

CHAPITRE 3

1. DEMARCHE DE MISE EN PLACE D'UN SYSTEME MAINTENANCE

- ✓ Mise en place d'un service Maintenance.
- ✓ Formation du personnel.
- ✓ Inventaire des 5M de la Maintenance : Equipements, personnel, pièces de rechange, locaux, outillage, documents.
- ✓ Codification des 5M
- ✓ Constitution des dossiers techniques des équipements critiques.
- ✓ Classification des équipements selon leur criticité.
- ✓ Définition des objectifs et indicateurs Maintenance.
- ✓ Définition des formes de Maintenance à appliquer à ces équipements.
- ✓ Etablissement des plans et gammes de Maintenance pour les équipements critiques.
- ✓ Etablissement du budget Maintenance de ces équipements.
- ✓ Planification des travaux de Maintenance.
- ✓ Préparation des travaux de Maintenance.
- ✓ Réalisation des travaux.
- ✓ Recueil des données sur les interventions.
- ✓ Calcul des coûts de maintenance.
- ✓ Constitution de l'historique des interventions.
- ✓ Exploitation des données de retour d'expérience.
- ✓ Etudes d'amélioration.
- ✓ Réalisation des actions d'amélioration et analyse de leur impact.
- ✓ Généralisation de ces actions.

2. MAITRISE DE LA MAINTENANCE

2.1 La meilleure Maintenance

La maîtrise de la Maintenance s'effectue en deux stades

- ✓ *Au stade de la conception* : Prévention de la maintenance (conception d'entités totalement fiables durant leur durée de vie)
- ✓ *Au stade de l'exploitation* : La maîtrise de l'organisation, de gestion et optimisation de la Maintenance.

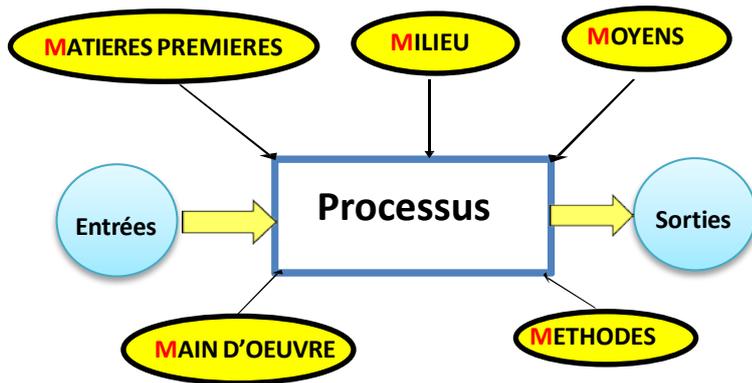
La maîtrise des équipements requiert

- Maîtrise d'acquisition
- Maîtrise d'installation
- Maîtrise d'exploitation
 - Maîtrise du Fonctionnement
 - Maîtrise des arrêts
- Maîtrise de Fin de Vie

2.2 Processus maintenance et les 5 M

La maîtrise de la Maintenance requiert la maîtrise des 5 M qu'elle exploite

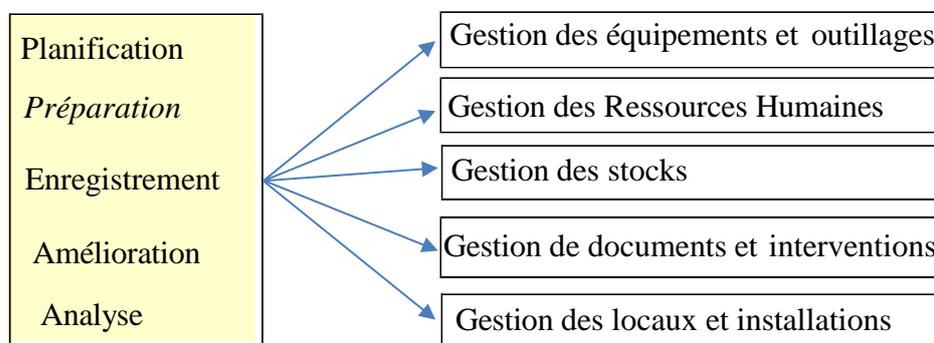
- ✓ *Moyens* : Gestion des équipements et outillages
- ✓ *Main-d'œuvre* : Gestion des Ressources Humaines
- ✓ *Matière* : Gestion des stocks
- ✓ *Méthodes* : Gestion documentaire
- ✓ *Milieu* : Gestion des locaux et installations



- **Moyens** : Machines, instruments, appareils, outillages, Montages de Maintenance, de production et de qualité
Maintenance des moyens : Réparations, Remplacements, Graissages et lubrifications, Nettoyages et peinture, Resserrages, Contrôles et réglages, Etalonnages
- **Main-d'œuvre** : Personnel de tout niveau et de toute activité
Maintenance de Main-d'œuvre : Formation et information, Conditions de travail et sécurité, Condition de vie et santé, Progression de carrière et salariale, Reconnaissance de mérite
- **Matière** : Matière première, produits annexes de production, Pièces de rechange et fournitures de Maintenance
Maintenance de la Matière : Emballages adéquats, Conditions de stockage, Graissages et lubrifications Nettoyages, Resserrages, Contrôles et réglages
- **Méthodes** : Procédures d'organisation, de gestion et d'intervention, dessins, aides au diagnostic, plan de Maintenance, enregistrements
Maintenance des Méthodes : Actualisation, Amélioration, gestion, stockage, Mise à disposition
- **Milieu** : Tous locaux (Unités de production, ateliers, laboratoires, Magasins, bureaux)
Maintenance de Milieu : Nettoyage, Rangement, Ergonomie, stockage, Information Sécurité et environnement, Conditions de vie et de travail

2.3 La gestion de la maintenance et les 5 M

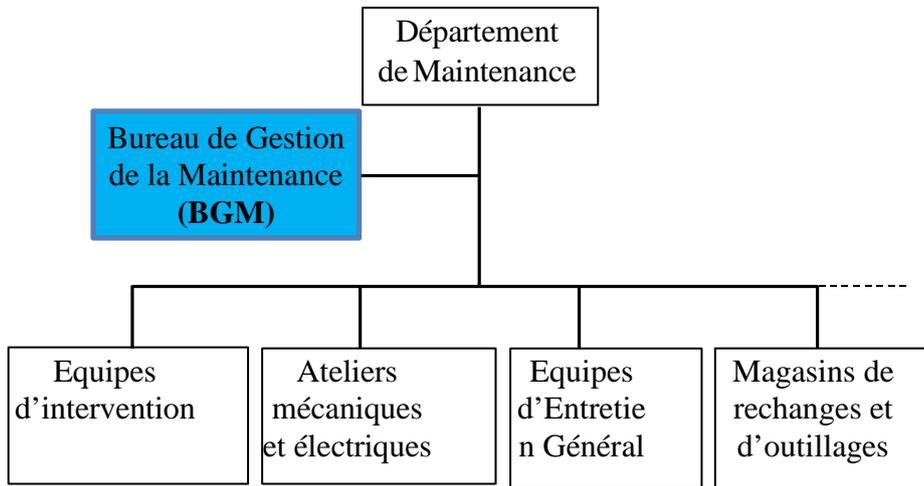
La maîtrise de la Maintenance requiert aussi des actions transversales sur la gestion des 5M



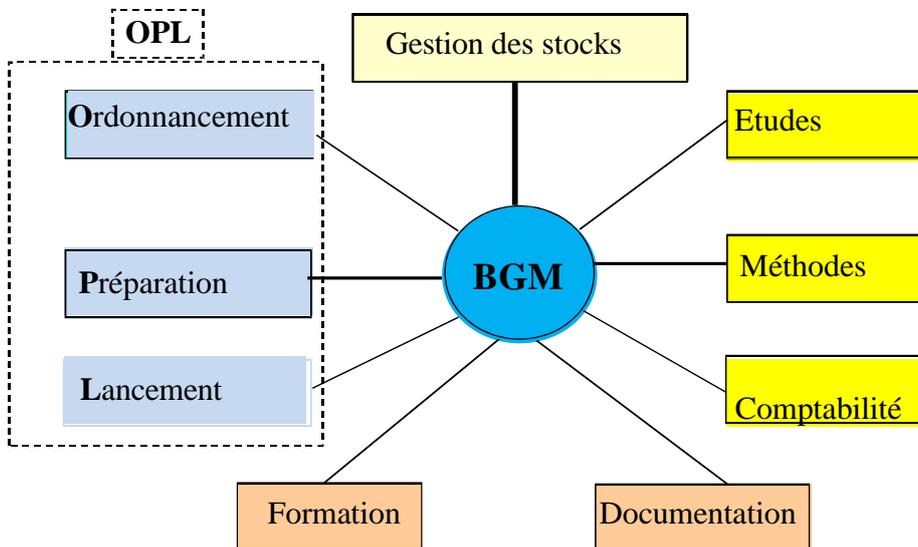
3. ORGANIGRAMME DU DEPARTEMENT DE MAINTENANCE

3.1 L'organigramme

Un organigramme est une représentation schématique de la structure, le plus souvent pyramidale, d'une entreprise ou d'un service mettant en évidence les domaines de responsabilité de chaque composant. Il répond à la question « qui fait quoi ? » et il illustre verticalement la hiérarchie des hommes ou des fonctions. Un autre intérêt est de borner les domaines d'action de chaque responsable, évitant ainsi les chevauchements.



3.2 Fonctions du bureau de gestion de la maintenance



3.3 Personnel du BGM

Il n'y a pas de véritable Maintenance sans Bureau de Gestion de la Maintenance

Le préparateur et le personnel des méthodes doivent être des mainteneurs expérimentés polyvalents et formés aux méthodes de gestion de la Maintenance et d'études et analyses.

Pour réaliser les différentes fonctions du BGM, les effectifs requis seront établis selon le volume de travail demandé donc de la taille de l'entreprise et de sa politique maintenance.

Fonction Ordonnancement

- ✓ Faire des prévisions de charge.
- ✓ Etablir les plannings d'intervention.

- ✓ Réserver les ressources humaines et matérielles
- ✓ Assurer l'utilisation rationnelle des ressources.
- ✓ Déclencher les interventions préventives.
- ✓ Gérer et suivre les interventions.
- ✓ Assurer la répartition des travaux et leur optimisation.
- ✓ Assurer la coordination les autres fonctions de l'entreprise.
- ✓ Gérer les demandes de travail du correctif.

Fonction Préparation

- ✓ Elaborer les gammes de travail.
- ✓ Déterminer les outils, dispositifs, instruments et appareils requis pour chaque intervention.
- ✓ Estimer le temps d'exécution.
- ✓ Rassembler tous les documents nécessaires.
- ✓ Etablir tous les imprimés requis.
- ✓ Définir les compétences requises.
- ✓ Déterminer les pièces et consommables à prévoir.
- ✓ Elaborer les procédures de sécurité à appliquer

Fonction Lancement

- ✓ Gérer les travaux de la semaine.
- ✓ Déclencher les interventions.
- ✓ Répartir les travaux entre les équipes.
- ✓ Suivre l'exécution des interventions.
- ✓ Rassembler les dossiers avec Rapports d'intervention et Bons de Travaux après réalisation

Fonction Etudes

- ✓ Mener les études amélioration techniques et de gestion.
- ✓ Suivre les études sous-traitées.
- ✓ Réceptionner ces études.
- ✓ Gérer les travaux neufs depuis leur conception jusqu'à leur réception

Fonction Méthodes

- ✓ Réaliser inventaires et codifications en Maintenance.
- ✓ Définir les stratégies de Maintenance
- ✓ Elaborer les gammes et les plans du préventif.
- ✓ Etablir les historiques, les analyser et les exploiter. Assurer la Maintenance d'acquisition.
- ✓ Assurer la veille technologique maintenance
- ✓ Établir les tableaux de bord et les analyser.
- ✓ Elaborer et améliorer les dossiers machine.
- ✓ Participer aux études et expertises maintenance.

Fonction Comptabilité Maintenance

- ✓ Déterminer les coûts directs et indirects.
- ✓ Suivre l'évolution de ces coûts.
- ✓ Etablir le tableau de bord économique.
- ✓ Etablir une comptabilité analytique Maintenance.
- ✓ Etablir les life cycle cost.
- ✓ Suivre l'évolution des LCC.
- ✓ Etablir le budget Maintenance.

Fonction Formation

- ✓ Déterminer et recueillir les besoins de formation aussi bien pour les mainteneurs que les exploitants.

- ✓ Elaborer le plan de formation.
- ✓ Suivre la réalisation de ce plan.
- ✓ Evaluer ses résultats.
- ✓ Mener les rétroactions qui s'imposent

Fonction Gestion des stocks

- ✓ Gérer les mouvements de stocks.
- ✓ Définir les techniques de magasinage.
- ✓ Gérer les réceptions et les retours.
- ✓ Etablir les politiques d'approvisionnement.
- ✓ Etablir les inventaires et codifications
- ✓ Etablir la comptabilité de la Gestion des Stocks
- ✓ Etablir et analyser les historiques.
- ✓ Etablir les tableaux de bord et les exploiter.
- ✓ Etablir les imprimés et documents requis.
- ✓ Mener les études d'amélioration telles que la standardisation.

Fonction Documentation

- ✓ Gérer la documentation générale Maintenance.
- ✓ Gérer les normes Maintenance.
- ✓ Gérer les dossiers machines.
- ✓ Gérer les dossiers constructeurs.
- ✓ Gérer les logiciels.
- ✓ Gérer les dossiers d'acquisition.
- ✓ Assurer une veille documentaire en Maintenance

4. GESTION DE LA MAINTENANCE

La gestion de la maintenance dans une **installation industrielle** se fait en quatre étapes :

1. Définir les objectifs chiffrés,
2. Identifier les moyens à mettre en œuvre pour atteindre ces objectifs ;
3. Mesurer les résultats, les comparer avec les objectifs,
4. Analyser les écarts et décider des moyens à mettre en œuvre pour corriger la déviation.

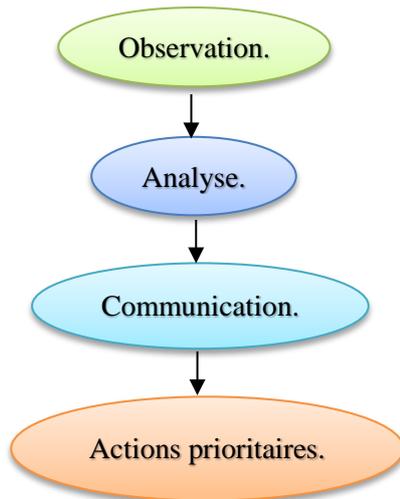
Sur le plan des relations **clients/fournisseurs**, ce cercle peut s'adapter suivant la terminologie.

1. Écouter (les besoins du client).
2. Comprendre (ses attentes).
3. Réaliser (le service attendu).
4. Améliorer (par analyse des insatisfactions du client).

Quel que soit le contexte, la recherche de progrès ne peut être permanente que si elle s'inscrit dans une itération illustrée par un cercle, dans lequel chaque acteur peut situer son action.

5. LA GESTION DES INTERVENTIONS

Méthodologie : Observation, Analyse, communication, Actions prioritaires

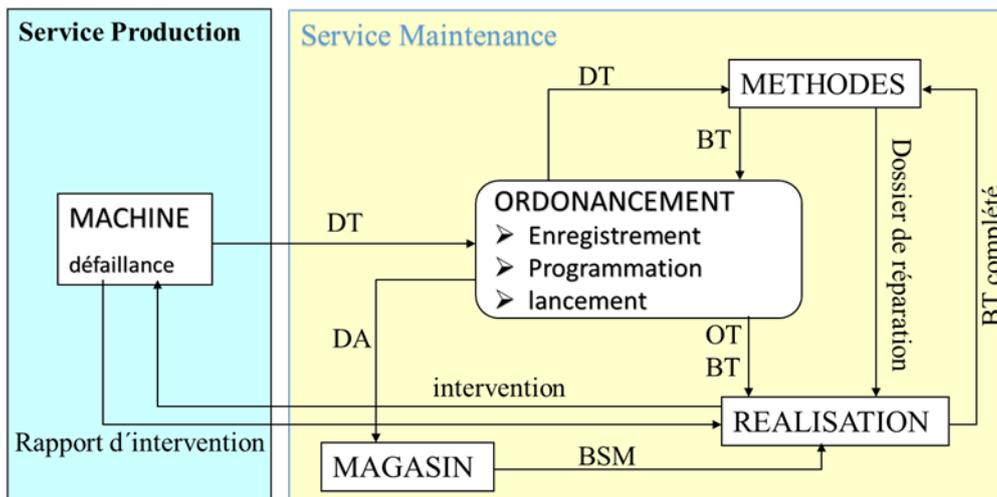


5.1 Observation

5.2 Analyse

5.3 Communication

Le graphe ci-dessous qui décrit le système de communication relatif à une intervention Corrective, entre le moment d'apparition d'une défaillance et la remise à niveau de L'équipement défaillant.



5.3.1 Les termes qui correspondent aux acronymes suivants :

- DT :** Demande de Travail.
- OT :** Ordre de Travail.
- BT :** Bon de Travail.
- DA :** Demande d'Approvisionnement.
- BR :** Bon de Réserve
- BSM ou BS:** Bon de Sortie de Magasin
- RI :** Rapport d'intervention

5.3.2 Les étapes de déroulement d'une intervention

1) Lorsqu'une machine tombe en panne, le service production émet une demande de travail à l'ordonnancement du service maintenance.

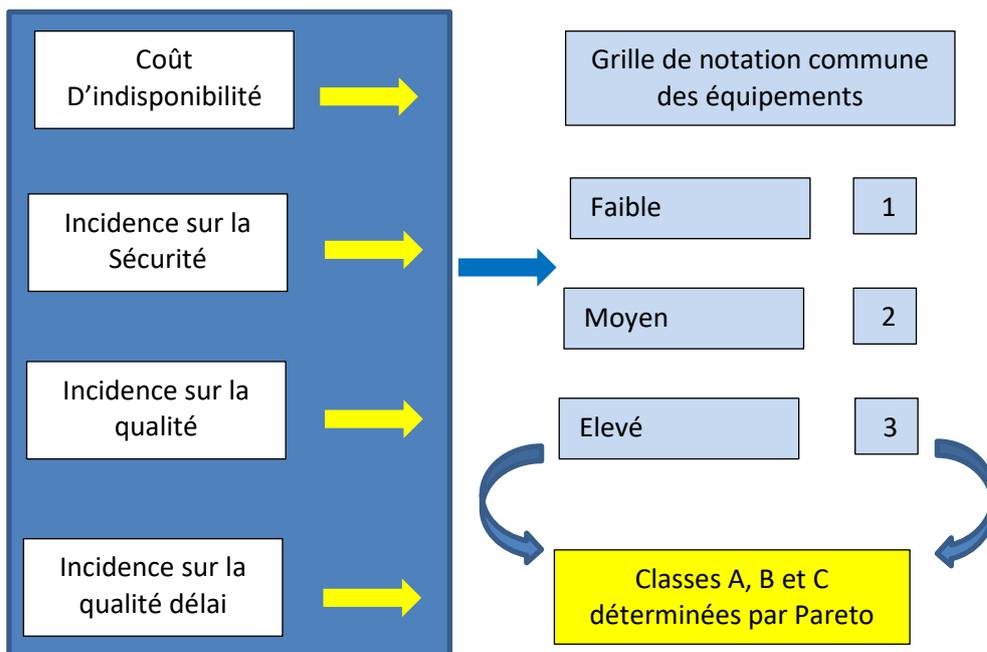
- 2) L'ordonnancement transmet cette demande au bureau des méthodes.
- 3) Après avoir localisé et déterminé l' (ou les) organe(s) défaillant(s), le bureau des méthodes lance un bon de travail pour l'ordonnancement et transmet le dossier de préparation au technicien de maintenance qui va exécuter la réparation.
- 4) Avant de partir sur site, l'ordonnancement doit préparer une demande d'approvisionnement pour le technicien. Cette demande lui permettra de recevoir les pièces de rechange du magasin. Lors de la réception, le technicien recevra un bon de sortie de magasin.
- 5) Après la réception des pièces de rechange, le technicien entamera la procédure de réparation. A la fin de l'intervention, le technicien doit mettre en marche la machine pour s'assurer de l'efficacité de réparations exécutées.
- 6) Après avoir terminé l'exécution des réparations, le technicien doit transmettre le rapport de l'intervention au bureau des méthodes pour le classer dans l'historique.
- 7) Finalement la production doit informer l'ordonnancement de la reprise de l'exploitation de la machine.

5.4 Actions prioritaires

5.4.1 Exigences des équipements critiques :

- Documentation structurée et complète
- Maintenance préventive structurée
- Préparation structurée des interventions
- Budgets détaillés de Maintenance
- Indicateurs de tableau de bord et leur suivi
- Etudes d'amélioration

5.4.2 Equipements critiques



5.4.3 La méthode ABC ou l'analyse de PARETO

L'exploitation de cette méthode permet de déterminer les éléments les plus pénalisants afin d'en diminuer leurs effets :

- ✓ Diminuer les coûts de maintenance.
- ✓ Améliorer la fiabilité des systèmes.
- ✓ Justifier la mise en place d'une politique de maintenance.
- ✓ Etc.

Les étapes de la méthode :

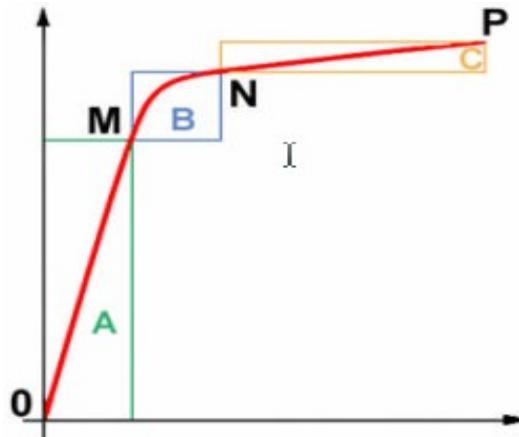
- ✓ Classer les effets (ou critères d'analyse) par ordre décroissant.
- ✓ Cumuler les effets.
- ✓ Cumuler les effets en%.
- ✓ Associer les causes (ou éléments à classer).
- ✓ Cumuler les causes.
- ✓ Cumuler les causes en %.
- ✓ Tracer la courbe de PARETO.

Pour construire la courbe, il est intéressant d'utiliser le tableau suivant :

N° de machines	Coût de panne (en h) : C_i	Cumul des coûts : ΣC_i	% des coûts cumulés : $\Sigma C_i/CT$	Nombre de pannes : N_{pi}	Cumul des nombres de pannes : ΣN_{pi}	% des pannes cumulés : $\Sigma N_{pi}/N_{pt}$

Avec :

- C_i : représente le coût des pannes par machine, classé par ordre décroissant ;
- ΣC_i : est la somme de ces coûts de 1 à i ;
- $\Sigma C_i/CT$: est calculé en pourcentage par rapport au coût total (CT) ;
- N_{pi} : représente le nombre des pannes attribuées à une machine ;
- ΣN_{pi} : est la somme de ces pannes de 1 à i ;
- $\Sigma N_{pi}/N_{pt}$: est calculé en pourcentage par rapport au nombre de pannes totales (N_{pt})



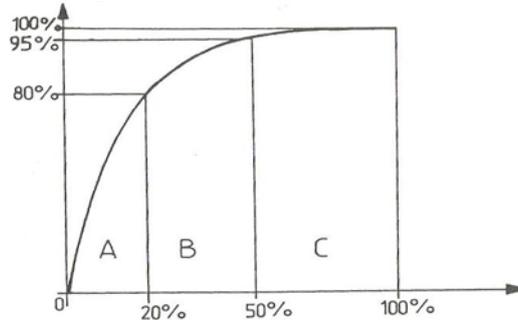
- ✓ Déterminer les zones ABC
 - La partie droite de la courbe OM détermine la zone A.
 - La partie courbe MN détermine la zone B.

- La partie assimilée à une droite NP détermine la zone C.
 - ✓ Déterminer les causes prioritaires à traiter.
- L'étude porte dans un premier temps sur les éléments constituant la Zone A en priorité.

Nb : d'autres facteurs peuvent être pris en compte dans le choix des causes

Exemple de répartitions appliquées à la maintenance :

- 20% des systèmes représentent 80% des pannes.
- 20% des interventions représentent 80% des coûts de maintenance.
- 20% des composants représentent 80% de la valeur des stocks.



6. LES INDICATEURS ET LES RATIOS

6.1 Définitions : L'indicateur est un chiffre significatif d'une situation donnée pour une période donnée.

Les responsables de maintenance doivent utiliser des indicateurs caractéristiques et significatifs afin de connaître la situation (financière, matérielle et en personnels) de leur service et de justifier toutes les actions passées, en cours et à venir

L'utilisation de ces indicateurs doit donc permettre de fixer des objectifs tant aux niveaux économique, technique, humain et de suivre les résultats pour apprécier les écarts et les analyser. Les indicateurs constituent donc 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 changements de matériels, etc.

6.2 Les différentes formes possibles d'indicateurs :

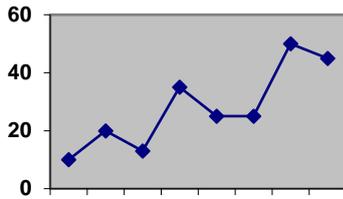
L'indicateur analogique « valeur mesurée » n'a pas une grande signification en valeur absolue, mais devient intéressante en valeur relative :

- Sous forme de pourcentage (c'est l'intérêt de l'analyse de Pareto) : L'exploitation de cette méthode permet de déterminer les éléments les plus pénalisants afin d'en diminuer leurs effets :

- ✓ Diminuer les coûts de maintenance.
- ✓ Améliorer la fiabilité des systèmes.
- ✓ Justifier la mise en place d'une politique de maintenance.
- ✓ Etc.

- Sous forme de moyenne (par traitements statistiques ou probabilistes)
- Par comparaison à une référence (dérive) ou à une norme
- Par comparaison à lui-même dans le temps (évolution)
- Par comparaison à d'autres indicateurs de nature semblable

Il y a donc un intérêt certain à utiliser les outils « visuels » de la statistique descriptive pour traiter un échantillon de N valeurs. Ces outils graphiques sont préférables aux tableaux de valeurs qui sont moins faciles à interpréter.



Graphe d'évolution

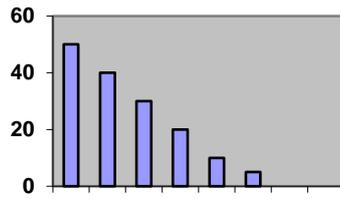
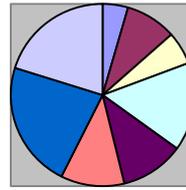


Diagramme à barres



Graphe à secteurs

6.3 Indicateurs de gestion du personnel de maintenance :

a) Formation du personnel

$$r_{32} = \frac{\text{couts de formation}}{\text{masse salariale}}$$

b) Évolution des effectifs de maintenance.

$$\text{Variation} = \frac{\text{Effectif de la période P}}{\text{Effectif de la période P-1}} \times 100$$

$$\text{Rotation} = \frac{\text{Effectif remplacé durant la période P}}{\text{Effectif moyen de la période P-1}} \times 100$$

$$\text{Personnel temporaire} = \frac{\text{Nb d'heures du personnel temporaire}}{\text{Nb d'heures totales travaillées}}$$

c) Sécurité des personnes.

Nb d'accidents du travail par mois avec ou sans arrêts, « presque accidents » par non-respect des consignes ou par non connaissance des consignes.

$$\text{Taux de fréquence des accidents} = \frac{\text{Nb d'accidents avec arrêts} \times 10^6}{\text{Nb d'heures travaillées}}$$

Exemple 1 : La commune de C... compte 350 agents ce qui représente 495 300 heures travaillées dans l'année. Elle a recensé 82 accidents de service avec arrêts.

Taux de fréquence des accidents de service de la collectivité =
 $(82/495\ 300) \times 1\ 000\ 000 = 165.5$ Le chiffre obtenu indique le nombre d'accidents pour 1 million d'heures travaillées.

d) Le taux de gravité des accidents

Le taux de gravité représente le nombre de journées indemnisées pour 1 000 heures travaillées, c'est à dire le nombre de journées perdues par incapacité temporaire pour 1 000 heures travaillées.

$$\text{Taux de gravité des accidents} = \frac{\text{Nb de jours perdues} \times 10^3}{\text{Nb d'heures travaillées}}$$

Exemple 2 : La commune de C... compte 350 agents ce qui représente 495300 heures travaillées dans l'année. Elle a recensé 1300 jours d'arrêts pour accident de service.

Taux de gravité des accidents de service dans la collectivité =
 $(1\ 300/495\ 300) \times 1\ 000 = 2.62 \%$ Le chiffre obtenu n'est pas un pourcentage, il indique le nombre de jours d'arrêt pour mille heures travaillées.

e) Absentéisme et présentéisme.

$$\text{Présentéisme} = \frac{(\text{Nb de personnes}) \times (\text{Nb d'heures de présence effective})}{(\text{Nb de personnes inscrites}) \times (\text{Nb d'heures standard prévues})}$$

Exemple : pour une entreprise de 15 salariés, travaillant tous à temps complet (7 heures par jour), on dénombre au cours du 1er mois de l'année, 6 journées d'absence.

- Le temps d'absence est donc de 7 heures x 6 jours d'absence = 42 heures.
- Le temps de présence théorique est de 22 jours (nombre de jours travaillés en moyenne) x 7 heures x 15 salariés = 2.310 heures
- Taux d'absentéisme = $(42 / 2.310) \times 100 = 1,82\%$.
- Taux de présence = $100\% - 1,82\% = 98,18\%$

6.4 Les indicateurs de maintenance :

a. Les Indicateurs de coût

$$\text{Coût main d'œuvre} = \frac{\text{Montant total des dépenses de main d'œuvre}}{\text{Montant total des dépenses de maintenance}}$$

$$\text{Coût de matière} = \frac{\text{Montant total des sorties magasin et achats directs}}{\text{Montant total des dépenses de maintenance}}$$

L'impact de la maintenance permet de connaître la part de la maintenance dans le prix de revient

$$\text{Impact de la maintenance} = \frac{\text{Coût de la maintenance}}{\text{Prix de revient des produits fabriqués}}$$

b. Les indicateurs des moyens de production liés à la maintenance

$$\text{Rendement opérationnel : } Ro = \frac{\text{Nombre de pièces bonnes réalisées}}{\text{Nombre de pièces théoriquement réalisables}}$$

$$\text{Productivité opérationnelle : } Po = \frac{N_{pr}}{T_r} = \frac{\text{Nombre de pièces réalisées}}{\text{Temps requis}}$$

c. Les Indicateurs d'efficacité

$$\text{La productivité du personnel de maintenance} = \frac{\text{Temps réel de travail}}{\text{Temps de présence}}$$

$$\text{Le délai de réponse} = \frac{\text{Temps global d'arrêt} - \text{Temps de traitement effectif}}{\text{Temps global d'arrêt}}$$

$$\text{La part du dépannage dans l'activité maintenance} = \frac{\text{Temps d'interventions de dépannage}}{\text{Temps d'interventions de la maintenance}}$$

$$\text{Disponibilité opérationnelle : } Do = \frac{T_f}{T_r} = \frac{\text{Temps de fonctionnement}}{\text{Temps requis}}$$

d. Les Indicateurs de performance

$$\text{Le taux de disponibilité : } TD = \frac{MUT}{MTBF} = \frac{MUT}{MUT + MDT}$$

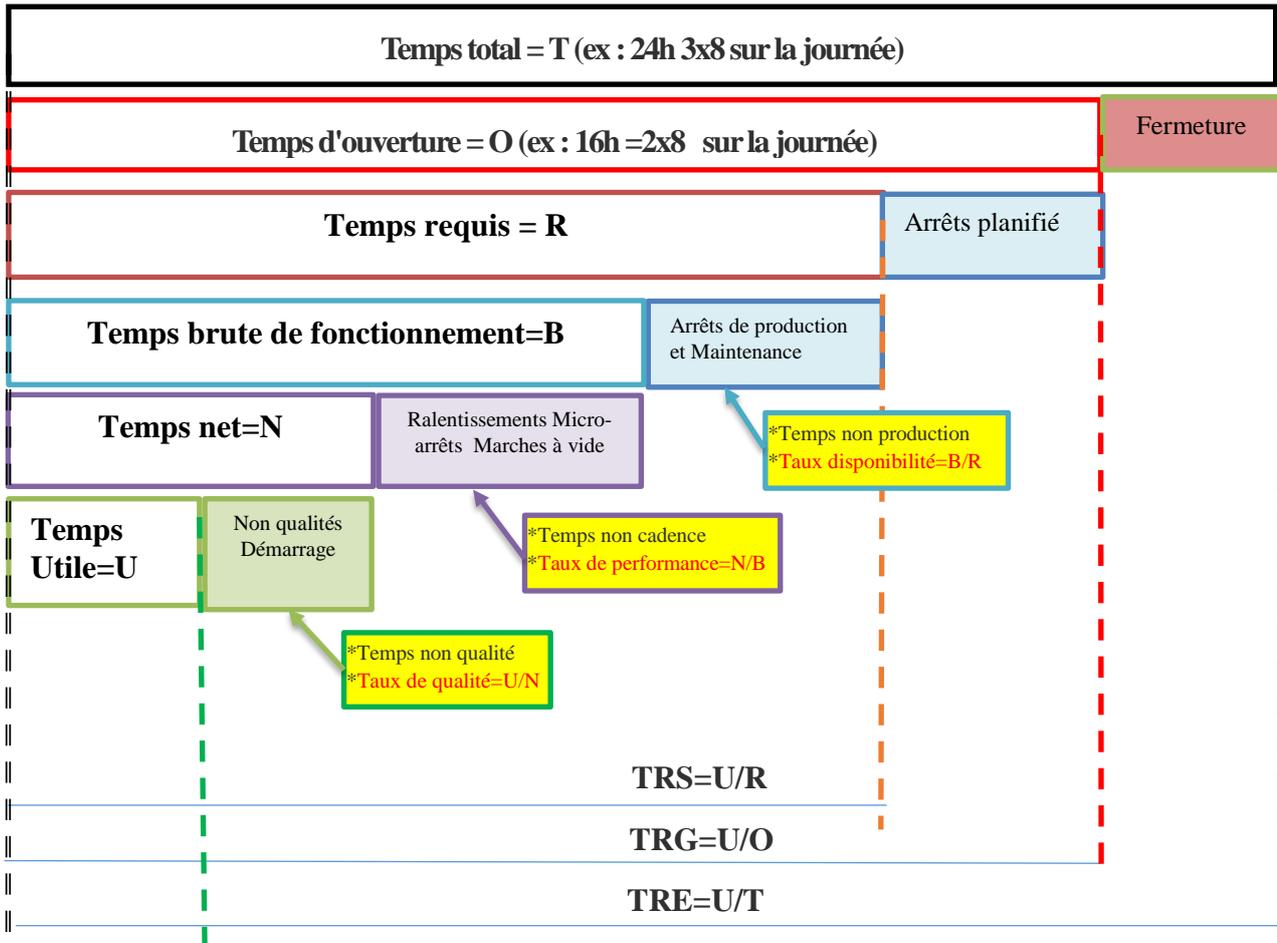
Avec :

MUT (Mean Up Time) : durée moyenne de bon fonctionnement après réparation.

MTBF (Mean Time Between Failures) : moyenne des temps de bon fonctionnement.

MDT (Mean Down Time) : durée moyenne dans l'état défaillant.

6.5 Décomposition des temps de pilotage industrielle



Temps total= T (ex : 24h 3x8 sur la journée)

Temps d'ouverture (O) : temps théorique de fonctionnement maximum. (Ex : 16h 2x8 sur la journée)

Temps requis (R) : $R = O - \text{arrêt planifier (entrée, sortie, pause)}$

Temps brut (B) : $B = R - A$

Temps d'arrêt total (A) = Temps d'arrêt total = $\sum A_i$

Temps d'arrêt (A_i) = Date de remise en service après réparation – Date d'apparition d'une panne causant l'arrêt du système.

Temps net de fonctionnement (N) : $N = B - \text{pertes de performances (différence entre cadence théorique et cadence réelle influencer par ralentissements, micro-arrêts, marches à vide)}$

Temps utile (temps qui produit que des ensembles bons) (U) = $N - \text{pertes de qualité (non qualité pendant le fonctionnement, réglages, essais, démarrage...)}$

TRS Taux de Rendement Synthétique

- $TRS = B/R \times N/B \times U/N = U / R$
- Le TRS est un indicateur de productivité qui rend compte de l'utilisation effective d'un moyen de production
- Le TRS mesure la performance d'un moyen de production. Il permet d'identifier les pertes, il représente un excellent outil d'investigation
- Objectifs à atteindre
 - Disponibilité = 85%
 - Performance = 98%
 - Qualité = 97%
- Influencer le TRS :

- Opérateurs agissent sur la machine
- Personnel encadrant agit sur l'interface entre machines
- Responsables agissent sur clients et fournisseurs
- Représentations graphiques : histogrammes ou dispersion

Taux intermédiaires

- Disponibilité opérationnelle = B / R
 - Pannes, changements de lots, autres raisons
- Performance = N / B
 - Petits arrêts, marche à vide, cadence faible
- Qualité = U / N
 - Défauts qualité, retouches, démarrages

TRG Taux de Rendement Global

- $TRG = U / O$
- Le TRG est souvent confondu avec le TRS pour faciliter le calcul
- Le TRG est un indicateur de productivité de l'organisation industrielle. C'est un indicateur économique qui intègre la charge effective d'un moyen de production.
Taux de charge : $Tch = R / O$ d'où $TRG = TRS \times Tch$

TRE Taux de Rendement Economique

- $TRE = U / T$
- Le TRE est l'indicateur d'engagement des moyens de production et permet au dirigeant d'affiner la stratégie d'organisation de l'entreprise.
Le taux stratégique : $Tst = O / T$ d'où $TRE = TRG \times Tst$