

Analyse des modes de Défaillance de leurs Effets et de leur Criticité des Machines dans une démarche de qualité et de maintenance

[Failure modes analysis Effects and Criticality Machine in quality and service approach]

Zoubir ELFELSOUFI and Naoufal SEFYANI

Département Génie Mécanique, Laboratoire M.D.F. Faculté des Sciences et Techniques, Faculté des Sciences et Techniques, Université Abdelmalek Essaâdi, BP. 416 : Tanger, Maroc

Copyright © 2015 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This work aims to describe the importance of FMECA (Failure Modes Analysis of Effects and Criticality) through a case study conducted in several industrial companies; and it is in a process of quality and maintenance. The FMECA is an Analysis of Failure Modes, Effects and Criticality. It is a technique of analysis by examining the causes of failure of the elements of a system to achieve the effects of this system. This method can be applied to a product, but also to a method or a means of production. The purpose of the FMECA method is to increase the quality of a product or process. She does not mind the definition of a need or validation product / market

KEYWORDS: FEMCA, Machine maintenance plan, quality, injection molding, criticality

RESUME: Ce travail propose de décrire l'importance de la méthode AMDEC (Analyse des modes de Défaillance de leurs Effets et de leur Criticité) à travers une étude de cas réalisé dans plusieurs sociétés industrielles ; est et ce dans une démarche de qualité et de maintenance. L' AMDEC est une Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité. C'est une technique d'analyse qui part de l'examen des causes possibles de défaillance des éléments d'un système pour aboutir aux effets de ce système. Cette méthode peut s'appliquer à un produit, mais aussi à un procédé ou à un moyen de production. Le but de la méthode AMDEC est d'augmenter la qualité d'un produit ou d'un procédé. Elle ne s'occupe pas de la définition d'un besoin ou de la validation produit/marché

MOTS-CLEFS: AMDEC Machine, plan de maintenance, qualité, presse à injecter, criticité.

1 INTRODUCTION

La pratique de l'AMDEC machine s'intensifie de jour en jour dans le secteur industriel. A la fin des années 40, l'armée américaine a développé la méthode AMDEC) pour déterminer la fiabilité de ses équipements. Dans les années 80, le monde de l'entreprise (surtout la construction automobile) a repris le concept. Les entreprises ont adapté l'AMDEC aux normes commerciales, en établissant de nouvelles valeurs telles que, la sécurité et la satisfaction client. Cette Méthode particulièrement efficace pour l'analyse prévisionnelle de la fiabilité des produits, elle progresse à grands pas dans l'industrie, notamment pour l'optimisation de la fiabilité des équipements de production pour la prise en compte de leurs maintenabilité dès la conception et pour la maîtrise de la disponibilité opérationnelle des machines en exploitation. Méthode de maîtrise ou d'amélioration de la qualité, l'AMDEC machine est en passe de devenir un outil de travail de base pour les bureaux d'études, le service qualité ou le service maintenance. Réclamée dans les cahiers de charge des grands donneurs d'ordres tels ceux de

l'industrie automobile, elle est adoptée de plus en plus souvent par les PME / PMI pour les besoins propres. Dans ce contexte, nous avons cependant constaté, parmi les diverses entreprises industrielles présentes dans la ville de Tangerang, une grande disparité dans la pratique de cette méthode [4,5]. Cette disparité provient souvent d'un manque d'informations précises sur la méthode elle-même. Pour répondre à ce besoin nous avons essayé de guider l'industriel sur les éléments pratiques nécessaires à une bonne compréhension de la méthode et à son utilisation efficace.

- **AMDE Machine**

C'est une technique d'analyse qui a pour but d'évaluer et de garantir la fiabilité, la maintenabilité, la disponibilité et la sécurité des machines pour la maîtrise des défaillances. Elle a pour objectif final l'obtention au moindre des coûts, d'un rendement global maximum des machines de production et équipements industriels. Son rôle n'est pas de remettre en cause les fonctions de la machine mais plutôt d'analyser dans quelle mesure ces fonctions peuvent ne pas être assurées correctement.

- **Etude de cas [4]**

1- *Initialisation* : L'étude porte sur une presse d'injection des thermoplastiques. Elle touche principalement au système de graissage, l'unité d'ouverture, l'unité d'injection, l'unité de fermeture, l'unité de refroidissement et le circuit hydraulique.

La presse étudiée est une presse horizontale à fermeture à genouillère avec blocage hydraulique du moule. Les genouillères sont actionnées par un vérin et l'éjection est assurée hydrauliquement. L'unité d'injection est équipée d'une buse ouverte. La rotation de la vis est obtenue grâce à un moteur hydraulique transmettant son mouvement de rotation à la vis de plastification par l'intermédiaire d'un couple roue et vis sans fin. Un vérin commande l'avance de la vis lors de l'injection et le vérin déplace l'ensemble de l'unité d'injection. Le circuit hydraulique est équipé d'un accumulateur et de pompe électrique basse pression et haute pression fournissant l'huile sous pression. Le volume d'huile nécessaire au bon fonctionnement du circuit est stocké dans un réservoir. Le refroidissement est fait par un circuit d'eau maintenant la température du fluide à une valeur acceptable. Cette presse est encombrante au sol, mais ces organes sont très accessibles, la mise en place du moule est aisée et elle ne demande pas de grande hauteur sous plafond. Elle se prête bien à l'automatisation de la grande hauteur sous plafond. Elles se prêtent bien à l'automatisation de la production car les pièces moulées tombent par gravité après éjection. En plus il faut vaincre les forces de frottement lors de déplacement de la partie mobile du moule, ce qui est favorable à l'obtention de mouvement d'ouverture et de fermeture. Ce type de construction le plus répandu en raison des facilités d'automatisation qu'il offre et des cadences élevées possible.

Les six phases essentielles du procédé de moulage constituent le cycle de fabrication sont comme suit :

- a- Démoulage : le moule occupe la position de fin d'ouverture qui assure à la pièce l'espace pour être injecté,
 - b- Fermeture du moule : ce mouvement commence avec une vitesse lente puis rapide et se termine à nouveau lentement pour éviter le choc entre les plans de joint et pour donner le temps d'agir au système de sécurité,
 - c- Verrouillage : si le système de sécurité n'a décelé aucune anomalie, la commande peut appliquer la force de fermeture. Selon le système de fermeture, la force est créée par le produit de la surface et de la pression ou par la mise en contrainte des colonnes.
 - d- Injection : c'est la phase de remplissage de l'empreinte avec la matière plastique et le maintien sous pression pour compenser le retrait,
 - e- Refroidissement : c'est le temps nécessaire pour que le plastique se solidifie dans le moule. Dans la pratique, le refroidissement se fait en même temps que la préparation de la matière pour le prochain cycle et éventuellement la séparation de la buse et du cylindre d'injection du moule,
 - f- Ouverture : le plastique étant suffisamment refroidi pour pouvoir être démoulé, la partie mobile du moule s'écarte de la partie fixe.
- *Découpage fonctionnel* : le découpage arborescent du système de graissage et de l'unité de fermeture a été réalisé selon 2 niveaux : sous ensemble et organe. Le niveau choisi pour l'étude est celui des organes constitutifs (fig. 1,2). Les fonctions de services, principales et de contrainte, du système ont été identifiées à partir de l'inventaire des milieux environnants en phase de marche (tab 1). Le recensement des fonctions élémentaires de chaque organe s'est appuyé sur les blocs-diagrammes fonctionnels de chaque sous-ensemble.
- *Analyse AMDEC* : l'analyse AMDEC a été faite sur chaque élément. L'évaluation de la criticité a été réalisée à partir des grilles de notation de la fréquence, de la gravité et de non-détection de la combinaison Cause-effet-défaillance présenté dans [1]. L'évaluation de la criticité est obtenue par le produit de ces trois paramètres. Les nouvelles valeurs de la criticité ont été réalisées après les actions correctives. Un résumé des combinaisons Cause-effet-défaillance les plus critiques faite dans le tableaux AMDEC résumé présenté en annexe 1.

- **Résultats et conclusion [4]**

Après étude AMDEC, les défaillances les plus critiques et les actions correctives élaborées pour la presse d'injection sont localisées au niveau des systèmes de graissage et l'unité de fermeture. Cela nous a permis de préparer les gammes de visite et d'exécution en vue d'une gestion de maintenance préventive. Ces gammes touchent principalement au circuit hydraulique, unité de fermeture, unité de refroidissement et d'injection (voir un exemple de gamme en annexe 2). Une gestion de stock rationnelle aide à réduire la criticité d'un grand nombre de modes de défaillances critique. Le niveau de criticité choisi est de 16, fixé avec les responsables de la société.

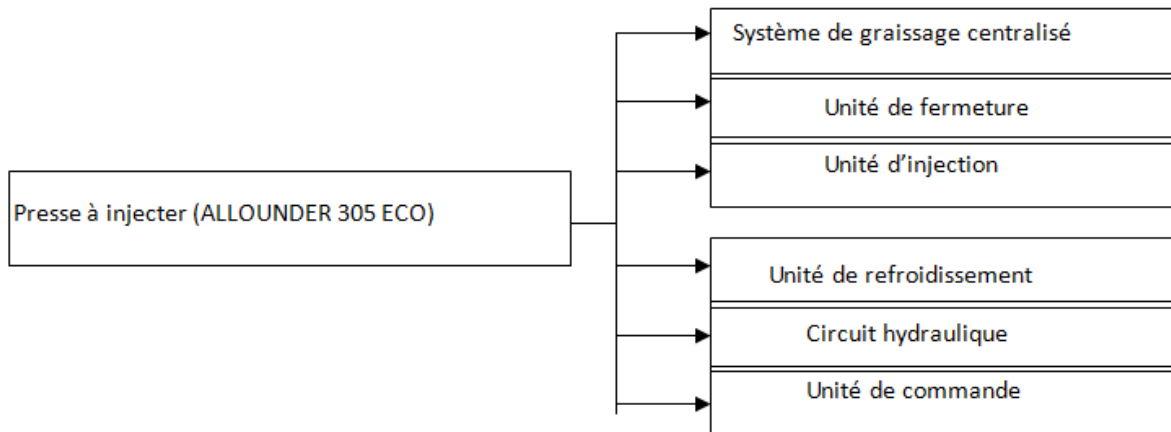


Figure 1 : Décomposition structurelle de la machine

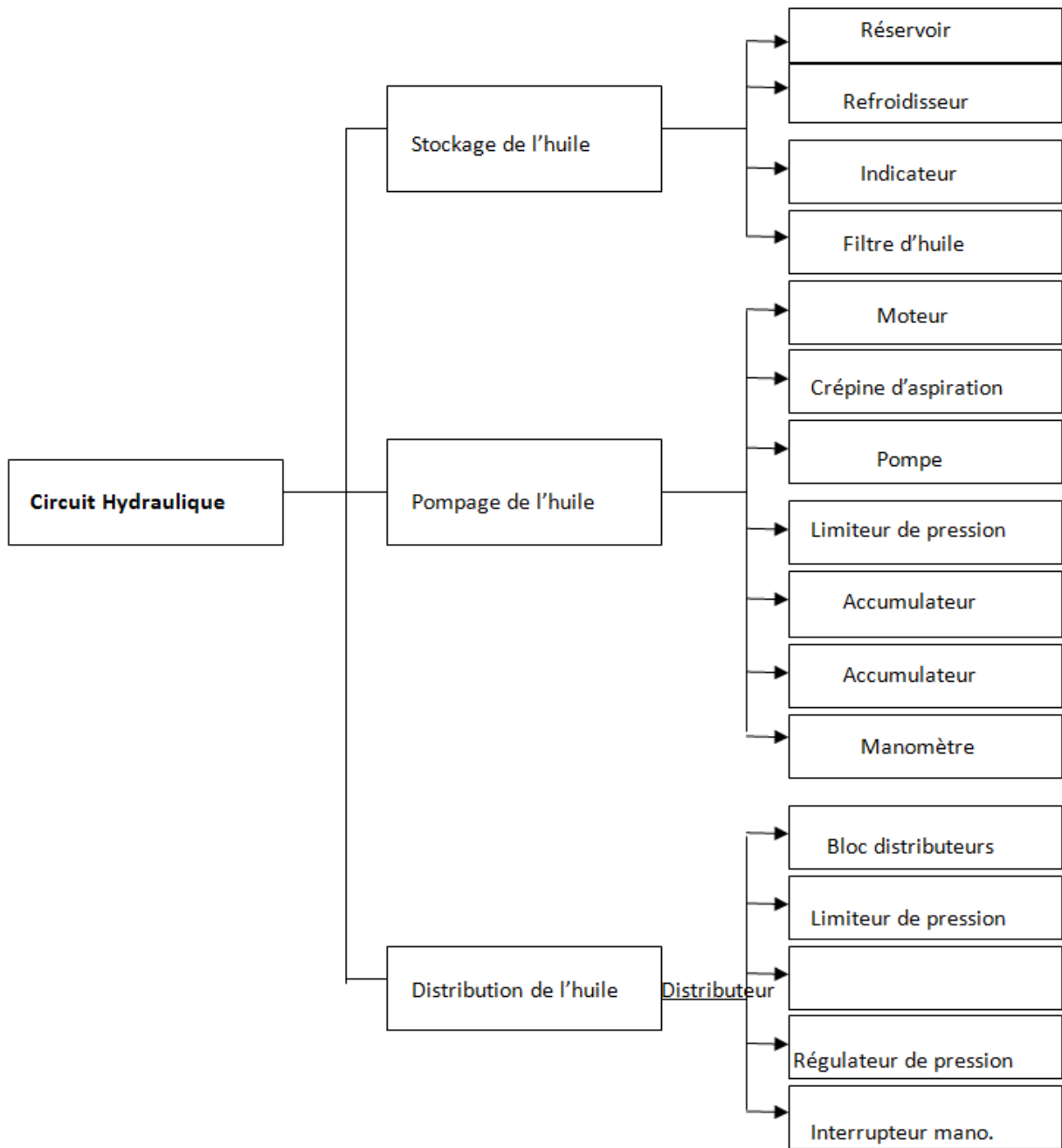


Figure 1 : Découpage arborescent du circuit hydraulique

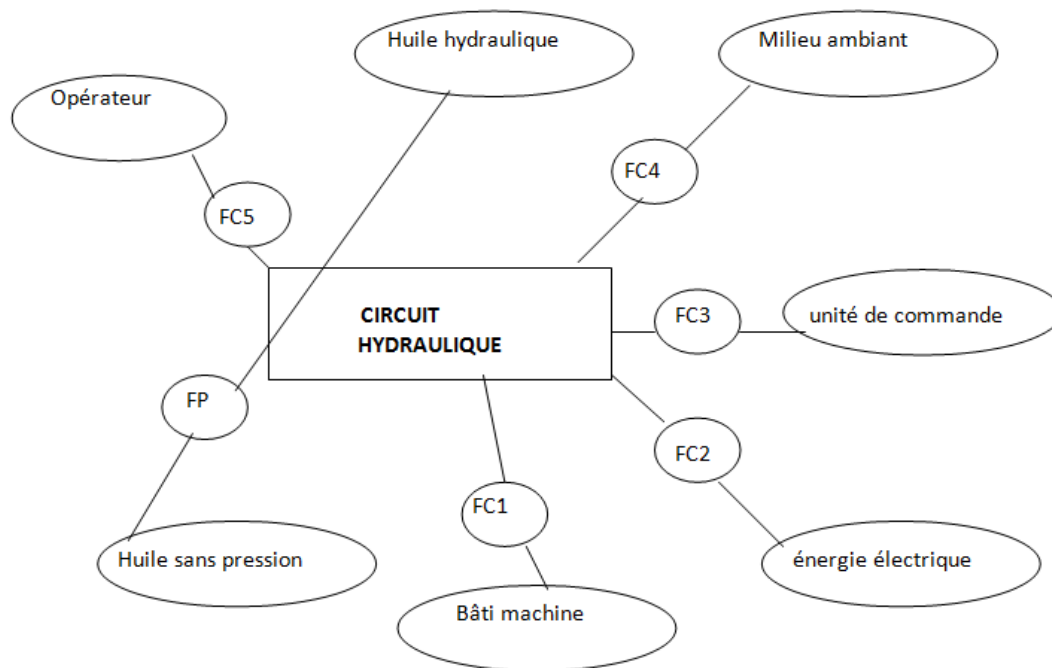


Figure 2 : Diagramme de contexte (phase de marche)

FP : Fonction Principale

PC : Fonction de contrainte

FP : Transformer l'énergie mécanique en énergie hydraulique

FC1 : Etre fixé au bâti de la machine

FC2 : Etre alimenté par l'énergie électrique

FC3 : Etre contrôlé par l'unité de commande

FC4 : Résister aux agressions du milieu ambiant

FC5 : Etre accessible à l'opérateur (maintenabilité)

Tableau 3 : Description des fonctions principales

Eléments	Fonctions	Commentaires
Réservoir d'huile (Sys : graissage)	Contenir le lubrifiant	- contenance : 2,7 litre - matière : plastique - Type d'huile : DIN 51517/3 CLP 220
Groupe de pompe à engrenage (Sys : graissage)	Débiter le lubrifiant sous pression	- débit : 0.1 l/min - 24 V, 50/60 Hz - pression développée : 15 bar
Vanne de retenue (Sys : graissage)	Aiguillage	- Commande électrique (alarme machine s'il y a défaut d'alimentation) - graissage simultané des colonnes, genouillères) ou d'une partie des deux
Circuit interne (Sys : graissage)	Etablir la liaison hydraulique entre la pompe et la vanne de retenue	
Distributeurs (Sys : graissage)	Aiguillage	Nombre : 3
Interrupteur de pression (Sys : graissage)	Signaler le manque de pression dans le circuit de graissage	Alarme machine si la pression de graissage n'est pas atteinte
Vérin de fermeture (Sys : fermeture)	Mouvoir le plateau mobile	Alimenter hydrauliquement par un distributeur 4/3
Détecteur de position (Sys : fermeture)	Commander le cycle de fermeture	- Détecteur de proximité - 8 niveaux de détection - Fixer sur le plateau mobile
Capot de protection (Sys : fermeture)	Bloquer le mouvement du moule	Arrêt immédiat du cycle fermeture lors de l'ouverture du moule ou après ouverture du capot
Boîtier interrupteur (Sys : fermeture)	Régler la course de l'éjecteur	Nombre : 2

RÉFÉRENCES

- [1] Jacques RIOUT, AMDEC Machine, CETIM Etablissement de senlis, 1994.
- [2] J. Besser Juillard, Maintenance des systèmes de production, 1996
- [3] G. DROUIN et M. GOU, Eléments de machines, 1986
- [4] Z. ELFELSOUFI, M. AGHBALOU , Elaboration d'un plan de maintenance préventive d'une presse à injecter les thermoplastique, Trial Atlas, PFE, FSTT, 2000.
- [5] Z. ELFELSOUFI, M. OUAHBI, Amélioration de l'impression par AMDEC Processus, Plastex, PFE, FSTT, 2003.

ANNEXE 1

Trial Atlas	ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES DE LEURS EFFET ET DE LEUR CRITICITE (Résumé des lignes les plus critiques)						AMDEC Machine			
	Machine : ALLOUNDER 305-ECO			Phase de fonctionnement:		Date analyse:	récapitulatif des modes les plus critiques			
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause	Effet	Détection	Criticité				Actions correctives
						F	G	N	C	
Groupe électropompe	Débiter liquide sous pression	débit insuffisa.	manque de phase	Arrêt machine	---	2	2	5	20	PR : relais thermique
			lubrifiant non conforme	Arrêt machine	Alarme S951	2	5	2	20	D : formation service appro.
			usure interne	Arrêt machine		1	4	4	16	PR : turbine, garniture
crépine d'aspiration	Filtrer le lubrifiant	mauvaise filtration	Détérioration crépine	usure de la pompe		1	4	4	16	MPT : gamme de visite 1/trimestre
			colmatage crépine	usure de la pompe		1	4	4	16	MPS : gamme de visite 1/semestre
circuit interne	transporter fluide sous pression	fuites	trou dans flexible	Arrêt machine	Alarme S951	2	4	2	16	PR : Changement qualité flexible
		obturation	impureté	Arrêt machine	Alarme S951	3	4	2	24	D: filtre surajouté
limiteur de pression	limiter la pression à un seuil donné	fuite	fatigue du ressort	arrêt machine	contacteur-mano	2	4	2	16	MPM : gamme de visite 1/mois
			casse du ressort	arrêt machine	contacteur-mano	2	4	2	16	PR : ressort
Distributeur	diriger l'huile sous pression aux unités de commande	pas de transfert	défaillance électro-aimant	arrêt de l'unité concernée	---	2	3	5	30	PR : électro-aimant
			fuites	usure des joints	Arrêt machine	---	1	4	5	20

ANNEXE 2

exemple de Gamme d'Exécution						
Gamme N° : 1	Machine : presse d'injection	Fréquence : 1 ans		type de maintenance :		
section : injection	Type machine : ALLOUNDER 305-Eco			Préventive		
sous ensemble	Opérations	Eléments	Ph	S. ph		
Circuit hydraulique	Nettoyer le refroidisseur	Refroidisseur	10	O1		
	Enlever les flexibles d'arrivée et de retour			O2		
	Enlever le couvercle du refroidisseur			O3		
	Enlever la spirale du refroidisseur			O4		
	changer l'huile hydraulique	Réservoir d'huile	20	O1		- norme de l'huile : ISOVG 46 DIN 51519 - capacité réservoir : 160 litres
	faire le vidange			O2		
	nettoyer le réservoir			O3		
	remplir l'huile jusqu'au haut niveau			O4		
	purger le circuit hydraulique			O5		
	Système de graissage centralisé	Purger le circuit de graissage	circuit de graissage	10		O1
retirer les tuyaux dans lesquels les bulles d'air se sont accumulées		O2				
graisser manuellement jusqu'à ce que l'air soit complètement chasser		O3				
vérifier l'état des flexibles et des tuyaux		tuyaux et flexibles	20	O1		
vérifier si les flexibles et des tuyaux sont bien fixés et les raccords serrés				O2		
graisser manuellement et observer s'il y a des fuites				O3		
si les tuyaux/flexible présentent des fuites, remplacer les immédiatement				O4		
vérifier le serrage des raccords, resserrer si nécess.		raccord	30	O1		
unité d'injection	changer le filtre	filtre d'huile			quand il apparaît à l'écran l'indication erreur S921 changer le filtre	
	purger le circuit hydraulique	éléments hydrauliques	10	O1	il faut obligatoirement purger le système : - après remplissage du réservoir - après arrêt prolongé de la machine - à la formation de mousse dans l'huile - si apparition de bruits anormaux	
	contrôler le niveau d'huile après la purge et rajouter éventuellement de l'huile			O2		
	entrer un débits d'injection bas et une pression d'injection peu élevée	moule	20	O1		
	ouvrir et fermer le moule, avancer et reculer la buse et la vis 8 à 10 fois			O2		
	entrer des vitesses basses d'ouverture et de fermeture			O3		