

# COURS DE LA MAINTENANCE/ CHAPITRE 03

CHAPITRE 03



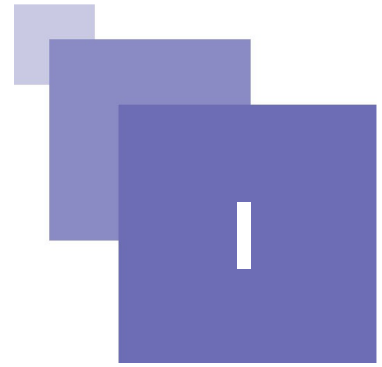
NAAS TOUFIK TAYEB

# Table des matières





# CHAPITRE III : FIABILITÉ DE LA MAINTENANCE



## A. III.1 Les analyses FMD des systèmes réparables

Le premier a toujours trop de pannes, le second n'en a jamais assez dans son retour d'expérience. Le premier est spécialement concerné par la « disponibilité opérationnelle » des équipements, le second par la « fiabilité prévisionnelle » des composants et des systèmes.

Loin de les opposer, notre objectif consiste à combler le fossé qui les sépare trop souvent en mettant à la disposition du premier quelques outils du second. Des

outils applicables sur le terrain industriel, leur approche théorique n'étant là que pour justifier le bien-fondé de leur mise en application.

### 1. III.1.1 Disponibilité des systèmes réparables et ses composantes

- Définitions (CEN)
- 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 fourniture des moyens extérieurs est assurée. »

- Fiabilité

« Aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, durant un intervalle de temps donné. »

- Maintenabilité

« Dans des conditions données d'utilisation, aptitude d'un bien à être maintenu ou rétabli dans un état où il peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, en utilisant des procédures et des moyens prescrits. »

- Arborescence et caractéristiques FMD d'un système réparable Ç Les trois niveaux de l'arborescence concernés par FMD
- Les équipements industriels inventoriés sont tous des systèmes réputés « réparables » et, à ce titre, pris en responsabilité par la maintenance. Les trois niveaux de caractérisation FMD d'un équipement sont regroupés au tableau III.1.
- Le cas du « module » réparable

Le module est un sous-ensemble identifié (carte électronique, moteur, vérin, etc.) possédant la propriété d'être réparable, mais à un niveau où le technicien de maintenance doit se poser les questions successives :

– je répare le module défaillant (avec le risque d'indisponibilité forte) ou je le « consomme » par échange standard rapide ?

– si je le consomme, je le répare (en temps différé) ou je le rebute ? Les caractéristiques de fiabilité et de maintenabilité du module sont les critères

objectifs qui permettent de résoudre ces choix successifs. Les réponses sont de nature économique, obtenues à partir de la simulation du coût de chaque scénario en prenant en compte les coûts directs d'intervention, les coûts induits liés à l'indisponibilité du système et le coût du magasinage des modules de rechange.

### Remarque

- Cette aptitude dépend de la combinaison de la fiabilité, de la maintenabilité et de la logistique de maintenance.
- Les moyens extérieurs autres que la logistique de maintenance n'affectent pas la disponibilité du bien.

## 2. III.2 Estimation empirique de la fiabilité à partir du taux de défaillance $\lambda$

- Forme et signification du taux de défaillance
- Le taux de défaillance, noté  $\lambda(t)$ , est un indicateur de fiabilité qui représente :

– soit un taux supposé constant de défaillances par unité d'usage exprimé sous la forme générale : nombre de défaillances / durée d'usage

– soit la fonction  $\lambda(t)$  qui représente une proportion de survivants à l'instant  $t$ , tirée d'un échantillon.

Le taux de défaillance s'exprime le plus souvent en « pannes par heure ».

- Défaillances intrinsèques et majeures

Il est utile de préciser que, dans toute analyse de fiabilité, seules les défaillances « intrinsèques » doivent être prises en compte. Les pannes dues à des erreurs de conduite (accident, consignes non respectées) ou à des événements extérieurs (incendie, inondation du local) doivent être exclues.

## 3. III.3 Réalisation d'un actuariat de défaillances

Un actuariat permet d'évaluer les lois de comportement d'un parc matériel standardisé : nombreux équipements identiques ou comparables mis en service de façon étalée dans le temps. Par exemple, une flotte d'autocars, un parc de machines-outils ou un lot de pompes centrifuges.

- Méthodologie de l'étude

Données de départ :

Soient A, B, C, D des équipements identiques.

$t_e$  : date de l'étude « actuariat »

$t_0$  : date de chaque mise en service

$t_i$  : date d'une intervention corrective

$t_d$  : date du déclassement éventuel de l'équipement

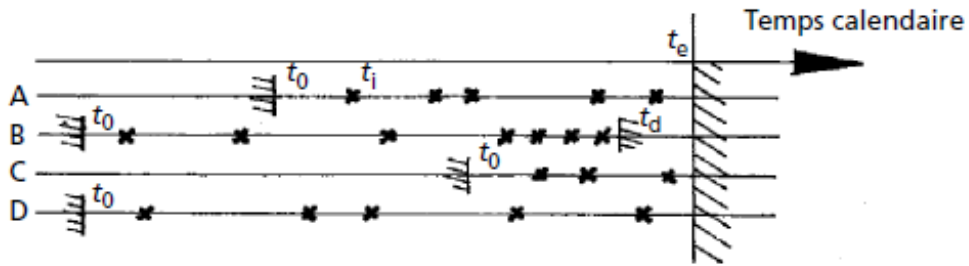


Figure III.1 : Traçons leur graphe de vie en reportant les défaillances sur le référentiel relatif à chaque équipement.

« Jean Pierre » propose de décrire deux méthodes de traitement, schématisées à la figure IV.2.

Pour les grands échantillons ( $N > 50$ , éventuellement  $> 30$ ), mettre en oeuvre une estimation statistique en application de la statistique « descriptive ». Cette méthode donnera des estimateurs « empiriques » de la fiabilité de l'échantillon :  $R(i)$ , MTBF et écart-type.

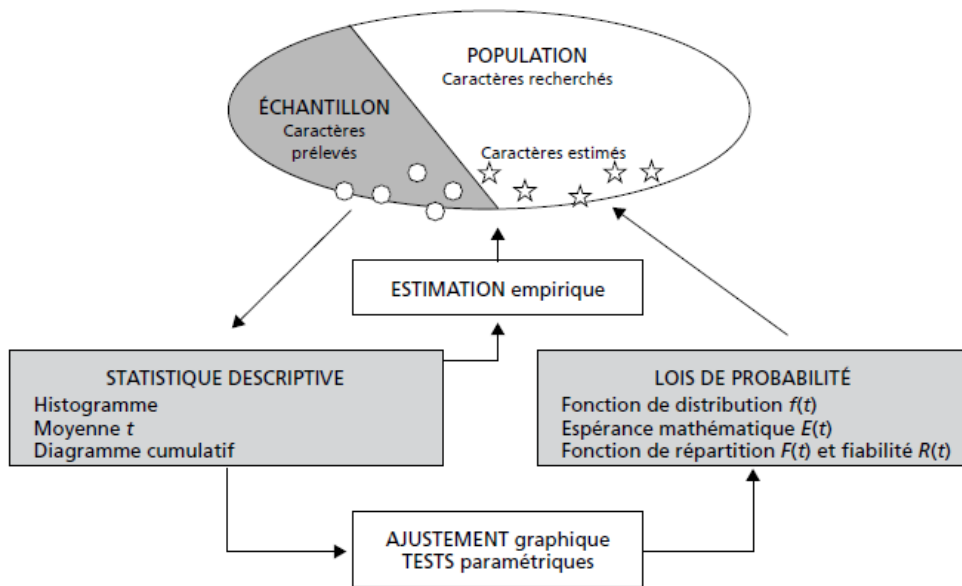
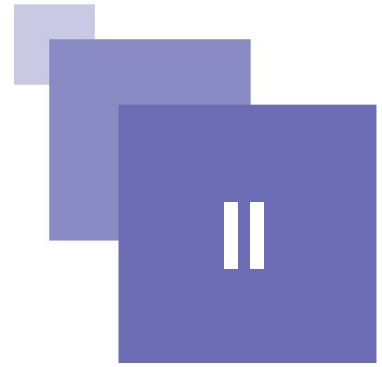


Figure IV.2 Les méthodes d'estimations statistiques de la fiabilité d'un dispositif

# EXAMEN CORRIGE



## A. 1. Questions de cours

- 1/- Citer les documentations utilisées par les différents intervenants du service maintenance.
- 2/- Donner la différence entre la documentation générale et la documentation stratégique.  
NB : Citer des exemples pour chaque type de documentation.
- 3/- Définir les différentes tendances de la maintenance dans l'industrie.
- 4/- Donner les termes qui correspondent aux acronymes suivants: DTE, TBF, GMAO, TTR.

## B. EXO 1

Une entreprise désire augmenter sa productivité en diminuant les pannes sérieuses. Pour cela elle demande au service de maintenance de définir des priorités sur les améliorations à apporter à la chaîne de production. Pour ce faire, le responsable d'entretien fait appel à l'historique des pannes enregistrées sur une période de 2 ans dans l'atelier pour chaque type de matériel.

Les données sont regroupées dans le tableau suivant :

Types de matériel	Temps de réparation (h)	Nbr de pannes
Chaudière	100	2
Compresseur d'air	85	10
Vanne manuelle	175	6
Pompe centrifuge	145	2
Vanne automatique	60	7
Moteur électrique	52	6
Réducteur de vitesse	36	15
Échangeurs	200	2
Système de transmission	12	20
Pompe à lobes	250	5

- 1/- A partir de l'historique donné ci-dessus, et en respectant les étapes de la méthode ABC,

tracer le diagramme de Pareto et déterminer sur le diagramme les zones A, B et C .

2/-

a- A partir du diagramme tracé, déterminer les éléments à étudier en priorité. (1 pts)

b- Proposer des actions à envisager sur ces éléments à fin d'augmenter la production de l'entreprise.

3/- Après avoir mené l'étude, le responsable du service de maintenance a décidé de modifier la politique de maintenance appliquée sur trois machines de la chaîne de production.

En utilisant le tableau à coefficients, proposer le mode de maintenance à appliquer sur chaque machine sachant que :

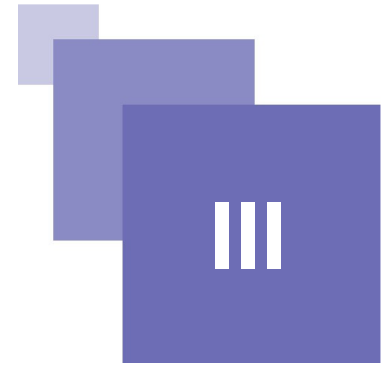
**Machine 1** : machine ayant 3ans d'âge, à marche continue, très complexe et accessible, peu coûteuse, algérienne de grande diffusion, robuste, pour des produits commercialisables sans reprise, avec une marche sur 3 postes, et avec des délais d'exécution serrées.

**Machine 2** : machine ayant 7 ans d'âge, à tampon amont ou aval, peu complexe et accessible, coûteuse, étrangère sans service technique, travaillant en surcharge, pièce à reprendre, avec une marche sur 2 postes, et avec perte de clients.

**Machine 3** : machine démodée, double, très complexe et inaccessible, pas coûteuse, algérienne de petite diffusion, peu robuste, produits commercialisables, production sur un seul poste, avec des délais serrés.



# CORRECTION D'EXAMEN



## *partie 1*

1/- Les intervenants du service maintenance ont besoin d'une documentation stratégiques et de documentation générale pour assurer une meilleure intervention.

2/- La documentation générale comprend toute les documents technique qui ne sont pas affectés à des matériels particulier, et qui sont nécessaire pour répondre à des questions techniques plus générale (les revus, les articles, les bouquins...). Contrairement, la documentation stratégique nous permet de faire un bon suivi du fonctionnement du matériel pour choisir la bonne stratégie de maintenance, tels que : les fichiers historiques, les dossiers techniques et les plans de maintenance.

3/- On a trois types de maintenance : maintenance corrective, maintenance préventive systématique et maintenance préventive conditionnelle.

4/- DT : c'est le temps d'arrêt de production (Down Time) TBF : c'est le temps entre deux défaillances (Time Between Failures) GMAO : Gestion de Maintenance Assisté par Ordinateur TTR : Temps de réparation (Time To Repair)

## A. partie 2

A partir du tableau ci-dessus, on trace la courbe de Pareto (figure ci-dessous) pour étudier les machines en priorité.

2/-

a) Il est donc évident qu'une amélioration de la fiabilité sur les sous-ensembles : pompes à lobes, Echangeurs, vanne manuelle, pompe centrifuge et chaudière peut procurer jusqu'à 78% de gain sur les pannes.

b) Pour améliorer la productivité des machines de la zone A, on doit :

- Appliquer la maintenance préventive systématique pour les machines citées précédemment.
- Prévoir un stock des pièces de rechange des organes des machines citées précédemment.
- Programmer des cycles de formation pour les techniciens du service maintenance portants sur les thèmes de maintenance des pompes centrifuges, maintenance des échangeurs et maintenance des chaudières.

3) l'utilisation du tableau à coefficient permet de déterminer le choix adéquat de maintenance à appliquer pour chacune des machines suivantes

**Machine 1** : Total des points :

$$30*2+35*2+25*1+15*1+10*2+5*1+10*1+50*5+20*5= 555 \text{ pts}$$

Le nombre de points est supérieur à 540 -> obligatoirement on applique la maintenance préventive.

**Machine 2** : Total des points :

---

$$20*2+25*2+5*1+25*1+45*2+30*1+35*1+35*5+45*5= 675\text{pts}$$

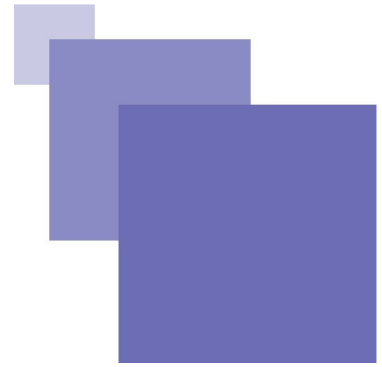
Le nombre de points est supérieur à 540 -> obligatoirement on applique la maintenance préventive.

**Machine 3** : Total des points :

$$5*2+5*2+45*1+5*1+20*2+25*1+10*1+15*5+20*5= 320\text{pts}$$

Le nombre de points est inférieur à 500 -> obligatoirement on applique la maintenance corrective.

# Conclusion



La maintenance est une fonction complexe qui, selon le type de processus, peut être déterminante pour la réussite d'une entreprise. Les fonctions qui la composent et les actions qui les réalisent doivent être soigneusement dosées pour que les performances globales de l'outil de production soient optimisées.

Toute la difficulté tient à ce réglage qu'il faut ajuster en tenant compte de nombreux éléments :

au niveau de l'entreprise : du contexte économique et social ;

au niveau de l'installation : de l'interaction avec les autres systèmes (en particulier celui de la production) ;

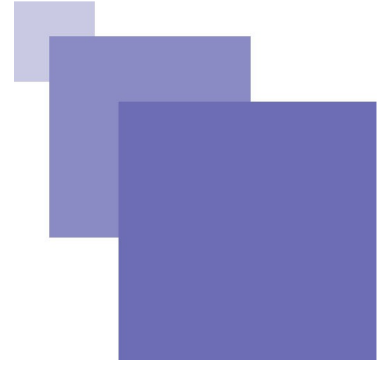
au niveau du système maintenance : des divers effets de chacune des activités (études, préparation, ordonnancement...).

Pour être efficace, il faut d'abord avoir une idée aussi claire que possible des mécanismes qui influent sur les grandeurs significatives (nombre de pannes, temps de réparation, délais logistiques, coûts de maintenance préventive, coûts du stockage des matières, actions de communication, etc.). Il faut ensuite mesurer ces grandeurs et construire des indicateurs pour juger de l'état du système maintenance et pour identifier des axes d'amélioration. Il faut enfin trouver les actions qui conviennent et tâcher d'en évaluer l'impact.

Nous avons essayé de donner une idée générale du système maintenance en le décomposant en sous-fonctions et en indiquant leurs interactions. Des prédiagnostics recouvrant les différentes activités peuvent être proposés pour évaluer les performances du système maintenance d'une installation. Ils sont éventuellement complétés par des diagnostics plus poussés de manière à quantifier avec une meilleure précision des indicateurs importants. Ceux-ci peuvent ensuite être comparés à des valeurs de référence obtenues par benchmarking (en français : parangonnage) de manière à détecter les meilleures pratiques et à engager les améliorations qui conduiront à des gains significatifs.

Cette présentation de la maintenance s'est voulue fonctionnelle de façon à pouvoir rester générique et « neutre ». L'organisation qui sera ensuite appliquée au système maintenance est le reflet de choix stratégiques. En effet, selon celle qui sera établie, certaines fonctions...

# Bibliographie



[Documents d'exploitation et de maintenance] AFNOR

[Gestion de l'information pour le management K.SMIT & L.W.H. SLATERUS] AFNOR

[Maintenance –Méthodes et organisation F. MONCHY] DUNOD