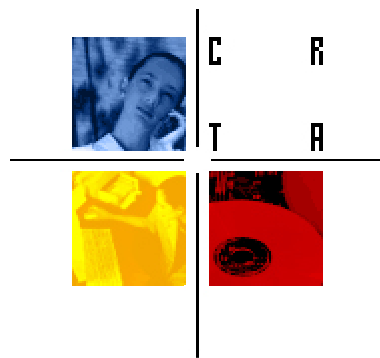


Dossier technique du CRTA



Dossier n° 1 Les performances de vos machines

Table des matières

Mesurer le rendement des machines	3
1. Taux de rendement.....	3
2. Méthode de calcul.....	3
3. Taux de marche.....	3
4. Taux d'allure	3
5. Taux de produits conformes	4
6. Exemple.....	4
7. Ordres de grandeur	4
Améliorer le rendement des machines	5
8. Pertes de rendement dues aux pannes.....	5
9. Pertes de rendement dues aux réglages.....	5
10. Pertes de rendement dues aux arrêts mineurs	5
11. Pertes de rendement dues aux démarrages	5
12. Pertes de rendement dues aux ralentissements	6
13. Pertes de rendement dues aux défauts de qualité	6
Organiser l'auto-maintenance	7
14. Définition de l'auto-maintenance	7
15. Opérations de nettoyage	7
16. Opérations de maintenance	8
Organiser la maintenance préventive	9
17. Définition de la maintenance préventive.....	9
18. Gestion du stock des pièces de rechange.....	9
19. Standardisation.....	9
20. Planification	10
21. Conception des installations.....	10
Mettre en place la démarche TPM	11
22. Définition et objectifs	11
23. Améliorer le rendement des machines	11
24. Les étapes d'une démarche TPM.....	11

CRTA – Centre de Ressources de Techniques Avancées
9, avenue de l'Etang – ZI de Fontcouverte
84000 AVIGNON
Tél 04.90.13.46.00 - Fax 04.90.13.46.09

Mesurer le rendement des machines

Pannes fréquentes, produits non conformes, délais non respectés... il vous semble que votre atelier n'a pas les performances que vous attendez ? Avant d'entamer des actions d'amélioration, un état des lieux est nécessaire :

- Quelles sont vraiment les performances des machines ?
- Si ces performances sont insuffisantes, quelles en sont les causes ?

Les informations ci-dessous vous permettent, dans un premier temps, de mesurer le rendement réel de vos installations.

1. Taux de rendement

Le rendement d'un outil de production est mesuré par un pourcentage, appelé « taux de rendement » (TR).

Un taux de rendement TR de 100% signifierait que les machines fonctionnent en permanence à vitesse maximale, sans panne, sans réglage et sans aucun produit non conforme...

Cette situation idéale est évidemment purement théorique : des aléas se produisent nécessairement (ralentissements, pannes...) et entraînent des pertes.

Le taux de rendement TR réel de votre installation est obtenu en prenant en compte les différentes causes de pertes : pannes, réglages, arrêts mineurs, démarrages, ralentissements, défauts de qualité.

2. Méthode de calcul

$TR = \text{« taux de marche »} \times \text{« taux d'allure »} \times \text{« taux de produits conformes »}$

3. Taux de marche

Le taux de marche est le pourcentage de temps où la ligne est effectivement en fonctionnement, comparé à son temps total d'ouverture.

Le temps d'ouverture est le temps de fonctionnement quotidien normalement prévu pour l'installation.

En retranchant au temps d'ouverture les temps d'arrêts normaux (maintenance planifiée, pauses réglementaires...) et les temps d'arrêts dus aux pannes, réglages, arrêts mineurs et démarrages, le temps de marche réel de l'installation est obtenu.

Le taux de marche est le rapport entre le temps de marche et le temps d'ouverture.

4. Taux d'allure

Pour éviter certains aléas ou une usure se produisant aux cadences trop élevées, il est souvent choisi de faire fonctionner la ligne à une vitesse inférieure à sa vitesse maximale théorique.

Le taux d'allure est le rapport entre la vitesse de fonctionnement choisie et la vitesse maximale.

5. Taux de produits conformes

Le « taux de produits conformes » prend en compte les défauts de qualité.

Le taux de produits conformes est le rapport entre le nombre de produits conformes réellement obtenus et le nombre théorique de produits qui auraient du sortir conformes, compte tenu des matières premières utilisées.

taux de produits conformes = nombre de produits conformes / nombre total théorique de produits

6. Exemple

Temps d'ouverture de la ligne à 7 heures par jour ;

20 minutes de pauses par jour

en moyenne 10 minutes de démarrages, réglages et pannes ;

le taux de marche est de $6,5 / 7 = 93 \%$.

Vitesse maximale de 1000 bouteilles par heure,

vitesse de fonctionnement choisie à 800 bouteilles par heure ;

le taux d'allure est de 80% .

10 bouteilles non conformes sur les 800 bouteilles produites ;

le taux de produits conformes est de $790 / 800 = 99 \%$.

Le taux de rendement TR de cette installation est donc de

$TR = 93 \% \times 80 \% \times 99 \% = 74 \%$

7. Ordres de grandeur

Le taux de rendement dépend du type de fabrication et du procédé ; il n'y a donc pas de taux de rendement standard applicable à toutes les installations.

Néanmoins, les ordres de grandeur suivants doivent être obtenus :

- Taux de rendement TR de 80% (composé des trois taux ci-dessous),
- Taux de marche de 90% ,
- Taux d'allure de 90% ,
- Taux de produits conformes de 99% .

Si une de ces valeurs n'est pas atteinte, une source de gains considérables est disponible et une action d'amélioration est particulièrement indiquée !

Des éléments supplémentaires rentrent dans le calcul théorique exact du TR ; assez complexes et d'une influence finalement assez faible sur le résultat, ces éléments ont été volontairement omis ou simplifiés.

Seuls les principaux composants, influents dans le calcul du TR, ont été conservés ; cette approche vous permettra d'effectuer une mesure fiable et rapide du TR de vos installations.

Améliorer le rendement des machines

Vous avez mesuré le rendement de vos machines et vous constatez que leur taux de rendement TR n'est pas satisfaisant.

Les causes de pertes de rendement, ainsi que les remèdes à apporter, sont généralement classées en six catégories :

8. Pertes de rendement dues aux pannes

Les pannes entraînent du gaspillage de temps de production (arrêt de la production) ainsi que des pertes de matières (par mise au rebut des produits non conformes).

Pour se rapprocher du « zéro panne », deux types d'actions seront mises en place :

- Organisation performante de la maintenance (auto-maintenance*, maintenance préventive),
- Amélioration de l'outil de production afin d'éliminer les pannes récurrentes.

(*) l'*auto-maintenance* est la part de la maintenance effectuée directement par le personnel de production.

9. Pertes de rendement dues aux réglages

Des réglages sont effectués à l'occasion du passage de la fabrication d'un lot à un autre (« *temps de changement de format* ») : changement de produit et/ou changement d'outil et/ou modification de la ligne.

Ces pertes peuvent être diminuées par une étude d'ergonomie du poste de travail, afin de rendre les opérations de changement d'outil et les actions de réglage moins nombreuses et plus courtes.

10. Pertes de rendement dues aux arrêts mineurs

Les arrêts mineurs d'une ligne de production sont causés par des perturbations momentanées telles que la détection d'un trop-plein, d'un bourrage... La ligne est alors arrêtée ou fonctionne à vide.

Les causes de ces pannes (largeur d'un convoyeur, fiabilité d'un détecteur, insuffisance d'un stock tampon...) doivent être identifiées et éliminées par une amélioration de l'outil de production.

11. Pertes de rendement dues aux démarrages

Des pertes de production, inhérentes au procédé de fabrication, peuvent survenir à chaque démarrage en attendant la stabilisation des conditions de fabrication (montée en température, en vitesse...) ; tant que le niveau de qualité requis pour les produits n'est pas atteint, les temps et les matières utilisés sont perdus.

Comme pour les pertes dues aux réglages, les actions correctives sont la modification de l'organisation ou de l'outil de production, avec l'objectif de diminuer le temps de démarrage.

12. Pertes de rendement dues aux ralentissements

A l'allure maximale, il arrive que des problèmes mécaniques surviennent ou bien que la qualité du produit se dégrade ; diminuer l'allure est alors la solution provisoire la plus simple.

Des études techniques permettront de remédier aux défauts n'apparaissant qu'en fonctionnement rapide et permettront de rapprocher l'allure réelle de l'allure maximale.

13. Pertes de rendement dues aux défauts de qualité

En cas de mise au rebut, le temps et les matières utilisés sont perdus ; en cas de réparation, des temps supplémentaires doivent être consacrés pour arriver à rendre le produit conforme.

Les causes d'apparition de défauts une fois identifiées, deux types d'actions pourront être mises en place :

- Modification de la production, dans son organisation ou sur l'outil lui-même,
- Amélioration des points de contrôle, afin de détecter les défauts éventuels le plus tôt possible.

Parmi les 6 causes de pertes décrites ci-dessus, une seule est souvent responsable de la plupart des pertes de rendement ; cette cause doit être identifiée et traitée en priorité.

Organiser l'auto-maintenance

Grâce à l'auto-maintenance, vous pouvez diminuer les pertes et donc améliorer le rendement de vos installations.

14. Définition de l'auto-maintenance

L'auto-maintenance est la part de la maintenance effectuée directement par le personnel de production.

La mise en place de l'auto-maintenance consiste à réunir les conditions nécessaires au transfert puis à transférer du service maintenance vers le service production une partie des opérations de maintenance.

Deux familles d'activités doivent être identifiées puis réparties entre le service maintenance et le service production :

- Les opérations de nettoyage,
- Les opérations de maintenance.

15. Opérations de nettoyage

Les opérations de nettoyage permettent d'éliminer les poussières, tâches d'huile, débris (copeaux...) et tous types de salissures qui se déposent sur l'installation, les outillages et les matériaux.

Le nettoyage n'a pas comme unique objectif de refaire la propreté en surface ; il permet également de découvrir des anomalies telles que vibrations, fuites d'huile, usures de pièces ou de composants.

La mise en place du nettoyage comprend les étapes suivantes :

- **Nettoyage initial** : sa durée dépend bien entendu de l'état de départ des installations ; il permet également d'effectuer une inspection et de mieux faire connaître aux opérateurs l'outil de production qu'ils pilotent.
- **Mesures d'amélioration** : il s'agit de trouver des solutions pour remédier aux causes importantes de salissures et aux points difficiles d'accès pour le nettoyage ; les solutions apportées peuvent être des modifications de l'outil telles que la mise en place d'une trappe de visite, d'un carter en plexiglas...
- **Procédures** : des procédures de nettoyage sont alors établies : répartition des tâches, méthodes, produits utilisés, fréquence... Des contrôles périodiques seront ensuite effectués pour vérifier l'application des procédures de nettoyage et leur efficacité.

Une démarche de type « 5S » ou HACCP (voir sources d'informations sur le site internet de l'I.S.M. www.infometiers.org), pourra être utilisée pour mettre en place les opérations de nettoyage.

16. Opérations de maintenance

Comme pour le nettoyage, les opérations de maintenance sont identifiées, classées, puis réparties entre la production et la maintenance.

Une partie des opérations de maintenance, de nature préventive et corrective, est confiée au personnel de production.

Les opérations de maintenance réalisées par le personnel de production sont notamment :

- Des dépannages simples : formés au diagnostic de panne, les opérateurs de production pourront identifier une panne simple et éventuellement réparer le matériel concerné,
- De l'entretien préventif courant : graissage, contrôle de niveau...
- Et plus généralement toute intervention de niveau technique simple.

Cette nouvelles répartition des tâches présente de nombreux avantages :

- Une source de motivation pour le personnel de production qui, connaissant mieux son outil de travail, pourra se l'approprier et l'utiliser plus efficacement,
- Une coordination optimale de l'entretien courant avec les contraintes de production puisqu'il est réalisé par les mêmes personnes,
- Des dépannages plus rapides dans le cas des pannes simples,
- Une plus grande efficacité du service maintenance qui, libéré d'une partie de l'entretien « de routine », pourra se concentrer sur l'amélioration de l'outil de production et l'organisation de la maintenance préventive.

Organiser la maintenance préventive

Grâce à l'auto-maintenance et à la maintenance préventive, vous pouvez diminuer les pertes et donc améliorer le rendement de vos installations.

17. Définition de la maintenance préventive

Contrairement à la maintenance curative, qui consiste à intervenir sur les matériels en cas de panne, la maintenance préventive consiste à intervenir avant la panne, afin d'essayer d'éviter que celle-ci ne se produise. La maintenance préventive est organisée tandis que la maintenance curative est subie.

Bien évidemment ces deux principes de maintenance sont complémentaires ; une maintenance uniquement curative entraînerait un nombre de pannes trop important, des difficultés d'organisation de la production et une dégradation rapide des matériels ; à l'opposé, un excès de maintenance préventive ferait effectuer chaque jour des opérations telles que vérifications, resserrages, vidanges, qui ne se justifient qu'une fois par semaine ou par mois.

C'est donc un équilibre économique qui permet de définir la bonne quantité de maintenance préventive, afin de réduire la part des dépannages, qui restent un mal nécessaire.

La maintenance préventive concerne aussi bien le personnel de production, chargé des opérations simples, que le personnel de maintenance, chargé des opérations plus complexes. L'amélioration des activités de maintenance préventive dans l'entreprise peut s'effectuer sur différents axes :

- La gestion du stock des pièces de rechange,
- La standardisation,
- La planification,
- La conception des installations.

18. Gestion du stock des pièces de rechange

Comme tout type de stock, l'objectif sera qu'il soit aussi réduit que possible tout en offrant une réponse adaptée aux besoins de la maintenance.

Pour les matériels critiques (leur panne entraîne l'arrêt complet de la production), des pièces devront être disponibles en stock afin que le dépannage soit rapide.

Pour des matériels moins critiques, les pièces de rechanges ne seront pas stockées, dans la mesure où leur délai d'approvisionnement chez leur fournisseur sera suffisamment court.

Une bonne gestion du stock des consommables (lubrifiants, chiffons de nettoyage...) est également importante.

19. Standardisation

Puisqu'elles concernent différents types de matériels, les opérations de maintenance sont par nature diversifiées.

Pour une meilleure efficacité des interventions, tant préventives que correctives, la standardisation sera recherchée à plusieurs niveaux :

- **Standardisation de la documentation** : une documentation conçue, classée et rangée de la même façon pour tous les matériels permettra la rapidité et la sécurité des actions de maintenance,
- **Standardisation des interventions** : des séquences et/ou des principes communs permettront de mieux appliquer les procédures d'intervention,
- **Standardisation des composants** : dans la mesure du possible, l'utilisation de composants standardisés (pompes, vannes, moteurs électriques...) permettra de mieux les connaître, donc de mieux les utiliser, et de diminuer le stock de pièces de rechange.

20. Planification

L'augmentation de la part de la maintenance préventive au détriment de celle de la maintenance corrective permet de planifier les activités de maintenance, de maîtriser au lieu de subir.

Les opérations journalières, hebdomadaires, mensuelles et annuelles sont définies dans des plans de maintenance ; la maintenance journalière (graissage, contrôle...) est plutôt confiée au personnel de production tandis que la maintenance annuelle, généralement constituée d'opérations lourdes et fortement techniques, est plutôt effectuée par le personnel de maintenance.

Une maintenance planifiée permet à la production d'organiser la fabrication en tenant compte d'arrêts de maintenance prévus à l'avance ; les deux activités, maintenance et production, ne sont plus concurrentes mais partenaires pour l'utilisation de la ligne. Une maintenance planifiée permet également une meilleure gestion du stock de pièces de rechange : celles-ci ne sont approvisionnées qu'au moment voulu pour effectuer l'intervention.

21. Conception des installations

Pour l'achat de nouveaux matériels, il est particulièrement important de faire participer l'ensemble des services concernés, en particulier le service maintenance (conception, rédaction du cahier des charges).

Le service maintenance restera vigilant quant à l'utilisation de composants standards, permettant une meilleure gestion du stock de pièces de rechange.

D'autre part, des améliorations déjà apportées aux outils existants suite à des pannes, seront directement appliquées aux nouveaux matériels.

Mettre en place la démarche TPM

22. Définition et objectifs

La TPM (de l'anglais *Total Productive Maintenance*) est un système global de maintenance industrielle.

La TPM est une démarche qui a pour objectif la fiabilité et le rendement maximal des équipements sur toute leur durée de vie, en y associant tout le personnel de l'entreprise, qui va pouvoir développer ses compétences.

L'objectif de la TPM est de faire fonctionner les installations le plus efficacement possible ; en effet, la panne, le ralentissement involontaire, le manque de précision provoquent des défauts, des pertes (mises au rebut) et ne permettent donc pas une production efficace.

23. Améliorer le rendement des machines

La démarche TPM cherche à diminuer les pertes de rendement (voir fiche n°2) de l'outil de production ; les causes de pertes et la conduite à tenir pour les réduire sont :

Causes de pertes	Conduite à tenir
Pannes	Fiabilisation des machines ; organisation de la maintenance préventive.
Réglages	Modification des machines : recherche de temps de réglages courts.
Arrêts mineurs	Modification des machines pour obtenir moins d'arrêts.
Ralentissements	Fonctionnement de la ligne à une allure proche de son allure maximale.
Défauts qualité	Amélioration de l'outil de production, de l'organisation, des points de contrôles.
Démarrages	Modification des machines et de l'organisation : temps de démarrages raccourcis.

Plutôt que d'entreprendre des actions dans toutes les directions, les causes de pertes les plus importantes seront tout d'abord identifiées puis traitées prioritairement.

Des mesures de temps (temps de marche, temps d'arrêt...) seront donc nécessaires et des indicateurs (voir fiche n°1) seront mis en place (par exemple : taux de marche calendaire, taux de produits conformes, taux de rendement des installations).

24. Les étapes d'une démarche TPM

Les principales étapes de ma mise en place d'une démarche TPM sont généralement :

- Formation du personnel,
- Organisation de l'auto-maintenance (voir fiche n°3),
- Amélioration de la maintenance préventive (voir fiche n°4).

En préalable à l'application de la méthode à l'ensemble de l'entreprise, il est important de mettre en place ce projet sur une installation pilote.

Le projet pilote permet de valider les aptitudes de l'entreprise à mettre en place la démarche TPM dans sa globalité, de valider les objectifs à atteindre, de convaincre l'ensemble du personnel.

La technicité des opérateurs et des spécialistes de maintenance est une nécessité absolue pour assurer correctement l'auto-maintenance et la maintenance préventive. Des formations sont nécessaires : formation du personnel de production à la maintenance, formation du personnel de maintenance à la conduite de machines.

La mise en place de l'auto-maintenance permet au personnel de production d'assurer lui-même la maintenance de 1er niveau de l'outil qu'il a la charge de piloter.

Une ré-organisation profonde du service maintenance accompagne généralement la démarche TPM.

Sans abandonner totalement la maintenance corrective, qui reste « un mal nécessaire » (elle sera réservée aux matériels peu critiques, au traitement des pannes imprévues...), un accent particulier est mis sur l'amélioration de la maintenance préventive.

Projet fédérateur par excellence, la démarche TPM peut constituer une grande source de motivation pour le personnel et apporter des gains de productivité particulièrement importants.