

CHAPITRE 1

Introduction à la maintenance Les métiers de la maintenance



L'équilibre P /CP
Production / Capacité de Production
La poule aux œufs d'or

*L'avarice perd tout en voulant tout gagner.
Je ne veux, pour le témoigner,
Que celui dont la Poule, à ce que dit la Fable,
Pondait tous les jours un œuf d'or.
Il crut que dans son corps elle avait un trésor.
Il la tua, l'ouvrit, et la trouva semblable
À celles dont les œufs ne lui rapportaient rien,
S'étant lui-même ôté le plus beau de son bien.
Belle leçon pour les gens chiches :
Pendant ces derniers temps, combien en a-t-on vus
Qui du soir au matin sont pauvres devenus
Pour vouloir trop tôt être riches ?*



L'équilibre P /CP

Production / Capacité de Production

(cf : « Les 7 habitudes de ceux qui réalisent tout ce qu'ils entreprennent » de Stephen R.Covey)

L'entreprise qui ne respecte pas l'équilibre P/CP diminue son rendement.

Une entreprise est en phase de croissance et les promotions vont bon train.

Un responsable de machine souhaite faire bonne impression à ses supérieurs.

Il souhaite fournir un rendement maximum.

La machine fonctionne jour et nuit, la production bat tous les records, les coûts de production baissent.

Le responsable obtient une promotion (l'œuf d'or)

L'équilibre P /CP

Production / Capacité de Production

Vous êtes le successeur.

Vous héritez d'une poule mal en point.

Une machine qui a souffert et montre des signes de défaillance.

Il faut investir en temps et en réparations.

Les coûts de production remontent, les bénéfices plongent.

Qui est accusé de la perte des tous ces œufs d'or : Vous

Votre prédécesseur a détérioré le bien, mais l'entreprise ne tiendra compte que de la production, des coûts et des bénéfices.

L'équilibre P /CP

Production / Capacité de Production

Une vision trop restreinte de la production ruine la santé, use les machines, fait fondre les comptes en banque, détruit les relations.

Se consacrer uniquement à la capacité de production revient à courir 3 à 4 heures par jour en prétendant gagner dix ans de vie supplémentaire sans se rendre compte que l'on passera ces années là à courir.

Il faut équilibrer la relation entre Production et Capacité de production

Dans la vie de tous les jours, si vous travaillez tous le temps, pour ramasser plus d'œufs d'or que nécessaire, vous vous retrouvez cloué au lit, incapable de produire quoi que ce soit.

Celui qui ménage ses temps de travail est prêt à produire de façon efficace sur une journée.

Définitions de la maintenance

AFNOR X 60-010

La maintenance est l'ensemble des activités destinées à maintenir u à rétablir un bien dans un état ou dans des conditions données de sûreté de fonctionnement pour accomplir une fonction requise. Ces activités sont une combinaison de fonction techniques, administratives et de management.

CEN projet WI 319-003

La maintenance est l'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de gestion durant le cycle de vie d'un bien, destiné à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise.

Aujourd'hui, le Mainteneur est bien entouré



Missions d'un service maintenance

Mettre en place une Politique maintenance

- Conforme aux textes réglementaires
- Assise sur le soutien à la production
- Assurant la sécurité des biens et des personnes
- Assurant l'amélioration de l'environnement interne et le respect de l'environnement extérieur

Missions

- Technique
 - Accroître la durée de vie des équipements
 - Améliorer leur disponibilité et leur performance
- Economique
 - Réduire les coûts de défaillance, donc améliorer les prix de revient
 - Réduire le coût global de possession de chaque équipement sensible
- Social
 - Réduire le nombre des événements imprévus, car moins d'interventions en urgence réduit le risque d'accident
 - Revaloriser la nature du travail : équipe, développement des compétences, initiatives, autonomie

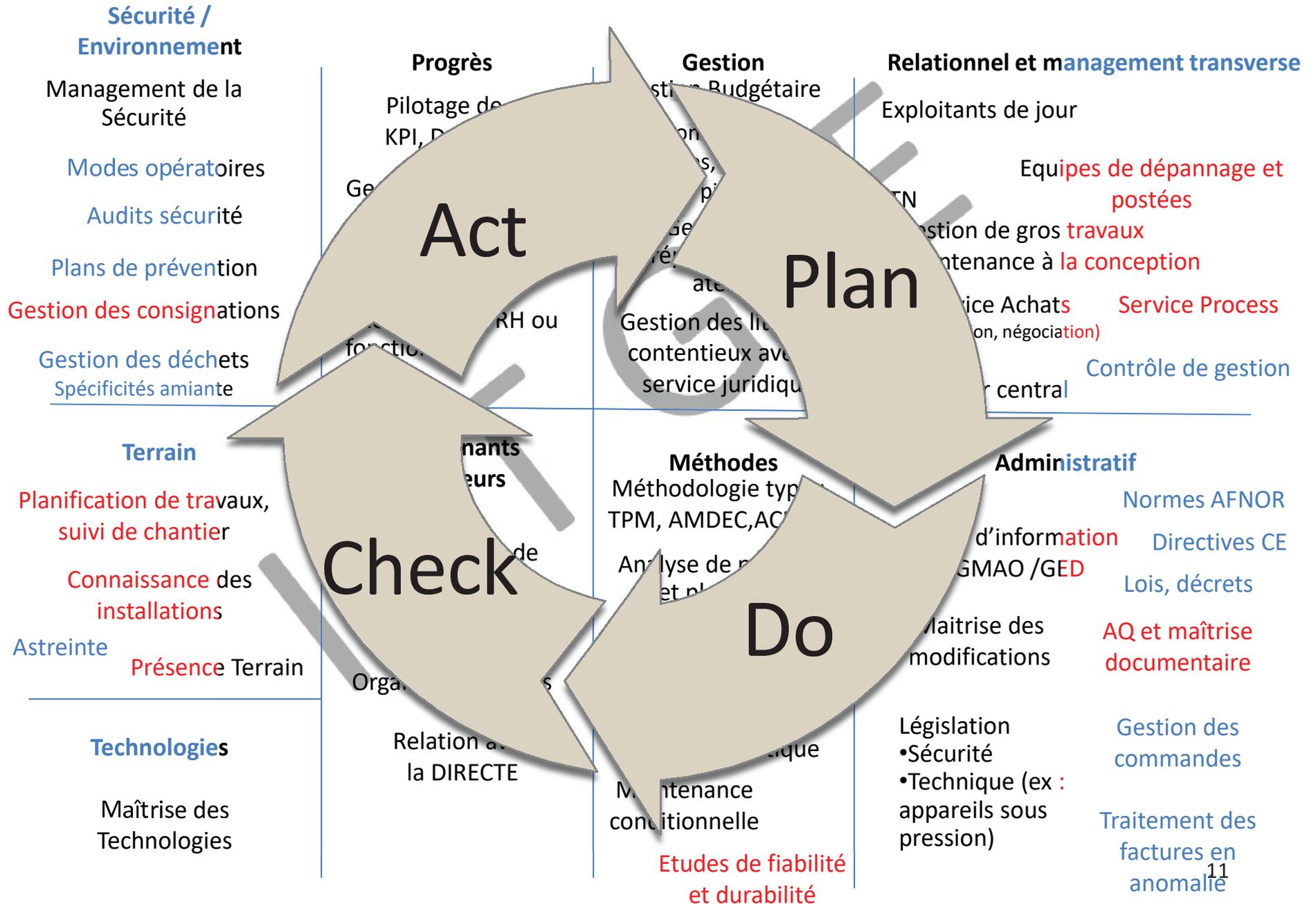
A partir de la Stratégie de l'entreprise et de sa vision



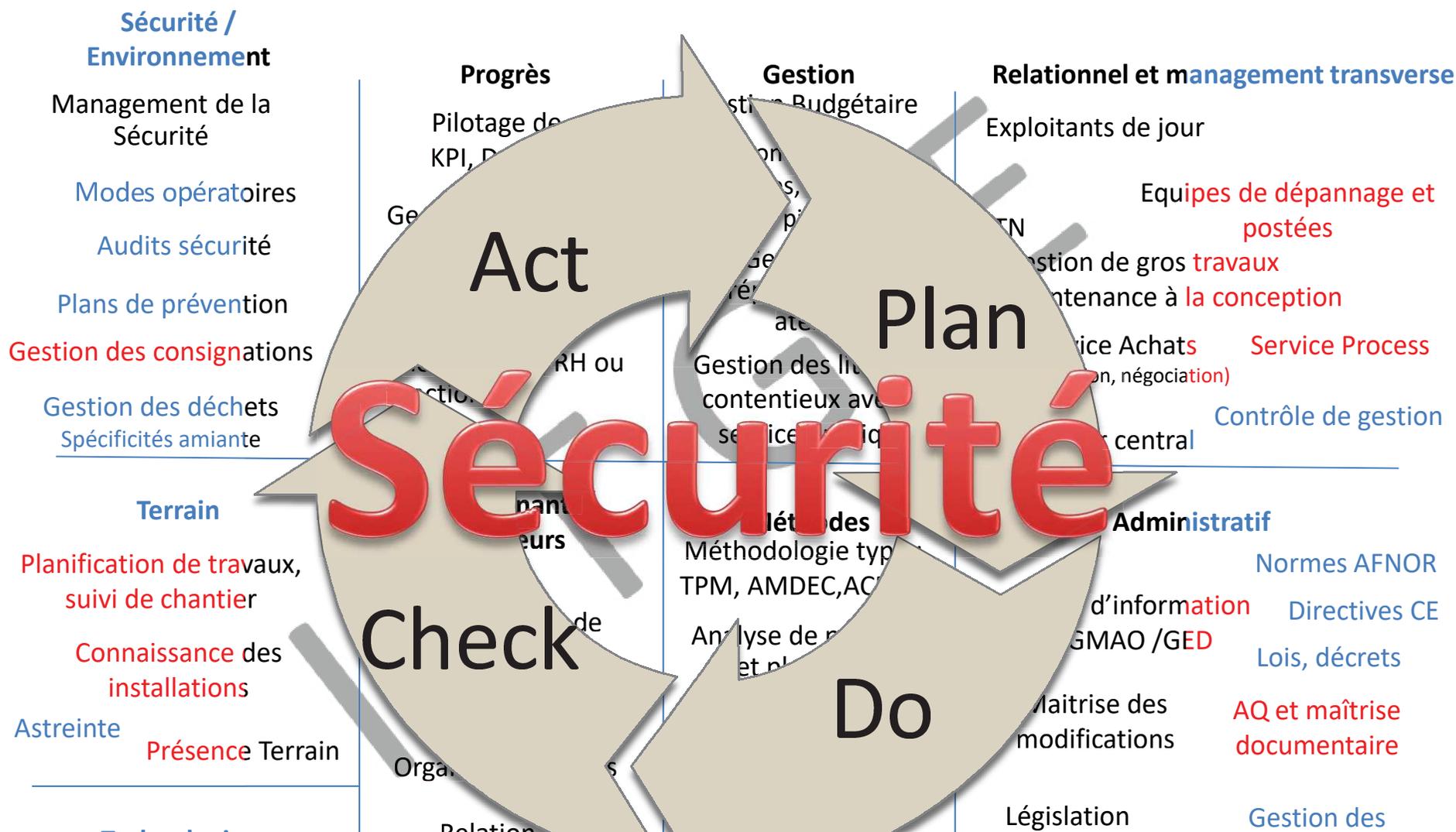
Compétences techniques mises en œuvre

- Conception / Bureau Etude / Dessin industriel / Dimensionnements : roulements (type et montage) , paliers hydrodynamiques, hydrostatiques, assemblages (boulonnés, soudage , collage, frettage), calcul des dentures d'engrenages, facteurs de forme...
- Fabrication de pièce : Forge, Fonderie, usinage
- Défectologie, corrosion, analyse de dégradation
- Lubrification, Tribologie
- RDM, mécanique des milieu continus
- Mécanique vibratoire (systèmes à 1 et N DDL, modes de résonance....)
- Notions de transfert de chaleur (conduction, convection, rayonnement, méthodes empiriques...)
- Mécanique des fluides (pertes de charge, NPSH, dimensionnement de conduite, choix des matériaux, choix des vannes...)
- Métallurgie / Traitements thermiques
- Soudage (procédés, modes opératoires)
- Electro technique, électronique de puissance (moteurs synchrones, asynchrones, transformateurs, variateurs...), Automatismes
- Equipement sous pression
- Spécificités réseaux fluide : Vapeur, gaz (oxygène et autres gaz industriel)
- CAO/DAO
- Notions de calculs aux éléments finis
- Formation juridique
- ...

Un maître mot : Le progrès continu



Un incontournable: La sécurité

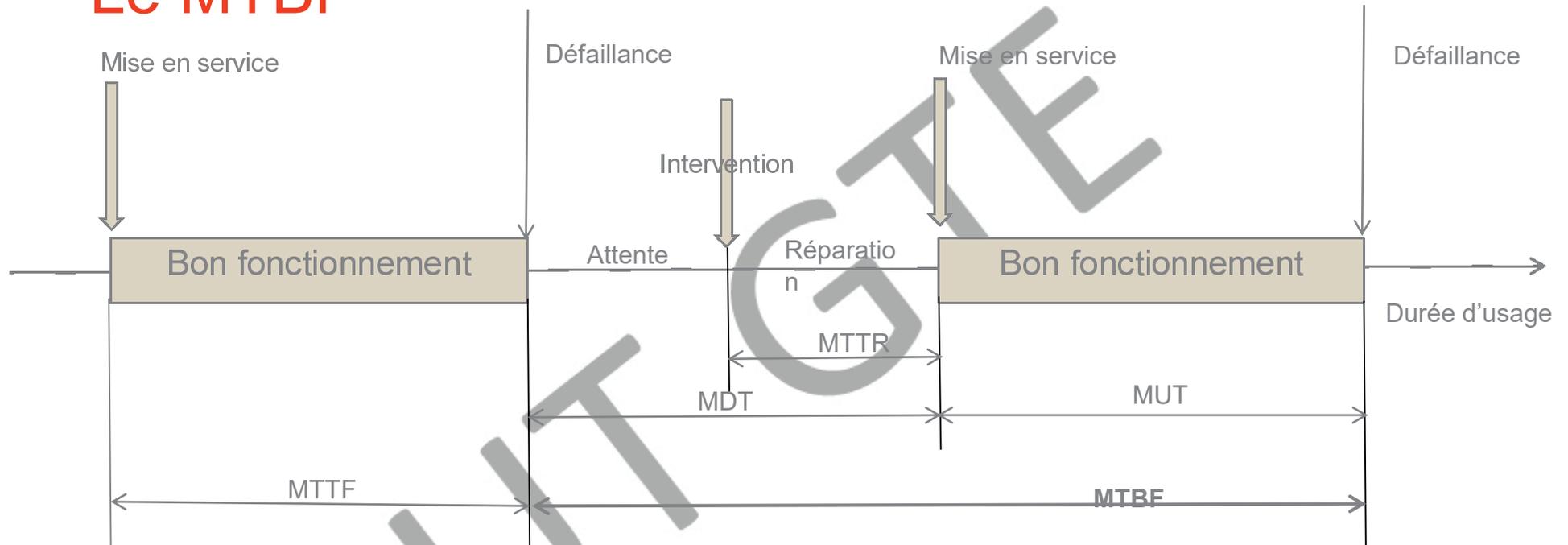


Aucune opération ne doit se faire au détriment de la sécurité. En sécurité, il n'y a pas d'acquis.

Au moindre doute / anomalie , on arrête et on se réorganise.

Il vaut mieux s'arrêter et « perdre » 1h sur le déroulement des travaux que de continuer et de devoir expliquer pendant des mois pourquoi on a eu un accident grave voir mortel avec tout ce que cela implique (pour la personne, la famille, l'entreprise...)

Le MTBF



MTTF : Mean Time to First Failure : Temps moyen avant la première défaillance

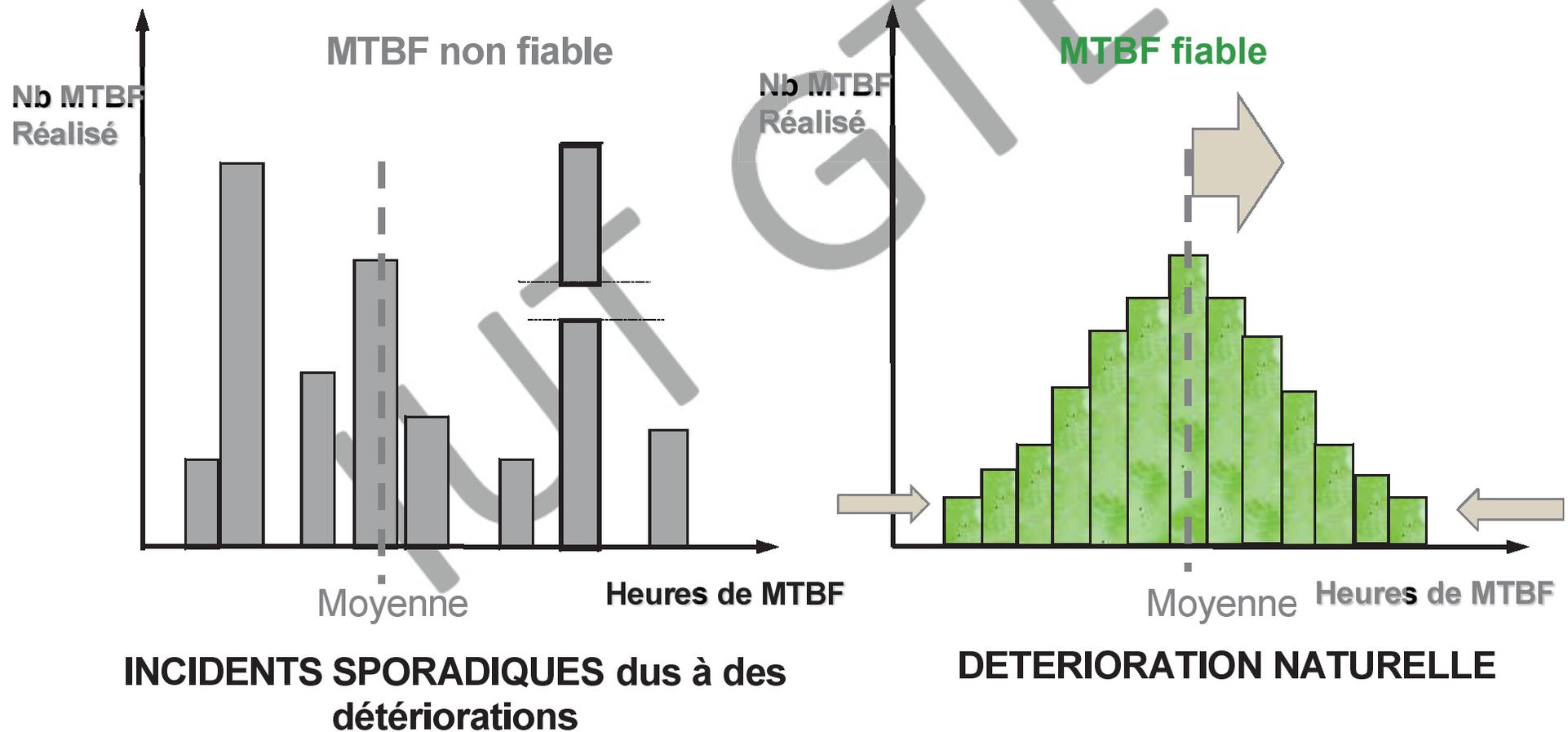
MTBF : Mean Time Between Failure : Temps moyen entre 2 défaillance

MDT ou MTT : Mean Down Time : Temps moyen d'indisponibilité ou d'arrêt propre

MUT : Mean Up Time : Temps moyen de disponibilité

MTTR : Mean Time To Repair : Temps moyen de réparation

Maîtriser la durée de vie et réduire la dispersion





Le management de la maintenance

Le management de la maintenance est à **la charge** d'une (ou plusieurs) **personne(s)** désignée(s) dont les **responsabilités** et **autorité** doivent être **définies**.

Le rôle de la (ou des) personne(s) en charge du management de la maintenance consiste à **piloter** toutes les **actions** qui concourent à **atteindre** aux **meilleures conditions techniques et économiques**, les buts et objectifs qui lui sont définis par la Direction en matière de :

Sécurité

Environnement

Coûts

Qualité,

Sûreté de fonctionnement (FMD : Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité)

etc.



Le management de la maintenance

Le management de la maintenance nécessite la mise en œuvre d'une **communication**, basée sur des échanges d'informations avec toutes les autres fonctions de l'entreprise.

Ces informations peuvent être par exemple : des **tableaux de bord** et suivi d'indicateurs, des **comptes rendus** et **rapports**, des **recommandations** sur les conséquences des choix industriels.

La politique de maintenance



Consiste à fixer les **orientations** (méthode, programme, budget, etc.), dans le **cadre** des buts et **objectifs fixés** par la Direction de l'entreprise.

Pour optimiser les coûts de production, et selon la politique retenue, les orientations privilégient :

- la **sécurité** des hommes et des biens
- la **disponibilité** et la **durée de vie** du bien
- la **qualité** des **produits**
- la protection de l'**environnement**
- l'optimisation des **coûts** de maintenance

La politique de maintenance



Elle fait **adapter les méthodes de travail** suivant que **l'arrêt du bien** à maintenir ne concerne que lui (cas d'un bien autonome ou d'un bien appartenant à une ligne de production continue, mais qui a été doublé pour des questions de disponibilité et/ou de sécurité), **ou** au contraire, qu'il entraînera **l'arrêt de toute une ligne de production** (cas d'un laminoir ou d'une chaîne d'assemblage de véhicules par exemple).

La politique de maintenance conduit, en particulier, à faire des choix entre :

- maintenance **préventive et/ou corrective, systématique ou conditionnelle** ;
- maintenance **internalisée et/ou externalisée**.

En tenant compte du :

- type de contractualisation
- degré de risque accepté



La stratégie de maintenance

La stratégie de maintenance, qui résulte de la politique de maintenance, **impose des choix** pour **atteindre**, voire dépasser, les **objectifs fixés**.

Ces choix sont à faire pour :

- **développer**, adapter ou mettre en place des **méthodes** de maintenance ;
- élaborer et **optimiser** les **gammes** de maintenance ;
- **organiser** les **équipes** de maintenance ;
- **internaliser** et/ou **externaliser** partiellement ou totalement les tâches de maintenance ;
- définir, gérer et optimiser **les stocks** de pièces de rechange et de consommables ;
- étudier **l'impact économique** (temps de retour sur investissement) de la modernisation ou de l'amélioration de l'outil de production en matière de productivité et de **maintenabilité**.



La stratégie de maintenance

La stratégie de maintenance implique la mise en œuvre d'un **plan de maintenance** avec des objectifs chiffrés et des indicateurs mesurables.

Les résultats mesurés sont comparés aux objectifs et font l'objet d'analyses.

Une partie importante de la stratégie de maintenance concerne les **ressources humaines** aussi bien chez les intervenants extérieurs à l'entreprise que dans le personnel de l'entreprise elle-même :

- sélection, recrutement
- formation du personnel
- gestion des compétences et des habilitations
- communication

Les niveaux de maintenance



La maintenance et l'exploitation d'un bien s'exercent à travers de nombreuses opérations, parfois répétitives, parfois occasionnelles, communément définies jusqu'alors en cinq niveaux de maintenance.

Le classement de ces **opérations** permet de les **hiérarchiser** de multiples façons.

Ce peut être en fonction des critères suivants :

Définir **qui fait quoi** au regard de chacun des niveaux de maintenance :

- le **personnel de production** (maintenance industrielle) ou l'occupant (maintenance immobilière)
- le **personnel de maintenance** en tenant compte de la qualification de l'intervenant
- le **personnel de l'entreprise** ou un sous-traitant
- une combinaison des trois.

Le 1er niveau de maintenance



Actions simples nécessaires à l'exploitation et réalisées sur des **éléments facilement accessibles** en toute sécurité à l'aide d'équipements de soutien intégrés au bien.

Ce type d'opération peut être effectué par **l'utilisateur du bien** avec, le cas échéant, les équipements de soutien intégrés au bien et à l'aide des instructions d'utilisation.

Exemples de préventif

- Ronde de surveillance d'état
- Graissages journaliers
- manoeuvre manuelle d'organes mécaniques
- Relevés de valeurs d'état ou d'unités d'usage
- Test de lampes sur pupitre
- Purge d'éléments filtrants
- Contrôle d'encrassement des filtres

Exemples de correctif

- Remplacement des ampoules
- Opérations de serrurerie courantes sur caractérisation, racleurs, bavettes, frotteurs
- Ajustage, remplacement d'éléments d'usure ou détériorés, sur des éléments composants simples et accessibles

Le 2 eme niveau de maintenance



Actions qui nécessitent des **procédures simples** et/ou des **équipements de soutien** (intégrés au bien ou extérieurs) d'utilisation ou de mise en œuvre simple.

Ce type d'actions de maintenance est effectué par **un personnel qualifié** avec les **procédures détaillées** et les équipements de soutien définis dans les instructions de maintenance.

Un personnel est **qualifié** lorsqu'il a reçu une **formation** lui permettant **de travailler en sécurité** sur un bien présentant certains risques potentiels, et est reconnu **apte pour l'exécution** des travaux qui lui sont confiés, compte tenu de ses connaissances et de ses aptitudes.

Exemples de préventif

- Contrôle de paramètres sur équipements en fonctionnement, à l'aide de moyens de mesure intégrés au bien
- Réglages simples (alignement de poulies, alignement pompe-moteur, etc.)
- Contrôle des organes de coupure (capteurs, disjoncteurs, fusibles), de sécurité, etc.
- Détartrage de surface de ruissellement (tour aéroréfrigérante)
- Graissage à faible périodicité (hebdomadaire, mensuelle)
- Remplacement de filtres difficiles d'accès

Exemples de correctif

- Remplacement par échange standard de pièces : fusibles, courroies, filtres à air, etc.
- Remplacement de tresses, de presse-étoupe, etc.
- Lecture de logigrammes de dépannage pour remise en cycle
- Remplacement de composants individuels d'usure ou détériorés par échange standard (rail, glissière, galet, rouleaux, chaîne, fusible, courroie,...)

Le 3 eme niveau de maintenance



Opérations qui nécessitent des **procédures complexes** et/ou des équipements de soutien portatifs, d'utilisation ou de mise en œuvre complexes.

Ce type d'opération de maintenance peut être effectué par un **technicien qualifié**, à l'aide de **procédures détaillées** et des équipements de soutien prévus dans les instructions de maintenance.

Exemples de préventif

- Contrôle et réglages impliquant l'utilisation d'appareils de mesure externes aux biens
- Visite de maintenance préventive sur les équipements complexes
- Contrôle d'allumage et de combustion (chaudières)
- Intervention de maintenance préventive intrusive
- Relevé de paramètres techniques d'état de biens à l'aide de mesures effectuées d'équipements de mesure individuels (prélèvement de fluides ou de matière,...)

Exemples de correctif

- Diagnostic
- Réparation d'une fuite de fluide frigorigène (groupe de froid)
- Reprise de calorifuge
- Diagnostic d'état avec usage d'équipements de soutien portatifs et individuels (pocket automate, multimètre)
- Remplacement d'organes et de composants par
- échange standard de technicité générale, sans usage de moyens de soutien communs ou spécialisés (carte automate, vérin, pompe, moteurs, engrenage, roulement,...)
- Dépannage de moyens de production par usage de moyens de mesure et de diagnostics individuels

Le 4 eme niveau de maintenance



Opérations dont les procédures impliquent la **maîtrise d'une technique ou technologie particulière** et/ou la mise en oeuvre d'**équipements de soutien spécialisés**.

Ce type d'opération de maintenance est effectué par un **technicien** ou une équipe **spécialisée** à l'aide de toutes **instructions de maintenance** générales ou particulières.

Exemples de préventif

- Révisions partielles ou générales ne nécessitant pas le démontage complet de la machine
- Analyse vibratoire
- Analyse des lubrifiants
- Thermographie infrarouge (installations électriques, mécanique, thermique,...)
- Relevé de paramètres techniques nécessitant des moyens de mesure collectifs (oscilloscope, collecteur de données vibratoires) avec analyse des données
- Révision d'une pompe en atelier, suite à dépose préventive

Exemples de correctif

- Remplacement de clapets de compresseur
- Remplacement de tête de câble en BTA
- Révision d'une pompe en atelier spécialisé suite à dépose préventive
- Réparation d'une pompe sur site, suite à une défaillance
- Dépannage de moyens de production par usage de moyens de mesure ou de diagnostics collectifs et/ou de forte complexité (valise de programmation automate, système de régulation et de contrôle des commandes numériques, variateurs,...)

Le 5 eme niveau de maintenance



Opérations dont les procédures impliquent un savoir-faire, faisant appel à des **techniques ou technologies particulières**, des processus et/ou des équipements de soutien industriels.

Par définition, ce type d'opérations de maintenance (rénovation, reconstruction, etc.) est effectué par le **constructeur** ou par un **service ou société spécialisée** avec des équipements de soutien définis par le constructeur et donc proches de la fabrication du bien concerné.

Exemples

- Révisions générales avec le démontage complet de la machine
- Reprise dimensionnelle et géométrique
- Réparations importantes réalisées par le constructeur ou le reconditionnement de ses biens
- Remplacement de biens obsolètes ou en limite d'usure

Les échelons de maintenance



Ne pas confondre les niveaux de maintenance avec la notion d'échelon de maintenance qui spécifie l'endroit où les interventions sont effectuées.

On définit généralement trois échelons qui sont :

- **la maintenance sur site** : l'intervention est directement réalisée sur le matériel en place ;
- **la maintenance en atelier** : le matériel à réparer est transporté dans un endroit, sur site, approprié à l'intervention ;
- **la maintenance chez le constructeur** ou une société spécialisée : le matériel est alors transporté pour que soient effectuées les opérations nécessitant des moyens spécifiques.

Bien que les deux concepts de niveau et d'échelon de maintenance soient bien distincts, il existe souvent une corrélation entre le niveau et l'échelon.

Les opérations de niveaux 1 à 3, par exemple, s'effectuant sur site, celles de niveau 4 en atelier, et celles de niveau 5 chez un spécialiste hors site (constructeur ou société spécialisée).

Si cela se vérifie fréquemment (dans le domaine militaire par exemple), il convient cependant de ne pas en faire une généralité.

On peut rencontrer en milieu industriel des tâches de niveau 5 effectuées directement sur site.

La maintenance corrective



La maintenance corrective vise à rétablir le bien considéré dans l'état d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement et/ou partiellement.

Elle comprend en particulier :

- le diagnostic de la défaillance (détection, localisation, analyse)
- l'action corrective ou palliative immédiate (fonction requise totale ou marche dégradée)
- l'action corrective différée avec ou sans amélioration
- un essai de fonctionnement.

La maintenance corrective peut être coûteuse.

Pour une même intervention :

- elle peut forcer à engager des moyens exceptionnels justifiés par la criticité de la défaillance
- l'interruption non programmée du service ou de la production, peut avoir des conséquences préjudiciables pour l'entreprise.

La maintenance corrective



La maintenance corrective est, par définition, imprévisible mais pas forcément imprévue :

a) Maintenance corrective «acceptée»

La recherche permanente du meilleur rapport, usage/coût, peut conduire à accepter la défaillance d'un équipement avant d'envisager des actions de maintenance.

b) Maintenance corrective «palliative»

Action de maintenance corrective destinée à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou partie d'une fonction requise.

Appelée couramment «dépannage», la maintenance palliative est principalement constituée d'actions à caractère provisoire qui doivent être suivies d'actions curatives.

c) Maintenance corrective «curative»

Action de maintenance corrective ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifié pour lui permettre d'accomplir une fonction requise.

Le résultat des actions réalisées doit présenter un caractère permanent.

Des modifications et améliorations peuvent être apportées, afin de réduire l'occurrence d'apparition de la défaillance ou d'en limiter l'incidence.

La maintenance préventive



La Maintenance préventive systématique

La maintenance préventive systématique inclut les actions de maintenance requises par les dispositions légales et/ou réglementaires.

Elle inclut au minimum la planification formelle, la description claire et précise du travail à effectuer (lubrification, changement de filtres, remplacement des roulements, etc.) et l'enregistrement du travail accompli.

La maintenance préventive systématique s'applique à des mécanismes de dégradation dont l'évolution est globalement connue.

Ceci explique qu'elle n'inclut pas d'observation préalable de l'état du bien.

La maintenance préventive



La Maintenance préventive conditionnelle ou prévisionnelle

Pour mieux tenir compte de la dégradation réelle du matériel/équipement (par exemple : des conditions réelles d'exploitation) des mesures périodiques ou continues de paramètres observables et significatifs de l'état de dégradation du bien permettent d'espacer ou de supprimer des tâches répétitives, coûteuses et parfois non justifiées.

La maintenance conditionnelle ou prévisionnelle représente une démarche d'optimisation de la maintenance préventive systématique, basée sur la mesure objective de paramètres de la dégradation du bien. Elle repose sur l'extrapolation de mesures et courbes de tendance en fonction de l'usage du bien. Les courbes sont issues de mesures successives comparées à celle du retour d'expérience (REX).

.

La maintenance préventive



La Maintenance préventive conditionnelle ou prévisionnelle

La maintenance préventive conditionnelle ou prévisionnelle suppose ici l'idée de ne pas réaliser une action de maintenance sur un équipement tant qu'il n'est pas sur le point de ne plus assurer sa fonction requise.

Ceci pour tenir compte du fait que la durée de vie de certains équipements peut diminuer si ces derniers sont arrêtés et redémarrés trop fréquemment ou s'ils sont démontés plus que nécessaire.

Elle peut aussi permettre de réduire la fréquence de certaines actions de maintenance préventive qui nécessitent l'arrêt ou le démontage des équipements.

Les outils de la maintenance



La fonction maintenance se compose d'activités techniques d'étude et de réalisation, d'activités d'organisation et d'administration et d'activités de management.

Chacune d'entre elles a ses outils spécifiques (techniques et/ou méthodologiques).

On peut ainsi distinguer :

- des **outillages très diversifiés** qui sont utilisés par la fonction réalisation (collecteurs de données, outils d'analyse, outils d'intervention manuels, etc.) ou par la fonction magasinage (lecteurs de codes-barres, robots, etc.) ;
- des **méthodes** pour déterminer les **moyens logistiques** requis (Analyse du Soutien Logistique (ASL) ...) ;
- des **outils d'organisation** et de gestion pour gérer les ordres de **travaux**, planifier les **interventions**, gérer les matières **en stock**, suivre le processus d'**approvisionnement**, collecter le retour d'expérience, etc. (systèmes de **GMAO**) ;
- des outils de **management** pour calculer des **indicateurs** et aider la **prise de décision**.

Les outils de la maintenance



- des **outils méthodologiques** pour les études.:
 - les méthodes **d'analyse de fonctionnement** pour obtenir une décomposition fonctionnelle des systèmes ;
 - les méthodes **d'analyse de dysfonctionnement** (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité (**AMDEC**), arbre des défaillances, etc.) qui permettent d'établir les chaînes causales des défaillances en vue d'améliorer la fiabilité ou la maintenabilité opérationnelle des biens en fonction de leur impact sur les objectifs globaux de l'installation ;
 - les méthodes d'aide au choix d'alternatives de maintenance (arbre de maintenance, **Maintenance Basée sur la Fiabilité** (MBF),...) ;

Le retour d'expérience (REX)

Objectif : Déterminer le programme d'actions de maintenance à entreprendre ainsi que les moyens logistiques (rechanges, outillage, personnel, etc.) qui seront nécessaires.

Moyens : Analyse à chaud, benchmark, analyses comparatives ,Etc....



Le retour d'expérience permet :

- d'améliorer les modes opératoires de maintenance et/ou de production ;
- d'éviter les coûts inutiles (directs ou indirects) ;
- d'améliorer l'efficacité des services de la maintenance ;
- d'améliorer la fiabilité/performance des process ou équipements de production ;
- de suivre les résultats des modifications ou améliorations ;
- d'améliorer la qualité du produit ou service rendu.

Le retour d'expérience contribue à :

- suivre des indicateurs qui résument et synthétisent la fiabilité des matériels ainsi que leur contribution aux coûts d'exploitation et aux risques vis-à-vis de la sûreté de fonctionnement
- améliorer les modes opératoires.

Historique de maintenance

Consigner tous les événements :

- Maintenance préventive ou corrective
- Exploitation
- Mise en conformité de modification
- liés à des mises en service, des arrêts, des travaux, etc.,

Pour en permettre la traçabilité.

L'historique de maintenance est un sous-ensemble de l'historique du bien.

La désignation et la codification du bien permettront alors une analyse hiérarchique de ce dernier, par système, fonction, équipement, voire par élément chaque fois que nécessaire, pour ajuster en permanence la stratégie de maintenance.

L'utilisation d'un outil informatique adapté tel que l'outil logiciel de Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO) facilitera cette analyse.



Historique de maintenance



À la fin d'une action, il est nécessaire de **collecter et d'enregistrer l'expérience acquise** sur des supports appropriés (papier, informatique, etc.).

Pour accroître la crédibilité des données utilisées, il est généralement nécessaire de passer par une phase de validation.

Il convient d'établir un enregistrement pour toute défaillance constatée, pour toute action corrective et préventive réalisée.

Tout personnel impliqué dans la maintenance doit **être sensibilisé** à l'existence des informations **historiques**, de leur **préparation, transmission, stockage, extraction et mise à jour**.

Historique de maintenance



L'historique est constitué :

- des données qualifiantes de l'ensemble **des constatations** qui ont été observées sur les biens
- des **symptômes** ;
 - leurs modes
 - leurs effets
 - leurs causes
 - leurs localisations et leurs dates
 - les conditions d'exploitation et toutes les informations relatives aux biens et à leurs réparations
- **des interventions préventives** et de leurs **résultats** :
 - dégradations constatées ou absences de dégradation
 - remplacements et mises en état effectués et toutes les informations relatives aux actions réalisées

Le plan de maintenance



L'élaboration d'un plan de maintenance préventive est subordonnée à l'analyse préalable des conséquences, des défaillances probables des biens.

Le retour d'expérience disponible est utilisé pour évaluer les risques vis-à-vis des enjeux de l'entreprise ce qui permet de les comparer avec les effets des interventions préventives qui réduiraient ces risques.

La décision prise par le responsable de maintenance repose sur une analyse qui compare les conséquences de différentes alternatives possibles en termes de sûreté de fonctionnement, de coûts et de qualité de la production.

L'élaboration d'un plan de maintenance préventive a pour **but** de définir :

- **sur quel bien effectuer la maintenance** ;
- quelles sont les **interventions à prévoir** ;
- **quand et comment** elles doivent être réalisées.
- **par qui** elles doivent être réalisées.(opérateurs de fabrication ou de conduite, agents de maintenance de l'entreprise, prestataires de services).

Le plan de maintenance



Le plan de maintenance découlera :

- Des **préconisations** et de l'avis du **constructeur**.
- De **méthodes spécifiques** utilisées pour éclairer les décisions (**MBF** : Maintenance Basée sur la Fiabilité), Retours d'expériences
- De l'identification des **interventions réglementaires**
- De l'intervention des différents services de l'entreprise en fonction des compétences de chacun en vue d'établir **une étroite collaboration entre le service maintenance et les services utilisateurs** du bien.

Le plan de maintenance pourra donner lieu dans le domaine de la sécurité à des aménagements de postes ou à diverses actions de prévention.

Outre la définition du plan de maintenance, on pourra être amené à modifier les biens ou à améliorer les modes opératoires.

La Préparation



La préparation des interventions de maintenance est une fonction à part entière du maintenance.

Prévoir, Définir et Caractériser

les conditions nécessaires à la bonne réalisation d'une intervention de maintenance

Une telle préparation doit s'inscrire dans le respect des objectifs généraux tels qu'ils sont définis par la politique de maintenance : coût, délai, qualité, sécurité,...

Quel que soit le type d'intervention à réaliser, la préparation sera toujours présente.

Elle sera :

— **implicite (non formalisée)** : dans le cas de tâches simples, l'intervenant assurera lui-même, par expérience et de façon souvent automatique la préparation de ses actions (*Ceci reste théorique, avant toute intervention, il faut une préparation minimale par l'intervenant ne serait ce que pour les consignations d'équipement, la définition de l'opération à réaliser et l'outillage associé, s'assurer également que l'intervenant est formé*)

— **explicite (formalisée)** : réalisée par un préparateur, elle donne lieu à l'établissement d'un dossier de préparation structuré qui, faisant partie intégrante de la documentation technique, sera utilisé chaque fois que l'intervention sera réalisée. Il sera donc répertorié et conservé sous réserve de mises à jour ultérieures.

La Préparation



Une des premières questions à se poser est de définir, à partir d'un certain nombre de critères technico-économiques, les interventions qui justifient la mise en œuvre d'une préparation explicite et formalisée.

On sera donc amené à caractériser les interventions par :

- leur **nature** : maintenance corrective, préventive, améliorative, etc
- leurs **caractéristiques** :
 - complexité technologique du matériel
 - niveau de maintenance
 - criticité du matériel dans le processus de production
 - durée prévisible de l'intervention
 - répétitivité de l'intervention
 - coûts indirects générés par la défaillance (maintenance corrective)
 - paramètres et contraintes de sécurité
- les **conditions de réalisation** des interventions :
 - échelon de maintenance
 - compétence des intervenants

La Préparation



Il est nécessaire de mettre en œuvre une démarche méthodologique rigoureuse pour assurer la fonction préparation.

Les phases seront les suivantes :

- **définir l'état final recherché** (cahier des charges, Bons de Travaux, Ordres de Travaux, etc.) ;
- caractériser l'**état initial** de l'installation ;
- réaliser l'inventaire des **contraintes à respecter** (externes, internes) ;
- réaliser l'**inventaire des tâches élémentaires** à réaliser ;
- évaluer la **durée prévisionnelle** de chaque tâche ;
- prévoir les **ressources nécessaires** : main d'oeuvre, pièces de rechange, outillages, documentation, etc.

À chaque utilisation, le dossier de préparation devra être optimisé en fonction des résultats de l'intervention réalisée : efficacité technique, rentabilité économique, etc.

La Préparation



Une bonne préparation servira sur le terrain à :

- **Assurer la sécurité** des intervenants
- Les **guider sans ambiguïté** lors des opérations successives
- **Anticiper les difficultés** et **réduire** la part d'**improvisation**
- **Eviter les temps improductifs** (attentes, déplacements inutiles, démontages sans intérêts...)

L'Ordonnancement



L'ordonnancement permet de :

- Faire la comparaison entre les besoins et les moyens en tenant compte des contraintes
- **Concevoir un programme de travail** et d'engager les **moyens nécessaires** au **moment opportun**.

L'ordonnancement de la maintenance s'inscrit dans le plan d'ordonnancement général de la production de l'entreprise.

Chaque service spécialisé et chaque agent doit avoir une claire perception des enjeux techniques, humains et économiques de l'entreprise sur lesquels son action porte effet.

L'Ordonnancement



Les responsabilités doivent être définies au sein de l'entreprise pour que l'ordonnancement des actions de maintenance permette en permanence de :

- **prévoir et gérer** le plan de **charge** en tenant compte des ressources internes et externes.
- **planifier, organiser et suivre** les **activités** de façon détaillée au niveau des tâches élémentaires et intégrer la coordination de tous les intervenants en utilisant un outil approprié (**GANT, PERT**, définition du **chemin critique**, etc.)
- **prévoir** la disponibilité des **moyens matériels et logistiques** requis (pièces de rechange, outillage, etc.) ;
- **coordonner** les actions
- **gérer** les événements **imprévus** qui nécessitent une réaction immédiate
- contribuer à l'**optimisation** des **coûts** de maintenance et d'exploitation par la **maîtrise** de la **durée** des **travaux** dans une perspective de moindre coût global ;
- assurer l'enregistrement et la **transmission des informations** appropriées

La Réalisation



La réalisation consiste à **mettre en oeuvre** les **moyens** définis dans le **dossier de préparation** dans les règles de l'art, pour **atteindre les résultats** attendus dans les délais préconisés par l'**ordonnancement**.

La réussite de cette phase repose souvent sur l'usage de moyens de communication appropriés.

La minimalisation des délais de réalisation est coûteuse. Il convient donc de s'y attacher lorsque les objectifs globaux (production, qualité, sécurité, etc.) le justifient.

La réalisation peut nécessiter un diagnostic (une identification et une caractérisation de la défaillance) impliquant la mise en oeuvre d'outils méthodologiques appropriés.

Dans certains cas il peut être nécessaire de chercher l'assistance d'un spécialiste approprié, pour déterminer la véritable cause d'une panne.

Ces moyens comprennent par exemple la façon de lire les plans, les techniques de management, l'établissement d'arbres des causes et effets, les courbes de Pareto, et peuvent comprendre également les méthodes conçues spécialement par les fabricants pour des équipements spécifiques.

La Réalisation



Divers contrôles réalisés selon des modalités définies (consignes de sécurité, technicité à mettre en œuvre, état de propreté d'une installation, impact environnemental...) peuvent être effectués par des personnes désignées dont les responsabilités sont également définies.

Ces contrôles ou points d'arrêt auront lieu :

- En phase de réalisation (début de chantier, chantier en cours, fin de chantier)
- Lors des phases d'essais
- Avant/pendant/après remise en service.

Cela ne réduit en rien la nécessité d'effectuer des auto contrôles individuels ou collectifs en cours d'exécution.

Les stocks

Les catégories de pièces



On peut classer les biens constituant le stock maintenance en cinq catégories

- consommables
- pièces à remplacement programmé
- pièces à remplacement non programmé
- pièces à remplacement exceptionnel
- matériels et outillages dédiés à la maintenance

Les stocks

Les catégories de pièces



Consommables de maintenance

Produits, ou d'articles banalisés nécessaires à la maintenance.

Exemple : les huiles, graisses ou les rouleaux de papier pour appareils enregistreurs de maintenance, peintures, vernis ou quincaillerie, etc.

Il est recommandé de standardiser l'utilisation des produits ou articles, afin de limiter :

- le risque d'erreur ;
- le nombre de références en stock ;
- la valeur d'achat du stock ;
- les frais d'approvisionnement ;
- les frais de stockage ;
- les risques de péremption.

Pour certaines applications, il est recommandé de gérer les consommables non seulement par marque et type, mais par lot de fabrication, pour éviter les incompatibilités éventuelles (cas des huiles, graisses, produits chimiques, etc.).

Les stocks

Les catégories de pièces



Pièces de rechange

Certaines installations sont prévues pour de très longues durées de vie.

Dans ce cas , attention particulière sur la durée de vie prévue :

- à la disponibilité des pièces de rechange spécifiques
- aux mesures spécifiques à mettre en place (arrêt de fabrication, disparition du fournisseur,...)

Ces mesures peuvent être :

- prévision d'un stock de sécurité adapté ;
- étude préalable d'interchangeabilité
- mise à disposition du dossier de fabrication des pièces concernées

Les stocks

Les catégories de pièces

Pièces à remplacement programmé

«Pièces d'usure conçues pour recevoir seules l'usure et dont le remplacement est préconisé par le constructeur pour un nombre d'unités d'usage déterminé».

La liste de ces rechanges est liée à la maintenance systématique ou la maintenance conditionnelle qui doit préciser les articles à remplacer.

On a ainsi la liste quantitative des pièces de rechanges consommées au cours d'une action de remplacement.

Le nombre annuel d'opérations, défini par le plan de charge de l'équipement et l'échéancier de maintenance, détermine la consommation annuelle.

Cette consommation peut être majorée pour tenir compte des consommations imprévues liées à des actions de maintenance corrective.

Le stock minimum sera défini à partir de cette consommation annuelle et du délai total de réapprovisionnement des articles considérés.



Les stocks

Les catégories de pièces

Pièces à remplacement non programmé

Il s'agit de pièces de rechange dont le remplacement intervient en général au cours d'une action de maintenance corrective exécutée à la suite d'une défaillance ou à un franchissement de seuil d'un paramètre suivi en maintenance conditionnelle.

La liste de ces rechanges est évidemment moins simple à constituer que les précédentes.

La liste initiale peut être établie en utilisant la description qui doit figurer dans la documentation technique des actions de maintenance corrective.

Elle peut aussi se baser sur l'expérience antérieure sur des matériels analogues, ainsi que sur celle du service après vente du constructeur qui possède une connaissance statistique des articles les plus demandés.

Le renouvellement du stock se basera naturellement sur les consommations constatées dans la période précédente



Les stocks



Matériels et outillages

Il s'agit des outillages divers nécessaires à l'exécution des actions de maintenance.

Trois catégories :

- le petit outillage (outillage manuel, comme par exemple des clés ou appareils de mesure portatifs comme des contrôleurs), outillage souvent qualifié d'outillage «individuel» ;
- le gros outillage spécifique de l'entreprise (bancs d'essai), outillage souvent qualifié d'outillage «collectif» ;
- l'outillage spécifique au bien, outillage dédié au bien.

Le gros outillage sera soit :

- conservé en magasin et délivré à la demande pour des travaux spécifiques
- implanté en atelier (bancs d'essai par exemple)

Il faut ajouter une contrainte spécifique à l'outillage : c'est qu'il faut assurer sa maintenance.

Le matériel de mesure devra lui être étalonné périodiquement.

Les stocks

Stocks et réparations



Dans le cas particulier des ensembles complets, en cas de panne :

- On remplace la machine par sa recharge tenue en stock
- Dans un deuxième temps, on répare la machine avariée et on la rentre au magasin

Ce sujet doit être approfondi car il ne présente un intérêt que si la combinaison des facteurs suivants est favorable :

- Grand nombre de machines identiques en service
- Temps et coûts d'immobilisation pour un échange standard inférieur aux temps et coûts d'une réparation sur site
- Machines essentielles à la production ou à la sécurité

Les métiers de la maintenance



Le responsable Maintenance (1/5)

Ses missions

- Organiser et gérer les services techniques de l'entretien
- Garantir une forte disponibilité des matériels de production
- Prouver le caractère bénéficiaire de son activité (amélioration de la disponibilité des matériels de production, amélioration des performances de son service, meilleurs résultats que la concurrence potentielle).

Le responsable Maintenance (2/5)

Compétence organisationnelle

- **Piloter l'activité des employés** placés sous sa responsabilité (planification des activités préventives ou des interventions durant arrêt, planification des réparations en atelier, réaction d'urgence aux pannes)
- Etablir comme base de son organisation, un **état préalable des lieux** destiné à **sérier les temps d'intervention préventive** (contrôle et actions correctives)
- **Respecter ses objectifs** en matière d'augmentation de la **disponibilité et de la performance** des matériels en veillant à l'amélioration de la productivité de son service, en recherchant les **causes de défaillances itératives** pour **proposer des améliorations** : « offre technique » de **modification de parties d'installations** ou de **méthodes**.

Le responsable Maintenance (3/5)

Compétence Financière

- Gérer son **budget** et sa capacité d'investissement en matériels de maintenance, matériels d'investigation, capacités informatiques, formations, recrutements
- Rédiger des **cahiers des charges**, veiller à leur application, **négoier** les **contrats** dans les cas de sous-traitance
- Justifier la **rentabilité financière** de son service en utilisant des méthodes de chiffrage et des ratios propres à la maintenance (théorisation en cours de développement)
- Effectuer ou **superviser** le calcul de coût des **projets** pour permettre de choisir la solution la plus rentable

Le responsable Maintenance (4/5)

Compétence Décisionnelle / Relationnelle

- Veiller à la **sécurité de son personnel**, conformément au droit du travail.
- **Diriger** et motiver différents **services et équipes** (ordonnancement, intervention, spécialistes) propres à chaque site ou atelier d'un site
- Veiller au niveau de **compétence de ses équipes**
- **Planifier** les **opérations** préventives, organiser la **réaction aux urgences** et **trancher** entre les urgences
- Veiller à la bonne exécution des travaux des éventuels sous-traitants
- Manifester des **capacités d'écoute**, de **négociation** et de **diplomatie** dans ses rapports avec la production ou avec le client, s'il travaille pour une société prestataire
- Organiser et **accompagner** la prise en charge de la **maintenance de 1er niveau par les opérateurs de production** : « **TPM** » (total productivité maintenance) ; « automaintenance »

Le responsable Maintenance (5/5)

Compétence Technique

- Posséder une certaine **polycompétence technologique** c'est-à-dire avoir une connaissance minimale des technologies des matériels à maintenir qui, selon les cas, concernent l'électronique, l'électricité, la mécanique, les automatismes, la pneumatique, l'hydraulique, l'informatique, l'instrumentation...
- **Connaître les méthodes et techniques** de l'entretien et de la maintenance : analyse de comportement et de fiabilité des systèmes, pathologie des défaillances, méthodes de mesure, normes et diagnostic de sécurité, voire techniques du pilotage à distance...

Le Gestionnaire de contrat

Ses missions sont les suivantes

- Assurer l'**interface** entre le client et sa propre société ou entre sa société et un sous traitant
- Assurer les **relations commerciales**
- Garantir la réalisation et la **bonne application du contrat**
- **Négocier les avenants** au contrat, déclenche les **paiements**, maîtrise les **coûts** et les **délais**.

L'agent de maîtrise (1/5)

Compétence organisationnelle

L'agent de maîtrise en maintenance est appelé à **faire réaliser et réaliser l'entretien**, la réparation et le dépannage du matériel de production, à des conditions acceptables tant au plan financier qu'à celui des relations de travail.

L'agent de maîtrise en maintenance est **responsable d'une équipe**, soit propre à un site, à un atelier, soit spécialisée (mécanique, électricité, chaudronnerie, automatismes...)

Suivant les cas, on le qualifie de

« chef d'équipe », « chef d'atelier », « chef de chantier », « chef de travaux ».

La taille de l'équipe qu'il dirige peut varier considérablement d'un cas à l'autre, allant d'une à deux personnes à plusieurs dizaines de personnes.

Dans tous les cas, l'agent de maîtrise encadre son équipe.

Il **définit les opérations d'intervention, organise et répartit le travail, gère les conflits**, donne son avis sur les primes et les évolutions salariales de ses subordonnés

L'agent de maîtrise (2/5)

Compétence organisationnelle

- **Décider**, en cas d'absence de responsable hiérarchique ou par délégation
- Gérer les **relations contractuelles** avec les sous-traitants en cas de recours à une société de sous-traitance et veiller à la bonne exécution des tâches externalisées
- Veiller à la **formation des opérateurs**, et **stimuler la motivation** de sa propre équipe lorsque la maintenance de premier niveau est confiée aux opérateurs de production.

L'agent de maîtrise (3/5)

Activité Technique

L'agent de maîtrise doit :

- Etre un **intervenant technique** de qualité
- **Maîtriser** techniquement les **activités** de son **équipe**
- Apporter, si nécessaire, ses **compétences spécifiques** personnelles face à certains problèmes

L'agent de maîtrise en maintenance supervise ou accomplit :

- des **tournées de surveillance**
- des **expertises et diagnostics**
- des **réparations, dépannages, réglages** délicats, des **vérifications** du bon fonctionnement lors des remises en marche.

L'agent de maîtrise (4/5)

Activité Technique

- Des connaissances relatives aux technologies des matériels à maintenir et aux principes de leur maintenance. La variété des technologies requiert une certaine **polycompétence technologique**. Selon les cas, on privilégiera les combinaisons entre mécanicien, électricien, automaticien, électronicien, instrumentiste, hydraulicien, spécialiste de la pneumatique, informaticien... ;
- Des connaissances relatives aux **méthodes et techniques** de l'entretien et de la maintenance : analyse de comportement et de fiabilité des systèmes, pathologie des défaillances, instrumentation (connaissances des méthodes de mesures et analyses des fluides, vibrations, thermographique, capteurs...), connaissances des normes et diagnostics de sécurité, voire des mesures et pilotages à distance. Dans certains secteurs, la connaissance des règles et procédures de sécurité avant et pendant les interventions revêt une importance fondamentale ;
- Des **connaissances linguistiques**. La maîtrise de l'anglais technique est conseillée, de nombreuses documentations étant rédigées dans cette langue ;
- Des **connaissances informatiques** de base (tableur, base de données, traitement de texte) sont requises pour les tâches à caractère administratif.

L'agent de maîtrise (5/5)

Activité Administrative / documentaire / Budgétaire

- **Comptes rendus** des demandes d'intervention
- **Mise à jour** des **dossiers** historiques des machines (descriptif des interventions, des pannes, des expertises)
- Collecte des temps passés et des dépenses
- **Identification** des **pièces de rechange** et de leur origine
- Participation à la **mise à jour** de la **documentation technique** (nomenclature des équipements, documentation technique par matériel, normes)
- Gérer un **stock** et un **budget**

Le Technicien de maintenance (1/7)

Missions

- réaliser l'**entretien**, la réparation et le dépannage du matériel de production
- contribuer par des **études** (ou des préconisations) sur les matériels et les procédures, et par des mises en oeuvre, à l'**amélioration** technicoéconomique de la maintenance et de la disponibilité des matériels.

2 types de postes

- poste **opérationnel** privilégiant les fonctions d'action (en équipe d'intervention),
- Poste en **support** privilégiant les fonctions d'études ou de méthodes (en service central méthodes)

Le Technicien de maintenance (2/7)

Compétences technique

- Des connaissances relatives aux technologies des matériels à maintenir et aux principes de leur maintenance. La variété de ces technologies requiert une certaine **polycompétence** technologique. Selon les cas, on privilégiera les combinaisons entre mécanicien, électricien, automaticien, électronicien, instrumentiste, hydraulicien, spécialiste de la pneumatique, informaticien... ;
- Des connaissances relatives aux **méthodes et techniques** de l'entretien et de la maintenance : analyse de **comportement** et de **fiabilité** des systèmes, **pathologie des défaillances**, **instrumentation** (connaissances des méthodes de mesures et analyses des fluides, vibrations, thermographique, capteurs...), connaissances des **normes** et diagnostics de sécurité, voire des **mesures et pilotages à distance**. Dans certains secteurs, la connaissance des règles et procédures de sécurité avant et pendant les interventions revêt une importance fondamentale ;
- Des **connaissances linguistiques**. La maîtrise de l'anglais technique est conseillée, de nombreuses documentations étant rédigées dans cette langue ;
- Des **connaissances informatiques** de base (tableur, base de données, traitement de texte) sont requises pour les tâches à caractère administratif.

Le Technicien de maintenance (3/7)

Compétences technique

En opérationnel

- **effectuer des tournées** de surveillance ;
- établir des **expertises et diagnostics** ;
- réaliser des **réparations**, des **dépannages**, des **réglages** délicats, vérifier le bon fonctionnement lors des remises en marche ;
- **superviser** ou piloter la réalisation d'autres **dépannages** et **réparations** et les **opérations** de maintenance préventive.
- Participer à la modification des machines ou des installations (pour une meilleure performance),
- Participer au montage, **essais, démarrage** d'installations nouvelles.

Le Technicien de maintenance (4/7)

Compétences technique

En support

- faire des **préconisations** (« offres techniques ») visant à trouver **la cause des défaillances** itératives, à **proposer un remède** (modification de parties d'installations ou de méthodes de travail), à améliorer la **facilité d'intervention** sur les **équipements**, leur sécurité, leur performance, et à perfectionner les méthodes de maintenance ;
- **rédiger** tout ou partie de la **documentation technique** relative à l'entretien des machines ;
- **compiler les informations** nécessaires à la mise au point **des activités préventives** (analyse des temps passés, repérage des degrés de risque de panne des différentes machines, fréquences de vérification souhaitables, proposition de plannings) ;
- plus rarement, **mettre en place des systèmes de surveillance à distance** des installations en réalisant la conception, le dessin des parties mécaniques, en utilisant les logiques informatiques de contrôle-commande et les dossiers de fabrication. Il choisira les matériels, sélectionnera les propositions des fournisseurs, veillera à la réception des composants, à l'installation-cablage, et aux essais. Les titulaires de BTS « MAI » (mécanique et automatismes industriels) sont particulièrement formés pour ce type de tâches.

Le Technicien de maintenance (5/7)

Compétence Administrative et Budgétaires

Réaliser la tenue documentaire

- Comptes rendus des demandes d'intervention,
- Mise à jour des dossiers historiques des machines (descriptif des interventions, des pannes, des expertises),
- Collecte des temps passés et des pièces utilisées,
- Participation à la mise à jour de la documentation technique : technique professionnelle, normes, catalogues, nomenclature des équipements, documentation technique par matériel, identification des pièces de rechange et de leur origine.

Chiffrer les prestations

- Réaliser des préconisations technico économiques
- Effectuer le calcul des coûts (interventions, projets, rechanges), ou y collaborer en utilisant les méthodes de chiffrage de projet.

Le Technicien de maintenance (6/7)

Autres rôles

Technicien Fiabiliste

Son rôle : **améliorer la fiabilité et la maintenabilité** des matériels et des process.

Il étudie et met au point les **méthodes** et les **outils** de maintenabilité, de **tests**, d'essais et de **simulations**.

Au moment de la conception, le technicien fiabiliste définit le « soutien logistique intégré » (hommes, compétences, pièces, moyens de levage, documentation, banc de test) qui sera nécessaire lors des diverses opérations de maintenance.

Le technicien fiabiliste travaille en **bureau d'études**, chez un fabricant de matériels de production ou dans les industries de process ou en cabinet d'études. Ces postes sont plus ouverts à des ingénieurs débutants qu'à des BTS ou DUT débutants.

Le Technicien de maintenance (7/7)

Autres rôles

Technicien Méthodes

Son rôle : **rationaliser** les modes de **fonctionnement** des **services** maintenance.

Le technicien méthodes participe à la :

- constitution des **indicateurs** de **qualité**, des outils statistiques, des **outils** de **surveillance** des **équipements** et de **mesure** de leur **disponibilité** et **fiabilité**,
- définition des **standards** de **temps** et de **coût**, des procédures d'**intervention**,
- définition de révisions des différentes organisations.

Il recourt fréquemment aux services de la GMAO et s'inspire d'une des méthodes répertoriées de la maintenance (MBF, Total Productivity Maintenance, LCC, AMDEC...).

L'agent de maintenance

Ses missions

- Entretien des machines, des composants ou des systèmes de production,
- Éviter les pannes,
- Dépanner rapidement
- Réparer, remettre en état
- Surveillance et intervention préventive,
- Participer aux modifications des équipements de production,
- Acteur dans les essais et mises en service.

Les métiers

Sur site

mécanicien, d'hydraulicien, de pneumaticien, électricien, électrotechnicien, électronicien, automaticien, câbleurs, soudeurs

Dans les équipes de réparation

Ajusteurs, fraiseurs, tourneurs, outilleurs, tuyauteurs, chaudronniers, soudeurs