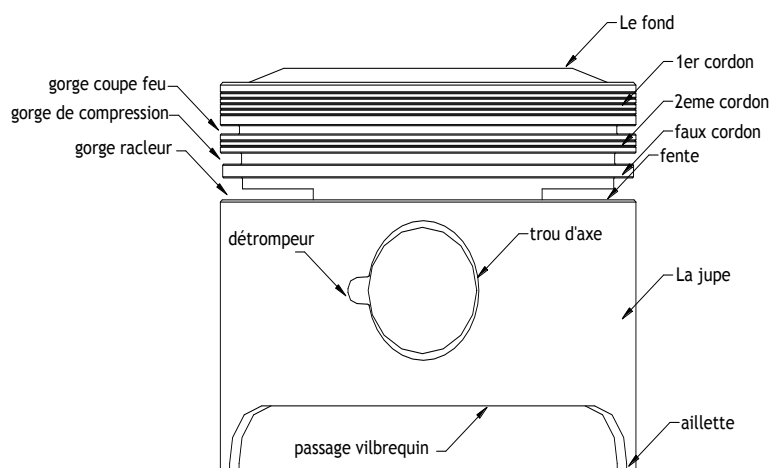


Figure 1 : Les éléments du piston

L'action des pistons fournit la force motrice grâce à la combustion du mélange gazeux air essence. La jupe du piston est prévue pour s'adapter à la tête du cylindre. Les segments sont ajustés dans des nervures qui vont brosser parisi du cylindre pendant que la tête du piston se déplace verticalement.

Ces segments assurent l'étanchéité nécessaire pour éviter les fuites d'essence, d'air et des gaz d'échappement. Le piston est relié à la bielle par un axe en acier trempé appelé tourillon .il est maintenu en place grâce aux cerclipses.

3. Piston de type TU1

La société FLOQUET MONOPOLE contient deux chaînes de production de piston :

- ⊙ Une **chaîne numérique** spécialisée dans la fabrication des pistons destinés à la première monte.

Chaîne numérique	
Code poste	MODE OPERATOIRE
OP 10	Réception piston brut.
OP 20	Ebauche fond, jupe et cordon, l'ébauche et la finition des gorges segments, la finition du fond (bossette et trottoir), la mise en longueur et les cassages des angles.
OP 30	Ebauche trou d'axe, chambrage et bain d'huile trou d'axe.
OP 40	Finition jupe et cordon du piston, cassages des angles.
OP 50	Finition trou d'axe.
OP 60	Lavage.
OP 70	Contrôle dimensionnel : diamètre externe, diamètre trou d'axe. Marquage diamètre et identification piston.
OP 80	Etamage.
OP 90	Contrôle visuel et contrôle dimensionnel.
OP 100	Super contrôle.

Tableau 1 : mode opératoire d'usinage des pistons TU1 via la chaîne numérique

- ⊙ Une **chaîne classique** incluant des postes d'usinage classiques. Les pistons usinés par cette chaîne sont des pistons de rechange.

MODE OPERATOIRE
Batterie (emboitage, ébauche trou d'axe).
Gorges cerclipse.
Fraisage fente.
Perçage sur bossage.
Finition fond.
Finition jupe.
Finition trou d'axe.
Cassage angle.
Graphitage-Etamage.
Contrôle visuel.
Contrôle dimensionnel.

Tableau 2 : Mode opératoire d'usinage des pistons TUI via la chaîne classique

V. Processus de fabrication du piston TU1 :

Le piston est le cœur du moteur, s'il est bien dimensionné et bien fabriqué, on aura donc un bon rendement du moteur, pour cela, le but de l'entreprise FLOQUET MONOPOLE est de fabriquer un piston de bonne qualité, contrôlé en micron.

La fabrication des pistons dans cette société se compose de plusieurs phases :

1^{ère} phase: Réception piston brut

L'entreprise FLOQUET MONOPOLE reçoit des caisses de pistons bruts.

2^{ème} phase: Usinage

L'usinage se fait à l'aide d'un processus de fabrication détaillé, avec un plan de surveillance, une gamme de contrôle..., élaborés par le (bureau d'étude et de conception).

3^{ème} phase: Marquage

Le marquage se fait automatiquement suivant les exigences du client définies dans le plan.

4^{ème} phase: Contrôle

À la fin, un contrôle visuel et dimensionnel est effectué :

- ⊙ Un contrôle visuel pour vérifier :
 - Les défauts d'usinage.
 - Les défauts accidentels.
 - Les défauts de marquage.
- ⊙ Un contrôle dimensionnel pour vérifier :
 - Les trous d'axe : l'appareillage utilisé pour cette opération est un montage de contrôle (comparateur + axe).
 - Le diamètre.
 - La hauteur de compression.

5^{ème} phase: Etamage - Graphitage

- ⊙ L'étamage est une opération qui consiste à déposer une couche de carbonate de soude sur la jupe du piston.
- ⊙ Graphitage est une opération qui consiste à déposer une couche de graphite sur la jupe de piston.

6^{ème} phase: Super contrôle

Après l'étamage et le graphitage, les pistons sont expédiés au magasin produit fini pour y subir un super contrôle. Dans cette section on fait le contrôle :

- ⊙ Du trou d'axe.
- ⊙ Des gorges avec des cales étalons d'une grande précision.

7^{ème} phase : emballage

Si les pièces ont passé l'étape du super contrôle, on les emballe.

Chapitre II

Présentation du projet

Ce chapitre est consacré à la présentation du projet y compris la présentation de la norme ISO TS 16949, description du service maintenance chez FLOQUET MONOPOLE, les limites de fonctionnement du service et les différentes actions d'amélioration.

I. Présentation de la norme ISO TS 16949

L'ISO/TS 16949 est la norme concernant la démarche Qualité dans l'industrie automobile. Elle a été élaborée par l'IATF (International Automotive Task Force), l'ISO l'ayant validée et publiée sous forme de spécification technique (TS pour Technical specification).

Il s'agit d'un ensemble de procédures écrites qui vont guider l'entreprise tout au long du processus de production pour le développement et la fabrication de composants pour l'automobile.

→ Cette norme comporte huit chapitres:

Chapitre 1 : Domaine d'application

Chapitre 2 : Référence normative

Chapitre 3 : Termes et définitions

Chapitre 4 : Système de management de la qualité

Chapitre 5 : Responsabilité de la direction

Chapitre 6 : Management des ressources

Chapitre 7 : Réalisation du produit

Chapitre 8 : Mesures, analyse et amélioration

→ La certification ISO TS 16949 est un moyen qui permet à l'entreprise de :

- Garantir au client la confiance accordée dans la capacité de l'entreprise, en tout ou en partie, à fournir, de façon sûre et régulière, des produits ou services d'une qualité donnée et surtout, conforme dans le temps.
- Offrir à l'entreprise un réel avantage concurrentiel.
- Réduire les défauts, les gaspillages et les coûts.
- Améliorer les performances tout au long de la chaîne d'approvisionnement.
- Répondre aux exigences communes de l'industrie automobile.

→ La norme ISO TS 16949 contient des exigences liées directement à la maintenance et d'autres indirectement liées.

1- Les exigences liées directement à la maintenance :

NUMERO DE CHAPITRE	LE CONTENU
Chapitre 6-3-b	<p>L'organisme doit déterminer, fournir et entretenir les infrastructures nécessaires pour obtenir la conformité du produit .les infrastructures comprennent, selon le cas,</p> <p>b) les équipements (tant logiciels que matériels) associés aux processus.</p>
Chapitre 7-3-1-1-b	le développement et la revue des analyses AMDEC comprenant les actions destinées à réduire les risqué potentiels.
Chapitre 7-5-1-4	<p>L'organisme doit identifier les équipements clés du processus et fournir les moyens nécessaires à la maintenance des machines/équipements et développer un système efficace de maintenance préventive planifié. Ce système doit comporter au minimum ce qui suit:</p> <ul style="list-style-type: none">● des activités de maintenance planifiées;● le conditionnement et la protection de l'équipement, de l'outillage et des moyens de mesure;● la disponibilité des pièces de rechange pour les équipements clés de fabrication;● la documentation, l'évaluation et l'amélioration des objectifs de maintenance. <p>L'organisme doit utiliser des méthodes de maintenance prédictive afin d'améliorer continuellement l'efficacité et l'efficience des équipements de production</p>

<p>Chapitre 7-5-1-5</p>	<p>L'organisme doit établir et mettre en œuvre un système de gestion des outillages de production, comprenant notamment</p> <ul style="list-style-type: none"> ● le personnel et les installations de maintenance et de réparation, ● le stockage et la récupération, ● l'installation, ● les programmes de renouvellement des outils périssables, ● la documentation liée aux modifications de conception des outils incluant l'indice de modification technique, ● la modification des outils et la révision de la documentation, ● l'identification de l'état d'utilisation de l'outillage, par exemple production, réparation ou mise au rebut. <p>L'organisme doit mettre en œuvre un système de suivi de ces activités si l'une d'entre elles est externalisée.</p> <p>NOTE Cette exigence s'applique aussi pour la mise à disposition des outillages pour la production des pièces de rechange.</p>
-------------------------	---

Tableau 3 : les exigences liées directement à la maintenance

2- Les exigences liées indirectement à la maintenance :

NUMERO DE CHAPITRE	LE CONTENU
Chapitre 6-4-1	<p>Les problèmes liés à la sécurité du produit et les moyens pour minimiser les risques potentiels pour les employés doivent être traités par l'organisme, en particulier dans les processus de conception et de développement et les activités des processus de fabrication.</p> <p>Pour les cas de FLOQUET MONOPOLE, le service maintenance doit entretenir l'atelier fonderie afin d'éviter les risques potentielles permettant de nuire à la santé et sécurité des personnels.</p>
Chapitre 6-4-2	<p>L'organisme doit maintenir ses locaux en ordre, en respectant les exigences de propreté et d'entretien adaptées au produit fabriqué, et aux besoins du processus de fabrication.</p> <p>L'atelier maintenance participe au projet 5S afin de garder la propreté des services.</p>
Chapitre 8-2-3-1	<p>L'organisme doit maintenir ou améliorer la capacité ou la performance des processus telles qu'elles ont été acceptées conformément au processus du client pour l'acceptation des pièces. Dans cet objectif, le fournisseur doit s'assurer que le plan de surveillance et le diagramme de flux des processus sont mis en œuvre, en respectant les spécifications concernant :</p> <ul style="list-style-type: none">• Les plans d'actions, lorsque les critères d'acceptation ne sont pas atteints. <p>Le processus maintenance participe à l'élaboration des plans d'action concernant des nouvelles techniques du parc machine.</p>

Tableau 4 : les exigences liées indirectement à la maintenance

3- Synthèse

La norme ISO TS 16949 impose différentes exigences dont certaines sont directement liées à la maintenance à savoir :

- L'entretien des infrastructures afin d'éviter les pannes potentielles.
- Le développement et la revue des analyses AMDEC (voir page 5) pour ne pas être obligé de revoir la maintenance des équipements.
- Les maintenances préventive et prédictive qui se classent parmi les premières méthodes permettant de garder les équipements en bon état pour une longue durée.
- L'exigence de gestion de stock qui comprend la gestion de pièces de rechange.

Une bonne gestion de PDR (voir page 5) représente un gage pour la réussite de la politique de maintenance préventive, la réalisation des plans de maintenance préventive n'a pas de sens en dehors d'une gestion efficace des PDR.

D'autres exigences de la norme ISO TS 16949 sont indirectement liées à savoir:

- la garantie de la sécurité pour éviter tous les risques potentiels pouvant nuire à la santé et sécurité des personnels et chez FLOQUET MONOPOLE, le service maintenance est concerné par l'entretien du parc matériel dans l'atelier fonderie, c-à-d tous les équipements y compris les fours et le degré de température, l'installation électrique, etc. (Exigence N° 6.4.1).
- Le nettoyage des postes de travail, dans le cadre de projet 5S, afin d'éviter toute dégradation du parc machines, ce nettoyage concerne surtout l'élimination de la poussière qui peut engendrer des risques de pannes inattendues dans différents composants comme les filtres. (Exigence N° 6.4.2).
- L'élaboration des plans d'action si les critères d'acceptation ne sont pas atteints, le service maintenance chez FLOQUET MONOPOLE participe à l'amélioration de l'utilisation du parc matériel, de façon permanente, afin de garantir un produit fini qui respecte les critères décrites dans le cahier de charge (Exigence N° 8.2.3.1).

II. Description du service maintenance

1. Les types de la maintenance

1.1. La maintenance préventive

- La maintenance préventive est une maintenance planifiée et effectuée selon des critères définis préalablement afin de réduire la probabilité de défaillance d'un équipement.

Mais un excès de maintenance préventive peut rapidement devenir couteux et inutile. Pour aller à l'extrême, on pourrait aisément imaginer ne faire que de la maintenance préventive, en remplaçant les pièces potentiellement défaillantes avec des intervalles très courts. Mais cela reviendrait très cher en pièces de rechange, mobiliserait un nombre important de techniciens de maintenance et augmenterait les arrêts des équipements afin de réaliser ces interventions.

- Pour éviter le gaspillage d'argent sur des interventions inutiles, l'application de la maintenance préventive à Floquet Monopole est limitée sur les machines critiques.

Dans le but d'identifier les machines critiques, on utilise la méthode suivante qui nous permet de calculer la criticité :

- ➔ On remplit pour chaque équipement les cases correspondantes à l'incident des pannes, le taux d'utilisation, la difficulté de réparation et son influence sur la qualité avec les poids correspondants (voir Tableau 5)

	0	1	2	3	4
Incidence des pannes P	Répercussions grave sur : -La sécurité -La chaîne de productin -L'environnement	Influence Importante Sur la chaîne de production	Influence Moyenne	Arrêt de ce poste uniquement	Aucune influence
Taux d'utilisation U	Saturé	Fort	Moyen	Faible	Très Faible
Difficulté de réparation R	****	Difficile	Difficulté Moyenne	Facile	Très Facile
Influence sur la qualité Q	****	Décisive	Sensible	Faible	Très Facile

Tableau 5 : Classification des indicateurs de la criticité

→ On calcule ensuite le produit des quatre critères pour avoir la criticité Cr:

$$Cr = P * U * R * Q$$

La Cr(voir l'annexe page) permet de classer les équipements en trois catégories :

- Critique si $0 \leq Cr \leq 3$
- Ordinaire si $4 \leq Cr \leq 24$
- Banal si $25 \leq Cr \leq 256$

Exemple d'utilisation de la méthode:

SMFN	Classement de la criticité machine				Code : ER 65	
	Département Usinage chaîne C				Date : 08-02-2014	
MACHINE	CODE	P	U	R	Q	CR
Op 20/ C TOUR CNC	141003	1	1	1	1	1
CTX C TOUR CNC	141002	1	1	1	1	1
OP 20/ B TOUR CNC	141005	1	1	1	1	1
OP 30 CENTRE D'USINAGE CNC	141009	2	1	1	3	6
OP 40 TOUR D'OVAL ET PROFIL CNC	141010	1	1	1	1	1
OP 50 ALESEUSE CNC	141011	2	2	1	2	8
OP 60 CHAINE DE LAVAGE	141012	2	1	3	3	18
OP 70 DIMENSIONNEL ET MARQUAGE	490007	0	1	1	1	0
OP 80 CHAINE D'ETAMAGE	490000	0	1	2	1	0

Date : Visa:

Figure 2 : classement de la criticité machine

Dans ce cas les machines critiques sont :

Op 20/ C ,CTX 2 ,OP 20/ B , OP 40 ,OP 70 ,OP 80

Après avoir défini les machines critiques on réalise un plan dans lequel on indique les machines, le code et les fréquences d'intervention : c'est le plan de la maintenance préventive qui est connu au sein de l'entreprise par la liste ER008.

Ce plan de maintenance est réalisé en collaboration avec les équipes de maintenance et de production de l'entreprise (Voir figure 3).

Il tient compte:

- ⊙ Des contraintes d'organisation des services concernés (**les différents seuils adaptés, pour lesquels les machines doivent être entretenues**),
- ⊙ Des disponibilités des machines et des installations.

SMFN	Plan Maintenance préventive des Machines Critiques ligne TU1	Code : ER 008
		Date :

Machine	Code	JA	FE	MA	AV	MI	JU	JL	AO	SE	OC	NO	DE
CTX/B	141001	■				■			■				
CTX/C	141002		■						■			■	
OP20/A	141004			■					■		■		
OP20/B	141005				■				■				■
OP20/C	141003	■				■			■				
OP40	141010				■				■				■
OP70	490007					■			■				
OP80	490000		■						■				
COMPRESSEURS	484100			■					■				
SECHEUR	484101			■					■				
	484102			■					■				

Date :
Nom et visa Émetteur :

Figure 3 : plan de maintenance préventive

Les opérations exécutées lors d'une intervention :

En respectant l'ordre des machines et le temps indiqué sur la liste ER008, on peut faire une maintenance préventive en utilisant les étapes suivantes:

- ① Consultation du magasin pièces de rechange.
- ② Lancement du bon d'intervention en coordination avec le responsable de production dans le but d'avoir l'autorisation d'intervenir sur les machines.

Ce bon d'intervention contient plusieurs informations (voir figure 4)

SMFN	Bon d'intervention	Code : ER005
		Date : 08/02/2014
Nom du demandeur : Date : Heure:.....		
Atelier : Code machine :		
Anomalie constatée :		
.....		
.....		
Rapport d'intervention :		
.....		
.....		
.....		
Produits utilisés :		
.....		
.....		
.....		
Date/heure de mise à disposition conforme à la fabrication :		
<u>Visa Maintenance</u>		<u>Visa de réception production</u>

Figure 4 : bon d'intervention

Le renseignement, l'analyse et la synthèse des bons d'intervention permettant de tirer des conclusions importantes concernant par exemple la durée d'intervention ,les pièces de rechange intégré sur la machine et les problèmes rencontrés lors de l'intervention.

- ③ les travaux de la maintenance préventive sont lancés suivant une Check List (voir figure 5) référencé ER010.

La check-list ou la liste de vérification est un élément permettant une plus grande efficacité notamment de la maintenance préventive en assurant qu'aucune tâche à effectuer ne sera oubliée. Il faut concevoir les check-lists avec une grande rigueur de façon à assurer que toutes les tâches seront effectuées sans dérives, particulièrement dans le cadre de vérifications de routine.

SMFN	CHECK LIST	Code : ER 010
		Date : 14-01-2014

Machine: OP40

Codes: 120301

Organe	Intervention	Fréquence de changement	Confirmation de la vérification	Observation
Électrique	-Voir câblage -Nettoyage armoire par aérosol -Voir roulement des moteurs -Ventilateur moteur -Étanchéité -État de fin course	-1/ans -1/ans -1/ans -1/ans -1/ans -2/ans		
Mécanique	-Vérifier état courroie -État serrage -Remplacement arbre porte fraise -État arbre -Changer roulement d'arbre	-1/ans -1/ans -1/ans -1/ans -1/2ans		
Pneumatique	-Voir état des vérins -Voir distributeur détenteur -Manomètre voir les fuites	-1/ans -1/ans -1/mois -Journalier		
Autres	-Voir état circuit lubrification -Remplacer le gicleur -Graissage	-1/ans -1/ans -1/ans		

Date.....**Visa**

Figure 5 : la liste de vérification pour la machine OP 40

Le schéma ci-dessous résume les activités de la maintenance préventive lors d'une intervention

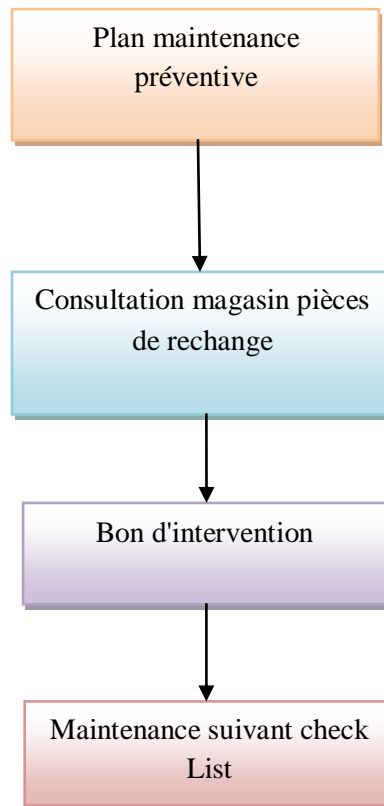


Figure 6 : les actions de la maintenance préventive

1.2. La maintenance corrective

La maintenance corrective est une maintenance effectuée après la détection d'une panne. Elle a pour objectif de remettre une entité d'un état défaillant à un état lui permettant d'accomplir une fonction requise ou peut être utilisée en complément d'une maintenance préventive pour l'élimination d'une avarie.

La définition de la norme européenne est : « Maintenance exécutée après détection d'une panne et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise » (extrait norme NF EN 13306 X 60-319).

La société FLOQUET MONOPOLE comme toutes les entreprises améliore la maintenance corrective en essayant de diminuer le plus possible le temps de panne et le temps de son réglage ou plus précisément le MTTR (voir page 5).

On distingue deux types de maintenance corrective : maintenance curative et maintenance palliative.

Les actions de maintenance corrective se déroulent selon le schéma suivant :

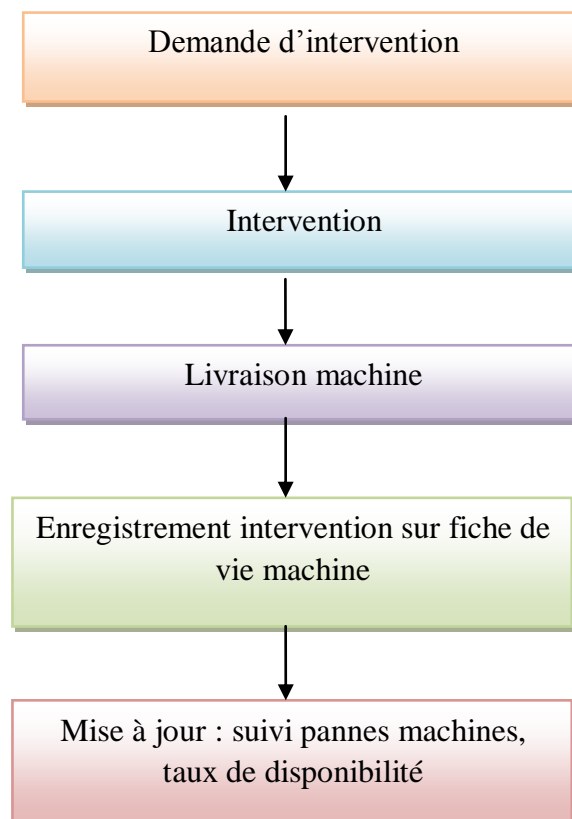


Figure 7 : les actions de la maintenance corrective

Afin d'accomplir cette fonction de maintenance corrective, le service maintenance dans la société FLOQUET MONOPOLE enregistre ses observations dans une demande d'intervention où il est indiqué toutes les informations concernant la machine (code de la machine, anomalie constatée, rapport d'intervention, produits utilisés.....).

On présente ci-dessous, un exemplaire de la demande d'intervention, (voir figure 8) :

SMFN	Demande d'intervention	Code : ER005
		Date : 08/02/2014
Nom du demandeur : Date : Heure :		
Atelier : Code machine :		
Anomalie constatée :		
Rapport d'intervention :		
.....		
Produits utilisés :		
.....		
Date/heure de mise à disposition conforme à la fabrication :		
<u>Visa Maintenance</u>		<u>Visa de réception production</u>

Figure 8 : demande d'intervention

Cette demande a plusieurs fonctions :

- Détecter tous les défauts de machines pour la réparation.
- Mettre en œuvre des interventions urgentes et amélioratives.
- Garder une trace pour l'archive de la société.

Cette demande présente une preuve de la correction de la panne à partir du visa maintenance placée à la fin du bon. Toute négligence de l'utilisation des machines après la réparation sera une responsabilité des opérateurs.

1.3. La maintenance systématique journalière :

1.3.1. La maintenance systématique :

Cette maintenance désigne des opérations effectuées systématiquement, soit selon un calendrier (à périodicité temporelle fixe), soit selon une périodicité d'usage (nombre d'heures de fonctionnement, nombre d'unités produites, nombre de mouvements effectués, etc.). Aucune intervention n'a lieu avant l'échéance déterminée à l'avance.

Et selon la norme européenne, la maintenance systématique est définie comme suivant : « Maintenance préventive exécutée à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre défini d'unités d'usage mais sans contrôle préalable de l'état du bien » (extrait norme NF EN 13306 X 60-319).

La maintenance systématique a plusieurs avantages :

- Elle est facile à gérer, les périodes d'intervention étant fixes.
- Elle permet d'éviter les détériorations graves.
- Elle diminue les risques d'avarie imprévue.

1.3.2. La maintenance systématique chez FLOQUET MONOPOLE :

Pour la société FLOQUET MONOPOLE, la maintenance systématique est effectuée de façon journalière afin d'éviter tout risque ou anomalie inattendus.

Le responsable de la maintenance systématique vérifie quotidiennement le fonctionnement des machines puis il formalise ses observations sur la fiche de maintenance systématique, (voir figure 9).

Jours	Intervention						Intervenant
	Groupe hydraulique	Concentration lubrifiant 5 a 7%	État de la machine	Circuit air comprimé	Contrôle mécanique	Contrôle armoire	
J 1							
J 2							
.....							
J 31							

Figure 9: plan de la maintenance systématique journalière

Le responsable de maintenance contrôle chaque jour les machines et remplit cette fiche présentée ci-dessus, ce contrôle vise à :

- Observer le groupe hydraulique y compris le niveau d'huile, la pression des pompes, les filtres, les vérins...
- Observer le groupe électrique y compris les transformateurs, les variateurs de vitesse, les cartes électroniques....
- Calculer la concentration du lubrifiant qui doit être comprise entre 5 et 7%.
- surveiller le circuit d'air comprimé.

La maintenance systématique va éliminer les petits problèmes de machines avant la dégradation d'état, ce qui va sans doute éviter plusieurs problématiques liées nécessairement au budget de l'entreprise.

1.4. La maintenance prédictive:

1.4.1. Définition

La maintenance prédictive est, selon la norme NF EN 13306 X 60-319, une « maintenance conditionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien ».

Son principe est le suivant : tout élément manifeste des signes de dégradation qui en annoncent la défaillance. Le tout est de savoir reconnaître ces signes précurseurs. Des appareils permettent de mesurer cette dégradation, laquelle peut être une variation de température, de vibration, de pression, de bruit, etc.... Ces dégradations peuvent donc être d'ordre physique, chimique, électrique ou autre. Les valeurs obtenues sont comparés à des valeurs de référence, dites seuil d'alarme.

1.4.2. La maintenance prédictive chez Floquet Monopole

Chez Floquet monopole, ce mode proactif regroupe trois technologies : l'analyse vibratoire, la camera infrarouge et l'analyse des huiles

a) Analyse d'huile

En maintenance conditionnelle, l'analyse des lubrifiants en service consiste à suivre les propriétés physico-chimiques de ceux-ci afin d'obtenir rapidement une vue détaillée non seulement de l'état du lubrifiant mais également de l'équipement. En effet, les résultats des analyses d'huile permettent bien entendu de suivre les qualités fonctionnelles de l'huile, mais aussi de donner des informations sur l'usure des organes mécaniques lubrifiés. La maintenance dispose ainsi d'éléments d'information pour : préparer les décisions d'intervention, réduire les consommations et donc limiter les coûts, simplifier la maintenance et améliorer la productivité.

b) Analyse vibratoire

L'analyse vibratoire est une technique de maintenance conditionnelle particulièrement adaptée aux machines tournantes. Son objectif est de détecter des dysfonctionnements mécaniques à travers des relevés d'accélération pour certaines plages de fréquences afin de suivre l'état de dégradation d'un système. Elle pourra également être utilisée pour réaliser un diagnostic par interprétation de la forme du signal vibratoire.

C) La caméra infrarouge

C'est un moyen de contrôle. Elle permet à l'auditeur technique :

- D'observer très rapidement les températures en surface,
- D'analyser un dysfonctionnement décelé par ultrason,
- De montrer à l'exploitant les dysfonctionnements,
- D'observer des points inaccessibles.

Pour être efficaces, les contrôles par la caméra infrarouge et l'analyse vibratoire doivent être réguliers et programmés.

Pour les installations à taux de rotation faible ou travaillant de manière saisonnière, une visite annuelle peut-être suffisante. Pour les installations ayant un taux de rotation important ou travaillant d'une manière intensive les visites peuvent être plus rapprochées et ne concerner, à certains moments, qu'une certaine partie des équipements.

2. Gestion de stock des pièces de rechange

Une pièce de rechange est une pièce destinée à remplacer une pièce défectueuse ou dégradée d'un bien en exploitation, on doit ainsi disposer d'un stock suffisant de composants conformes aux spécifications du constructeur lui permettant de procéder à leur remplacement dans les meilleurs délais, ou à défaut il doit pouvoir les approvisionner très rapidement. La première démarche consistera donc à déterminer dans la liste des composants d'un bien quels sont ceux qui risquent, soit par usure, soit par accident, de ne plus rendre le service que l'on attend d'eux, en utilisant la méthode AMDEC (voir page 5) par exemple.

SMFN	Listes des pièces de rechange	1/1	Code : ER 009
			Date : 20/10/2005

Pièces de rechange pour OP 40

Désignation	Référence	Code	Stock
MOOG		20001	1
Carte MOOG	L 129-007	20001	1
Lampe éclairage machine	36W/21-840	20001	1
Filtre hydraulique		20003	3
Connecteur		20001	1
Filtre de lubrifiant		20004	2
Carte entrée/sortie pour CN		20001	1
Carte de régulation variateur		20001	1
CI pour carte électronique		20001	4
Courroies		20002	4
Electrovanne		20001	1
Servomoteur		20001	1

Figure 10 : la liste des pièces de rechange pour la machine op 40

Avec:

20001 : Pièces électriques ou électroniques.

20002: Pièces mécaniques.

20003:Pièces hydrauliques.

20004:Pièces d'autres types.

Un stock de pièces de rechange bien calculé représente presque toujours un capital important, qu'il faut gérer en tenant compte comme c'est souvent le cas, de deux contraintes parfaitement contradictoires:

- d'une part, maintenir un niveau de stock le plus bas possible, (pour ne pas immobiliser inutilement des capitaux qui seraient tellement plus rentables ailleurs);
- d'autre part, assurer un taux satisfaisant de couverture des demandes de délivrance émanant du service maintenance.

Mais nous avons rencontré plusieurs cas pendant la période du stage, où les machines tombent en panne et les techniciens de la maintenance n'ont pas pu réagir à cause de manque des pièces de rechange, ce qui entraîne à l'augmentation du temps d'arrêt de la machine et la diminution de la productivité par la suite.

3. Indicateur de la gestion de la maintenance

Afin d'améliorer le service maintenance, il est nécessaire de mesurer les performances de ce service, Pour cela, il existe des indicateurs pertinents basés sur plusieurs aspects:

- Des aspects économiques.
- Des aspects temporels.
- Des ratios de taux de maintenance.

Nous allons, dans le paragraphe suivant présenter les différents indicateurs propres à la maintenance au sein de FLOQUET MONOPOLE, leur signification, et leur intérêt dans le cadre de l'optimisation des méthodes de maintenance.

3.1. Le suivi de fonctionnement machine

3.1.1. Le suivi de panne

Il s'agit de classer les pannes selon le nombre total d'heures de panne par nature, c'est à dire le nombre d'heures de pannes électriques, mécaniques ou d'attentes composantes ainsi le nombre d'heures consacré à la maintenance préventive (ceci concerne l'ensemble des pannes de toutes les machines pour chaque mois)

(Voir figure 11).

	Machine Ebouche-finition2	Pourcentage
Total d'heures de travail	576H	100%
Heures de pannes electriques	12H	2.08%
Heures de pannes mécaniques	23H30	4.08%
Heures d'attentes composantes	3H	0.52%
Maintenance preventive	2H30	0.43%

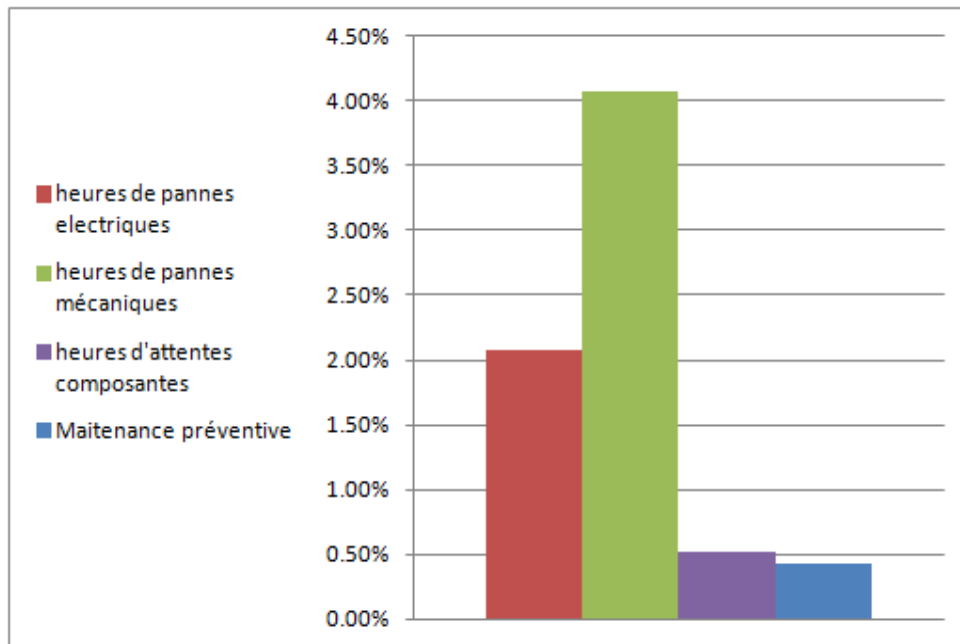


Figure 11 : le suivi de panne pour le mois d'Avril 2014

3.1.2. La disponibilité

La disponibilité des machines devient une préoccupation des entreprises, et pour l'améliorer il faut d'abord la calculer en se basant sur des indicateurs spécifiques comme le MTBF (Mean Time Between Failures) et le MTTR (Mean Time To Repair).

a) Le MTBF (Mean Time Between Failures):

Le MTBF est un indicateur qui signifie le temps moyen de bon fonctionnement d'une machine, Le temps moyen entre pannes ou durée moyenne entre pannes, souvent désigné par son sigle anglais MTBF (Mean Time Between Failures), est une des valeurs qui indiquent la fiabilité d'un composant, d'un produit ou d'un système. C'est la moyenne arithmétique du temps entre les pannes d'un système réparable.

Son calcul est selon la relation suivante:

$$\text{MTBF} = (\text{temps de fonctionnement-temps d'arrêt}) / \text{Nombre d'arrêts}$$

L'atelier maintenance chez la société FLOQUET MONOPOLE s'appuie sur le calcul de cet indicateur sur le temps de fonctionnement et le temps d'arrêt, afin qu'elle puisse par la suite déterminer la disponibilité de ses machines.

b) Le MTTR (Mean Time To Repair):

Le MTTR (Mean Time To Repair) ou moyenne des temps de réparation est un indicateur qui résume en minutes ou en heures le temps nécessaire à la réparation d'une machine tombée en panne.

Pour le calculer on utilise cette relation :

$$\text{MTTR} = \text{temps d'arrêts}/\text{nombre d'arrêts}$$

c) La disponibilité:

La disponibilité des machines est donnée par un pourcentage qui résume l'état de fiabilité de la machine.

Elle est calculable suivant cette formule :

$$\text{Disponibilité(\%)} = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

Le tableau récapitulatif suivant résume ces indicateurs afin de donner une vision globale sur le fonctionnement de la maintenance corrective au sein de la société FLOQUET MONOPOLE pour les mois de Mars et Avril de cette année (voir tableau 6) :

Machines	Temps de fonctionnement	Temps d'arrêt	Nombre d'arrêt	MTBF (min)	MTTR (min)	Disponibilité(%)
OP20/A	18720	330	3	6130	110	98.24
OP20/B	18720	15	1	18705	15	99.92
OP20/C	18720	60	1	18660	60	99.68
OP30	18720	360	3	6120	120	98.08
CTX/C	18720	180	2	9270	90	99.04
Étamage	18720	240	1	18480	240	99.04

Tableau 6 : La disponibilité des machines pour les mois Mars et Avril 2014

La disponibilité des machines est généralement excellente dépassant 99% pour 66.67% des machines.

3.1.3. L'historique machine

L'historique machine est un document sous forme d'un fichier électronique dont lequel le service maintenance enregistre l'ensemble des interventions réalisées sur chaque machine et qui est mis à jour régulièrement.

Chaque fichier consacré à une machine contient la date d'intervention, sa durée, le rapport d'intervention, l'intervenant et les pièces de rechange nécessaires lors de cette intervention.

3.2. Le suivi de la consommation d'énergie et d'huile

3.2.1. Le suivi de la consommation d'énergie

Dans chaque entreprise, le suivi d'énergie joue un rôle très important dans l'amélioration de sa situation financière et économique, pour cette raison le contrôle de la consommation de l'eau et de l'électricité est un point décisif et indispensable.

Afin de diminuer cette consommation, le service maintenance chez FLOQUET MONOPOLE élabore des calculs mathématiques et économiques liés à certains indicateurs, et pour déduire la consommation d'énergie, elle compare les valeurs calculées avec des objectifs proposés par la direction générale.

On présente ci-dessous dans (le tableau 7), la consommation de l'eau et de l'électricité pour chaque piston du mois d'Avril de cette année :



**CONSOMMATION D'ENERGIE
EN(L)/MOIS**

AVRIL2014

Code: ER183

Consommation en T1 (KW)	Consommation En T2 (KW)	Consommation en T3 (KW)	Total En KW	Consommation d'eau en m³	Production (en piston)	Consommation / piston en KW	Consommation / piston (L)	Objectif	Écart
27600	12696	9642	49938	115	9365	5.33	12.28	14L	+1.72L
								7KW	+1.67 KW

Tableau7 : Consommation d'eau et d'électricité par piston

Avec :

T1:Temps normal

T2: Temps creux

T3: Temps de pointe

3.2.2. Le suivi de consommation des huiles

a) Fluides d'usinage

Les Travaux d'usinage (décolletage, fraisage, tournage, emboutissage, presses à froid...) font appel aux fluides d'usinage aux huiles de coupe.

Ces huiles sont utilisées dans les machines comme outil de la lubrification et le refroidissement des opérations d'usinage.

Les fluides d'usinage permettent d'augmenter la durée de vie des outils (en limitant leur usure) et/ou d'augmenter la productivité des opérations (en agissant chimiquement sur le métal)

Chez FLOQUET MONOPOLE, le fluide d'usinage utilisé est le **MOTUL**.


b) Fluide hydraulique

Le fluide hydraulique (ou huile hydraulique) est une huile minérale incompressible capable de transmettre rapidement l'énergie de la pompe aux récepteurs. Cette propriété est en fait un vecteur de force : il s'agit donc d'un fluide fonctionnel. De plus, parce que c'est un fluide visqueux, le fluide hydraulique assure la lubrification des composants métalliques (pompe hydraulique, distributeurs, vérins).

Les fluides hydrauliques utilisés à FLOQUET MONOPOLE sont le **Polithilise 68** et le **DS 46**.

Ces produits peuvent entraîner un coût important pour l'entreprise lorsqu'ils sont mal gérés, ils peuvent même conduire à des dépassements, et des déficits qui peuvent provoquer une augmentation des coûts et une perte de productivité.

Le suivi des huiles (voir figure 13) dans l'entreprise permet de contrôler leur consommation mensuelle et d'intervenir rapidement au cas d'un dépassement afin de réduire le problème avant son évolution. Alors que la méthode utilisée par le service ne permet pas d'identifier la source exacte de l'anomalie (MOTUL, DS 46, Polithilise 68) dans le cas d'une consommation supérieure à l'objectif.

	CONSOMMATION D'HUILE EN(L)/MOIS AVRIL 2014	Code: ER 182
---	---	---------------------

CONSUMPTION MOIS	Motul EN(L)	DS 46 EN(L)	Polithilise 68 EN(L)	Consommation EN(DH)	Production	Consommation /Piston	Objectif	Écart
AVRIL	300	100	60	13620	9365	1.45	1	-0.45

(Consommation en DH/production=Consommation/piston)

	Motul(L)	DS 46(L)	Polithilise 68(L)
Cout d'huile (DH)	35	19.5	19.5

Figure 13 : la consommation des huiles pour le mois d'AVRIL 2014

III. Les limites de fonctionnement du service maintenance

A fin d'éviter les non-conformités lors du renouvellement de la certification nous aurons besoins d'être conforme à toute exigence de la norme liée directement ou indirectement à la maintenance.

⇒ Après avoir décrits les exigences ISO TS 16949 et les procédures de fonctionnement du service maintenance, il devient important d'identifier les limites de fonctionnement du service.

① Afin d'intervenir dans une panne, il faut remplir le bon d'intervention, et après la réparation, le service doit compléter le remplissage de ce bon, par l'indication des pièces de rechange, mais cette tâche n'est pas toujours réalisée, (voir figure14) ce qui engendre :

- Une mauvaise gestion de stock des pièces de rechange
- Une méconnaissance des composants non fiables
- Un manque d'information pour préparer un planning de maintenance préventive



Figure14 : exemple des bons d'intervention non complet

② au sein de l'entreprise, la gestion de stock se fait en se basant sur les analyses AMDEC (voir page 5) des machines critiques afin d'effectuer une maintenance préventive dans les meilleurs délais, alors que la maintenance corrective dure un temps plus long à cause de l'indisponibilité des pièces nécessaires.

Le magasinier de l'entreprise ne dispose pas d'une méthode fixe pour répondre aux besoins d'une panne inattendue et assurer la disponibilité des pièces de rechange nécessaires ainsi que le non remplissage de la partie «produits utilisés» sur les demandes d'intervention participe également à l'évolution de cette non-conformité. Ce qui peut provoquer par la suite:

- Une augmentation des risques de rupture de stocks, avec quelques fois des conséquences financières graves;
- la désorganisation d'un système de production entier (augmentation des stockages intermédiaires) ;
- une diminution des bénéfices de vente et une perte de la clientèle déçue par la mauvaise qualité de service (retard de livraison, disponibilités insuffisantes, ruptures ...).

③ Le contrôle de la consommation mensuelle des huiles est un indicateur très utile pour la gestion, il nous permet de détecter le problème avant son évolution, alors que la méthode de calcul utilisé par le service n'est pas très efficace.

Prenant comme exemple le mois d'Avril de l'année 2014 (voir figure 15), nous avons trouvé un écart négatif de 0.45 par rapport à l'objectif ce qui signifie une consommation anormale d'un des huiles (MOTUL, DS 46, Polithilise 68). En adoptant la méthode utilisée qui est basé sur le calcul de la consommation totale des huiles en DH, on ne peut pas savoir parmi ces huiles le responsable principal sur ce dépassement.

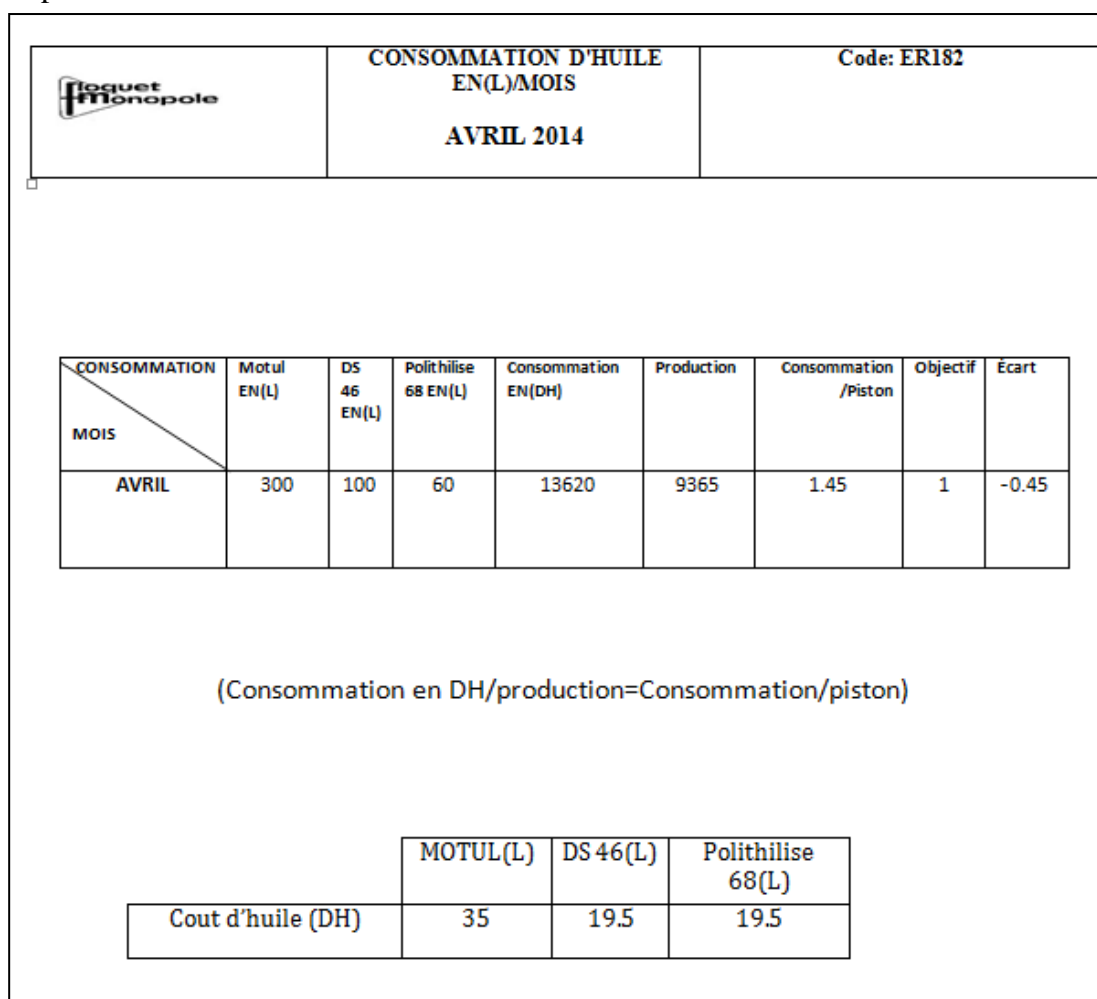


Figure 15 : la consommation des huiles pour le mois d'AVRIL 2014

- ④ Les résultats obtenus par le calcul d'indicateurs et leur analyse servent à améliorer le processus maintenance, et plus spécifiquement ses différents sous-processus constitutifs. En effet, les indicateurs ne sont utiles que si leur analyse conduit à des actions lorsque des écarts sont constatés par rapport aux objectifs fixés ou aux valeurs de référence établies, mais c'est l'action que l'on ne trouve pas à Floquet Monopole.
- Des écarts sont détectés sur l'indicateur de suivi des huiles pour le mois d'AVRIL 2014 et aucune action n'a été améliorée à ce niveau.
 - Révèle des insuffisances dans les stocks des pièces de rechange en magasin. Doit conduire normalement à s'interroger sur la politique et/ou sur l'organisation des approvisionnements, sur les pièces de rechange stockés et les paramètres de gestion (seuils, quantités à commander, etc.). Mais aucune question n'a été posée à ce point.
 - Les valeurs d'indicateurs relatifs aux disponibilités (MTBF et MTTR) (voir page 5), ne sont pas calculées pour les trois premiers mois de cette année, une contrainte pouvant mener aux limites suivantes :
 - Une méconnaissance de la fiabilité des machines.
 - Un manque d'informations sur la durée de réparation.

⇒ Le rapport d'audit externe présente pour nous une 2^{ème} opportunité pour identifier les limites du service maintenance. L'analyse de ce rapport, en particulier en ce qui concerne le service maintenance (voir tableau 8), nous permet d'avoir une idée générale sur la gestion de la maintenance à Floquet monopole durant l'année précédente: les points forts du service, ses limites (ce qui manque dans le service maintenance par rapport à la norme) et les points qui nécessitent une amélioration.

L'auditeur a classé ses remarques en 5 différentes catégories :

Non-conformité majeure (NC MAJ)

Non-conformité mineure (NC MIN)

Piste de progrès (PP)

Point fort (PF)

Autre (NOTE)

Processus/Principes/ Organisation	Type	Libellé	Sites	Q	Auto	S	E	X/>>
11 Infrastructures et moyens (SMFN-FMI)	Note	Taux de respect du planning à 100%. Disponibilité supérieure à 95%.	SMFN/ FMI		7.5			
11 Infrastructures et moyens (SMFN-FMI)	Note	L'analyse de la criticité des machines a été revue en 2013	SMFN/ FMI		7.5			
11 Infrastructures et moyens (SMFN-FMI)	PF	Bonne exploitation des données de maintenance.	SMFN/ FMI		7.5			
11 Infrastructures et moyens (SMFN-FMI)	PP	Les plans de maintenance préventive sont définis en fréquence temps, compte-tenu des variations de charge des fréquences en heures de fonctionnement peuvent être utiles.	SMFN/ FMI		7.5			
11 Infrastructures et moyens (SMFN-FMI)	Note	La maintenance prédictive s'appuie sur des analyses d'huile et des analyses vibratoires.	SMFN/ FMI		7.5			

Tableau 8 : le rapport d'audit pour l'année 2013

La plupart des remarques qui ont été relevés par l'audit externe sont sous forme des observations positives qui vise à valoriser et capitaliser les forces de l'entreprise. On distingue alors que l'entreprise était en bon état «en 2013» (voir tableau 8) et le seul point qui nécessite une amélioration c'est :

" Les plans de maintenance préventive sont définis en fréquence temps, compte-tenu des variations de charge des fréquences en heures de fonctionnement peuvent être utiles".

Il est déjà indiqué dans la partie (Description du service maintenance) que la société FLOQUET MONOPOLE élabore des plans pour intervenir dans le cas d'une maintenance préventive, prenant en considération la périodicité à base de temps, or un équipement ne subit pas forcément la même charge dans cet intervalle de temps "**1000 h de fonctionnement d'une machine n'est pas équivalentes toujours à 6 mois**".

EXEMPLE

L'OP 40 a fonctionné pendant le deuxième semestre (allant de Décembre 2013 jusqu'à Mai 2014) 770 h (voir tableau 9), alors que dans le premier semestre (allant de Juin 2013 jusqu'à Novembre 2013) a fonctionné 1036 h, ce qui met en cause la pertinence de la périodicité calculée au niveau de l'entreprise.

Mois	Durée(h)	Total d'heures(h)	Variation*
Juin 2013	204	1036	-25.68%
Juillet 2013	192		
Aout 2013	088		
Septembre 2013	184		
Octobre 2013	192		
Novembre 2013	176		
Décembre 2013	128	770	
Janvier 2014	90		
Février 2014	90		
Mars 2014	90		
Avril 2014	192		
Mai 2014	180		

Tableau 9 : le temps de fonctionnement de l'OP 40

* : Variation de temps de marche entre le premier semestre et le deuxième semestre.

Ce qui entraîne à une maintenance préventive mal planifiée et non conforme avec l'exigence suivante :

7-5-1-4) L'organisme doit identifier les équipements clés du processus et fournir les moyens nécessaires à la maintenance des machines/équipements et développer un

système efficace de maintenance préventive planifié. Ce système doit comporter au minimum ce qui suit:

- Des activités de maintenance planifiées;
 - Le conditionnement et la protection de l'équipement, de l'outillage et des moyens de mesure;
 - La documentation, l'évaluation et l'amélioration des objectifs de maintenance.
-
- * Le service maintenance est besoin alors d'un dispositif qui calcule le temps exact ou la machine assure ces objectifs sans tenir compte les temps d'arrêts.

IV. Plan d'action

Malgré les bonnes performances réalisées par le service maintenance, ce dernier présente encore certaines limites qui résultent de la comparaison de l'existant avec les exigences de la norme ISO TS 16949, ou encore des remarques issues du dernier rapport d'audit externe.

Des améliorations sont donc envisagées à plusieurs niveaux.

1. Compteur lié au temps de fonctionnement machine

Dans le but de rendre le service maintenance conforme avec l'exigence 7-5-1-4 qui vise à développer un système efficace de maintenance préventive planifié, les travaux de la maintenance doivent être basés sur des calculs sûrs et certains.

On tenant compte de la remarque constatée par l'auditeur sur l'inefficacité des plans de maintenance préventive, le service maintenance a convenu d'implanter un certain nombre de compteurs sur les différentes machines de l'usine.

Dans le cas d'une maintenance préventive effectuée sur la base de valeurs de compteurs, les activités seront effectuées lorsque le compteur de la machine atteint une valeur donnée, par exemple : toutes les 100 heures de fonctionnement.

Son rôle est de totaliser le nombre d'heures de fonctionnement d'une machine dans le but de gérer et planifier sa maintenance préventive.

Ces compteurs vont calculer le nombre d'heures exactes avant de mettre en œuvre un plan de maintenance préventive, c'est un plan amélioratif qui va servir à réduire au maximum possible les dépenses financières inutiles et augmenter la disponibilité des machines, car appliquer une maintenance préventive sur une machine sans qu'elle soit utile va arrêter la production des pistons pour une large durée ce qui va diminuer le taux de fabrication et donc la chute de chiffre d'affaire de la société.

2. AMDEC de la machine CTX 400:

2.1. Introduction:

La machine CTX 400 sert à effectuer l'opération d'emboitage des pistons, son fonctionnement se base sur une commande numérique, elle se classe parmi les machines critiques de l'atelier maintenance chez FLOQUET MONOPOLE, cette machine est récemment implantée dans la chaîne des machines numériques, pour cette raison une étude AMDEC (voir page 5) est nécessairement obligatoire pour :

- ➔ Formuler la liste des PDR (voir page 5).
- ➔ Élaborer un plan d'action de maintenance préventive.

2.2. Définition de l'AMDEC:

L'AMDEC, abréviation d'Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leurs Criticité, est un outil de sûreté de fonctionnement et de gestion de la qualité.

La méthode AMDEC a pour objectif:

- ➔ D'identifier les causes et les effets de l'échec potentiel d'un procédé ou d'un moyen de production.
- ➔ D'identifier les actions pouvant éliminer (ou du moins réduire) l'échec potentiel.

2.3. Étude AMDEC de la machine CTX400:

Nous allons travailler avec la grille de cotation suivante (voir tableau 10):

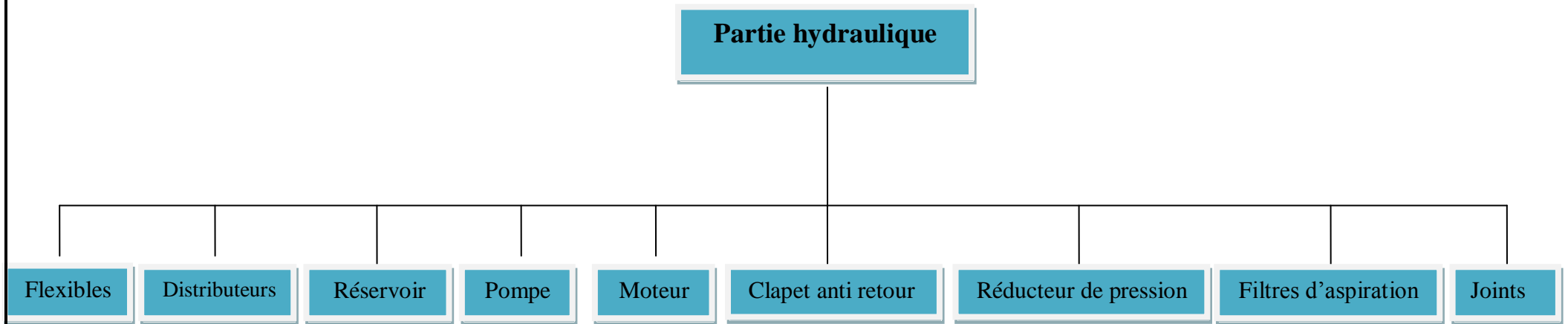
NIVEAU OU COTATION	1	2	3	4
FRÉQUENCE	Très faible Taux d'apparition moins d'une défaillance par an	Faible taux d'apparition : $6\text{mois} \leq f \leq 1\text{an}$	Taux d'apparition moyen : $3\text{mois} \leq f \leq 6\text{mois}$	Taux d'apparition élevé (régulier) Plusieurs défaillances par mois
DÉTECTION (PROBABILITÉ DE DÉTECTION)	Très faible probabilité de ne pas détecter la défaillance (Détection évidente)	Faible probabilité de ne pas détecter la défaillance (Détection possible)	Probabilité modérée ou moyenne de ne pas détecter la défaillance (Détection improbable)	Probabilité élevée de ne pas détecter la défaillance: Détection impossible
GRAVITÉ	Gravité mineure : -Arrêt de production inférieure à 2H	Gravité moyenne : -Arrêt de production de 2H à 8H	Gravité majeure -Arrêt de production de 2H à 8H	Gravité catastrophique -Arrêt de production de 16H à 24H et plus

Tableau 10: grille de cotation

Le produit des trois indicateurs cités ci-dessus (Fréquence, Détection et Gravité) nous permet le calcul de la criticité qui représente la probabilité d'occurrence d'une défaillance combinée à la gravité de ses conséquences.

L'étude AMDEC vise à décomposer la machine selon trois parties principales : partie hydraulique, partie électronique-électrique et partie mécanique.

a) Partie hydraulique



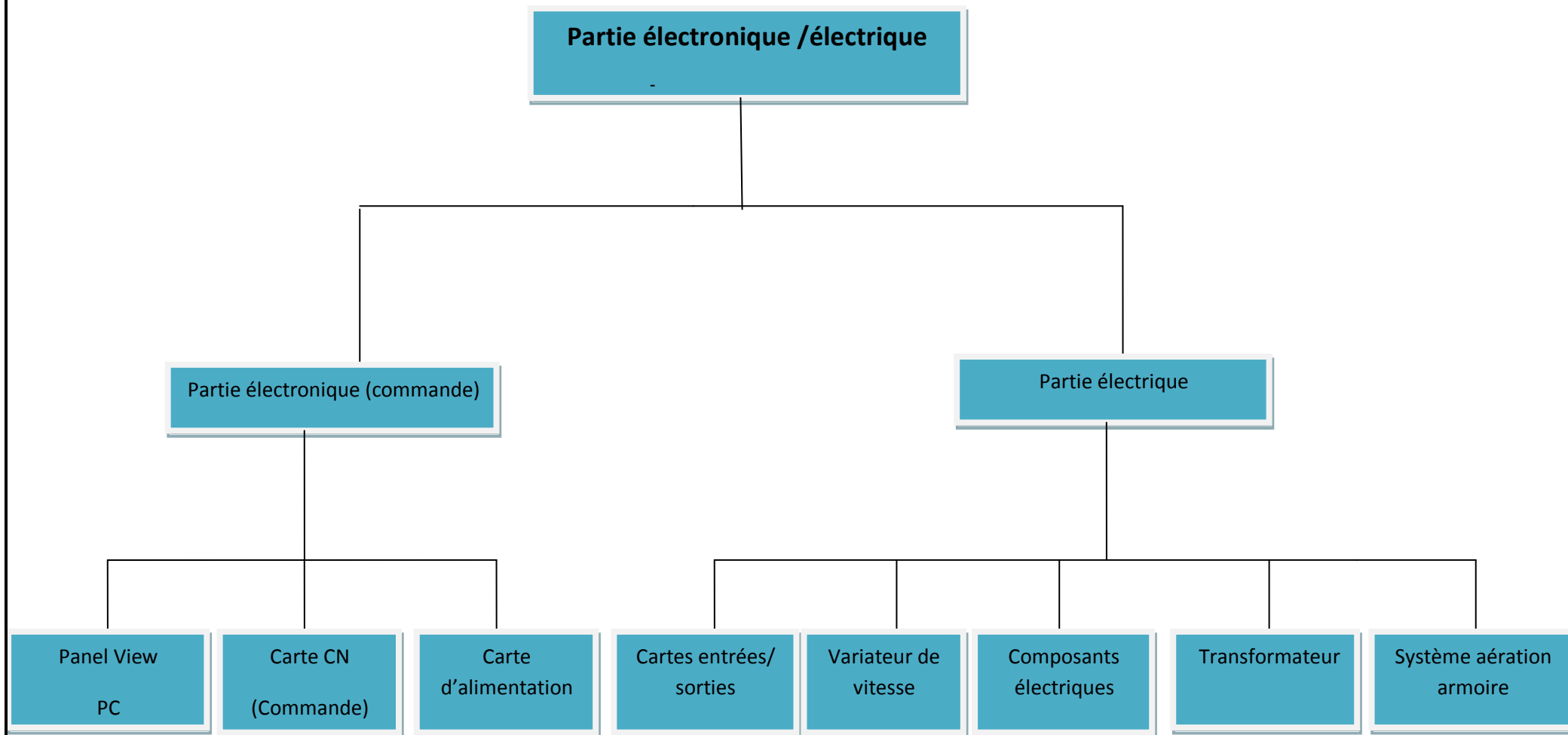
Le tableau 11 ci-après présente l'étude de défaillance de la partie hydraulique :

Éléments	Fonction	Mode de défaillance	Mode de detection	Causes	Effets	Intervention	Criticité C=FxGxD			
							F	D	G	C
Flexibles	Assurent la canalisation entre l'installation et les récepteurs	-fissure	Visuelle	-fatigue	-Manque de pression -fuite	-Changement joint -Changement flexible	1	1	2	2
Distributeurs	Permet la distribution du fluide en fonction des tâches à réaliser vers les récepteurs	-Colmatage des orifices passage fluide -défaillance bobine	Après action de l'opérateur	-Mauvais état fluide - fatigue surintensité	-absence du fluide au niveau des récepteurs -Manque de pression	-Nettoyage du distributeur -changement bobine Changement distributeur	1	2	2	4
Réservoir	A pour fonction la conservation et l'accumulation du lubrifiant	-Colmatage filtre	Après action de l'opérateur	Huile dégradée ou contient des débris de saletés	Mauvaise lubrification	-Nettoyage réservoir et filtre -Vidange	2	2	2	8
Moteur	Entraine en rotation la pompe	-usure ou cassure des paliers roulement -grillage d'enroulement -défaillance de phase -Défaillance d'isolement -défaillance de la cage.	-Après action de l'opérateur -auditif	-fatigue -vibration -surcharge -climat	-échauffement -Blocage rotor -arrêt -vibration -fonctionnement moteur	-changement des roulements -bobinage de l'enroulement -changement de la cage -changement moteur	1	2	4	8

Pompe	Assure l'aspiration et le refoulement à haute pression du fluide pour le fonctionnement du système hydraulique classique	-cavitation -usure des paliers et des roulements -bruit -défaut d'étanchéité	-Auditif ; -Après action de l'opérateur	-huile dégradée -Manque de graisse -vibration -Echauffement -Vitesse élevée -fatigue et usure - bulles dans le fluide	-insuffisance de pression ; -arrêt de fonctionnement du système	- graissage -nettoyage de la pompe -changement des joints -Changement de la pompe -changer les roulements	1	2	3	6
Clapet anti-retour	Assurer un seul sens de circulation du fluide	Fuite Blocage	Après action de l'opérateur	Usure	Pas de mouvement ou Mouvements lents	Changement clapet anti retour	1	2	4	8
Réducteur de Pression	Réduit la pression selon le besoin du composant	Colmatage réducteur	Après action de l'opérateur	Clapet détérioré	Changement de pression	Vérifier le conditionnement d'air Changer le réducteur	1	2	4	8

Tableau 11: l'étude de défaillance de la partie hydraulique

2) Partie électrique-électronique



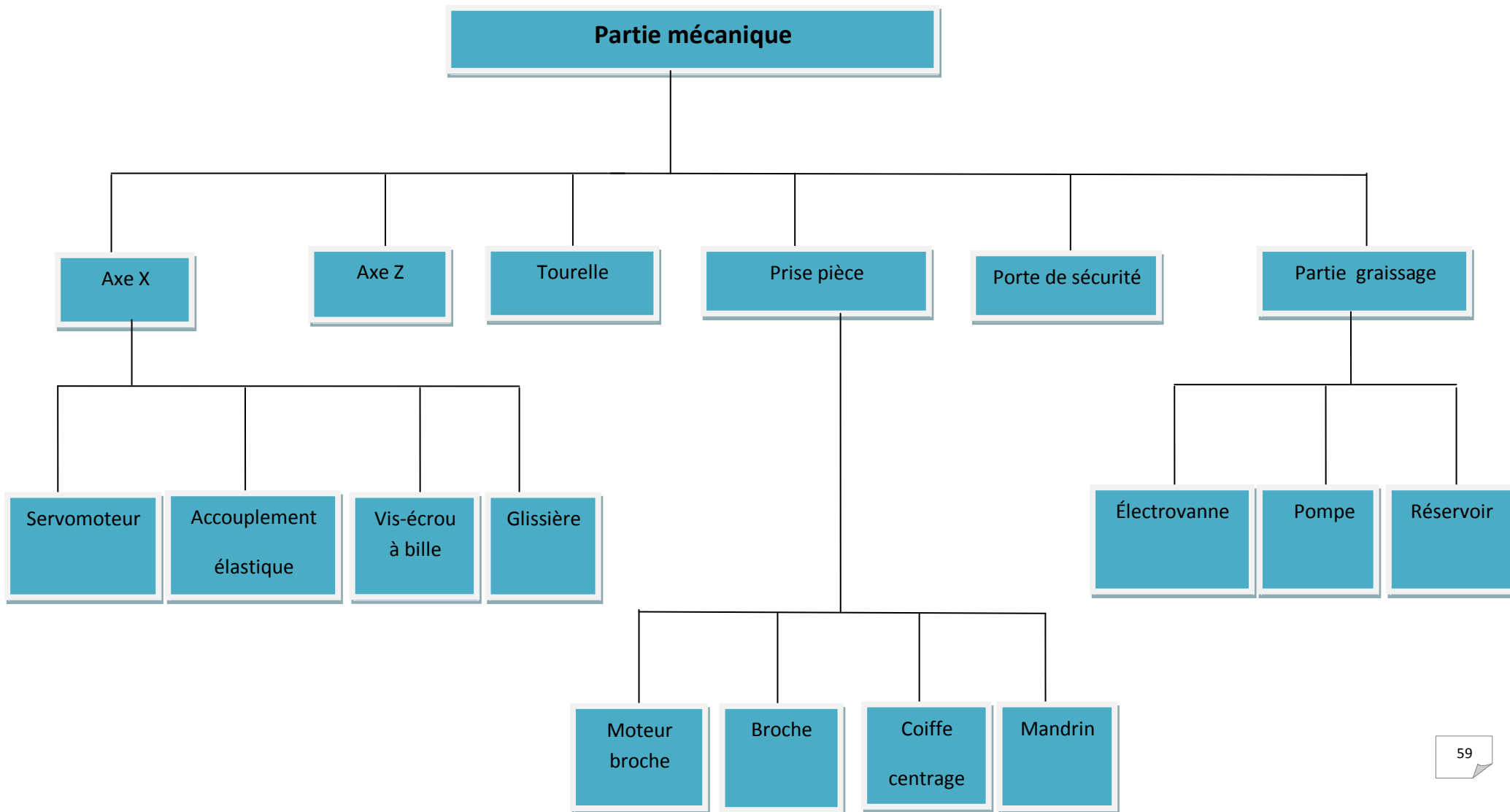
Le tableau 12 ci-après présente l'étude de défaillance de la partie électronique-électrique :

Éléments	Fonction	Mode de défaillance	Mode de détection	Causes	Effets	Intervention	Criticité=F*G*D			
							F	D	G	C
Panel View	Permet l'accès à la carte CN pour piloter les programmes	Défaillance système Défaillance afficheur	Détection évidente	Échauffements surintensité	Arrêt de production	-changement du composant électronique défaillant -Changement circuit intégré -Changement de la carte	2	1	2	4
Carte CN	Elle permet d'exécuter les programmes	-Défaillance circuit intégré. -Endommagement de la carte	Détection évidente	-Échauffement -surintensité	Arrêt de production	-Changement du composant électronique défaillant -Changement de la carte	1	1	3	3
Carte entrée – sortie	Pilote les signaux des entrées-sorties	-Défaillance composants électroniques -Défaillance circuit intégré	Évidente	-Vibrations -Fatigue	Arrêt de production	-Changement de la carte	1	1	2	2
Variateur de vitesse	Pilotage du servomoteur	-Défaillance électronique (carte et circuit intégré) -Défaillance électrique (fusible)	Détection possible	-Surintensité -Échauffement	Arrêt de production	-Changement du variateur de vitesse -Changement de la carte ou circuit intégré défaillant	1	2	3	6

Composants électriques	Assurent les liaisons, la commande et la protection de l'installation	-Défaillance contacteur -Défaillance relais -Défaillance interrupteur	Détection possible	-Surintensité -Échauffement -Vibration	Arrêt de production	-Changement relais -Changement contacteur -Changement interrupteur	2	2	2	8
Transformateur	Abaisse la tension	-Défaillance bobine -Échauffement du transformateur -Court-circuit	Détection possible	-Surintensité -Température local -Surcharge du transformateur	Arrêt de production	-Changement bobine. -Changement transformateur	1	2	4	8
Système aération armoire	Refroidir l'armoire	-Défaillance ventilateur -Défaillance moteur -Fuite gaz	Improbable	-Fissuration conduite gaz -Surcharge moteur	Échauffement armoire	-Vérification conduite gaz. -Vérification connecteur -Contrôle fonctionnement moteur et ventilateur	1	3	2	6

Tableau 12 : l'étude de défaillance de la partie électrique-électronique

3) Partie mécanique:



Le tableau 13 présente l'étude de défaillance de la partie mécanique :

	Eléments	Fonction	Mode de défaillance	Mode de détection	Causes	Effets	Intervention	Criticité C=FxGxD			
								F	D	G	C
Axe X & Z	Servomoteur	Assure le déplacement des axes et la réalisation des programmes ISO de la machine	-Problème de frein -usure ou cassure des roulements Problème des connecteurs (Puissance et commande)	- Possible (Soft, thermique, auditif) -évidente	-défaillance circuit électrique du frein (relais) -fatigue -vibration -surcharge	-échauffement -Blocage rotor - vibration -Arrêt production	-changement des roulements -changement servomoteur	1	2	4	8
	Accouplement élastique	Assure la liaison entre le servomoteur et le système Vis-écrou	Cassure ou fissure de l'accouplement	Possible (Soft)	-Choc -surcharge -Fatigue	-Mauvaise transmission du mouvement ; -vibration -arrêt fonctionnement du système Vis-écrou	Changement de l'accouplement	1	2	4	8

Système Vis-écrou à bille	Assure le déplacement de la tourelle sur les axes	-usure des billes -usure filetage vis	Possible (Soft , après intervention)	-fatigue -manque de graissage	-Vibration du système -blocage du système Mauvaise précision	-Nettoyage et graissage -changement de l'ensemble	1	2	4	8	
Glissière	Facilite le guidage et le glissement des axes	-usure	-Après intervention	-fatigue -manque de lubrifiant -mauvais raclage	-Vibration -blocage du chariot	-Nettoyage et graissage -changement des racleurs	1	2	4	8	
Tourelle	Contient le porte-outil et assure une haute précision sur les	-défaut centrage	Improbable	-défaut servomoteur -choc	-mauvaises dimensions du piston, -cassure ou	-ajustement de l'alignement	1	3	4	12	

		dimensions.				échauffement de l'outil					
Prise Pièce	moteur broche	Entraine en rotation la broche de tournage	-usure ou cassure des roulements	Evidente (détection thermique) -auditif	-fatigue -vibration -surcharge -climat	-échauffement -vibration -arrêt fonctionnement servomoteur	-changement servomoteur	1	1	4	4
	Broche	Entraine en rotation la pièce à usiner.	-Défaut équilibrage résiduel et de centrage du nez de la broche; -rupture ou dégradation de la courroie de transmission -défaillance au niveau des palies	-Probable -Possible	-Fatigue ; -manque de graisse -usure -blocage	-Mauvaise précision des dimensions ; -mauvais état de surface usinée ; -Bruit et vibration	-Contrôle et graissage des roulements de la broche ; -rétablir l'équilibrage selon les recommandations de la norme ; -changer la courroie de transmission	1	2	4	8
	coiffe de	Assure la prise	-desserrage	Possible	-Vibration	Mauvais pré-	-recentrage	2	2	2	8

	centrage	et le pré-centrage de la pièce à usiner	-Défaut de centrage -défaillance vérin	(Soft) Visuelle	-manque de pression -fuite Défaillance détecteurs	centrage	-serrage de la coiffe -vérification pression hydraulique				
	Mandrin	Entraine en rotation la pièce à usiner	-Usure ou détérioration de la courroie -usure des roulements	-auditif -possible	-fatigue -Usure -mauvais graissage	-Vibration -Bruit -désalignement	-changement de la courroie de transmission -changement roulement	1	2	3	6
	Electrovanne	Assure une injection du fluide dans un seul sens	-Fuite au niveau des joints -défaillance bobine	-Possible (après intervention) Auditif Soft	-Usure -colmatage	-Manque de graissage -échauffement	-nettoyage électrovanne -changements des joints -changement électrovanne	1	2	3	6

Pompe	Permet l'aspiration et le refoulement à haute pression de l'huile de graissage	-Cassure des palettes -cavitation -défaut d'étanchéité	-Possible (après intervention) Auditif Soft	-fatigue -usure - bulle dans le fluide	-manque pression -manque de graissage	Changement des palettes -Changement de la pompe	1	2	4	8	
Réservoir	A pour fonction la conservation et l'accumulation du fluide	Colmatage filtre Fissuration	-Visuelle -Possible (après intervention)	Huile contenant des débris de saletés	Manque du fluide Mauvais graissage	-Nettoyage filtre -Vidange	2	2	2	8	
Porte de Sécurité	Permet la fermeture de l'espace de travail et assure la sécurité	-endommagement du verre de sécurité -défaillance dispositif de verrouillage	Evidente	-Mauvais verrouillage -choc	-arrêt de production	-réparation ou changement dispositif verrouillage -contrôle et changement du verre de sécurité	2	1	3	6	

Tableau 13 : L'étude de défaillance de la partie mécanique

Remarque:

La société FLOQUET MONOPOLE a choisi comme seuil de criticité 3, qui est une donnée imposée par la direction générale.

Les éléments dont la valeur de criticité dépassée 3 sont classés dans un tableau par ordre décroissant et sont prioritaires pour un entretien de maintenance.

3. Gestion de stock

Afin d'avoir en permanence en stock les pièces de rechanges nécessaires pour satisfaire les demandes des services concernés (maintenance ou production), nous avons proposé comme méthode de gestion le suivie de stock mini et maxi c'est-à-dire la quantité de pièces à avoir au maximum ou au minimum dans le magasin.

Ces seuils sont déterminés selon la fréquence de consommation de ces pièces.les pièces utilisés fréquemment doivent être dans le magasin en quantité assez importante et les pièces rarement utilisés peuvent être stockés en quantité minimale.

Le suivie de stock minimal et maximal doit être établie chaque années selon l'historique des pannes de l'année précédente avec la mise à jour des quantités de pièces après chaque mouvements d'entrée ou de sortie.

4. Suivi d'huile

Afin de mettre en œuvre une méthode de calcul utile qui mène à un résultat exacte, nous avons proposé de calculer chaque type d'huiles à part et le comparer avec son propre objectif:

CONSOMMATION MOIS	MOTUL EN(L)	Consommation EN(DH)	Production	Consommation /Piston	Objectif	Ecart
AVRIL	300	10500	9365	1.12	0.5	-0.62

Tableau 13 : la consommation du MOTUL par piston

CONSOMMATION MOIS	DS 46 EN(L)	Consommation EN(DH)	Production	Consommation /Piston	Objectif	Ecart
AVRIL	100	1950	9365	0.2	0.3	+0.1

Tableau 14 : la consommation du DS 46 par piston

CONSOMMATION MOIS	Polithilise 68 EN(L)	Consommation EN(DH)	Production	Consommation /Piston	Objectif	Ecart
AVRIL	60	1170	9365	0.13	0.2	+0.07

Tableau 15 : la consommation du Polithilise 68 par piston

Remarque

D'après ce calcul on constate que la source exacte du problème c'est le MOTUL, la connaissance de cette information facilite la détection des causes de ce dépassement et d'améliorer un plan d'action pour mettre fin a cette non conformité.

Conclusion

Se faire certifier selon une norme est un projet qui n'est pas facile, maintenir la certification est encore difficile. C'est dans ce sens que l'entreprise Floquet Monopole déploie des efforts considérables pour améliorer l'ensemble de ses processus en adéquation avec la norme ISO TS 16949.

Ainsi le processus maintenance est l'un des processus qu'il faut améliorer et cela étant l'objectif de notre PFE.

Afin de réaliser ce travail, nous avons dans un premier temps analysé la relation ISO TS 16949 et la fonction maintenance. Nous avons ensuite décrit la fonction maintenance dans l'entreprise FLOQUET MONOPOLE. Dans une troisième étape nous avons identifié les limites du service maintenance en relation avec la norme et avec les remarques de l'auditeur formalisées dans le dernier rapport d'audit. Enfin, nous avons proposé un ensemble d'actions pour améliorer le service maintenance de l'entreprise.

Ce stage a constitué pour nous l'occasion pour nous familiariser avec la norme ISO TS 16949 et avec l'ensemble des techniques de maintenance utilisées dans les entreprises industrielles.

BIBLIOGRAPHIE

Le cours de M.CHAFI: Gestion de la maintenance .*Semestre 5 Génie industriel.*

WEBOGRAPHIE

http://fr.m.wikipedia.org/wiki/Maintenance_corrective

http://fr.m.wikipedia.org/wiki/Maintenance_syst%C3%A9matique

http://fr.m.wikipedia.org/wiki/Maintenance_pr%C3%A9ventive

http://fr.m.wikipedia.org/wiki/ISO/TS_16949