

Lorsqu'une entreprise investit dans un nouvel équipement, elle lui attribue un potentiel d'avantages économiques ou de services, mais elle oublie assez souvent qu'il est accompagné d'un grand nombre d'exigences techniques relatives à ses conditions d'exploitation. Par **conditions d'exploitation** nous entendons les conditions standards d'environnement, de production, d'entretien et de maintenance ¹ qu'il doit respecter.

Le cahier des charges d'un équipement définit les attentes (fiabilité, productivité, disponibilité, qualité, sécurité, etc.) mais aussi ses conditions d'exploitation.

Les solutions techniques et technologiques choisies pour répondre au cahier des charges ajoutent à ces conditions des exigences d'entretien courant y compris les limites acceptables des caractéristiques des différents constituants. L'ensemble de ces exigences peut être regroupé sous le terme de **standards d'exploitation**.

Sans adopter une attitude "créationniste" on peut dire qu'avantages potentiels et exigences sont déterminés dès la conception.

La méconnaissance ou la négligence de ces exigences conduit à implanter dans l'atelier un système non maîtrisable. Des phénomènes inattendus, engendrés par le non respect des conditions normales d'exploitations, empêcheront les Responsables Production et Maintenance d'estimer la confiance qu'ils peuvent avoir au niveau de son bon fonctionnement, c'est-à-dire de sa fiabilité et des paramètres qui en découlent : disponibilité, productivité et sûreté de fonctionnement.

Une entreprise ne peut pas produire en juste-à-temps et même plus simplement estimer sa charge et ses délais si elle n'est pas capable d'établir des prévisions réalistes sur la disponibilité de ses équipements.

Ces prévisions sont indispensables au Responsable Maintenance pour :

- confronter les prévisions de fiabilité aux risques acceptés de défaillance (qui, normalement, ont été définis dans le cahier des charges) afin de :
 - décider ou non une maintenance préventive et si oui d'en définir les standards et la périodicité ;
 - définir le stock de pièces de rechange (il ne peut y avoir de gestion de stock sans prévisions de consommation : quantité et périodicité) ;
 - Maîtriser le coût prévisionnel de maintenance.
- budgéter et planifier la charge du Service maintenance et respecter les délais.

Maintenir c'est :

- effectuer les opérations d'entretien courant ;
- parfois dépanner ;

*1 - Dans une approche personnelle on distinguera : **Entretien** = actions nécessaires au respect des conditions normales d'exploitation d'un équipement (nettoyage, resserrage, graissage, purges, réglage, suivi de paramètres de fonctionnement, détection et correction des anomalies par rapport à ces conditions).*

***Maintenance** = actions réalisées soit, pour s'assurer que les caractéristiques des composants n'atteignent pas les limites basses admises soit, pour remplacer préventivement les composants ayant atteint ces limites.*

- définir et programmer les actions préventives en fonction des prévisions basées sur les lois de fiabilité des composants (probabilité de défaillance mais aussi mode de dégradation) ;
- réaliser, analyser l'efficacité et améliorer le programme de prévention ;
- étudier les résultats de marche des équipements pour pouvoir si besoin améliorer leur fiabilité existante ou à venir.

Proposer des méthodes de **Maintenance basée sur la fiabilité** (MBF) relève du pléonasme, en effet le besoin d'entretien et de maintenance d'un équipement est créé par sa fiabilité intrinsèque (relative à sa conception) de ses composants.

Un Responsable maintenance se trouve devant 2 éventualités :

- soit, il dispose dès la réception d'un équipement, de toutes ses caractéristiques de fiabilité. Il peut alors définir les méthodes de maintenance, les stocks de pièces de rechange, les moyens de mesure et d'analyse des écarts prévisions / résultats opérationnels pour :
 - Assurer la disponibilité de l'équipement ;
 - Identifier et éliminer les causes d'instabilité "au sens statistique » ;
 - Analyser sur le moyen terme les résultats obtenus pour améliorer la fiabilité et diminuer sa dispersion.
- soit, n'ayant pas ces informations, il doit s'appuyer sur sa seule expérience pour définir les opérations de maintenance à appliquer puis construire un retour d'expérience lui apportant les prévisions nécessaires à la définition d'une politique de maintenance. A noter que la mesure et le suivi des résultats font déjà apparaître les causes d'instabilité de la fiabilité de l'équipement.

Pour optimiser la fonction maintenance il faut savoir analyser les défaillances rencontrées. C'est-à-dire disposer d'un retour d'expérience complet et fidèle permettant de trouver la cause première de défaillance. Il faut être capable de juger si la défaillance est due à la fiabilité intrinsèque d'un composant ou si elle provient du mode de management de l'entreprise : non-respect des standards d'exploitation ou erreurs humaines.

En Maintenance industrielle ce retour d'expérience est difficile à obtenir. Il faut espérer qu'une meilleure connaissance de la fiabilité créera un autre comportement que celui qui consiste à croire :

- qu'on ne peut pas estimer la fiabilité des équipements de production ;
- qu'une *GMao*² est "capable" de calculer le MTBF³ (Mean Time Between Failures - en Français "Temps Moyen de Bon Fonctionnement entre défaillances" et non Moyenne des temps de bon fonctionnement) de chaque élément constitutif de l'équipement et d'en déduire un plan de prévention ;
- que le MTBF calculé suivant la norme AFNOR X06.501 représente la fiabilité d'un équipement ;
- qu'un MTBF de 10 000 heures, annoncé par un constructeur, signifie que l'on peut utiliser son matériel sans problème durant ce temps. Ce constructeur oubliant de préciser que, suivant son interprétation du MTBF, le matériel n'a que 36.8 % de chance de fonctionner correctement durant cette période ;

2 - Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur. Souvent confondue avec une Gestion de Miracles Attendus de l'Ordinateur. Plus généralement l'ordinateur devrait être au service de la performance de l'utilisateur et non imposer sa dictature.

3 - La traduction et la méconnaissance du mode de calcul du MTBF conduisent à des erreurs grossières dans l'interprétation de cette grandeur. Voir Paragraphe I.7.7

- que la connaissance du MTBF d'un composant permet de connaître la fiabilité d'un équipement et d'en déduire une politique de maintenance.

La fiabilité relève du domaine complexe des statistiques et des probabilités ⁴ qui conduisent souvent à des résultats et conclusions erronés.

Il est très dangereux de penser qu'un phénomène relatif à la fiabilité peut être seulement déterminé par l'application de lois mathématiques ou statistiques. Il est tout aussi dangereux de se contenter d'utiliser des logiciels. Il faut connaître la signification et les conditions d'application des différentes lois.

Une étude de fiabilité passe obligatoirement par une expertise physique des phénomènes rencontrés. Analyse qui permettra de vérifier que les dégradations ne proviennent pas d'une cause spéciale et qui confirmera le mode de dégradation.

Pour des composants ou des matériels élémentaires les lois de fiabilité déduites d'un test ou d'un retour d'expérience sont différentes selon que l'on ait ou non remplacé les composants au fur et à mesure de leurs défaillances ou que l'on ait appliqué une maintenance systématique. Pour des matériels complexes les résultats de fiabilité diffèrent suivant que ces matériels sont réparables ou non et dans le cas de matériels réparables suivant la qualité de la réparation.

Ce livre s'intéresse principalement à la fiabilité des composants et matériels élémentaires en considérant qu'il s'agit d'entités qui ne présentent qu'un seul mode de dégradation. En effet un Responsable maintenance ne peut pas se contenter de connaître la fiabilité apparente ou globale d'un équipement qui peut s'apparenter à sa disponibilité. Pour pouvoir choisir la politique de maintenance (Prévention - Amélioration - Gestion des stocks) la mieux adaptée il doit connaître exactement :

- l'importance du problème c'est-à-dire sa probabilité d'apparition donc la fiabilité ;
- le mode de dégradation (usure, fatigue, etc....) qu'il veut combattre.

Dans le domaine industriel nous devons garder en permanence à l'esprit qu'en dehors des réparations effectuées suite à des dégradations forcées dues au non-respect des conditions de base ⁵ la Maintenance est nécessaire parce que tout composant présente une loi de fiabilité qui est la résultante d'une loi de distribution "**caractéristiques / contraintes**".

Nous aborderons très succinctement au Paragraphe I.13 la fiabilité des équipements en distinguant matériels réparables et non réparables.

Ce livre voudrait aider les Responsables maintenance, les Techniciens méthodes maintenance, les Fiabilistes ou "Fiabilisateurs" (fonction à la mode dans les services maintenance) à comprendre :

- ce qui se cache physiquement derrière les différents termes de la fiabilité ;
- la signification pratique des différents paramètres ;
- le pourquoi des hypothèses simplificatrices (indispensables à l'application industrielle de la fiabilité) et surtout à les appliquer à bon escient ;

4 - On dit qu'il y a 3 sortes de mensonges : volontaires, par omissions et par référence aux statistiques.

5 - On utilisera le terme "conditions de base" propre à la TPM® pour définir les conditions d'utilisation (en production) et d'environnement qui ont guidé le S^{ce} conception dans ses choix techniques et technologiques afin d'assurer les objectifs de fiabilité exigés. Ces conditions de base sont complétées par les exigences d'entretien qui découlent des choix de conception.

Le terme "conditions d'exploitation" sera réservé aux conditions réelles d'utilisation, d'entretien et d'environnement. Le non respect des conditions de base crée des dégradations forcées.

- que chaque valeur relative à la fiabilité (comme tout ce qui relève du domaine des statistiques et des probabilités) ne peut-être exprimée par un nombre mais par un intervalle de confiance, fonction du risque d'erreur que l'on a jugé comme acceptable.
- que les données issues des prévisions, des bases de données ou du retour d'expérience restent encore très imprécises.⁶

Ceci afin qu'ils puissent :

- exploiter les données disponibles (banque de données - données constructeurs - retour d'expérience) pour définir un plan de prévention réaliste ;
- évaluer la fiabilité d'un composant ;
- construire un plan de retour d'expérience ;
- exploiter les données de fiabilité de leurs équipements.

Les quelques développements mathématiques utilisés dans ce livre ont été volontairement limités. Ils n'ont pour but que d'aider le lecteur à comprendre l'origine et la signification des différents paramètres de fiabilité et à fournir une logique de raisonnement pour leur utilisation.

⁶ - Suivant le domaine auquel se rapporte les bases de données (entreprises - secteurs - génériques) l'intervalle de confiance des Taux de défaillance en exploitation pour un niveau de confiance de 90 % se situe entre 1 et 8 des valeurs prévisionnelles (Cf. Fiabilité, Maintenance et Risque de D. SMITH)