

Vers une démarche d'implantation d'un système de management de la maintenance industrielle

Analyse et état de l'art

A. FITHI, A. MOUSRIJ, H. GZIRI

Laboratoire d'Ingénierie Mécanique, Management Industriel et Innovation, FST de Settat, Université Hassan 1^{er}
Settat, Maroc

Fithi.abderrahmane@gmail.com, mousrij@gmail.com, hgzi@gmail.com

Abstract—Afin de garder sa position dans un marché très concurrentiel, l'entreprise doit être efficace et efficiente. Elle doit impérativement maîtriser ses outils de production en ayant un système de management global très performant. Plusieurs standards ont été élaborés pour guider les entreprises dans cette optique. On citera à titre d'exemple, l'ISO 9001 pour le management de la qualité, la norme OHSAS 18001 pour le management de la santé et la sécurité au travail et la norme ISO 14001 qui définit une série d'exigences spécifiques à la mise en place d'un système de management environnemental au sein d'une organisation. Malheureusement, la fonction maintenance, autrefois reléguée au second plan, se trouve sans référentiel de management, montrant les bonnes pratiques à suivre pour les entreprises. Néanmoins plusieurs politiques de maintenance ont fait leurs preuves.

Dans ce papier, nous allons essayer d'élaborer une démarche simple d'instauration de la maintenance industrielle dans un milieu PME, en prenant en considération les aspects technique, organisationnel et financier et en intégrant des concepts de sécurité au travail et de respect d'environnement. D'abord, nous présentons les concepts et la mise en œuvre des différentes stratégies et politiques de maintenance abordées dans la littérature. Ensuite, nous allons réaliser une étude comparative entre ces différentes stratégies de la maintenance dans l'objectif d'en présenter les points forts et les points faibles qui peuvent entraver leur mise en œuvre. Cette étude nous permet par la suite de présenter l'ébauche d'une démarche de management de la maintenance visant à accompagner les entreprises industrielles marocaines, notamment les PME, pour une gestion de maintenance globale et efficace.

Mots clés : Maintenance industrielle, management de la maintenance, implantation d'une démarche de management de la maintenance, PME marocaines.

I. INTRODUCTION

Jadis, l'entreprise ne se souciait que de la production et la fabrication en grand nombre. Les consommateurs se contentaient donc de ce qui était offert par le marché. Dans ces dernières décennies, le comportement du consommateur commença à changer progressivement pour devenir plus imposant. Cela s'explique par la diversification des produits offerts pour satisfaire un même besoin. La mondialisation et la

concurrence croissante viennent après pour pousser ce comportement à un niveau plus important. Face à ce bouleversement l'entreprise, dans sa quête de recherche à générer des profits, doit se montrer plus compétitive en offrant un produit satisfaisant la totalité des exigences de ses clients soit en terme de qualité, de délai et de coût. En interne, les activités de l'entreprise se sont élargies depuis l'époque où la production était le seul souci. Plusieurs fonctions ont été développées pour mieux vendre un produit comme la fonction marketing et la fonction commerciale.

La fonction maintenance, en tant que fonction support à la production, était vue comme un fardeau à cause de sa valeur ajoutée difficile à estimer directement. Cependant, si cette fonction est optimisée, plusieurs sortes de gaspillage seront épargnées.

En effet, Plusieurs standards ont été élaborés pour guider les petites et moyennes entreprises (PME) dans cette optique :

L'ISO 9001 en tant que référentiel de management de la qualité fournit aux entreprises un cadre qui permet une approche systématique de la gestion de leurs processus de façon à produire régulièrement des produits et/ou des services qui répondent aux attentes de leurs clients.

L'OHSAS 18001 est un autre référentiel qui répond pleinement aux besoins des entreprises en matière de sécurité et gestion des risques.

L'ISO 14001 est un modèle conçu pour aider les entreprises à limiter les rejets et agents polluants solides, liquides et/ou gazeux issus de leurs activités de production.

Malheureusement, la fonction maintenance, autrefois reléguée au second plan, se trouve sans référentiel de management, montrant les bonnes pratiques à suivre pour les entreprises.

Selon l'AFNOR [1], la maintenance vise à maintenir ou à rétablir un bien dans un état spécifié afin que celui-ci soit en mesure d'assurer un service déterminé. L'ensemble d'actions peut être de type organisationnel, technique ou financier tout en intégrant les concepts de l'environnement et de la sécurité. Par ailleurs, Il est généralement admis que les dépenses de la maintenance constituent une grande partie du budget de

Xème Conférence Internationale : Conception et Production Intégrées, CPI 2015, 2-4 Décembre 2015, Tanger - Maroc.

Xth International Conference on Integrated Design and Production, CPI 2015, December 2-4, 2015, Tangier - Morocco.

fonctionnement dans les entreprises de lourds investissements en machines et matériel [2].

Dans l'histoire de la maintenance, plusieurs politiques ont fait leurs preuves. Cependant, il n'existe pas de référentiel Comme celui de la gestion de la qualité ou encore celui de la gestion des risques. Cela nous laisse poser les problématiques suivantes :

Quelle est la démarche à suivre par les PME, pour instaurer la fonction maintenance ? Comment prendre en considération les aspects techniques, organisationnels et financiers tout en intégrant les concepts de sécurité au travail et de respect d'environnement dans l'instauration d'un système de management de la maintenance ? Quelles sont les critères à prendre en considération pour instaurer la maintenance dans une entreprise de n'importe quel secteur industriel ? Comment rendre cette démarche mesurable dans tous ses aspects ?

Dans ce papier, nous allons essayer d'élaborer une démarche simple d'instauration de la maintenance industrielle dans un milieu PME, en prenant en considération les aspects technique, organisationnel et financier et en intégrant des concepts de sécurité au travail et de respect d'environnement. D'abord, nous présentons les concepts et la mise en œuvre des différentes stratégies et politiques de maintenance abordées dans la littérature. Ensuite, nous allons réaliser une étude comparative entre ces différentes stratégies de la maintenance dans l'objectif d'en présenter les points forts et les points faibles qui peuvent entraver leur mise en œuvre. Cette étude nous permet par la suite de présenter l'ébauche d'une démarche de management de la maintenance visant à accompagner les entreprises industrielles marocaines, notamment les PME, pour une gestion de maintenance globale et efficace. Dans ce travail, nous nous limiterons à la présentation de la démarche d'implantation d'un système de management de la maintenance. Les travaux futurs porteront essentiellement sur le déploiement de cette démarche, à travers un cas d'étude, en élaborant les différentes procédures de mise en place de chaque étape.

A. La maintenance basée sur la fiabilité :

La maintenance basée sur la fiabilité (MBF) est une stratégie de maintenance qui naquit dans le milieu de l'aviation précisément dans United Airlines par Howard F. Heap et son directeur F. Stanley Nowlan en décembre 1978. La maintenance Basée sur la fiabilité fait référence à un programme de maintenance planifiée visant à réaliser les capacités de fiabilité inhérentes de l'équipement [3]. C'est une politique utilisée pour déterminer ce qui doit être fait pour assurer que n'importe quel actif physique continue à faire ce que son utilisateur veut qu'il fasse dans son présent contexte d'exploitation [4]. Ainsi, La MBF se concentre sur les actions qui assureront que l'équipement et les systèmes atteignent leur capacité de fiabilité, de performance et de sécurité intrinsèque [5].

Cependant plusieurs études de cas ont été réalisées pour

mettre en œuvre la maintenance basée sur la fiabilité dans d'autres secteurs et équipements à part l'aéronautique [6, 7, 8, 9,10]

Généralement, La maintenance basée sur la fiabilité peut être appliquée en deux phases qui sont l'analyse et l'implantation [8,11].

La phase d'analyse s'intéressera à la sélection, la recherche des causes et des solutions (Les quatre premiers étapes Fig.1), alors que la phase d'implantation trouvera son essence dans les deux derniers étapes [12, 13] :

1. Sélection et définition du système et du modèle de la fiabilité ;
2. Identification des articles et des machines les plus critiques avec une analyse Pareto ;
3. Analyse des modes de défaillance de leurs effets et leur criticité (AMDEC) pour chaque équipement critique et analyse des risques par la méthode HAZOP [41];
4. Pour chaque mode de défaillance significative, la recherche des solutions et tâches possibles pour améliorer la fiabilité de ces équipement critiques
5. La formalisation du plan d'action dans un planning dans toute l'installation exploitable;
6. Mise en œuvre du plan d'action suivi du feed-back des données en service pour examen et mise à jour périodique.

En effet, la MBF est détaillée, complète et systématique. Elle utilise les idées de l'AMDEC (Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leurs criticités) pour identifier les modes de défaillance, et les principes et les concepts de la maintenance préventive afin d'identifier les tâches de maintenance les plus efficaces [11]. Elle intègre aussi l'aspect sécurité avec une analyse des risques par la méthode HAZOP.

Cependant, la maintenance basée sur la fiabilité est un concept qui peut être difficile à mettre en œuvre [14]. Premièrement, elle a un débit d'implantation lent, car les gens apprennent une nouvelle façon de penser, et l'entreprise doit disposer d'une équipe inter-fonctionnelle spécialisée dans l'analyse car la détermination du modèle de défaillance ou de fiabilité peut être critique [5]. Deuxièmement, le gain escompté par l'application de la MBF est lié au degré de fiabilité des données collectées dans le terrain [6]. Dans le cas contraire, ceci aura une répercussion sur la politique de la maintenance.

En réalité, la tendance de la MBF est de mettre l'accent sur la mise en œuvre d'une méthode pour améliorer les pratiques de la maintenance préventive. Néanmoins, il est plus essentiel d'utiliser une approche proactive et collective qui doit comprendre les autres pratiques tels que la production, l'approvisionnement, la gestion du stock, etc. [5]

En résumé, l'implantation de la MBF peut s'avérer utile pour une entreprise bénéficiant d'une grande expérience et d'un staff capable d'analyser les données mathématiques ce



Fig.1. Les étapes de la MBF

qui n'est pas toujours le cas dans notre travail de recherche.

B. La Maintenance Productive totale:

Ce concept a été mis en œuvre par les japonais, dans les années 70. En une phrase Nakajima définit la TPM en tant que «La maintenance productive implique une participation totale» [15]. La TPM a pour objectif le zéro panne, zéro défaut, zéro stock, zéro accident. Plusieurs travaux de recherches ont essayé de dupliquer ce concept dans d'autres environnements à part le Japon [16, 17]. Nakajima [15] a donné cinq principes pour le développement et la définition de la TPM, que Jean Bufferne expliqua dans son livre « le guide de la TPM 2006 » [18] :

- Atteindre l'efficacité maximale du système de production
- Démarrer le plus rapidement possible les nouveaux produits et les nouveaux équipements
- Stabiliser les 5M à un haut niveau
- Obtenir l'efficacité maximale des services fonctionnels
- Maîtrise de la sécurité, les conditions de travail et respecter l'environnement.

Ces Principes ont donné naissance à huit axes appelés piliers de la TPM. Chaque pilier correspond à un aspect de la fonction maintenance comme le montre la figure 2.

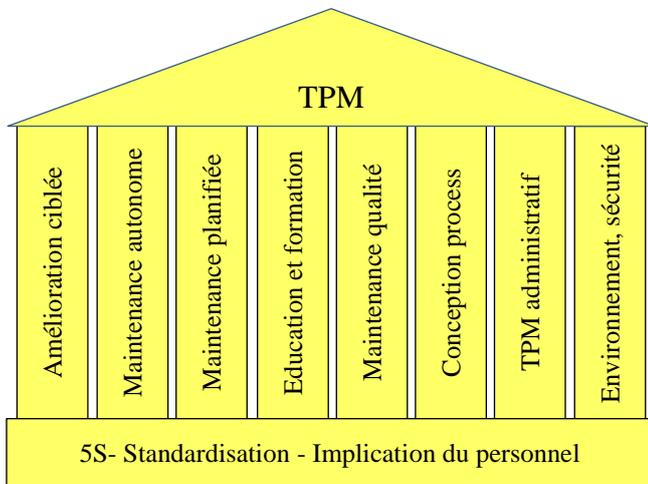


Fig.2. Les piliers de la TPM [15]

Certes La TPM est un concept japonais qui a eu un grand succès mondial et qui touche plusieurs aspects de la maintenance. Il permet la mesure et la quantification du rendement de la production et de la maintenance avec le Taux de Rendement Global (TRG) et le Taux de Rendement Synthétique (TRS) [18,15]. Il permet le développement des bases de la maintenance notamment la maintenance préventive. Néanmoins, Il faut avouer que l'environnement culturel japonais, dans lequel le concept de la TPM a été développé, peut être différent de la culture dans d'autres usines de fabrication dans le monde entier [19]. Mora [20] a déclaré que la mise en œuvre de la TPM est semée d'obstacles,

moins de 10% des entreprises réussissent l'implantation de la TPM.

Une étude a été menée dans 97 usines dans 3 pays différents en 1999 par un groupe de chercheurs [25] afin de déterminer quel type d'entreprise pourrait mieux suivre les pratiques de la TPM. Ils ont affirmé que plusieurs facteurs peuvent entraver l'implantation de cette politique. Ces facteurs peuvent être d'ordre environnemental, organisationnel, comportemental, technologique et opérationnel [25, 26]. D'ailleurs, quelques entreprises ont décidé que la TPM ne fonctionnera pas pour leur compte [39].

Au milieu PME marocain, les opérateurs en général ont un niveau éducationnel limité. En conséquence, le progrès de la TPM peut s'avérer très long [23].

A part cela, si on visualise de près les piliers de la TPM, On pourrait constater que les méthodes d'implantation restent générales dans la littérature. La TPM ne dicte pas la manière de mise en œuvre notamment dans le troisième pilier de la maintenance préventive.

C. Le management de la maintenance dans un milieu six sigma :

Le concept du Six Sigma est né dans la société Motorola. C'est une méthode de management visant d'atteindre un objectif de 3 rebuts, au maximum, par million d'éléments produits (Fig.3) [27]. Cette méthode de management est devenue très célèbre lorsqu'elle a été adoptée par General Electric [28].

Les étapes de cette politique se présentent comme ci-dessous selon Pande [29] :

- Identifier les processus clés
- Définir les exigences des clients
- Mesurer la performance actuelle avec les bases de la maîtrise statistiques des processus
- Donner la priorité, analyser et mettre en œuvre des améliorations
- Développer et intégrer le système Six Sigma

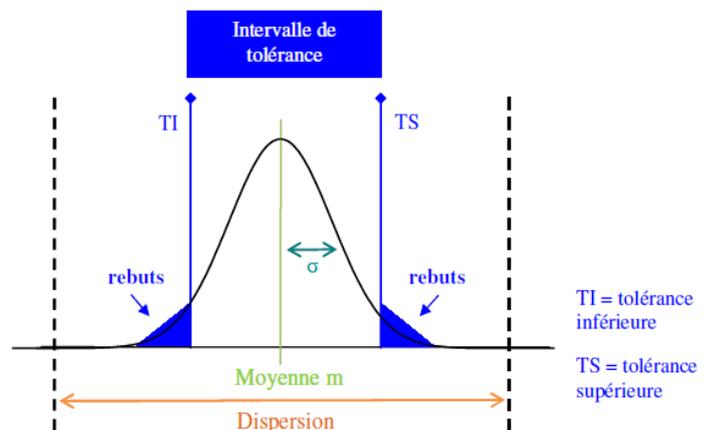


Fig.3. Les zones de rebuts par rapport à une dispersion Normal [27]

Le concept six sigma utilise la méthode de résolution de problème Define-measure-Analyse-Improve-control (DMAIC) et s'inspire de la roue de Deming Plan-Do-Check-Act (PDCA), (Fig.4).

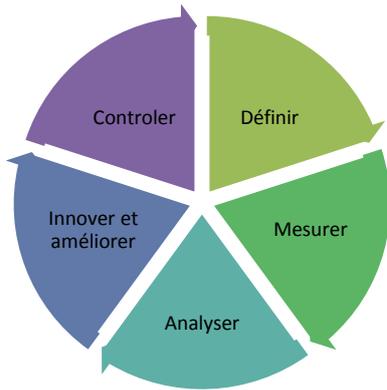


Fig.4. DMAIC

Le concept six sigma impose une analyse statistique profonde pour pouvoir mesurer et analyser le critère voulu disons par exemple le taux de défaillance. D'ailleurs, les membres de l'équipe de déploiement de cette politique sont tous cernés par une ceinture, qui détermine leur niveau et leur grade depuis le white belt jusqu'au niveau de Champion.

Plusieurs études de cas ont été réalisées dans la littérature, Par exemple, dans le domaine du Gaz où on a pu montrer l'efficacité du concept du six sigma et de l'AMDEC comme outil d'analyse dans l'amélioration du taux de défaillance des vannes [30].

La première limite observable lors de la mise en œuvre d'une politique six sigma c'est la nécessité d'un critère qui suit la loi normale. Sinon l'application des lignes de la maîtrise statistique est impossible. En plus, le concept du six sigma peut prendre du temps pour développer les données et faire l'analyse avant qu'une solution soit mise en œuvre [31].

Dans un milieu PME Marocain, d'une part il est rare de trouver des statisticiens dans des services tels que le service de la maintenance. D'autre part, le déploiement Six sigma nécessite un lourd investissement dans le personnel afin de les former et désigner les équipes Belt.

Par conséquent, le Six Sigma devrait être réservé pour les problèmes les plus complexes qui ne disposent pas de solutions évidentes ou connues. Il devrait aussi être réservé aux grandes boîtes avec un taux d'investissement plus élevé.

D. Stratégie de maintenance basé sur l'optimisation du life cycle cost :

Le concept du life cycle cost (LCC) permet d'analyser le coût de cycle de vie d'un équipement depuis sa conception jusqu'à son abandon. L'analyse du LCC cherche à considérer l'impératif de maintenance sur l'ensemble du cycle de vie de l'équipement [32]. Le LCC désigne la somme du coût d'investissement de l'équipement, des coûts cumulés d'utilisation sur la vie de l'équipement, des coûts cumulés de

maintenance en fonction d'une politique donnée ainsi que des coûts liés à l'élimination de l'équipement (Fig.5) [33].

Iyer [34] a développé un modèle en 12 étapes basiques de coût de cycle de vie afin de déterminer l'efficacité des diverses politiques de maintenance. Cependant l'analyse LCC est surtout utile pour accompagner une politique déjà existante et analyser où on peut optimiser les coûts de la maintenance. D'ailleurs, Barringer et Weber [35] ont noté que LCC n'est pas une science exacte car les sorties ne représentent que des estimations, et les estimations ne sont pas précises.

Robinson [36] a noté que les valeurs estimées peuvent être très différentes des valeurs réelles et que tenter d'estimer loin

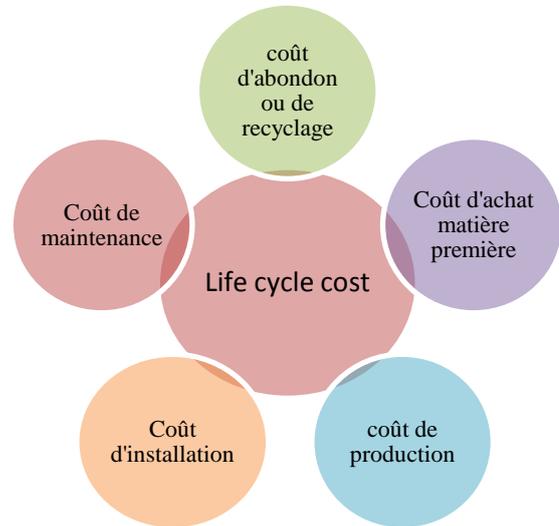


Fig.5. Analyse du coût de cycle de vie

dans le futur pourrait conduire à des erreurs de prévision. Le LCC peut être considéré comme une technique de calcul pour l'étude de la conception et des alternatives opérationnelles [37]

Malgré la puissance de la démarche d'analyse du coût de cycle de vie indiqué par certains auteurs, cette démarche reste limité vu sa difficulté de mise en œuvre puisqu'elle nécessite des analystes et des comptables confirmés. En, elle néglige les aspects techniques et organisationnels.

II. COMPARAISON ET SYNTHESE

Il est très difficile de comparer les politiques de la gestion de la maintenance. Chaque politique est basée sur un esprit bien défini. La TPM [15] par exemple trouve son essence dans l'implication de tout le personnel de l'entreprise pour la chasse aux pertes, alors que la MBF [3] s'intéresse à l'étude rigoureuse des modèles de la fiabilité de chaque composant d'un système pour prévoir les défaillances. Il serait donc plus judicieux de comparer un aspect commun de ses concepts telle que la mise en œuvre et le déploiement de ces politiques.

Le Tableau 1 résume les différents points forts et faibles de chaque concept traité dans l'état de l'art.

TABLE I. SYNTHÈSE ET COMPARAISON DES CONCEPTS DE LA GESTION DE LA MAINTENANCE

Mise en œuvre	TPM	MBF	6 sigma	Life cycle cost
<i>Points forts</i>	Générale Implication du personnel Résultats mesurables à travers le TRG et TRS Multi-aspect Amélioration continue	Complète et détaillée Utilisation de l'AMDEC et HAZOP	Générale Adoptée par plusieurs grands constructeurs Orienté résultat et terrain Mesure avec des indicateurs	S'intéresse au coût Maîtrise du cycle de vie Riche retour d'expérience
<i>Points faibles</i>	Etat d'esprit du personnel Consignes de déploiement de certains piliers Durée Divers Facteurs d'échecs	Fiabilité des données Nécessité de fiabilistes Dédié pour des systèmes complexes Ne comprend pas les autres aspects	Maîtrise des statistiques Nécessité de statisticiens DMAIC Réservé aux problèmes plus complexes Charge de la formation	Maîtrise des coûts Prévision dans le futur Comptabilité

Après, la comparaison entre les différents concepts de la maintenance traités dans la littérature, il serait difficile d'adopter ces concepts dans un milieu PME marocain, vu le manque organisationnel et budgétaire de ce genre d'entreprise.

III. VERS UNE DEMARCHE D'IMPLANTATION D'UN SYSTEME DE MANAGEMENT DE LA MAINTENANCE

L'analyse de l'état de l'art nous montre que malgré l'efficacité de certains concepts de la maintenance, ils seront difficiles à adopter dans un milieu PME marocain. Selon Vosloo [38], un modèle qui décrit un esprit ou une philosophie de maintenance doit prendre en compte tous les facteurs pertinents dans le système, ses interactions et son environnement.

En effet, dans ce travail de recherche nous allons essayer de développer une démarche du management de la maintenance qui prend en considération tous les aspects possibles pour la réussite et le développement de la fonction maintenance dans une entité PME. Cette démarche se décline en 6 étapes (Fig. 6)

A. Etape 1 : Etat des lieux

Avant de commencer un travail de développement ou de management, il est toujours recommandé de définir l'état de l'existant. Dans cette étape, une description macroscopique

sera portée sur l'entreprise d'une part et sur la maintenance d'une façon plus minutieuse d'autre part.

Dans le service production-maintenance, il faut surtout collecter les données sur le capital humain ainsi que les moyens techniques disposés (machines et outils) afin de déduire les performances globales de l'entreprise.

B. Etape 2 : Faisabilité

Cette étape portera son fruit sur une étude budgétaire pour l'entreprise pour déterminer la capacité de l'entreprise en premier lieu avant d'appliquer la démarche. En deuxième lieu, l'étude portera sur l'organisation de la fonction maintenance afin de déterminer et surtout évaluer les compétences internes

C. Etape 3 : Préparation et planification

Avant de commencer l'implantation des axes de la maintenance, il faut préparer le terrain. Donc cette phase sera consacrée essentiellement à l'établissement des dossiers machines, la réalisation des fiches d'historique, l'affectation des responsabilités et bien d'autres tâches.

Ainsi, grâce aux étapes précédentes, on déterminera les axes possibles à implanter tel que :

- Dossiers
- Les plans de gestion des risques permettant de gérer l'aspect sécurité dans toutes les interventions futures
- Les procédures de la maintenance correctives pour créer une démarche d'instauration et de la gestion de défaillance imprévue.
- Les procédures de la maintenance préventive pour assurer l'implantation de la maintenance systématique et si le budget le permet d'autres formes de la maintenance conditionnelle telle que la maintenance conditionnelle basée sur l'analyse vibratoire (MCAV) [40].
- Les procédures de la maintenance proactive et prévisionnelle comme aspect de maintenance supérieur pour plus de performance.
- Les politiques de gestion des pièces de rechange et outillages afin d'avoir un équilibre au niveau de la consommation de ses derniers.
- Le volet de la gestion de la maintenance assistée par ordinateur GMAO.
- L'affectation des responsabilités
- Préparation des formations

Le contenu de l'étape de la préparation peut changer selon le résultat obtenu de l'étape d'avant.

D. Etape 4 : Déploiement

Cette étape se manifestera sous forme de plans d'action de déploiement et d'implantations des différents préparatifs élaborés dans l'étape 3, ainsi que le suivi par des actions pour la bonne mise en œuvre.

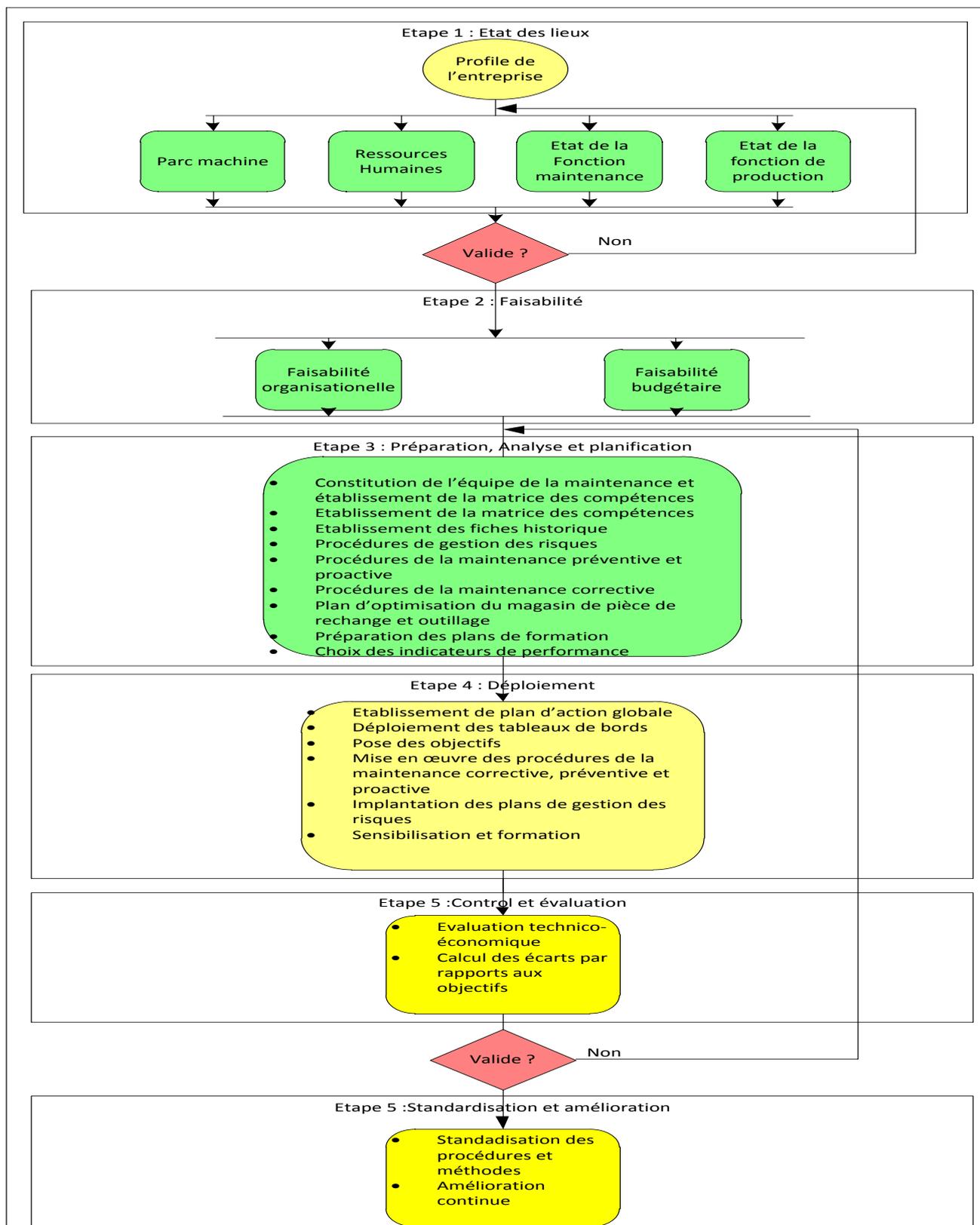


Fig.6. Démarche d'implantation d'un système de management de la maintenance

E. Etape 5 : Control et évaluation

La cinquième étape est une étape de vérification de la réalisation des objectifs posés dans la 3ème étape. Les

indicateurs proposés seront les plus objectifs possibles afin d'assurer l'évaluation la plus pertinente.

F. Etape 6 : Standardisation et amélioration continue

La dernière étape mettra en lumière la standardisation de toutes les procédures de mise en œuvre. Elle fera aussi le point de réflexion sur l'amélioration future.

IV. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Durant ce travail de recherche, nous avons essayé tout d'abord de mettre l'accent sur les concepts de la gestion de la maintenance existants. La maintenance basée sur la fiabilité et la totale productive maintenance étaient parmi les politiques les plus traitées en littérature. Malgré cela, ces politiques restent lourdes à déployer dans un environnement tel que les petites et moyennes entreprises. Nous avons, en fait, exposé les limites de chaque politique en montrant leurs points forts et leurs points faibles selon plusieurs auteurs. Tout ceci, nous mène à penser à élaborer une démarche qui permet l'implantation d'un système de management de la maintenance industrielle au sein d'une entreprise appartenant au milieu PME en six étapes.

La démarche proposée est une version initiale. Au fur et à mesure de l'avancement de nos recherches, cette démarche va être objet de plusieurs modifications jusqu'à la satisfaction totale. Ainsi nous allons former un groupe de travail de recherche. Chaque membre va s'intéresser à un aspect de la maintenance spécifique et développer des procédures de mise en œuvre. Les aspects de la maintenance qui seront sujet d'études sont :

- Elaboration d'un système de mesure de la maintenance
- Elaboration des procédures de la maintenance proactive
- Elaboration des procédures de la maintenance conditionnelle basée sur l'analyse vibratoire
- Elaboration des procédures de maintenance conditionnelle basée sur les techniques du contrôle non destructif
- La maintenance corrective
- La maintenance basée sur les risques
- La GMAO
- Gestion du stock des pièces de rechange
- Standardisation et l'amélioration continue.

La suite de notre étude mettra la lumière sur chaque étape de la démarche proposée. Chaque étape, fera l'objet de procédures adoptant des méthodes et des outils dédiés pour la bonne mise en œuvre. Nous allons aussi élaborer des études de cas dans un milieu industriel PME pour montrer l'apport de la démarche proposée.

Références

[1] R. Labrecque, N. Desrochers, « Organisation de la maintenance de la machinerie de production dans l'industrie manufacturière » Etude Préliminaires, Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 1999

[2] Z. Zapheirios, "Implementation of the six sigma methodology in the maintenance process of crown Hellas Can"

[3] F.S. Nowlan, H.F.Heap, "Reliability Centred Maintenance" United Airlines, San Francisco 1978

[4] [J. Moubray, "Reliability-centered Maintenance", Second Edition, Industrial Press Inc, New York 1997.

[5] R.Moore, « 12-Reliability centered maintenance » Selecting the Right Manufacturing Improvement Tools, 2007, Pages 221-245

[6] J. Crocker, U.D. Kumar, "Age-related maintenance versus reliability centered maintenance: a case study on aero-engines" Reliability Engineering and System Safety 1999

[7] J.H.Heo, "Implementation of Reliability-Centered Maintenance for transmission components using Particle Swarm Optimization" International Journal of Electrical Power & Energy Systems, Volume 55, February 2014, Pages 238-245

[8] J.IGBA, "A Systems Approach towards Reliability-Centred Maintenance (RCM) of Wind Turbines", Procedia Computer Science 16 (2013) 814 – 823

[9] X. Jiang, "Optimization of reliability centered predictive maintenance scheme for inertial navigation system" ReliabilityEngineeringandSystemSafety140, Pages 208–217, 2015

[10] B.O. Mkandawire, "Transformer risk modelling by stochastic augmentation ofreliability-centred maintenance" Electric Power Systems Research 119, Pages 471–477, 2015

[11] A. Kelly, « Maintenance task selection using reliability centered maintenance » Plant Maintenance Management Set, Volume 3, 2006, Pages 139-160

[12] M. Rausand, "Reliability Centered Maintenance," Reliability Engineering and System Safety, vol. 60, pp. 121-132, 1998.

[13] J. T. Selvik and T. Aven, "A framework for reliability and risk centered maintenance," Reliability Engineering and System Safety, vol. 96, pp. 324-331, 2011.

[14] A.J.MOKASHI, "A study of reliability-centered maintenance in maritime operations", Marine Policy 26, pages 325–335, 2002

[15] S. Nakajima, Introduction to TPM: Total Productive Maintenance. Cambridge, Productivity Press (1988)

[16] R. Singh, "Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study", Procedia Engineering 51, Pages 592 – 599, 2013

[17] F.T.S. CHAN, "Implementation of total productive maintenance: A case study", Int. J. Production Economics 95, Pages 71–94, 2005

[18] J. Bufferne, "Guide de la TPM" Groupe Eyrolles, 2006

[19] R. Moore, "Total productive maintenance", Selecting the Right Manufacturing Improvement Tools, 2007, Pages 173-191

[20] E. Mora, "The Right Ingredients for a Successful TPM or Lean Implementation", disponible à: www.tpmonline.com

[21] R. Smith, "7-Total productive maintenance", Rules of Thumb for Maintenance and Reliability Engineers, Pages 107-120, 2008

[22] M. Rodrigues, "Analysis of the fall of TPM in companies", Journal of Materials Processing Technology 179, Pages 276–279, 2006

[23] M.P. Boyce, "Maintenance Techniques", Gas Turbine Engineering Handbook (Fourth Edition), 2012, Pages 803-883

[24] R.L.Daft, "Organizational Theory and Design", 5th edn. West Publishing, Minneapolis/St. Paul, 1995

[25] M.E. Kathleen, "Total productive maintenance: a contextual view", Journal of Operations Management 17, Pages 123–144, 1999

[26] I.P.S. Ahuja, "Total productive maintenance: literature review and directions", International Journal of Quality & Reliability Management, 2008

[27] A. Youssouf, "Contribution To The Optimization Of Strategy Of Maintenance By Lean Six Sigma", Physics Procedia 55, Pages 512 – 518, 2014

[28] F. Olivier, "L'approche Lean : méthodes et outils appliqués aux ateliers de production pharmaceutique", HAL Archive ouverte, 2011

[29] P. Pande et L. Hollp, "What is Six Sigma?" McGraw hill, 2002

- [30] A.A. Bubshait, "Application of Lean Six-Sigma Methodology to Reduce the Failure Rate of Valves at Oil Field", Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2014 Vol II
- [31] R. Moore "10-six sigma" Selecting the Right Manufacturing Improvement Tools, 2007, Pages 193-203
- [32] D. Tazi , "Externalisation de la maintenance et ses impacts sur la sécurité dans kes industries de procédés », Thèse de doctorat, université de Toulouse, France, 2008
- [33] B.S. Dhillon, Life Cycle Costing: Techniques, Models, and Applications, Gordon & Breach Science pub, Amsterdam, 1989
- [34] P. Iyer, "The effect of maintenance policy on system maintenance and system life-cycle cost" Thèse de master de recherche, Virginia, 1999
- [35] H.P. Barringer et D.P. Weber, "Life cycle cost tutorial". Fifth International Conference on Process Plant Reliability, 1996.
- [36] J. Robinson "Plant and equipment acquisitions: a life cycle costing case study" . Facilities,14(5/6),Pages 21-25.1996
- [37] C.A. Ntuen, "An Economic Preventive Maintenance Scheduling Model with Truncated Gamma Function", Reliability Engineering and System Safety, Vol.31, pp. 31-38,1991.
- [38] M.M. Vosloo and J.K Visser "the development of a maintenance philisophy" R & D Journal, 1999, 15(2)
- [39] Patterson, Wayne, J., Kennedy, W.J., Fredendall, L.D., 1995. Total productive maintenance is not for this company. Production and Inventory Management Journal, Spring, pp. 61–64.
- [40] E.M. Semma, A. Mousrij and H. Gziri, Elaboration of an implementation approach of a condition-based maintenance through vibration analysis, MATEC Web of Conferences, Vol 20, p 07003,2015.
- [41] N. Cotaina, J. Carretero, "Study of existing reliability centered maintenance (RCM) Approaches used In different industries", TR Number FIM/110.1/DATSI/00, Facultad de informática, Universidad Politécnica de Madrid.