

VERS UN OUTIL, BASE SUR L'ANALYSE FONCTIONNELLE, POUR LA MISE EN ŒUVRE DES INDICATEURS DE MESURE DE PERFORMANCE DE LA FONCTION MAINTENANCE

S. Elfezazi*, A. Mokhlis*, R. Benmoussa*, M.Hhachkar*,
A. Talbi**, D. Bouami**.

Résumé. Le thème de ce travail relève de la problématique générale de la mesure de la performance de la fonction maintenance. Il présente de manière succincte différentes études et différentes approches de cette problématique. Par ailleurs, il propose une démarche originale basée sur l'analyse fonctionnelle pour définir un système d'indicateurs permettant l'évaluation de la performance de cette fonction. Après énumération et analyse des différentes fonctions de la maintenance, suivant la méthode APTE[®], des indicateurs et des ratios ont été déduits à partir de la mesure des critères et des sous-critères relatifs à ces fonctions. Cette démarche a été illustrée par une application à une entreprise manufacturière marocaine. Le système ainsi proposé permettrait, en plus du contrôle des activités de la maintenance, d'alimenter en informations les systèmes de pilotage et de prise de décision.

Mots-clés : mesure de performance, analyse fonctionnelle, indicateurs de pilotage, fonction maintenance, tableau de bord maintenance.

1. Introduction

La gestion de la maintenance s'oriente vers la participation de tous les intervenants et à tous les niveaux [1,2], [norme AFNOR X60-010]. Elle prône également l'amélioration continue et suggère des outils et des méthodes de plus en plus évolués. En effet, à côté d'une maintenance purement corrective, où l'on attendait la panne pour réagir, plusieurs formes de maintenance, de plus en plus prévisionnelles, sont apparues, d'abord sous leur forme systématique ou

* Université Cadi Ayyad Ecole Supérieure de technologie de Safi B.P. 206 - Safi (Maroc).

** Faculté des Sciences & Techniques Fès Sais - Université Sidi Mohammed Ben Abdellah - Fès (Maroc).

conditionnelle, puis sous leur forme prédictive. Dans ce dernier cas, on cherche à prévoir l'évolution de la dégradation en cours de l'exploitation, voire au niveau de la conception [3].

La maintenance est ainsi perçue comme une structure finalisée, centrée sur trois sortes de fonctions :

- physique : le personnel, les équipements de maintenance, le consommable ;
- informationnelle : documentations techniques, normes...
- financière : ressources permettant au service de maintenance de bien mener ses tâches.

Dans cette structure, les acteurs sont dotés de ressources et d'objectifs qui conduisent à réaliser le triptyque : coût, fiabilité & maintenabilité, disponibilité [4, 5].

L'évolution des objectifs et des moyens de la fonction maintenance impose une évolution des outils de mesure de sa performance pour l'engager dans un processus global de l'entreprise s'orientant de plus en plus vers le concept de l'amélioration continue. Et c'est pour contribuer à satisfaire à cette exigence que ce travail se propose de détailler davantage les rôles de la maintenance, en définissant, suivant une démarche d'analyse fonctionnelle, les fonctions de base et les fonctions techniques. Par la suite, il propose une méthodologie pour le choix des indicateurs de mesure de la performance, en vue d'un pilotage optimal et d'une amélioration continue de la fonction maintenance, basée sur l'analyse fonctionnelle qui a montré par ailleurs sa pertinence dans l'optimisation et la conception des produits industriels.

2. La performance de la fonction maintenance

Parallèlement à l'évolution des objectifs de la fonction de maintenance, les outils de mesure de sa performance ont connu un développement important. Le concept d'analyse et de suivi des activités de la maintenance par la seule analyse des coûts a été largement amélioré. Il a été enrichi en particulier pour englober d'autres aspects, tel que l'Analyse des Coûts par Activité « ABC », les indicateurs de suivi des activités et de disponibilité (les indicateurs TPM) [1, 5, 6, 7].

Ainsi, ces évolutions d'outils de mesure se localisent suivant les trois principaux axes : le coût, la fiabilité & maintenabilité et la disponibilité [5, 6, 8]. La recherche d'un optimum suivant ces trois axes alimente trois orientations de management de la maintenance, non contradictoires dans leurs principes, mais susceptibles d'être en conflit sous contrainte de disponibilité de ressources matérielles et/ou financières :

- une orientation coût, connue sous le nom « Life Cycle Cost » (LCC), proposant une optimisation du coût global des systèmes de production (acquisition, utilisation et maintenance) [8, 9] ;

- une orientation centrée sur la maintenabilité et la fiabilité [1], basée sur l'étude de la fiabilité de chaque composant du système à maintenir et de l'impact de sa défaillance sur la totalité du processus de l'entreprise (maintenance basée sur la fiabilité) ;
- une orientation TPM (Total Productif Maintenance), qui s'est développée dans la logique industrielle du juste-à-temps et qui vise à augmenter la disponibilité par une étude approfondie des causes de l'indisponibilité et de l'implication des hommes [9].

Dans ce contexte, plusieurs travaux ont été menés pour définir des ratios et des indicateurs pour le suivi de la performance de la fonction maintenance. On peut citer, à titre d'exemple, les travaux de l'Association Française de Conseil de Direction (AFCD), les travaux du *Center for Interfirm Comparison* et ceux de Luis Janssens, qui a élaboré des indicateurs spécifiques pour les cimenteries et les industries similaires [6] ; de même, on peut indiquer les travaux sur les ratios d'optimisation du coût global [9] et les ratios de la TPM [2], les travaux du CETIM [10] sur l'élaboration des dix indicateurs types pour le pilotage de la fonction maintenance dans le cas des industries mécaniques. Ces indicateurs sont regroupés selon trois familles :

- indicateurs d'efficacité ;
- indicateurs de performance ;
- indicateurs d'activité.

Et enfin la norme AFNOR X60-020 propose des indicateurs de maintenance sous forme de ratios selon trois niveaux d'investigation :

- l'importance des coûts de maintenance par rapport aux performances générales de l'entreprise ;
- la politique choisie en matière de maintenance et de gestion des biens ;
- la gestion du personnel de la maintenance.

Cependant, on constate qu'on ne peut pas proposer des indicateurs standard, qui peuvent être valables pour toute entreprise, quelle que soit son activité, ses objectifs et ses orientations, le niveau de compréhension, de formation et d'implication de son personnel. Dans la pratique, ces indicateurs soit sont surdimensionnés soit ont été développés pour d'autres objectifs spécifiques.

Devant cet embarras du choix, les opérateurs de la maintenance se posent les questions suivantes :

- quel indicateur choisir ?
- dans quel but et pourquoi ?

Souvent aussi, le choix d'un indicateur est confronté à sa faisabilité et au degré de la liaison qu'il permet d'établir avec le système informationnel, physique et décisionnel, ceci afin

de servir comme outil de pilotage et non comme un simple outil de contrôle. L'apport de la démarche proposée dans ce travail serait justement de permettre aux praticiens de définir et surtout de choisir les indicateurs de pilotage de la fonction maintenance suivant leurs besoins spécifiques.

3. Vers une approche d'analyse fonctionnelle pour la mesure de la performance de la fonction maintenance

L'analyse fonctionnelle consiste, de manière générale, à rechercher et à caractériser les fonctions offertes par un produit ou un système, pour satisfaire les besoins de ses utilisateurs. Elle est définie par la norme NF X50-150 comme suit : «*L'analyse fonctionnelle est une démarche qui consiste à recenser, caractériser, ordonner, hiérarchiser et valoriser les fonctions d'un produit* »

Différentes méthodes d'analyse fonctionnelle ont été développées. Leurs domaines d'application sont aussi divers que variés. Les méthodes usuelles sont : SADT, CDCF, « Relia sep » ou méthode d'arbre fonctionnelle, MERISE, FAST et la méthode de l'inventaire systématique des milieux environnants (APTE®).

Pour appliquer la démarche de l'analyse fonctionnelle à la fonction maintenance [11], on a opté pour la dernière méthode (APTE®) [12] Comme toutes les méthodes de l'analyse fonctionnelle, cette méthode a pour objectif d'exprimer le besoin à satisfaire par le système et de traduire chaque composante de ce besoin en fonctions. Les trois notions fondamentales seront au préalable définies :

- besoin : insatisfaction qui motive la création du produit ;
- fonction : formulation du produit à travers le besoin, d'où sa représentation sous forme de fonction de base qui comprennent les fonctions principales et les fonctions de contrainte (Cahier De Charge Fonctionnelle CDCF) ;
- produit : élément qui permet de satisfaire le besoin et qui sera représenté aussi sous forme de fonctions dites fonctions élémentaires (techniques ou de conception).

La méthode APTE® utilise un vocabulaire sensiblement différent de la norme AFNOR, (cf. tab. 1) :

AFNOR	APTE®
<p>Les fonctions de service comprennent: Fonction d'usage Fonction d'estime Fonction élémentaire et de conception</p>	<p>Les fonctions de base comprennent: Fonction principale Fonction contrainte Fonction technique</p>

Tableau 1 : Correspondances entre le vocabulaire AFNOR et le vocabulaire APTE®.

4. Méthodologie proposée

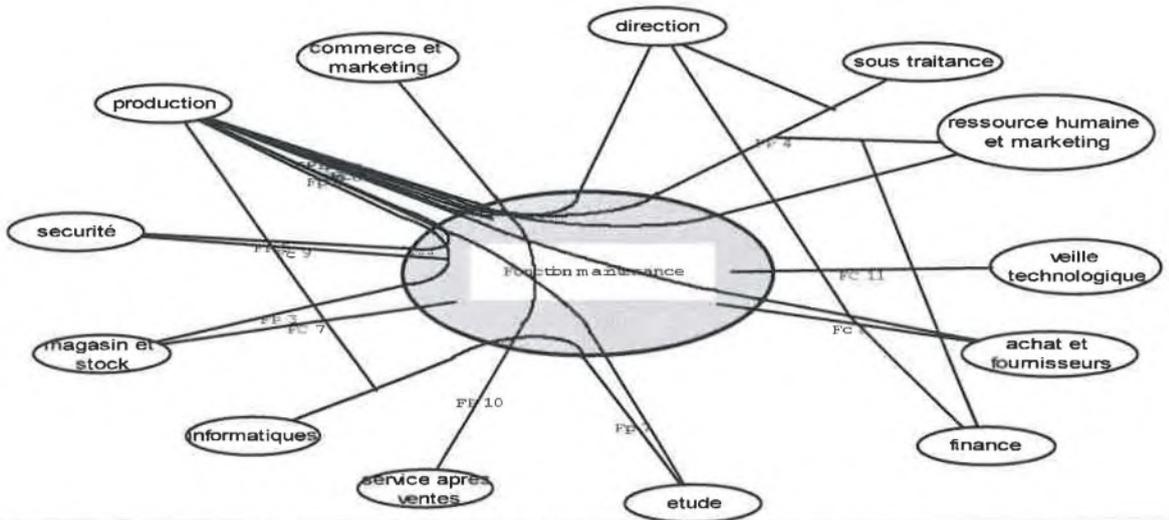
Nombreuses sont les études qui ont abordé le thème du management de la maintenance [13-22]. Plusieurs d'entre elles ont également suggéré des indicateurs pour son pilotage. Cependant, rares sont celles qui ont présenté une méthodologie rigoureuse et claire pour l'analyser et pour définir des indicateurs permettant l'évaluation de sa performance. Dans le but de répondre à ce besoin, on propose dans ce travail d'adapter une démarche de mise en œuvre d'indicateurs de mesure de performance de la fonction maintenance, basée sur l'analyse fonctionnelle, qui a largement montré sa pertinence dans le domaine de la conception des produits industriels. Cette démarche repose sur les phases suivantes :

4.1 Phase de définition des fonctions assurées par la fonction maintenance

Cette étape a pour objectif d'établir un cahier des charges clair pour la mission de la maintenance. Pour ce faire, on procède par une analyse fonctionnelle selon les situations suivantes :

- situation 1 : maintenance préventive, systématique et conditionnelle ;
- situation 2 : maintenance améliorative ;
- situation 3 : maintenance sous-traitée ;
- situation 4 : maintenance corrective non urgente (différée) ;
- situation 5 : maintenance corrective urgente ;
- situation 6 : maintenance de routine, d'exploitation ou de ronde.

Cette analyse doit aboutir à la définition de toutes les fonctions de base, techniques et de contrainte que la fonction maintenance doit remplir [13-22] suivant la démarche APTE® (fig. 1).



Fonctions principales	Fonctions contraintes
<p>FP1 : Permettre à la production de respecter les engagements de la fonction commerciale et marketing.</p> <p>FP2 : Permettre à la fonction production de respecter les exigences de la qualité des produits et d'environnement.</p> <p>FP3 : Permettre à la fonction gestion de stock de définir les besoins de la production en matière de pièces de rechange</p> <p>FP4 : Contribuer avec les fonctions production, direction, ressources humaines et finances, à définir les travaux de maintenance, à sous-traiter, à choisir les sous-traitants et à élaborer les contrats correspondants.</p> <p>FP5 : Contribuer à permettre à la fonction production d'opérer tout en respectant les exigences d'hygiène et de sécurité.</p> <p>FP6 : Contribuer avec la fonction achat et fournisseur à élaborer les cahiers des charges, à choisir les fournisseurs, à acquérir les équipements les plus adéquats et à participer à leur installation.</p> <p>FP7 : Contribuer à l'informatisation des tâches de maintenance des moyens de production (archivage, traitement, planification)</p> <p>FP8 : Contribuer à améliorer les produits, les processus et les moyens de production (maintenance améliorative, maintenance intégrée à la conception).</p> <p>FP9 : Contribuer, avec la fonction RH, à l'encadrement, au recrutement, à la formation et à l'intégration du personnel de la fonction production aux programmes de la maintenance.</p> <p>FP10 : Collaborer avec le SAV et la fonction commerciale et marketing pour assurer la satisfaction des clients de l'entreprise (réparation, disponibilité pièces de rechange et services).</p>	<p>FC1 : Collaborer avec la fonction production po respecter son plan directeur (PDR)</p> <p>FC2 : Collaborer avec la fonction production dans le b de définir et d'intégrer les opérations de maintenance dans plan directeur de production (TPM)</p> <p>FC3 : Faire participer le personnel de la production à collecte des données de fonctionnements des équipements.</p> <p>FC4 : Faire participer le personnel de la production l'analyse des défaillances.</p> <p>FC5 : Participer aux installations des équipements production neufs ou révisés.</p> <p>FC6 : Collaborer avec la fonction production l'identification, à la hiérarchisation des équipements et à collecte des données de base correspondantes.</p> <p>FC7 : Collaborer avec la fonction magasin et stock pc une gestion optimale des pièces de rechange.</p> <p>FC8 : Contribuer à permettre à la fonction achat fournisseur d'élaborer les cahiers des charges, d'acquérir équipements de production, de les installer et de choisir fournisseurs</p> <p>FC9 : Respecter les règles d'hygiène et de sécurité l des interventions de la maintenance.</p> <p>FC10 : Collaborer avec la fonction RH pour recru former et motiver le personnel de la fonction maintenance.</p> <p>FC11 : Collaborer avec la fonction veille technologic pour comparer les méthodes de maintenances de l'entrepris celles des entreprises similaires ou à celles qui sont propos par le monde technologique.</p>

Figure 1 : Exemple de pieuvre générée pour l'inventaire des milieux environnants de la fonction mainten

4.2 Recherche des fonctions élémentaires (utiles)

On part du principe que chaque fonction de base engendre une ou plusieurs fonctions élémentaires. Ce sont les fonctions utiles dans la démarche AFNOR d'analyse fonctionnelle [9, 12].

Recherche des fonctions de conception : chaque fonction élémentaire sera concrétisée par une ou plusieurs fonctions de conception (solutions techniques). A l'issue de cette étape, la cartographie interne de la fonction maintenance pourra être définie pour le cas étudié (fig. 2)

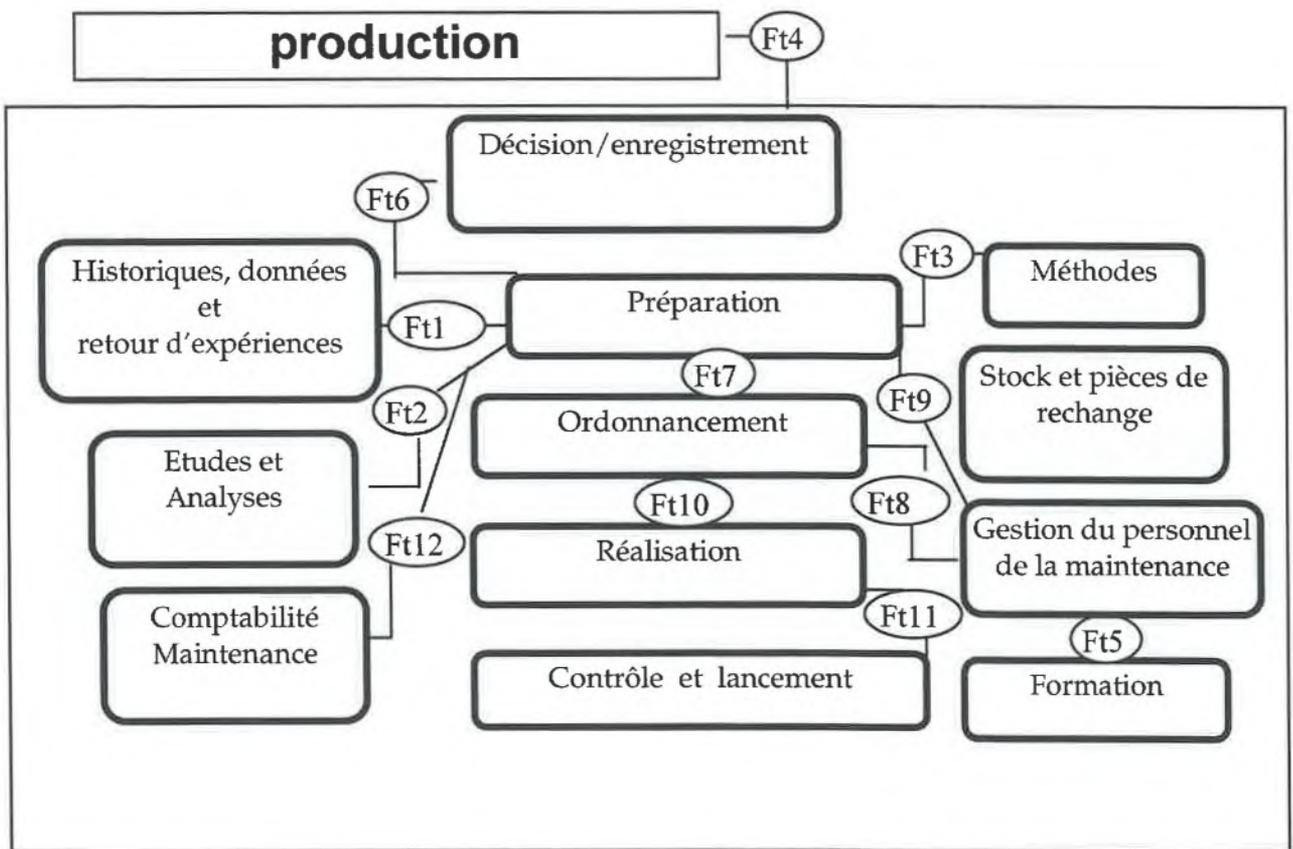


Figure 2 : Schéma block fonctionnel mettant en évidence la cartographie interne de la fonction maintenance et la réalisation d'une fonction de base maintenance (Ft_i : fonction technique - voir tableau 2).

Fonction	Description
Ft ₁	Assurer l'acquisition des données nécessaires (historique, retour d'expériences...)
Ft ₂	Choisir les moyens et les outils adaptés pour mener à bien les travaux de maintenance
Ft ₃	
Ft ₄	Choisir et définir les méthodes adéquates de maintenance
Ft ₅	Recevoir les travaux à effectuer, prendre les décisions et les enregistrer
Ft ₆	Contribuer à définir les plans de formation et à les exécuter
Ft ₇	Etudier et faire des modifications pour améliorer les processus de production ...
Ft ₈	Définir les ordres des travaux et les ordonnancer
Ft ₉	Veiller à gérer les ressources humaines et matérielles pour réaliser les opérations de maintenance
Ft ₁₀	Gérer le magasin et les pièces de rechange
Ft ₁₁	Réaliser les travaux de maintenance et exécuter les travaux
	Contrôler les travaux réalisés et alimenter les bases de données

Tableau 2 : Descriptif des fonctions techniques permettant la réalisation de la fonction contrainte FC1.

4.3 Validation des fonctions élémentaires

Chaque fonction élémentaire doit être validée pour confirmer son utilité et son schéma de réalisation technique (faisabilité).

4.4 Valorisation et quantification des fonctions

Avant de définir les indicateurs qui vont représenter une fonction, on procède à sa caractérisation par : désignation, numéro d'ordre, coefficient d'importance (K), critères et sous-critères d'appréciation, niveau requis pour chaque critère et flexibilité admissible à ce niveau. Les indicateurs ou les ratios pour mesurer la performance des différentes fonctions sont alors déduits à partir des critères et des sous-critères et de leurs appréciations.

4.5 Classification des indicateurs

Dans cette étape, on procède à la classification des indicateurs par hiérarchie et par fonction. Plusieurs méthodes sont envisageables : méthode par classe d'importance, méthode de comparaison (tri croisé) [15, 23-25].

4.6 Validation des indicateurs

Il est difficile d'envisager un indicateur, même s'il semble « bon », sans penser à sa concrétisation et à sa réalisation, du point de vue périodicité, accès aux informations relatives à son calcul, bref à sa validation. Cette validation consiste à vérifier si :

- les indicateurs, en relation directe avec les entrées, sont bien influencés par celles-ci ;

- les actions peuvent être constatées sur les indicateurs choisis, pour la périodicité ultérieure (cette condition est très importante, car elle permet de détecter les indicateurs inutiles, et pousse à en définir d'autres qui permettront de mesurer les conséquences des actions engagées) ;
- l'environnement a une influence sur les résultats de l'indicateur pour en tenir compte lors des analyses ;
- les variations constatées sur un indicateur à deux périodicités consécutives sont suffisamment significatives des variations de niveaux d'activité du système ;
- les indicateurs retenus ont la possibilité matérielle et humaine d'être réalisés.

4.7 Construction des tableaux de bord

Ainsi, les indicateurs d'un tableau de bord ne peuvent être réduits à des chiffres comptables. Ils doivent contenir des informations de pilotage qu'on peut regrouper en trois familles [15, 24, 25] : informations d'activité, informations économiques (dépenses, coût), informations d'efficacité. Seules les informations économiques sont comptables. Les informations d'activité, de disponibilité et d'efficacité résultent de mesures techniques et des statistiques. Il est commode également que sur les tableaux de bord figurent aussi les décisions prises. On donne ci-dessous le modèle conçu pour le pilotage de la fonction maintenance suivant la démarche proposée (Figure 3) :

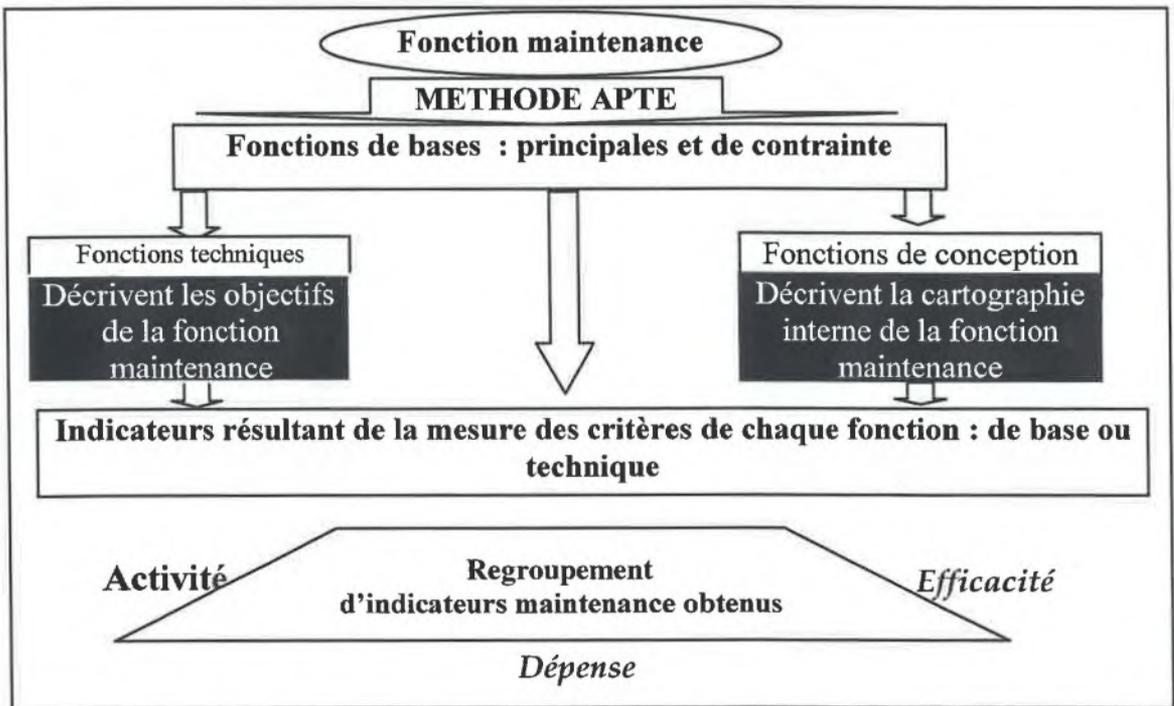


Figure 3 : Schéma récapitulatif du modèle proposé.

5. Application

Pour mettre en application la démarche proposée, nous avons choisi une entreprise qui opère dans les domaines du plastique et du textile. Nous présentons dans ce qui suit les résultats obtenus pour quelques fonctions que l'entreprise a jugées prioritaires en matière de maîtrise de maintenance :

fonction	critères	
FC1	Temps Temps d'attente : Indisponibilité MO Indisponibilité Matériel Indisponibilité Machine Temps d'intervention : Maintenance préventive Révision Conditionnelle Systématique Rondes Maintenance corrective Planifiée Non planifiée Curative Dépannage Maintenance améliorative	Coûts Main-d'œuvre (MO) Pièces de Rechange (PR) Sous-traitance Frais généraux Maintenance préventive Maintenance corrective Maintenance améliorative Qualité Capacité Fiabilité Sécurité

Tableau 3 :Valorisation d'une fonction et définition de ses critères

Indicateurs relatifs à la fonction FC1
Ratio du temps d'attente par manque de main œuvre = $\frac{\text{temps d'attente par manque de MO}}{\text{temps total d'attente}}$
Ratio du temps d'attente par manque de PR = $\frac{\text{temps d'attente par manque de PR}}{\text{temps total d'attente}}$
Ratio du temps d'attente par manque de machines = $\frac{\text{temps d'attente par manque de machines}}{\text{tempstotal d'attente}}$
Ratio du temps maintenance préventive = $\frac{\text{Heures de maintenance préventive}}{\text{Heures totales de maintenance}}$

Indicateurs relatifs à la fonction FC1
Ratio du temps maintenance corrective = $\frac{\text{Heures de maintenance corrective}}{\text{Heures totales de maintenance}}$
Ratio du temps maintenance améliorative = $\frac{\text{Heures de maintenance améliorative}}{\text{Heures totales de maintenance}}$
Ratio du temps de révision = $\frac{\text{Heures totales de révision}}{\text{Heures totales de maintenance}}$
Ratio du temps maintenance conditionnelle = $\frac{\text{Heures de maintenance conditionnelle}}{\text{Heures totales de maintenance}}$
Ratio du temps de maintenance systématique = $\frac{\text{Heures de maintenance systématique}}{\text{Heures totales de maintenance}}$
Ratio du temps des rondes = $\frac{\text{Heures totales des rondes}}{\text{Heures totales de maintenance}}$
Ration des travaux de maintenance planifiés = $\frac{\text{Heures totales des travaux planifiés}}{\text{Heures totales de maintenance}}$
Ratio des travaux de dépannage = $\frac{\text{Heures totales des travaux de dépannage}}{\text{Heures totales de maintenance}}$
Temps par demande de travail = $\frac{\text{Heures totales de maintenance}}{\text{Nombre total des demandes de travaux}}$
Moyen de temps de bon fonctionnement MTBF = $\frac{\text{Temps de bon fonctionnement}}{\text{Temps de défaillance}}$
Disponibilité d'une machine = $\frac{\text{Temps de disponibilité}}{\text{Temps total}}$
MWT temps d'attente = $\frac{\text{Somme des temps d'attente}}{\text{Temps totale d'attente de maintenance}}$
MTTR mean time to repair = $\frac{\text{Somme des temps actifs d'interventions}}{\text{Nombre d'interventions}}$

Indicateurs relatifs à la fonction FC1
Taux de ralentissement : $MDT = MTTR + MWT = \frac{\text{Capacité actuelle}}{\text{Capacité nominale}}$
Taux de qualité = $\frac{\text{Volume de non conformités}}{\text{Volume totale de production}}$
Ratio d'avancement des travaux = $\frac{\text{Total travaux terminés}}{\text{Total travaux en cours}}$
Ratio de rapidité d'intervention = $\frac{\text{Total heures de réparation}}{\text{Total heures d'arrêt}}$
Taux de travaux par personne = $\frac{\text{Nombre de DT traitées par le service}}{\text{effectif du service}}$
Taux de rapidité de traitement des DT = $\frac{\text{Nombre de DT traitées}}{\text{Nombre de DT lancées}}$
Ratio d'efficacité de préparation = $\frac{\text{Total heures estimées}}{\text{Total heures effectives}}$
Ratio de compatibilité = $\frac{\text{Nombre de diagnostics erronés}}{\text{Nombre total de diagnostics}}$
Ratio d'indisponibilité de pièces de rechange = $\frac{\text{Nombre de bons de sortie réalisés}}{\text{Nombre total de bons de sortie}}$
Taux de rotation de stock = $\frac{\text{Cumul valeurs sorties de PR}}{\text{Valeur moyenne du stock}}$
Taux de réintégration = $\frac{\text{Nombre de réintégrations}}{\text{Nombre de bons de sortie}}$
Ratio d'indisponibilité main - d'œuvre = $\frac{\text{Demandes de travaux annulées par manque de MO}}{\text{Total des demandes de travaux}}$

Indicateurs relatifs à la fonction FC1	
$\text{Ratio d'indisponibilité pièces de rechange} = \frac{\text{Demandes de travaux annulées par manque de PR}}{\text{Total des demandes de travaux}}$	

L'application de la démarche aux autres fonctions aboutira à la construction d'une banque d'indicateurs. Cette banque de données servira comme base pour le choix des indicateurs à mettre en place suivant les différents niveaux de la fonction maintenance.

Dans le cas étudié, on propose quelques indicateurs choisis par le responsable maintenance pour synthétiser ses propres tableaux de bord.

Responsable maintenance : groupes d'indicateurs des dépenses de la maintenance	
$I1 = \frac{\text{Coût de main - d'oeuvre}}{\text{Coût de maintenance}}$	$I4 = \frac{\text{Coût de maintenance}}{\text{Chiffre d'affaires}}$
$I2 = \frac{\text{Coût de matière consommée}}{\text{Coût de maintenance}}$	$I5 = \frac{\text{Coût de maintenance}}{\text{Total des investissements}}$
$I3 = \frac{\text{Coût de soustraction}}{\text{Coût de maintenance}}$	$I6 = \frac{\text{Coût de maintenance}}{\text{Quantité de production}}$

Responsable maintenance : groupes d'indicateurs des activités maintenance	
$I7 = \frac{\text{Heures de maintenance préventive}}{\text{Heures totales de maintenance}}$	$I10 = \frac{\text{Temps de formation maintenance}}{\text{Effectif du service maintenance}}$
$I8 = \frac{\text{Heures de maintenance corrective}}{\text{Heures totales de maintenance}}$	$I11 = \frac{\text{Temps de formation maintenance}}{\text{Heures totales du plan de formation}}$
$I9 = \frac{\text{Heures de maintenance améliorative}}{\text{Heures totales de maintenance}}$	$I12 = \frac{\text{Heures de maintenance sous-traitée}}{\text{Heures totales de maintenance}}$

Responsable maintenance : efficacité du service maintenance	
$I13 = \frac{\text{Temps d'attente par manque de MO}}{\text{Temps total d'attente}}$	$I16 = \frac{\text{Heures totales des travaux planifiés}}{\text{Heures totales de maintenance}}$
$I14 = \frac{\text{Temps d'intervention}}{\text{Temps total d'arrêt}}$	$I17 = \frac{\text{Total heures estimées}}{\text{Total heures effectives}}$
$I15 = \frac{\text{Heures totales de maintenance}}{\text{Nombre total des demandes de travaux}}$	$I18 = \frac{\text{Nombre d'accidents}}{\text{Mois}}$

6. Conclusion

Les concepts modernes d'organisation de la maintenance ne peuvent être implantés au sein des entreprises sans grandes difficultés d'adaptation et tout au moins de mesure de leurs impacts. Tenant compte de ces réalités industrielles, l'étude présentée dans ce travail propose un concept original d'implantation d'un système de mesure de la performance de la fonction maintenance, basé sur la méthodologie de l'analyse fonctionnelle, et qui répond par ailleurs aux exigences du management participative moderne.

Pour mettre en application cette approche, la méthode APTE[®] a été choisie en vue de dénombrer et de définir aussi bien les différentes fonctions de base de la maintenance que son organisation interne (cartographie maintenance).

Par la suite, une entreprise manufacturière marocaine (domaines du textile et plastique) a été prise comme champ de validation, et, à titre d'illustration, l'exemple de la fonction contrainte, liant le service maintenance à celui de la production, a été présenté. Les indicateurs relatifs à cette fonction ont été déterminés, ce qui a permis par la suite de construire des exemples de tableaux de bord. La banque d'indicateurs ainsi constituée servira comme base pour la construction des tableaux de bord spécifiques pour chaque niveau de prise de décision, concernant notamment la fonction maintenance. De même, la cartographie interne de la maintenance, définie à la suite de cette étude, peut être utilisée comme référence pour l'entreprise afin de réorganiser sa fonction maintenance.

Enfin, l'application de cette méthodologie à d'autres types d'entreprises permettrait, en plus de l'extension de sa validation, de déterminer des indicateurs de performance de la fonction maintenance par secteurs d'activités.

Remerciement : Les auteurs sont très reconnaissants envers APTE[®] pour son aimable autorisation d'utiliser la méthode pour nos travaux et remercient la Compagnie Chérifienne des Textiles pour sa précieuse collaboration.

7. Bibliographie

- [1] ZWENDELSTEIN G. « La maintenance basée sur la fiabilité. Guide pratique d'application de la RCM », Editions Hermès, Paris - 1996.
- [2] NAKIJIMA S. « La Maintenance Productive Totale (TPM) » Editions AFNOR gestion, Paris -1989
- [3] JAMALI M. A., AIT KADI D., ARTIBA A. « Outils d'aide à la mise en œuvre d'un système de gestion de maintenance » Productique, méthodes et outils : Journal Européen des Systèmes Automatisés, volume 34, N°23, avril 2000, Hermès sciences publication.
- [4] BERGOT M., GRUDZIEN L., MENEXIADIS D. « Une approche intégrée de la fonction maintenance » Revue d'Automatique et de Productique Appliquée. Hermès sciences, numéro spécial 10^{ème} anniversaire des AIP, volume N° 5/1994
- [5] PELLEGRIN C. « Fondement de la décision maintenance » Editions Economica - 1997
- [6] BOUCLY F. « Le management de la maintenance, évolution et mutation » Editions AFNOR - 1998
- [7] HARVARD BUSINESS REVIEW « Les systèmes de mesure de la performance » Editions d'organisation - 1999
- [8] MONCHY F. «La fonction maintenance, formation à la gestion de la maintenance industrielle » Editions Masson - Paris - 1996
- [9] GORMAND C. « Le coût global (life cycle cost) pour investir plus rationnellement » Editions AFNOR - 1986
- [10] BRACHELET D., THIBAUT F. « Indicateurs de maintenance. Des outils à la mesure d'une fonction » Publication du Centre Technique des Industries Mécaniques (CETIM) - 2000
- [11] ROLLINGER R. «Application de la sûreté de fonctionnement à l'optimisation de la maintenance des bâtiments et des infrastructures techniques ». Thèse de doctorat de l'université de Nancy -1998.
- [12] BRETESCHE B. «La méthode APTE® de l'analyse de la valeur » Editions Petrelle - 2000
- [13] RICHET D., GABRIEL M., MALON D., BLAISSON G. « Maintenance basée sur la fiabilité, un outil pour la certification », collection organisation industrielle, Editions Masson - Paris - 1996
- [14] ADEPA-CETIM-UTC «Auto diagnostics de la fonction maintenance » Publication du CETIM - 1995
- [15] SAULOU J-Y «Tableau de bord du décideur» Editions d'organisation - 1984
- [16] BENAZZOUZE G. «Pilotage stratégique de la maintenance par l'auto management et le tableau de bord » Thèse de l'université catholique de Louvain 1997-1998
- [17] LAVINA Y. «Audit de la maintenance » Editions d'organisation - 1992
- [18] FRANCASTEL J-C. «La fonction maintenance de l'expression à la satisfaction du besoin » AFNOR - 1999
- [19] LAVINA Y., PERRUCHE E. «ISO 9000/ EAQF : Maintenance et assurance de la qualité, guide pratique » Editions d'organisation - 1998
- [20] PERES F. «Outils d'analyse de performance pour stratégie de maintenance dans les systèmes de production » Thèse de doctorat de l'université de Bordeaux I - 1996

- [21] LEENAERTS R. «Conception et élaboration du dossier machine», université catholique de Louvain - Imprimerie DEROUAUX ORDINA - Liège Editions - 1994
- [22] PIMOR Y. «Logistique et mise en œuvre » Editions DUNOD - Paris - 1998
- [23] BERRAH L-A. «Une approche d'évaluation de la performance industrielle : modèle d'indicateurs et techniques floues pour un pilotage réactif » Thèse de doctorat, Institut Nationale Polytechniques de Grenoble - 1992
- [24] RAY D. « Mesurer et développer la satisfaction clients » Editions d'organisation - 2001
- [25] FORSE TH. « Qualimétrie des systèmes complexes : mesure de la qualité logiciel » Editions d'organisation - 1989