

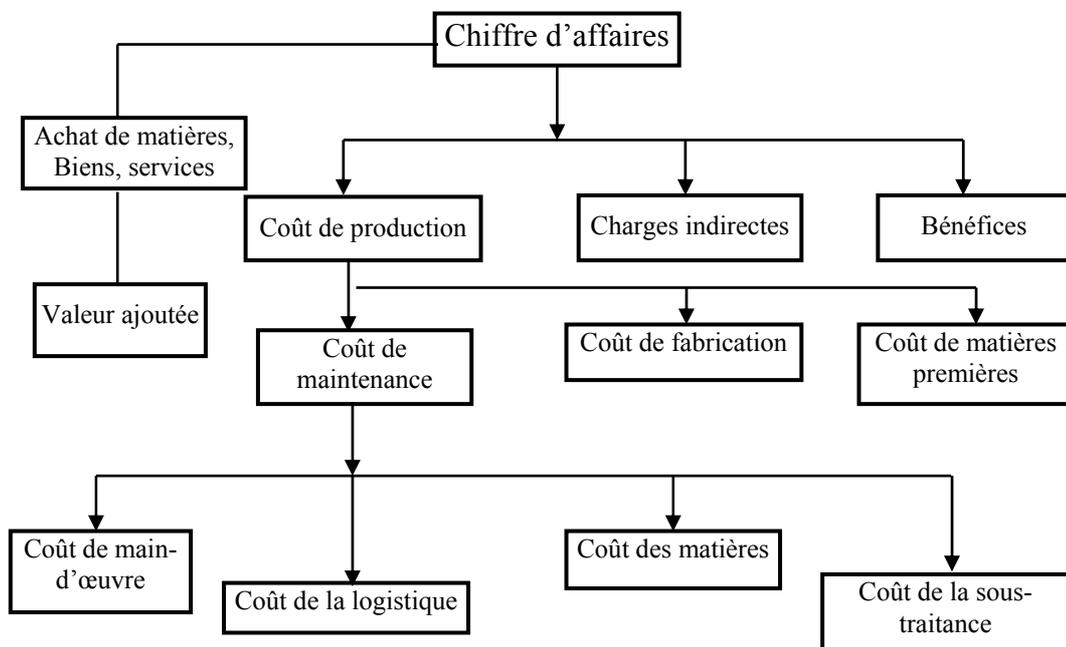
7. LES RATIOS ET COÛTS DE LA MAINTENANCE

7.1 INTRODUCTION

L'entreprise dispose d'un capital sous forme de fonds propres et de fonds empruntés, qu'elle transforme en biens immobilisés (locaux, matériels de production, équipements divers). Ces biens permettent de fabriquer des produits à partir du coût total de production, majoré des charges de ventes, des charges diverses et du bénéfice.

Le coût de production se compose du coût des matières premières, du coût de fabrication et du coût de maintenance. Le coût de maintenance se compose du coût de main-d'œuvre, du coût des pièces de rechange et du coût des travaux sous-traités. Le tableau synoptique suivant ci-dessous (tableau 7.1) permet de mieux comprendre la structure des coûts en général.

Tableau 7.1 Tableau synoptique des coûts.



□ Chiffre d'affaires

Le chiffre d'affaire représente la somme de toutes les ventes réalisées par l'entreprise pendant une période correspondant généralement à une année d'activité (c'est la valeur des ventes globales annuelles).

□ Valeur ajoutée

La valeur ajoutée exprime une opération de valeur ou l'accroissement de valeur que l'entreprise apporte aux biens et services en provenance des tiers dans l'exercice de ses activités professionnelles courantes. Elle représente la valeur de la transformation d'une matière d'œuvre en un produit fini, c'est une caractéristique économique.

Elle est mesurée par la différence entre la production de la période et les consommations de biens et de services fournis par des tiers pour cette production. Elle se calcule de la manière suivante :

$$\text{Valeur ajoutée} = \text{prix de vente} - (\text{valeur du total des fournitures, des matières et des services})$$

- **Remarque :** les frais de service sont constitués par les salaires, les charges sociales, les bénéfices non distribués et les charges indirectes.

7.2 LES COÛTS RELATIFS A LA FONCTION MAINTENANCE

7.2.1 Les coûts de maintenance

Les coûts de maintenance correspondent aux coûts directement imputables à la maintenance.

□ Analyse des coûts de maintenance

Les coûts de maintenance peuvent s'analyser par nature et par destination au sens comptable des termes. Ils pourront être imputés soit en exploitation, soit en investissement. Certains postes peuvent inclure des frais financiers (par exemple l'immobilisation du stock maintenance).

- Par nature : personne, outillage et équipements de maintenance, produits et matières consommées (pièces de rechange, huile, graisse...), sous-traitance, autres (à préciser).
- Par destination : préparation (études, méthodes, ordonnancement), documents techniques, interventions, suivi et gestion, magasinage et stockage, formation, autres (à préciser).
- Par type d'intervention: maintenance préventive systématique ou conditionnelle ; maintenance corrective ; révision, modernisation, rénovation ou reconstruction ; travaux neufs.

□ Le coût de l'outillage et des équipements de maintenance

Il comprend les amortissements correspondant aux outillages investis.

- Il est intéressant d'isoler le **coût du personnel d'intervention** : il est, par convention, le coût de facturation interne.

Si le taux de sous-traitance est élevé et si le personnel de sous-traitance utilise de manière importante, l'outillage lourd de l'entreprise, il pourrait être judicieux de faire figurer au dénominateur le coût du personnel de sous-traitance correspondant. Cependant, il faut noter dans ce cas que les bases d'évaluation (les charges indirectes incluses dans les coûts respectifs de main-d'œuvre interne et externe) ne seront pas identiques. Ceci pourrait rendre difficile les comparaisons établies à partir d'un ratio ainsi construit.

- Les coûts dus aux **documents techniques** correspondent à la création et à la mise à jour d'une documentation homogène et opérationnelle (dossier technique par type de bien : établi en fonction des besoins d'exploitation et de maintenance).

Les coûts relatifs à la gestion des stocks de maintenance correspondent aux coûts de possession du stock de maintenance et aux coûts d'acquisition.

7.2.2 Les coûts d'indisponibilité

Les coûts d'indisponibilité prendront en compte en particulier :

- Les coûts de perte de production incluant les coûts de non-production (dépenses fixes non couvertes et dépenses variables non réincorporées), et la non-qualité de production provoquée par la défaillance des équipements productifs (coûts des rebus et retouches).
- Le surcoût de production (personnel, coût des moyens de remplacement mis en œuvre, stock supplémentaire de pièces en attente en cas de défaillances).
- Le manque à gagner de production (mévente et baisse du chiffre d'affaires).
- Les pénalités commerciales.
- Les conséquences sur l'image de marque de l'entreprise (non chiffrables directement).

7.2.3 Les coûts de défaillances

Les coûts de défaillances intègrent les coûts de maintenance corrective et les coûts d'indisponibilité consécutifs à la défaillance des biens d'équipement.

Le coût de défaillance est très difficile à déterminer avec précision, d'ailleurs tous les spécialistes sont unanimes sur ce sujet. Certains paramètres sont subjectifs (baisse de qualité, climat de travail) d'autres sont sujets de discussion. Doit-on prendre en compte les pertes de production lorsque les produits existent en stock (stock disponible) ? De toute façon même une erreur appréciable sur ce coût de défaillance n'entraîne pas d'erreur d'analyse.

Par contre il serait intéressant de suivre son évolution : une diminution constitue un indicateur d'efficacité de la maintenance, une augmentation nécessite la recherche de remèdes adaptés à la situation. Son évolution est suivie par périodes. Si possible des périodes assez courtes de manière à agir en cas de dérive.

Chercher à supprimer les pannes, impliquerait la mise en œuvre de moyens très importants, donc à rendre exorbitants les coûts de maintenance. Nous voyons bien à partir de cette analyse que les pertes de production et les dépenses de maintenance évoluent en sens inverses : lorsque l'un décroît, l'autre augmente. Sachant que l'objectif à atteindre consiste à rendre minimum le coût de défaillance, il faudra rechercher le meilleur compromis (voir figure 7.1).

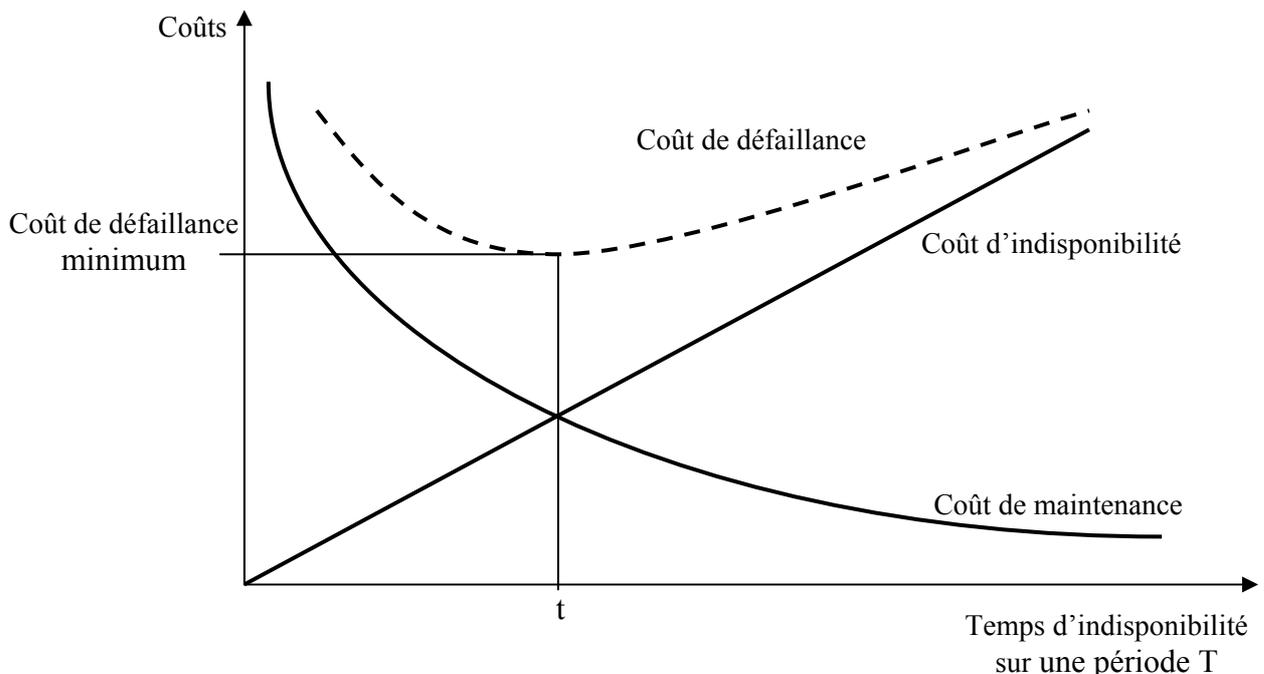


Figure 7.1 Représentation graphique du coût de défaillance minimum

Nous avons noté quelques indicateurs qui permettent de suivre l'évolution du coût de défaillance :

- nombre d'arrêts et total des heures perdues pour une période donnée,
- nombre de rebuts pour cause de défaillance pour une période donnée,
- suivi du temps moyen d'arrêt par panne,
- estimation de la qualité de produit non fabriqué,
- suivi des pénalités pour livraison en retard...
- etc.

7.3 LES INDICATEURS

7.3.1 INTRODUCTION

L'importance de la quantification de la maintenance au même titre que les autres grands postes de l'entreprise (telle que la production) doit amener les gestionnaires de la maintenance à choisir et utiliser des indicateurs significatifs et caractéristiques qui s'appuient sur des données explicites (claires, complètes, sans sous-entendu), reconnues par tous (référence à une terminologie normalisée) et saisies sur des bases identiques. Leur utilisation doit permettre de fixer des objectifs tant au niveau économique que technique, suivre les résultats pour apprécier les écarts et les analyser. Ils constituent des outils indispensables pour une gestion efficace de l'outil de production et de la fonction maintenance : amélioration de la productivité, tenue et justification des objectifs, mise en évidence des points faibles, aide à la décision lors de l'achat ou du renouvellement d'un bien d'équipement etc. Ils induisent ou confortent les choix de politique de maintenance et facilitent le dialogue avec la direction générale. Ils doivent, d'autre part, servir aux responsables d'entreprise pour se situer et comparer leurs coûts et performances entre sociétés d'un même secteur d'activité ou de secteurs d'activités différents, ils doivent aussi permettre de prendre des décisions rapides.

Le principe de gestion de la maintenance, se base sur le suivi d'un certain nombre de chiffres indicateurs obtenus par la composition de ratios et rassemblés dans un tableau de bord. Ces ratios sont des mesures relatives obtenues par un rapport entre deux valeurs qui ont un lien logique et qui sont choisies en fonction de leur pertinence à donner une mesure sur la performance de la maintenance. L'efficacité de celle-ci peut être calculée en comparant les résultats obtenus aux résultats attendus. Les définitions de ces derniers sont du ressort du gestionnaire de la maintenance. Bien entendu l'intérêt des ratios réside plus dans l'étude de leur évolution dans le temps que dans leur valeur absolue.

7.3.2 TABLEAU DE BORD

Créer son propre tableau de bord « Maintenance - disponibilité », c'est choisir l'ensemble des variables essentielles dont il est intéressant de suivre l'évolution dans la poursuite des objectifs fixés, comprenant notamment les indicateurs faisant l'objet de prévisions budgétaires. Souvent les indicateurs sont présentés sous forme de ratios. Afin de constituer un outil de gestion, les divers ratios sont rassemblés dans un tableau de bord dont la forme peut être présentée comme suit (tableau 7.2).

Le tableau de bord doit servir au responsable de maintenance :

- comme clignotant, au cas où des anomalies se produiraient,
- comme comparaison avec les résultats précédents afin de constater l'évolution des paramètres et d'en déduire la tendance,
- comme contrôle et suivi des services de maintenance.

Sur la base des données disponibles, le responsable de maintenance pourra :

- prendre des actions immédiatement pour remédier à une urgence,
- demander des rapports d'analyse ou d'études détaillées, planifier des interventions de grande énergie et prévoir les moyens nécessaires,
- définir une politique de renouvellement,
- introduire des mesures correctives en matière de politique de maintenance,
- préparer en détail et de manière justifiée son budget,
- donner avec précision les informations nécessaires aux autres structures de l'unité ainsi qu'à ses propres services.

Un tableau de bord bien tenu permet non seulement d'avoir une idée précise sur la performance de la maintenance dans une unité mais également de prendre des décisions d'ordre stratégique influençant directement sa rentabilité.

Tableau 7.2. Tableau de bord.

UNITE :		TABLEAU DE BORD			Période :
Ratios	Résultat précédent	Résultat actuel	Objectif	Observations	
R ₁					
R ₂					
R ₃					
R ₄					
R ₅					
R ₆					
R ₇					
R ₈					
R ₉					
R ₁₀					
Etc.					

7.3.3 CHOIX DES INDICATEURS

Un ratio constitue une relation entre deux données. Il sert :

- à mesurer une réalité avec clarté,
- à contrôler des objectifs,
- à se comparer entre unités distinctes, entreprises ou secteurs d'activité,
- à prendre des décisions adaptées (politique d'investissement, politique de maintenance, gestion du personnel...).

□ **Remarque** : La qualité d'un ratio réside surtout dans le choix judicieux du dénominateur.

□ Les facteurs à prendre en compte avant de choisir

L'étude des indicateurs peut s'appréhender à différents niveaux :

- au niveau d'un secteur d'activité (voire d'un pays),
- au niveau de l'entreprise face à son secteur d'activité,
- à l'évolution de l'entreprise face à elle-même,
- au niveau de la fonction maintenance face à l'entreprise,
- à l'évolution de la fonction maintenance face à elle-même.

Faire le choix d'un certain nombre d'indicateurs nécessite au préalable de prendre en considération les remarques suivantes :

- Le choix et le nombre d'indicateurs retenus devront tenir compte de la structure de l'entreprise (taille, type de production, type de produits, âge moyen des équipements), des objectifs à atteindre et des moyens mis à la disposition de la fonction maintenance (personnel et moyens techniques de gestion) ;

- Les indicateurs sélectionnés ne sont pas limitatifs : à partir des bases d'évaluation données en regard des listes d'indicateurs chaque entreprise peut confectionner ses propres indicateurs adaptés à ses besoins ;
- Ils peuvent être complémentaires et dans ce cas ne peuvent être interprétés isolément.

Les circonstances qui incitent à l'utilisation des indicateurs peuvent être :

- Soit cycliques : établissement d'un budget prévisionnel, suivi du budget, suivi de la disponibilité des biens, évolution des aspects techniques (équipements, défaillances, rechanges, etc.) ;
- Soit choisies par exemple dans le cadre d'audits (interne ou externe) ou d'études spécifiques : indisponibilité à la maintenance, indisponibilité à la production ou à l'exploitation, contrôle du service rendu, etc.

Trois stades d'investigation ont été choisis pour introduire les indicateurs :

- L'importance des coûts de maintenance par rapport aux performances générales de l'entreprise,
- La politique choisie en matière de maintenance et de gestion des biens vue sous l'angle budgétaire (analyse des coûts) et technique (analyse des temps par le suivi des biens et le suivi des activités de maintenance),
- La gestion du personnel de maintenance en matière d'organisation de qualification, de spécialisation et de formation pour répondre aux besoins de l'entreprise.

7.3.4 COMPOSITION DES RATIOS

Lors de la composition des ratios l'expérience a prouvé qu'il convient de respecter les principes suivants :

- Limiter le nombre de ratios que l'on veut suivre dans un tableau de bord.
- Baser les ratios sur des données facilement disponibles dans l'unité.
- Mettre à jour d'une façon continue les données reprises dans les ratios.
- Interpréter les ratios obtenus afin de les rendre comparables aux résultats précédents.

7.3.5 CLASSIFICATION DES INDICATEURS

Les indicateurs peuvent être classés en deux catégories : les indicateurs économiques et les indicateurs techniques. Les indicateurs retenus permettront de suivre d'une part la gestion des équipements et d'autre part la gestion de la maintenance en vue de trouver les axes d'amélioration les mieux adaptés au cas considéré.

7.3.6 EXEMPLES DE RATIOS NORMALISÉS

7.3.6.1 LES RATIOS ÉCONOMIQUES

$$r_1 = \frac{\text{Coût de maintenance}}{\text{Valeur ajoutée produite}}$$

Ce premier ratio r_1 est utile pour faire des comparaisons entre les unités et entreprises dans des secteurs identiques, il peut être complété par le ratio r_2 .

$$r_2 = \frac{\text{Coûts de maintenance} + \text{Coûts d'indisponibilité}}{\text{Chiffre d'affaires relatif à la production}}$$

Ce ratio r_2 permet de suivre l'évolution de l'efficacité économique de la maintenance.

$$r_2 = \frac{\text{Valeur des biens à maintenir} + \text{Coûts de maintenance}}{\text{Quantité de production}}$$

Ce ratio r_3 permet de suivre l'évolution du coût d'exploitation par unité produite (élément de décision de remplacement ou de modernisation des biens considérés).

$$r_4 = \frac{\text{Coûts des travaux de sous-traitance}}{\text{Coûts de maintenance}}$$

$$r_5 = \frac{\text{Coûts des documents techniques}}{\text{Coûts de maintenance}}$$

$r_i = \text{etc.}$

7.3.6.2 LES RATIOS TECHNIQUES

$$r_1 = \frac{\text{Temps requis}}{\text{Temps de maintenance}}$$

Il correspond à l'expression du taux d'engagement des biens.

$$r_2 = \frac{\text{Temps effectif de disponibilité}}{\text{Temps effectif d'indisponibilité}}$$

Ce ratio permet d'évaluer la disponibilité opérationnelle des biens.

$$r_3 = \frac{\text{Temps propre d'indisponibilité pour la maintenance}}{\text{Temps effectif d'indisponibilité}}$$

Ce ratio favorise la mise en évidence des causes d'indisponibilité dues à la maintenance par rapport à celles inhérentes à des causes externes (énergie, alimentation, main-d'œuvre...) ou indépendantes des actions de maintenance proprement dites (temps de non-détection de la défaillance, temps d'appel à la maintenance, temps de remise en service).

$$r_4 = \frac{\text{Nombre de défaillance}}{\text{Temps de fonctionnement}}$$

Ce ratio correspond à la définition du taux de défaillance (inverse de la M.T.B.F. : moyenne des temps de bon fonctionnement).

$$r_5 = \frac{\text{Temps de préparation du travail}}{\text{Temps actif de maintenance}}$$

Il montre l'importance des activités de préparation du travail par rapport aux interventions effectuées sur le bien.

$$r_6 = \frac{\text{Temps actif de maintenance corrective}}{\text{Temps actif de maintenance}}$$

Ce ratio montre l'importance de la maintenance corrective dans les interventions actives de maintenance.

$$r_7 = \frac{\text{Temps annexes de maintenance corrective}}{\text{Temps de maintenance corrective}}$$

Il montre l'importance de tous les temps de mise en oeuvre des opérations de maintenance corrective (temps administratifs, logistiques, techniques, de préparation).

7.3.7 Exemples de ratios représentatifs non retenus dans la norme AFNOR X 60 020

7.3.7.1 Les ratios économiques

$$r_1 = \frac{\text{Coûts de maintenance} + \text{Coûts d'indisponibilité}}{\text{Valeur ajoutée}} = \frac{\text{Coût de défaillance}}{\text{Valeur ajoutée}}$$

Il faut chercher à rendre minimum ce ratio r_1 , en agissant en priorité sur le coût de perte de production. En effet ce coût est généralement nettement supérieur au coût de maintenance.

$$r_2 = \frac{\text{Coût total de maintenance}}{\text{Valeur des actifs immobilisés à maintenir}}$$

- **Remarque:** Le ratio r_2 doit être manipulé avec beaucoup de précaution. Pour être représentatif il faut actualiser les valeurs des actifs immobilisés.

Nous avons également un ratio économique qui intéresse les responsables de production (utilisateurs) et les responsables du service de maintenance c'est r_3 .

$$r_3 = \frac{\text{Coûts cumulés de maintenance depuis sa mise en service}}{\text{Nombre d'heures de fonctionnement depuis sa mise en service}}$$

7.3.7.2 Les ratios techniques

Ces ratios sont très nombreux et varient en fonction de l'activité, de la grandeur de l'entreprise mais aussi avec son organisation interne.

$$r_1 = \frac{\text{Temps de maintenance}}{\text{Temps de fonctionnement}}$$

Ce ratio permet de vérifier l'évolution de l'état du bien.

$$r_2 = \frac{\text{Temps actif de maintenance corrective}}{\text{Temps actif de maintenance préventive}}$$

Ce ratio permet de suivre l'efficacité de la politique de maintenance.

$$r_3 = \frac{\text{Temps passé pour une intervention de maintenance}}{\text{Temps prévu pour une intervention maintenance}}$$

Ce ratio permet de contrôler les écarts entre les temps passés et les temps prévus. Il est surtout utilisé pour la maintenance préventive systématique et toute action de maintenance répétitive.

- **Conclusion :** D'autres ratios peuvent être imaginés mais l'interprétation des résultats exige une certaine réserve.

Pour un meilleur suivi et pour agir plus facilement et plus rapidement en cas d'évolution négative, il est souhaitable :

- de minimiser le nombre de ratios,
- de choisir correctement numérateur et dénominateur,
- de connaître parfaitement les éléments retenus,
- de bien définir le cadre et les conditions du suivi.

7.4 ORIENTATION ACTUELLE «LA T.P.M.»

La *total productive maintenance*, (origine japonaise) a pour objectif principal d'améliorer la disponibilité des matériels en responsabilisant tous les acteurs de la production à la maintenance de leur équipement.

Cette approche implique la participation, la motivation et l'adhésion la plus large possible du personnel. Ce qui peut se faire par l'intermédiaire des cercles de progrès, de qualité, etc. Concrètement la première mesure à prendre sera de décharger le service maintenance des tâches élémentaires (maintenance courante) et enrichir la tâche de l'exploitant par la maintenance de premier niveau (nettoyage de la machine, contrôle de son bon fonctionnement, lubrification, changement des pièces élémentaires, établissement d'un pré-diagnostic en cas de défaillance grave).

7.4.1 INDICATEURS

Les indicateurs sont repérés à partir des temps productifs et des temps non productifs. Les temps effectifs d'indisponibilité sont bien évidemment non productifs. Il en est de même pour une fraction du temps effectif de disponibilité. Les causes de ces durées de non-productivité sont variées comme le montre le tableau synoptique présenté ci-dessous (tableau 7.3).

Ce tableau met en évidence les indicateurs suivants :

- Temps requis ou temps d'ouverture.
- Temps brut de fonctionnement = temps requis - arrêts pour cause de défaillances ou réglages outils.
- Temps net de fonctionnement = temps brut de fonctionnement – les écarts de performances.
- Temps utile = temps net de fonctionnement - la non-qualité, rebuts, retouches, déchets et chutes au démarrage.

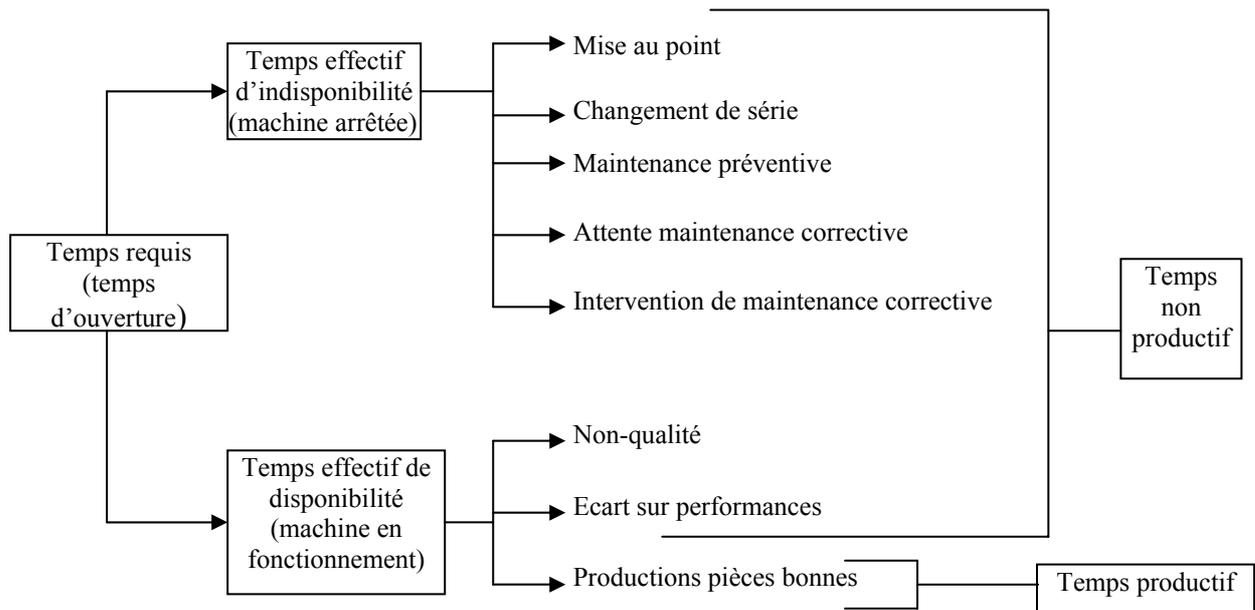
6.5.1 LES RATIOS

Les indicateurs cités ci-dessus ont permis de déboucher sur ce qu'on appelle « le taux de rendement synthétique » (T.R.S.).

Le T.R.S. est issu de 3 ratios susceptibles d'apprécier le fonctionnement, les performances, la qualité et s'écrit de la façon suivante :

$$\text{T.R.S.} = \boxed{\text{Taux brut de fonctionnement}} \times \boxed{\text{Taux de performance}} \times \boxed{\text{Taux de qualité}}$$

Tableau 7.3 Tableau synoptique des temps.



Avec :

- $\text{taux brut de fonctionnement} = \frac{\text{temps brut de fonctionnement}}{\text{temps d'ouverture}}$

ou

- $= \frac{\text{temps effectif de disponibilité}}{\text{temps requis}}$

- $\text{taux brut de performance} = \frac{\text{temps net de fonctionnement}}{\text{temps brut de fonctionnement}}$

- $\text{taux de qualité} = \frac{\text{nombre de pièces réalisées} - \text{pièces défectueuses ou retouchées}}{\text{nombre total de pièces réalisées}}$

- **Conclusion :** Le T.R.S. est l'indicateur qui permet de valoriser les « pertes temps » de production.

Ces pertes peuvent être hiérarchisées et classées par :

- nature (arrêt, performance, qualité),
- secteur d'activité,
- origine (conception, utilisateurs, maintenance, produits).

Le T.R.S. sert également d'outil de suivi des modifications et des progrès effectués, grâce à sa nature même d'élément de chiffrage faisant partie du « tableau de bord » d'un équipement.

7.5 CONTRÔLE DE LA RENTABILITÉ DES ACTIONS DE MAINTENANCE

Si nous raisonnons en termes de choix pour une nouvelle politique ou un changement de méthode de maintenance, nous pensons qu'il est souhaitable d'argumenter les propositions de modifications, c'est la méthode pour imposer et conduire une politique. Pour argumenter il faut mettre en évidence les aspects techniques et économiques du problème.

□ L'aspect technique

Un changement de politique ou une modification pour améliorer un matériel influence toujours favorablement un ou plusieurs des paramètres suivants :

- amélioration des conditions de travail,
- recherche d'une meilleure productivité,
- amélioration de la sécurité du poste de travail,
- amélioration de la fiabilité et de la maintenabilité,
- recherche d'une meilleure qualité.
- etc.

□ L'aspect économique

Pour justifier la rentabilité de la modification il faut connaître le coût de la modification et calculer le seuil de rentabilité industriel.

- **Remarque :** le seuil de rentabilité industriel correspond à la période au bout de laquelle nous récupérerons la valeur de l'investissement (voir figure 7.2).

$$\text{Seuil de rentabilité} = \frac{\text{Investissement}}{\text{Gain par unité de temps}}$$

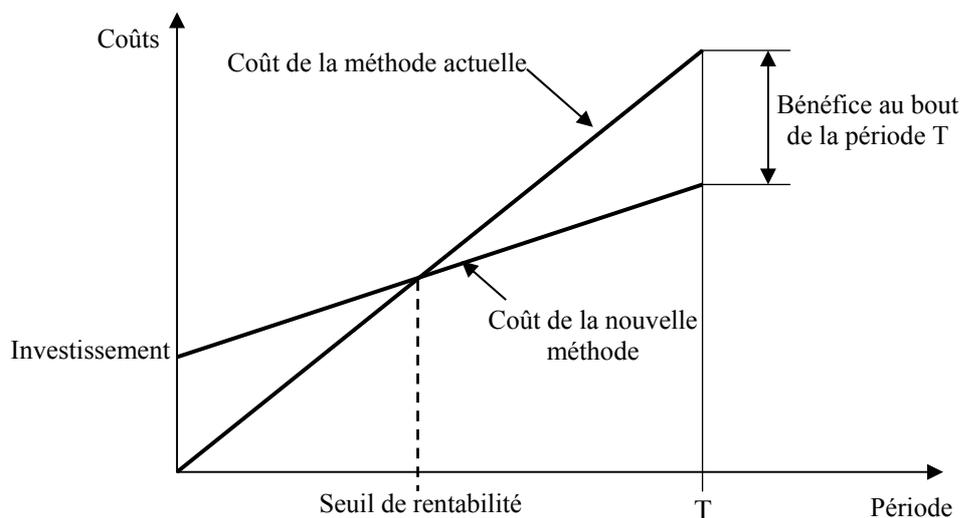


Figure 6.2 Représentation graphique du seuil de rentabilité