

1. Définition de la maintenance :

D'après l'AFNOR (NF X 60-010) :

La maintenance est un ensemble des actions permettant de ***maintenir*** ou de ***rétablir*** un bien dans ***un état spécifié*** ou en mesure d'assurer ***un service déterminé***. Bien maintenir, c'est assurer ces opérations au ***coût optimal***.

- * **Maintenir** : contient la notion de «prévention» sur un système en fonctionnement.
- * **Rétablir** : contient la notion de «correction» consécutive à une perte de fonction.
- * **État spécifié** ou **service déterminé** : implique la prédétermination d'objectif à atteindre avec quantification des niveaux caractéristiques.
- * **Coût optimal** qui conditionne l'ensemble des opérations dans un souci d'efficacité.

1.1 Entretien ou maintenance :

1. L'entretien se contente d'intervenir sur un système défaillant pour relancer la production et effectue les opérations courantes préconisées par le constructeur :

- Pas prise en compte des caractéristiques spécifiques des conditions de fonctionnement (cadence, ancienneté, température ambiante, etc.).
- On peut donc être conduit à effectuer (sans évaluation à priori ou à posteriori) trop ou pas assez d'entretien.

2. maintenir, c'est choisir les moyens de prévenir, de corriger ou de rénover suivant l'usage du matériel, suivant sa criticité économique, afin d'optimiser le coût global de possession. L'esprit de Maintenance se résume en deux mots-clés : **Maîtriser au lieu de subir.**

2. Les différentes formes de la maintenance :

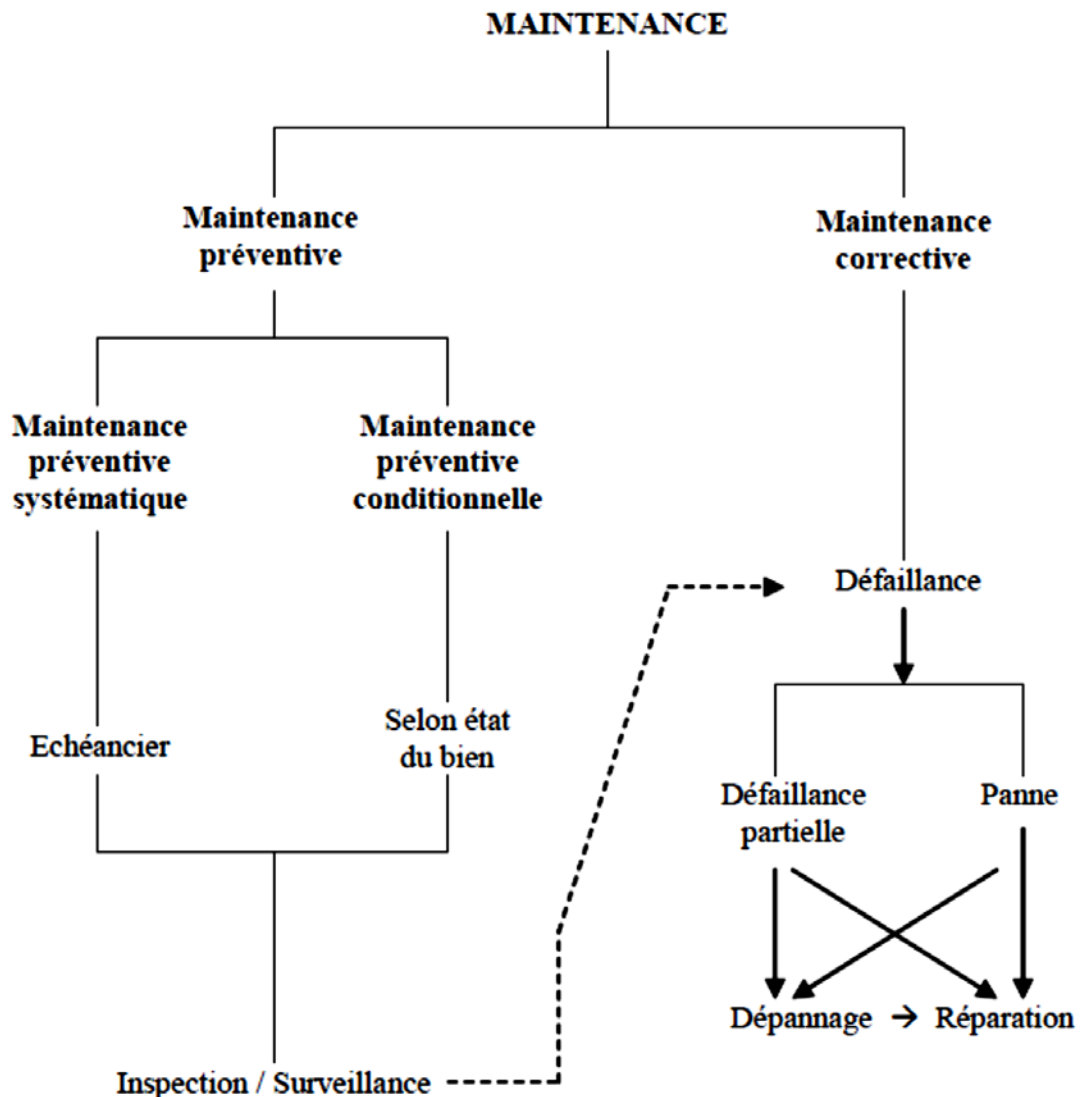


FIG. 1 –LES TYPES DE MAINTENANCE (norme NF EN 13306)

2.1 La maintenance corrective :

Maintenance exécutée après la détection d'une panne et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise. La maintenance corrective a pour objet de redonner au matériel des qualités perdues nécessaires à son utilisation.

Les défauts, pannes ou avaries diverses exigeant une maintenance corrective entraînent une indisponibilité immédiate ou à très brève échéance des matériels affectés et/ou une dépréciation en quantité et/ou qualité des services rendus.

Défaillance : altération ou cessation de l'aptitude d'un bien à accomplir la fonction requise.

Il existe 2 formes de défaillance :

- Défaillance partielle : altération de l'aptitude d'un bien à accomplir la fonction requise.
- Défaillance complète : cessation de l'aptitude d'un bien à accomplir la fonction requise.

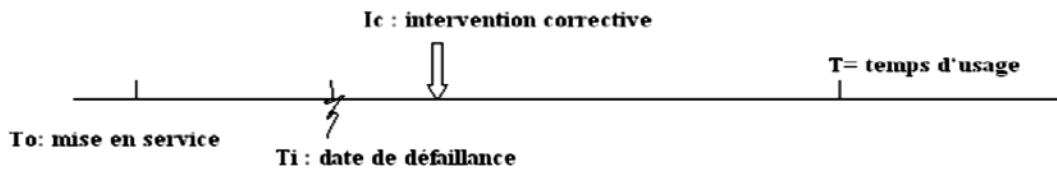


FIG. 2 - Intervention corrective

2.2 La maintenance préventive :

Maintenance effectuée selon des critères prédéterminés, dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu. Elle doit permettre d'éviter les défaillances des matériels en cours d'utilisation. L'analyse des coûts doit mettre en évidence un gain par rapport aux défaillances qu'elle permet d'éviter.

But de la maintenance préventive :

- Augmenter la durée de vie des matériels.
- Diminuer la probabilité des défaillances en service.
- Diminuer les temps d'arrêt en cas de révision ou de panne.
- Prévenir et aussi prévoir les interventions coûteuses de maintenance corrective.
- Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions.
- Eviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant, etc.
- Améliorer les conditions de travail du personnel de production.
- Diminuer le budget de maintenance.
- Supprimer les causes d'accidents graves.

2.2.1 La maintenance préventive systématique :

Maintenance préventive effectuée selon un échéancier établi selon le temps ou le nombre d'unités d'usage.

Même si le temps est l'unité la plus répandue, d'autres unités peuvent être retenues telles que : la quantité de produits fabriqués, la longueur de produits fabriqués, la distance parcourue, la masse de produits fabriqués, le nombre de cycles effectués, etc.

Cette périodicité d'intervention est déterminée à partir de la mise en service ou après une révision complète ou partielle.

Cette méthode nécessite de connaître :

- Le comportement du matériel.
- Les modes de dégradation.

- Le temps moyen de bon fonctionnement entre 2 avaries.

Remarque : de plus en plus, les interventions de la maintenance systématique se font par échanges standards.

Cas d'application :

- Equipements soumis à une législation en vigueur (sécurité réglementée) : appareils de levage, extincteurs, réservoirs sous pression, convoyeurs, ascenseurs, monte-charge, etc.
- Equipements dont la panne risque de provoquer des accidents graves : tous les matériels assurant le transport en commun des personnes, avions, trains, etc.
- Equipement ayant un coût de défaillance élevé : éléments d'une chaîne de production automatisée, processus fonctionnant en continu (industries chimiques ou métallurgiques).
- Equipements dont les dépenses de fonctionnement deviennent anormalement élevées au cours de leur temps de service : consommation excessive d'énergie, éclairage par lampes usagées, allumage et carburation déréglés (moteurs thermiques), etc.

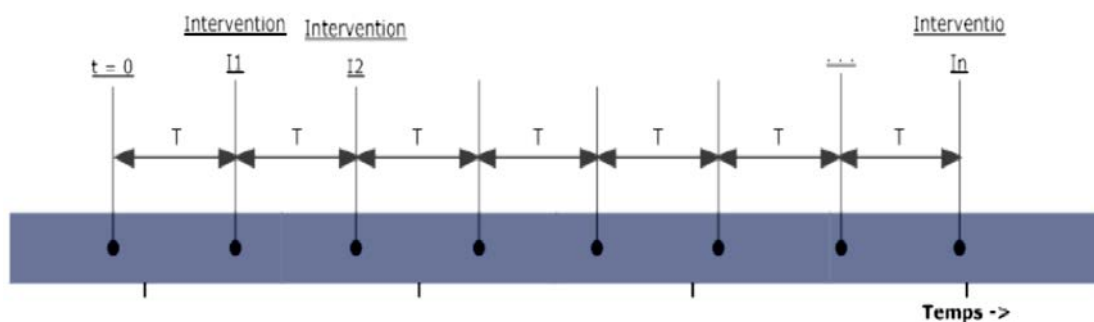


FIG. 5 – Intervention préventive systématique.

2.2.2 La maintenance préventive conditionnelle :

Maintenance préventive subordonnée à un type d'événement prédéterminé (auto diagnostic, information d'un capteur, mesure d'une usure, etc.).

Remarque : la maintenance conditionnelle est donc une maintenance dépendante de l'expérience et faisant intervenir des informations recueillies en temps réel.

La maintenance préventive conditionnelle se caractérise par la mise en évidence des points faibles. Suivant le cas, il est souhaitable de les mettre sous surveillance et, à partir de là, de décider d'une intervention lorsqu'un certain seuil est atteint. Mais les contrôles demeurent systématiques et font partie des moyens de contrôle non destructifs.

Tous les matériels sont concernés. Cette maintenance préventive conditionnelle se fait par des mesures pertinentes sur le matériel en fonctionnement. Les paramètres mesurés peuvent porter sur :

- Le niveau et la qualité de l'huile

- Les températures et les pressions
- La tension et l'intensité des matériels électriques
- Les vibrations et les jeux mécaniques
- Etc.

Le matériel nécessaire pour assurer la maintenance préventive conditionnelle devra être fiable pour ne pas perdre sa raison d'être. Il est souvent onéreux, mais pour des cas bien choisis il est rentabilisé rapidement.

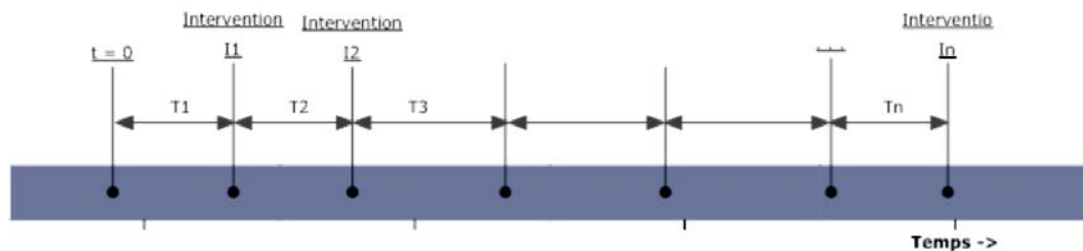


FIG. 6 – Intervention préventive conditionnelle.

2.2.3 Maintenance préventive prévisionnelle :

Lorsque la maintenance préventive est effectuée sur la base de l'estimation du temps de fonctionnement correct qui subsiste avant l'observation de l'événement redouté, on parle de maintenance prévisionnelle. Une maintenance prévisionnelle peut prendre en compte un âge du matériel qui n'est pas forcément calendaire mais par exemple le temps de fonctionnement mesuré depuis la dernière inspection.

Elle consiste à extrapoler la courbe de dégradation d'un organe pour prévoir une intervention.

3. Opérations de la maintenance :

Il existe des définitions normatives des différentes opérations de maintenance.

3.1 Opérations de la maintenance corrective :

Après apparition d'une défaillance, le maintenancier doit mettre en œuvre un certain nombre d'opérations dont les définitions sont données ci-dessous. Ces opérations s'effectuent par étapes (dans l'ordre) :

- **test** : c'est à dire la comparaison des mesures avec une référence.
- **détection** ou action de déceler l'apparition d'une défaillance.
- **localisation** ou action conduisant à rechercher précisément les éléments par lesquels la défaillance se manifeste.
- **diagnostic** ou identification et analyse des causes de la défaillance.

- **dépannage**, Action sur un bien en panne, en vue de le remettre en état de fonctionnement. Compte tenu de l'objectif, une action de dépannage peut s'accommoder de résultats provisoires et de condition de réalisation hors règles de procédures, de coûts et de qualité, et dans ce cas sera suivie de la réparation.
- **réparation** Intervention définitive et limitée de maintenance corrective après panne ou défaillance. L'application de la réparation peut être décidée soit immédiatement à la suite d'un incident ou d'une défaillance, soit après un dépannage, soit après une visite de maintenance préventive conditionnelle ou systématique. Remarque : la réparation correspond à une action définitive. L'équipement réparé doit assurer les performances pour lesquelles il a été conçu.
- **contrôle** du bon fonctionnement après intervention.
- **amélioration éventuelle** : c'est à dire éviter la réapparition de la panne.
- **historique** ou mise en mémoire de l'intervention pour une exploitation ultérieure.

3.2 Opérations de la maintenance préventive :

- **Inspection** : contrôle de conformité réalisé en mesurant, observant, testant ou calibrant les caractéristiques significatives d'un bien ; elle permet de relever des anomalies et d'exécuter des réglages simples ne nécessitant pas d'outillage spécifique, ni d'arrêt de la production ou des équipements (pas de démontage).
- **Contrôle** : vérification de la conformité à des données préétablies, suivie d'un jugement. Ce contrôle peut déboucher sur une action de maintenance corrective ou alors inclure une décision de refus, d'acceptation ou d'ajournement.
- **Visite** : examen détaillé et prédéterminé de tout (visite générale) ou partie (visite limitée) des différents éléments du bien et pouvant impliquer des opérations de maintenance du premier et du deuxième niveau ; il peut également déboucher sur la maintenance corrective.
- **Test** : comparaison des réponses d'un système par rapport à un système de référence ou à un phénomène physique significatif d'une marche correcte.
- **Echange standard** : remplacement d'une pièce ou d'un sous-ensemble défectueux par une pièce identique, neuve ou remise en état préalablement, conformément aux prescriptions du constructeur.
- **Révision** : ensemble complet d'examens et d'actions réalisées afin de maintenir le niveau de disponibilité et de sécurité d'un bien. Une révision est souvent conduite à des intervalles prescrits du temps ou après un nombre déterminé d'opérations. Une révision demande un démontage total ou partiel du bien. Le terme révision ne doit donc pas être confondu avec surveillance. Une révision est une action de maintenance de niveau 4.

Les trois premières opérations sont encore appelées « opérations de surveillance ». Elles caractérisent parfaitement la phase d'apprentissage et sont absolument nécessaires si on veut maîtriser l'évolution de l'état réel d'un bien. On accepte donc de payer pour

savoir puis pour prévenir. Elles sont effectuées de manière continue ou à intervalles prédéterminés ou non, calculés sur le temps ou sur le nombre d'unités d'usage.

4. STRATEGIES DE MAINTENANCE :

4.1 Pourquoi mettre en place une stratégie ?

La stratégie de maintenance, qui résulte de la politique de maintenance, impose des choix pour atteindre, voire dépassé, 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.

Il s'agit de décider sur les trois points suivants :

- **Quelles méthodes de maintenance mettre en œuvre et sur quels biens ?**
- **Quels biens fiabiliser ?**
- **Quand remplacer un équipement ?**

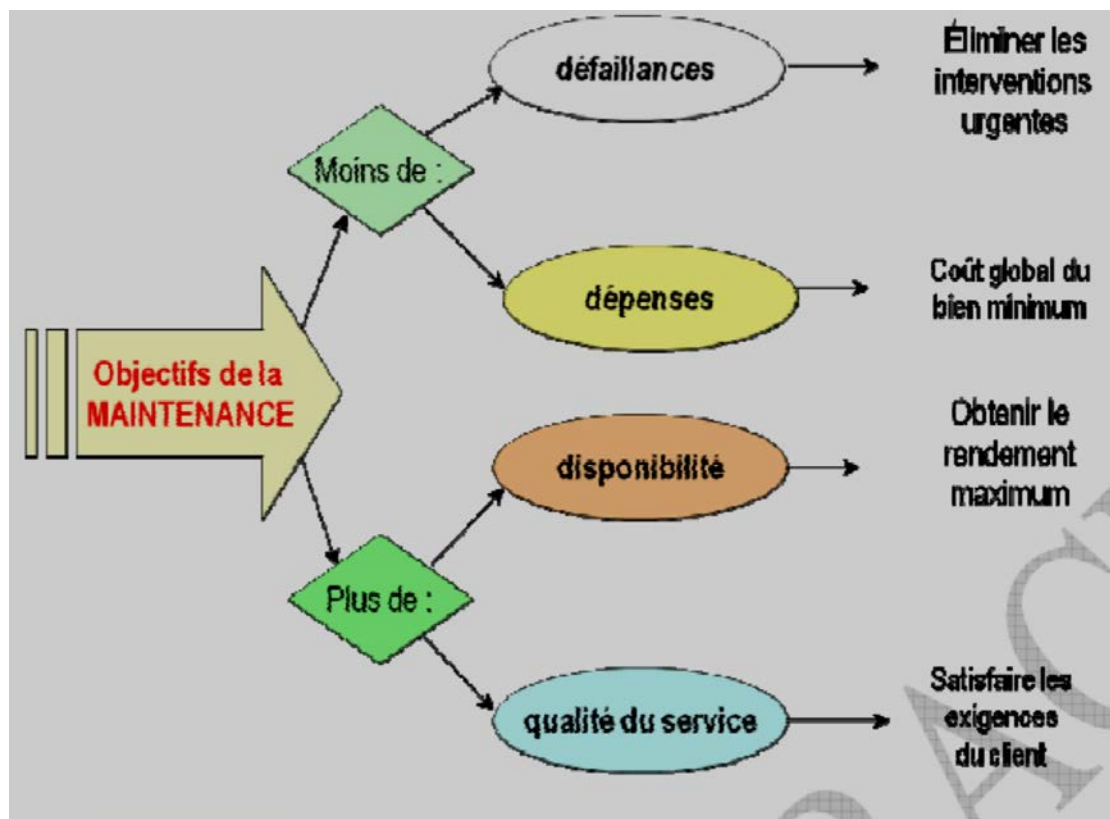
Les questions POURQUOI, QUAND, QUOI et OÙ sont les questions essentielles auxquelles une décision de maintenance doit répondre. En effet les questions COMMENT et COMBIEN DE TEMPS, d'ordre opérationnel, sont caractéristiques de l'action envisagée et peuvent être données par le plan de maintenance. Toutefois les réponses peuvent être considérées comme des contraintes sur les actions envisagées. Ainsi le tableau 1 synthétise les différents contextes de la décision à travers les réponses aux questions POURQUOI, QUAND, OÙ et QUOI.

	POURQUOI ?	QUAND ?	OÙ ?	QUOI ?
Maintenance corrective	Corriger une défaillance	Après le constat de la défaillance	Composant défaillant (résultat du diagnostic)	Dépannage ou Réparation
Maintenance préventive	Eviter une défaillance	Avant la défaillance qui est déterminée par le franchissement (présent ou futur) d'un seuil représentatif de	Composant associé à un indicateur ou résultat d'un diagnostic	Défini par le plan de maintenance ou par l'expert

		la défaillance par un indicateur		
Maintenance systématique	Eviter une défaillance	Un indicateur d'usage	Composant associé	Défini par le plan de maintenance
Maintenance Conditionnelle	Eviter une défaillance en optimisant le risque d'action superflue	Un indicateur surveillé atteint un seuil représentatif d'un niveau de dégradation	Composant associé à l'indicateur surveillé ou résultat d'un diagnostic	Défini par le plan de maintenance
Maintenance prévisionnelle	Eviter une défaillance en agissant au meilleur moment vis-à-vis de la dégradation et des performances du composant ou système	Un indicateur prédit de dégradation atteint un seuil	Composant associé à l'indicateur prédit ou résultat d'un diagnostic	Issue d'un processus d'aide à la décision rationalisant les performances du composant ou système

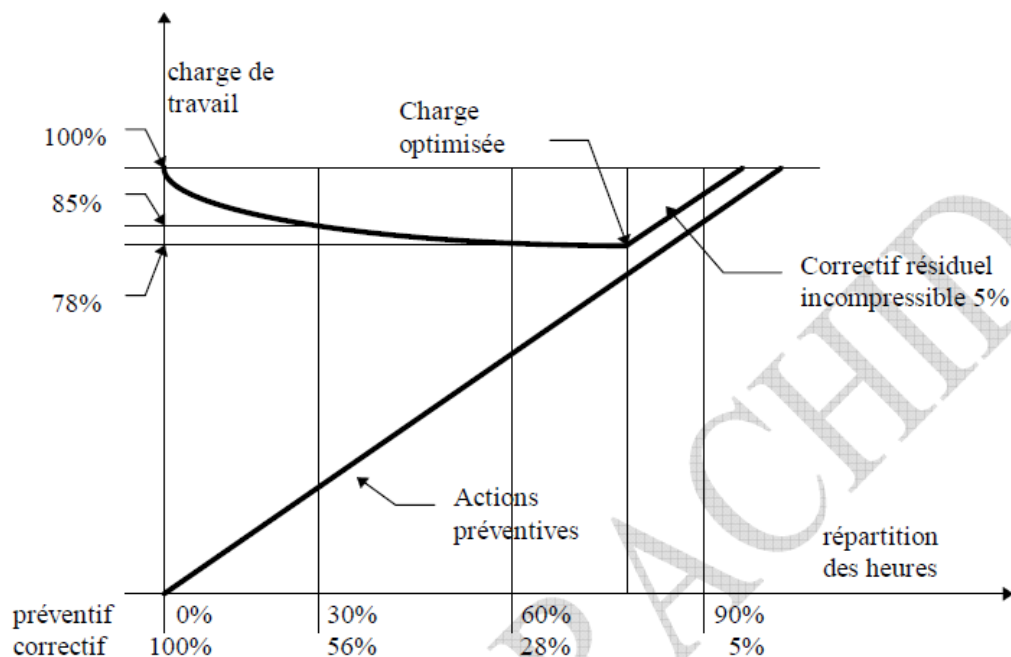
Tableau 1. Prise de décisions pour les stratégies de maintenance.

4.2 Choix d'une stratégie :



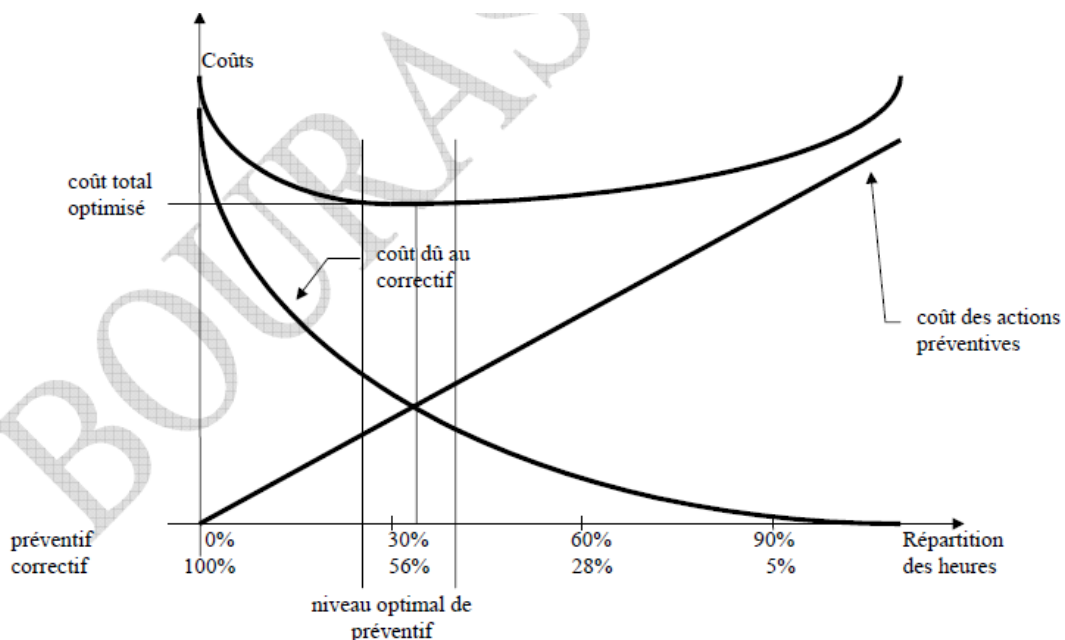
Le choix peut s'effectuer également selon les critères suivants :

➤ **Influence sur la charge de travail :**



Les 5% de correctif dit résiduel sont inévitables. La charge globale de travail décroît quand la part d'heures consacrées au préventif augmente.

➤ **Aspects économiques :**



Ce graphe montre l'existence d'un optimum économique du niveau préventif à mettre en œuvre. Il prouve surtout que faire de la maintenance, ce n'est pas du préventif à tout prix.

➤ **Matrice cout / criticité :**



5. Les normes de la maintenance :

La maintenance est une activité de service transverse à tous les secteurs industriels ainsi qu'à celui du bâtiment. De ce fait, pour progresser, elle a besoin de communiquer, de capitaliser et de mettre à jour un langage commun et des méthodes et pratiques reconnues et éprouvées. La normalisation constitue un moyen efficace pour satisfaire ces exigences, ce qui explique les nombreux travaux entrepris dans ce domaine.

Les normes ont vocation à dépasser les frontières. Elles sont, soit produites au niveau international et européen pour s'appliquer ensuite dans tous les pays membres, soit produites nationalement et proposées sur la scène européenne ou internationale pour y être plus largement diffusées. On observe ces deux situations en maintenance, ce qui montre la vitalité de cette activité.

Chaque entreprise peut jouer un rôle, quels que soient ses moyens, et tirer profit de sa participation en étant membre de groupes de travail, de la Commission Maintenance de l'AFNOR ou simplement en émettant un avis et des commentaires lors des enquêtes publiques gratuites et ouvertes à tous.

La démarche de normalisation a conduit à définir un ensemble de termes qui, représentant des concepts jugés importants, ont donné lieu à des définitions qui ont maintenant valeur internationale.

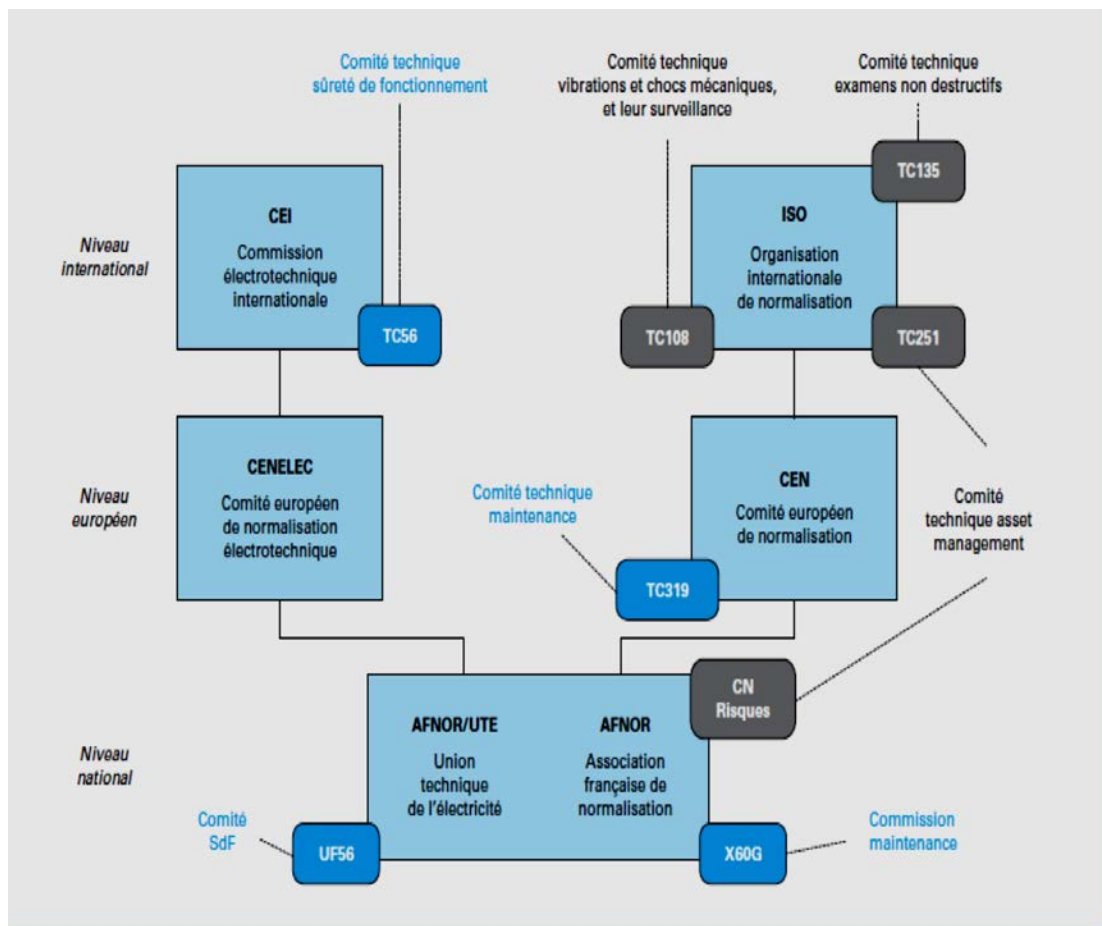


Figure 1 – Organismes de normalisation publiant des normes de maintenance multisectorielles.

Tableau 2 – Normes de maintenance : cartographie (suite)				
NF X60-100	Maintenance – préalables aux contrats de maintenance – inventaires et expertise d'états de biens	2006	National	Fr
Maintenance en exploitation : techniques de maintenance				
ISO 13381-1	Surveillance et diagnostic des machines – pronostic – partie 1 : lignes directrices générales	2004	International	En-Fr
ISO 13379	Surveillance et diagnostic d'état des machines – lignes directrices générales sur l'interprétation des données et les techniques de diagnostic	2004	International	En-Fr
Maintenance en exploitation : retour d'expérience de maintenance				
CEI 60300-3-2	Guide d'application – recueil de données de sûreté de fonctionnement dans des conditions d'exploitation	2004	International	En-Fr
ISO 14224	Industries du pétrole, de la pétrochimie et du gaz naturel – recueil et échange de données de fiabilité et de maintenance des équipements	2006	International	En-Fr

Figure 1 – Exemple de quelques normes de maintenance.

