Chapitre 3 : Différents types de maintenance (Suite)

VI. Analyse des performances d'un système de gestion de la maintenance:

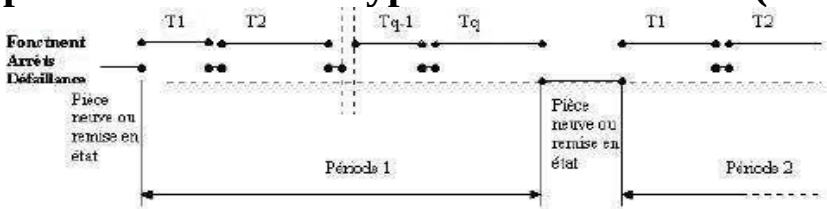
Pour évaluer une performance donnée d'un système de maintenance, on doit tout d'abord pouvoir la mesurer (chiffrer) et ensuite la comparer à une référence (un objectif fixé au préalable), pour juger si on est performant ou pas. Ce chapitre propose une présentation de différents indicateurs de performance (constituant un tableau de bord) utiles pour évaluer et prendre des décisions.

VI.1 indicateurs techniques :

VI.1.1 MTBF :

MTBF : moyenne des TBF (Temps de Bon Fonctionnement)

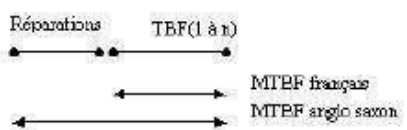
Chapitre 3 : Différents types de maintenance (Suite)



$TBF1 = T1 + T2 + Tq$
$TBF2 = T1 + T2 + Tq$
...
$TBF\,n = T1 + T2 + Tq$

$$MTBF = \frac{\sum_{1}^{n} TBF\,i}{n}$$

NB: Mean Time Between Failure (anglais) est différent du MTBF (français)



Chapitre 3 : Différents types de maintenance (Suite)

VI.1.2 MTTR :

MTTR : Moyenne des TTR (Temps Techniques de Réparation)

Le TTR d'une intervention se compose en général de la somme des temps suivants :

1- temps de vérification de la réalité de la défaillance (quelquefois, il y a de fausses alarmes) ;

2- temps de diagnostic ;

3- temps d'accès à l'organe défaillant (déposes et démontages) ; 4- temps de remplacement ou de réparation ;

5- temps de réassemblage ;

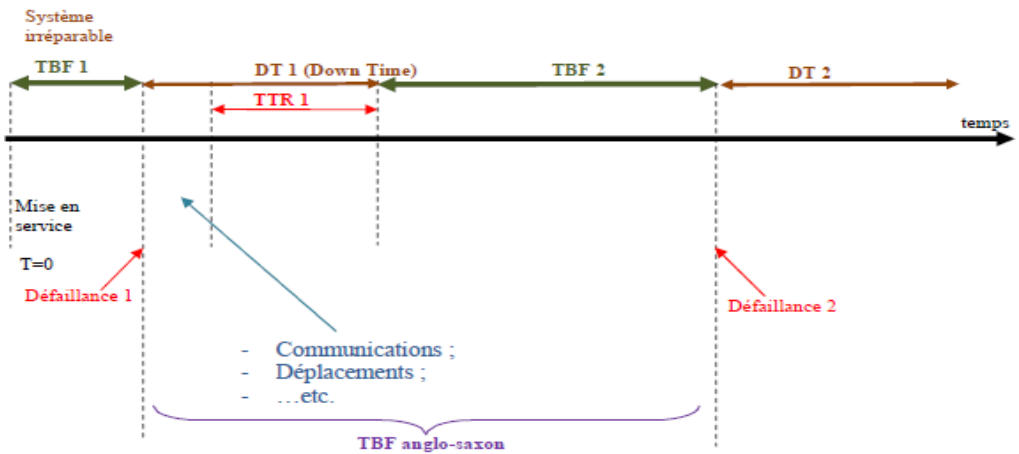
6- Temps de contrôle et d'essais (remise en service) ;

Les temps « morts » suivants sont à «éliminer » du TTR :

- temps d'attente pour indisponibilité des techniciens, des outils ou des pièces de rechange ;
- arrêts du travail ; etc.

NB : Les TTR sont saisis sur les BT.

Chapitre 3 : Différents types de maintenance (Suite)



VI.1.3 Disponibilité :

« Aptitude d'un bien à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, à un instant donné ou durant un intervalle de temps donné, en supposant que la

Chapitre 3 : Différents types de maintenance (Suite)

fourniture des moyens extérieurs nécessaires est assurée » *(extrait norme NF EN 13306 X 60-319)*

A(t) = P {S non défaillant à l'instant t}

Disponibilité opérationnelle **= MTBF/(MTBF+MTTR)**

a. Disponibilité d'une ligne d'unités sans stockage intermédiaire : (L'arrêt d'une unité implique l'arrêt total de la ligne)

D_i étant la disponibilité de chaque équipement constituant la ligne :

$$Disponibilité\ d'une\ ligne = \frac{1}{\sum_{i=n}^{i=1} \frac{1}{Di} - (n-1)}$$

Exemple :

Trois équipements en série (sans stockage intermédiaire) ont les historiques permettant de déterminer les caractéristiques de disponibilité suivantes :

Chapitre 3 : Différents types de maintenance (Suite)

	MTBF	MTTR
Equipement 1	210 heures	3 heures
Equipement 2	350 heures	4 heures
Equipement 3	150 heures	1 heure

En considérant le système composé des 3 équipements, la disponibilité est :

$$D = \frac{1}{\frac{1}{D1} + \frac{1}{D2} + \frac{1}{D3} - (3-1)}$$

$$D = \frac{1}{\frac{210+3}{210} + \frac{350+4}{350} + \frac{150+1}{150} - 2}$$

$$\mathbf{D = 0{,}969}$$

Remarque :
Les disponibilités individuelles sont supérieures :

- D1 = 0,986
- D2 = 0,989
- D3 = 0,993

Chapitre 3 : Différents types de maintenance (Suite)

b. Disponibilité d'une ligne d'équipements avec stockages intermédiaires
(il est possible, en cas d'arrêt d'une unité que la ligne continue à produire pendant cet arrêt, grâce aux stocks intermédiaires)

VI.1.4 Temps de réponse :

Temps moyen entre la panne (l'appel de l'opérateur) et l'intervention.
Ratios de maintenance:

- taux de réalisation de Maintenance Préventive (MP):

= (temps de réalisation de MP) / (temps programmé pour MP).

Ou

= (nombre d'interventions effectuées MP) / (nombre total d'interventions MP programmées)

- ➢ Analyse des causes du non-respect du programme de MP.
- ratio de maintenance préventive:

= (temps de maintenance préventive) / (temps totale de maintenance) De même pour les ratios de maintenance corrective, améliorative…

Chapitre 3 : Différents types de maintenance (Suite)

VI.2 Indicateurs économiques :

Les coûts de maintenance doivent être sujets de suivi minutieux et optimisation en continue, du fait qu'ils entrent dans le prix de revient du produit fabriqué ou service rendu.
L'observation de ces coûts, permettra au responsable de la politique maintenance d'effectuer ses choix principaux :

- Etablissement d'un budget prévisionnel annuel.
- Suivi des dépenses et respect du budget ;
- Vérifier l'efficacité économique des actions de maintenance.
- Décider du recours ou non à la sous-traitance, à la main-d'œuvre externe.
- Pouvoir décider sur le fait de remplacer ou rénover un matériel.

Un service de maintenance doit maîtriser la connaissance des coûts. En particulier, il est nécessaire de connaître la valeur, l'origine et la périodicité des coûts en les classant par :

- équipements ou familles d'équipements ;
- nature (main-d'œuvre, matière, pièces, sous-traitance, …etc) ;
- Type de maintenance (corrective, préventive, systématique …).

Chapitre 3 : Différents types de maintenance (Suite)

Le coût total d'une défaillance, comprend :

- **Les coûts directs (ou de maintenance) :**

Ils sont directement imputables à la maintenance : coût main-d'oeuvre, frais généraux du service maintenance, coût de la matière (PR), coût de possession du stock-maintenance, ….etc.

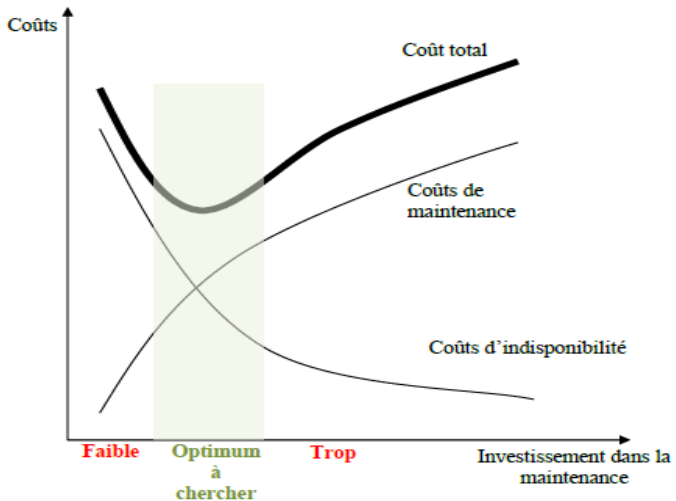
- **Les coûts indirects (ou d'indisponibilité) :**

Ils constituent les pertes dues aux arrêts de la production, suite aux défaillances des machines de productions. Ils comprennent les pertes suivantes :

- salaires du personnel de production inutilisé pendant l'arrêt des machines,
- coût de l'amortissement du matériel pendant la durée d'inactivité,
- frais induits : délais non honorés (pénalités de retard, perte de client, …),
- frais de remise en service du procédé de fabrication,
- marges bénéficiaires non réalisées…

Le graphe ci-dessous, montre l'évolution générale des coûts en fonction de l'investissement dans la maintenance :

Chapitre 3 : Différents types de maintenance (Suite)



Chapitre 3 : Différents types de maintenance (Suite)

➢ LCC : Coût du Cycle de Vie (Life Cycle Cost) :

Le LCC correspond au coût global de possession. Pour le déterminer, il faut tenir compte des coûts suivants:

❖ l'acquisition
❖ l'exploitation
❖ la maintenance (y compris coûts indirects)
❖ la valeur résiduelle.

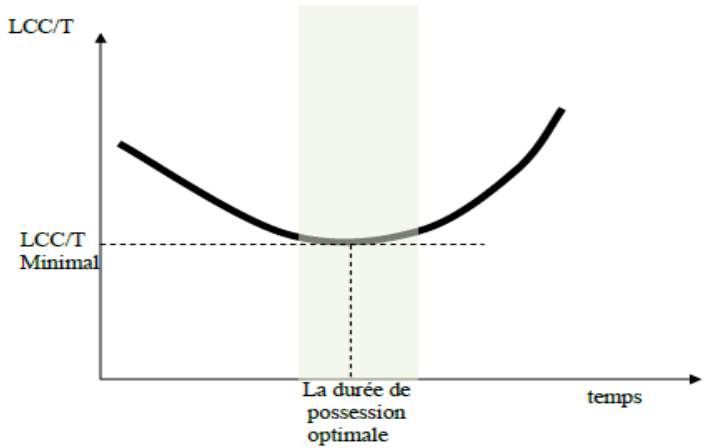
le LCC sur une période T est donné par :

LCC(T) = Ca + Ce(T) + Cm(T) - Vr(T)

- Ca = coût d'acquisition initial (frais d'études, coût de passation commande, frais de logistique, coût de l'équipement)
- Ce(T) = dépenses d'exploitation (énergie, consommables, opérateurs …) sur une période T.
- Cm(T)= coûts de maintenance y compris coûts indirects, sur la période T
- Vr = coût d'élimination : valeur résiduelle à la fin de la période T, (Vr > 0 si revente, Vr = 0 si rebut et Vr<0 si destruction)

Chapitre 3 : Différents types de maintenance (Suite)

Pour pouvoir exploiter le LCC, il faut tracer la courbe LCC / T, et chercher le minimum :
En général, la tendance du LCC / T est la suivante :



VII Informatisation, GMAO: Gestion Maintenance Assistée par Ordinateur

Chapitre 3 : Différents types de maintenance (Suite)

La Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur est constituée d'une base de données (historique) qui est alimentée par le personnel de maintenance via des formulaires. Les interventions sont mises en mémoire pour certains équipements (date, temps passé, intervenants, matériel remplacé, …etc.).

La base de l'historique est l'inventaire des équipements: appelé découpage fonctionnel.

Chaque GMAO est personnalisée selon les besoins spécifiques d'exploitation de l'historique ou le fonctionnement d'un site.

Avant de faire l'acquisition d'une GMAO, il est nécessaire de se poser toutes les questions appropriées :

- Découpage fonctionnel : jusque sur quelle plus petite partie d'équipement faut-il travailler ?
- Historiques : jusqu'à quel niveau de panne faut-il aller? Par exemple, faut-il enrichir la GMAO des « micros-pannes »? Tous les équipements sont-ils concernés ?

Les renseignements fournis à la GMAO seront fonction des informations que l'on souhaite exploiter ultérieurement. Il est donc nécessaire de connaître sa politique de maintenance et plus particulièrement le rôle du service méthode.

Chapitre 3 : Différents types de maintenance (Suite)

Des réponses à toutes les questions (besoins) naîtra la définition de la GMAO, qui sera traduite en cahier des charges destiné à l'acquisition de l'outil approprié.