

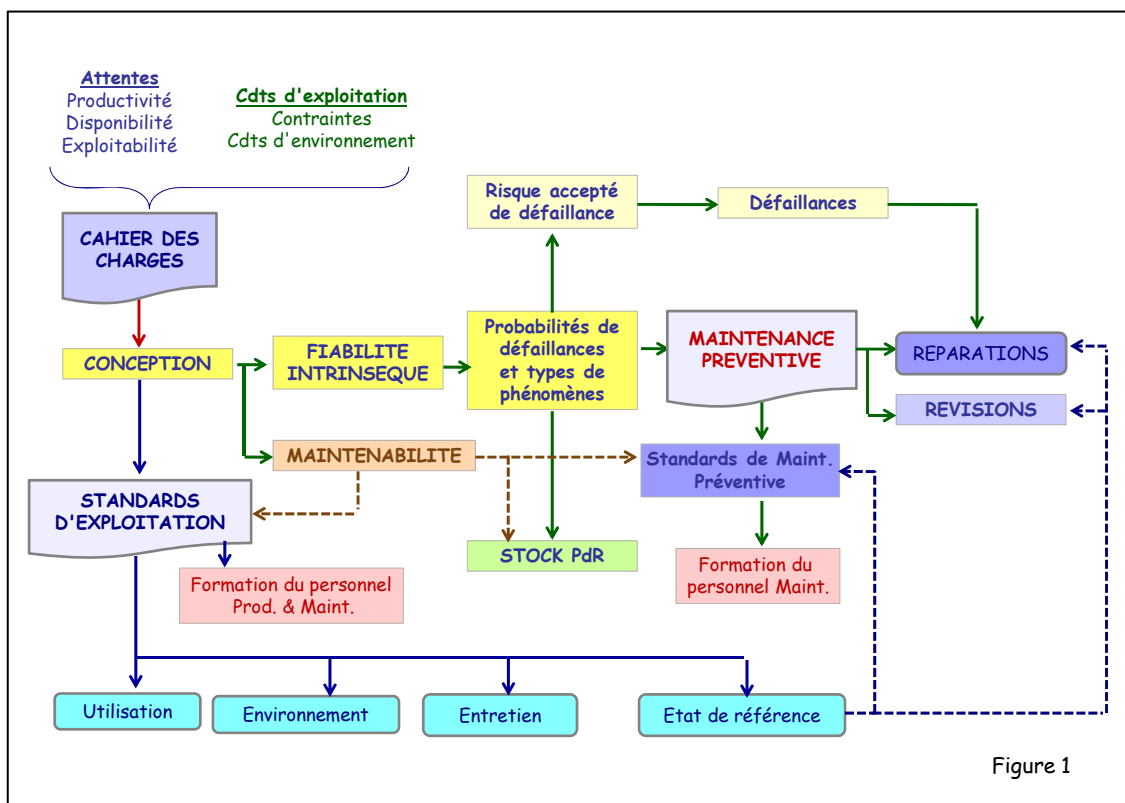
## Performance et maintenance des équipements Tout est déterminé à la conception !

Lorsqu'un nouvel équipement "entre" dans une usine, il est accompagné, bien entendu, d'un potentiel espéré d'avantages économiques ou de services mais aussi d'un grand nombre d'exigences. Avantages potentiels et exigences sont déterminés par la conception de cet équipement.

Nous n'irons pas jusqu'à adopter une attitude créationniste, mais la méconnaissance ou la négligence de ces exigences conduiront à implanter dans l'atelier un système qui sera hors contrôle statistique et qui exigera une démarche rigoureuse pour être stabilisé puis amélioré.<sup>1</sup> Cette rigueur n'est pas encore innée au sein des entreprises.

La figure 1 ci-dessous schématise ces différentes exigences. Le point de départ est le cahier des charges de l'équipement. Plus il sera précis au niveau des attentes (productivité, disponibilité, sécurité, sûreté et facilité d'exploitation) et des contraintes (d'exploitation et d'environnement) plus il permettra d'affiner ces exigences et de vérifier si elles sont compatibles avec la politique, la stratégie et les moyens de l'entreprise.

Le travail de conception basé sur ce cahier des charges va définir la fiabilité intrinsèque de cet équipement.



<sup>1</sup> Cf. Blog [www.jean-bufferne.com](http://www.jean-bufferne.com) "Méthodologie TPM® / Exploitation du TRG"

Il est utile de rappeler la définition de celle-ci : " Niveau le plus élevé de fiabilité d'un équipement, inhérent à sa conception, que l'on peut obtenir en respectant les conditions normales d'utilisation et en appliquant efficacement les conditions d'entretien".

Dans une approche Sûreté de fonctionnement & FMDS (Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité, Sécurité) les qualités d'un équipement sont évaluées par rapport à :

- sa productivité et à la qualité des produits fabriqués,
- sa disponibilité (pas de pannes, réparations rapides, arrêts faibles pour entretien et maintenance),
- sa maintenabilité qui est le déterminant de la disponibilité : rapidité des réparations, facilité des opérations d'entretien courantes et de maintenance préventive,
- la sécurité.

Cela signifie que la conception détermine :

- les standards d'exploitation de l'équipement,
- la probabilité ou le risque de défaillances (c'est bien la fiabilité intrinsèque) présentée par cet équipement à travers ses divers composants.

### Les standards d'exploitation

Ces standards vont fixer en accord ou en complément du cahier des charges :

\* les conditions nominales d'utilisation :

- charge, vitesse ou cadence,
- caractéristiques et qualité des outillages,
- définition et respect des standards de réglages (modes opératoires et surtout valeurs nominales).

\* les conditions d'environnement :

- milieu ambiant de travail (température, humidité, vibrations, etc.),
- niveau de salissures acceptable,
- implantation (scellements, accessibilité),
- qualité des énergies et de leur distribution (électricité, vapeur, air comprimé, etc.).

\* les conditions d'entretien : <sup>2</sup>

- définition et respect des standards d'entretien (contrôles et réglages de certains paramètres, graissage, purges, etc.),
- détection et correction des anomalies au sens de la TPM<sup>®</sup>,

---

<sup>2</sup> Je propose, dans une approche personnelle (mais pourquoi vouloir inventer de nouveaux termes), de faire le distinguo entre :

**entretien** : Actions de surveillance ou interventions physiques qui permettent de conserver les conditions normales d'utilisation d'un équipement (nettoyage, resserrage, réglage, graissage, purges, suivi de paramètres de fonctionnement, détection d'anomalies, dépannage, etc.)

**maintenance** : Actions réalisées soit pour s'assurer que les caractéristiques des composants d'un équipement n'atteignent pas les limites basses que l'on s'est fixées soit pour retrouver les caractéristiques nominales des composants ayant atteint ces limites.

- analyse des problèmes et défaillances subies,
- qualité des réparations effectuées.

× l'état de référence de l'équipement :

J'ai évoqué précédemment des standards. Ceux-ci ne peuvent être établis que par rapport à un état de référence des composants de l'équipement (tolérances, état de surface, couples de serrage, plage de fonctionnement, etc.).

De même, cet état de référence est indispensable pour définir les contrôles de maintenance conditionnelle, pour fixer les périodicités de maintenance systématique. Mais aussi pour définir les résultats attendus des réparations effectuées soit en maintenance corrective ou suite à une maintenance préventive (On ne peut pas se limiter à l'expérience et au professionnalisme des techniciens de maintenance).

× les niveaux de connaissances et de savoir-faire exigés pour les opérateurs et les techniciens de maintenance.

### **La fiabilité intrinsèque**

Cette fiabilité détermine la probabilité de défaillances compte-tenu, bien entendu, des différents types de phénomènes de dégradation.

Cette probabilité doit être comparée au risque accepté de défaillance (qui, normalement, a été défini dans le cahier des charges) afin de :

- décider s'il est nécessaire ou non de réaliser une maintenance préventive,
- de définir le stock de pièces de rechange.

Nous voyons bien que la maintenance préventive est basée sur une prévision statistique de fiabilité et un niveau de risque accepté. Elle n'a pas pour but, et d'ailleurs ce n'est pas possible, de détecter les phénomènes hors contrôles, c'est-à-dire les dégradations forcées dues au non respect des standards d'exploitation.

La TPM<sup>®</sup> met en évidence le fait que tant qu'il existe des causes de dégradations forcées la maintenance préventive est inefficace et onéreuse.

Les standards de maintenance préventive sont définis à partir de l'état de référence de l'équipement. De même, cette référence est essentielle pour définir la qualité attendue des réparations mais aussi pour pouvoir expertiser les pièces avoisinantes qui ont pu supporter des contraintes excessives du fait de la panne (ne pas limiter le dépannage ou le remplacement à la pièce défaillante).

### **THEORIE DES VARIATIONS APPLIQUEE A LA MAINTENANCE <sup>3</sup>**

Cette théorie démontre qu'un système (dans notre cas un équipement ou une installation de production) peut être dans deux états distincts :

---

<sup>3</sup> *Elaborée par Walter A. Shewhart en 1931 et diffusée par J.M. Juran et W.E. Deming*

× **un état stable ou sous contrôle statistique** :

Les performances d'un tel équipement sont issues de sa conception et sont donc prévisibles, elles sont distribuées de façon aléatoire autour d'une moyenne et présentent une dispersion maîtrisée.

Ce qui signifie que les prévisions adoptées pour définir une politique de maintenance (acceptation du risque de pannes, consommation de pièces de rechange, périodicité de la maintenance préventive) restent valables durant la période d'utilisation de l'équipement si les standards d'exploitation sont respectés.

On dit que ce système est soumis à des **Causes communes ou aléatoires** : Dues au hasard - fréquentes - d'effet individuel faible - ayant des origines nombreuses et variées, indépendantes les unes des autres et très difficilement identifiables telles que :

- interactions entre les tolérances définies comme acceptables (à la conception, dans l'usage et l'entretien du matériel),
- variation aléatoire des contraintes dues à la production et à l'environnement,
- limite de précision des modes opératoires, des standards, des procédures,
- variabilité des matières premières, des outillages,
- variabilité dans les connaissances du personnel et dans l'application des modes opératoires.



× **un état instable** :

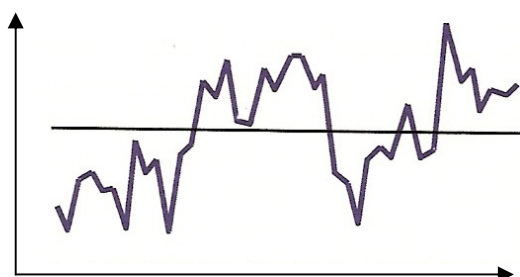
Un tel système est imprévisible. Production et maintenance subissent ces secousses. Il est illusoire de vouloir :

- faire des prévisions rationnelles d'augmentation de la capacité et de la disponibilité des équipements,
- de planifier la production (Juste à temps) mais aussi l'activité de maintenance,
- améliorer les équipements (il ne faut pas dépenser de l'argent, de l'énergie, des capacités d'études pour rechercher des modifications alors qu'il suffit d'appliquer correctement les standards d'exploitation),

Le système est soumis à des **Causes spéciales ou sporadiques ou assignables (Secousses)**

Soudaines / peu fréquentes - issues de facteurs de variation peu nombreux - identifiables telles que :

- erreurs d'utilisation, d'entretien et de maintenance (pannes machine)
- mauvais réglages
- matières défectueuses
- dégradations forcées au sens de la TPM®<sup>4</sup>



<sup>4</sup> Cf. "Le guide de la TPM® Jean BUFFERNE Editions Eyrolles

On dit qu'un système est dans un **état stable** ou **sous contrôle statistique** lorsqu'on a supprimé dans ce système toutes les causes spéciales.

La maintenance qui a pour objectifs :

- de supprimer les pannes imprévues,
- de réaliser une prévention efficace à un coût optimal,
- d'améliorer la fiabilité des équipements : augmentation de la disponibilité (moyenne) et diminution de la dispersion.

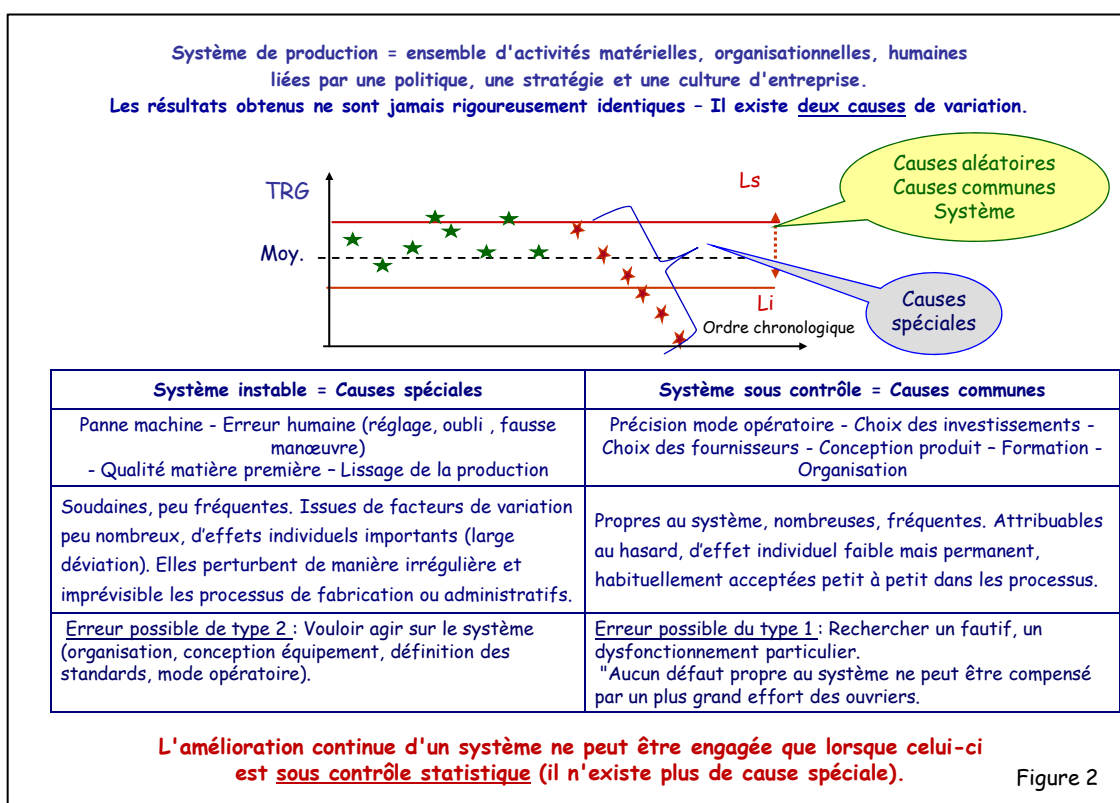
doit adopter 2 stratégies différentes en gardant à l'esprit que ". . ce n'est qu'après avoir établi un état de contrôle statistique que l'on peut s'engager vers l'amélioration du processus avec quelques chances de succès".

Pour un **système instable** les causes d'instabilité doivent être identifiées le plus tôt possible (le temps efface les indices du crime) pour :

- standardiser les conditions dans le cas d'obtention d'un meilleur résultat,
- éliminer, le plus rapidement possible, les causes de dégradations forcées dues au non respect des conditions d'exploitation.

Pour un **système stable**, le seul chemin vers la performance industrielle est d'adopter une stratégie de veille pour :

- détecter le plus tôt possible les signes éventuels d'instabilité et y remédier (erreurs humaines, dégradations non détectées),
- augmenter la performance et diminuer la dispersion.



Dans un tel système, adopter une stratégie d'action intensive c'est rechercher des causes qui n'existent pas, c'est risquer d'augmenter l'amplitude des variations et de rendre instable le système et de dépenser inutilement de l'argent. Parfois le besoin instinctif de certains d'agir en toute circonstance fait des ravages - je pense aux fiabilistes que l'on trouve aujourd'hui dans beaucoup de services maintenance !

Il faut développer une maintenance dynamique c'est-à-dire :

- analyser sur le long terme les causes de défaillances en appliquant d'abord les méthodes traditionnelles d'analyse des causes, puis en utilisant, si nécessaire, des outils statistiques (analyse de la variance, corrélation, analyse PM<sup>5</sup>),
- analyser les résultats de la maintenance préventive et les mettre en parallèle avec l'historique des pannes (vérifier que la maintenance préventive est efficace et adaptée),

### CONDITIONS DE PROGRES ET STRATEGIE DE LA TPM®

La TPM® s'appuie fortement (sans y faire référence) sur la théorie des variations qui fixe les conditions de progrès :

- 1/ On ne peut commencer à améliorer un processus avant qu'il ne soit stable. C'est-à-dire avant d'avoir fixé des standards d'exploitation et de les appliquer de manière rigoureuse.
- 2/ Les employés sont responsables de la bonne application des standards.
- 3 / Aucun défaut propre au système ne peut être compensé par un plus grand effort ou une plus grande habileté des ouvriers.
- 4/ Le management est responsable de l'amélioration du système (amélioration des standards, de la conception, de l'organisation). Il apporte les changements sur la base des informations fournies par les employés.
- 5/ On ne peut améliorer un processus sans la participation de tous ceux qui interviennent dans celui-ci. Aucune personne ne doit ignorer ce qui se fait (difficulté de communication et de partage d'informations entre Production et Maintenance et dans le travail posté).
- 6/ On doit s'assurer que le processus concerné est connu de tous et qu'il est bien compris dans l'état où il est.

La TPM® est basée sur le fait qu'il est impossible de prévoir (au sens statistique) et de maîtriser le comportement d'un système tant qu'il n'est pas **stable** ou **sous contrôle statistique** c'est-à-dire tant que l'on n'a pas supprimé dans celui-ci toutes les causes spéciales de variations.

La TPM® qui, rappelons le, est : "**Une démarche globale d'amélioration permanente des ressources industrielles (Equipements - Hommes - Organisation) qui vise la performance économique de l'entreprise.**" adopte une stratégie suivant 2 axes primordiaux :

- 1 - Obtenir l'**efficacité maximale du système de production existant** en supprimant toutes les causes spéciales, c'est-à-dire en :
  - respectant les conditions normales d'exploitation,
  - retrouvant l'état normal des équipements : standards de conduite et d'entretien.

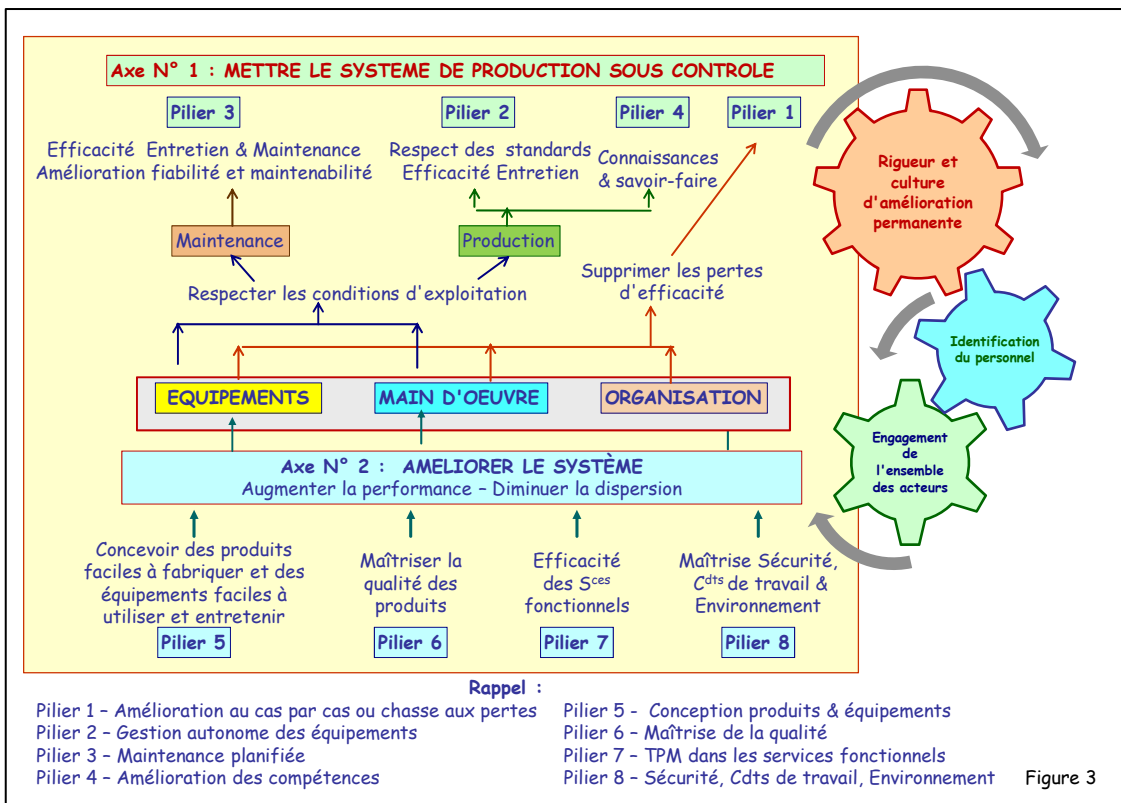
---

<sup>5</sup> Méthode créée par le JIPM et propre à la TPM®

2 -Créer les **conditions idéales de la performance industrielle**

Une fois la mise sous contrôle acquise (ou presque) l'entreprise peut s'engager dans l'amélioration continue du système.

La figure 3 ci-dessous montre la position des différents piliers de la TPM® dans le développement de ces 2 axes stratégiques.



Jean BUFFERNE