Organisation de la maintenance des équipements de forage Pétroliers

Chapitre II: Organisation de la maintenance des équipements de forage pétroliers

II .1) Phénomène d'usure et mécanismes de dégradation des surfaces

II .1.1) Les surfaces

Par définition, la surface d'un corps est le lieu des points séparant ce corps du milieu environnant. Elle correspond donc à une discontinuité dans l'aménagement périodique des atomes de celui-ci. En surface, le nombre de plus proches voisins est différent de ce qu'il est en volume. On parle aussi d'interface solide-gaz, solide-liquide, solide-solide.

La notion d'état de surface comprend :

- l'état physico-chimique (nature, structure, texture des couches superficielles)
- l'état géométrique (ensemble des écarts géométriques de la surface réelle par rapport à la surface géométrique idéale).

Les surfaces présentent des défauts géométriques de différents ordres :

- ordres macroscopiques liés à des écarts de grande amplitude dus généralement aux défauts géométriques de la machine génératrice (écart de forme du 1er et 2nd ordre),
- ordres microscopiques liés à des écarts de faibles amplitudes dus à l'outil de coupe, aux grains abrasifs, aux particules de sablage ou grenaillage, aux vibrations de la machine ou encore aux piqûres de corrosion (rugosité, écarts de forme de 3ième et 4ième ordre).

En réalité, le terme surface représente une couche d'épaisseur comprise entre 10-2 et 10-6 mm La composition chimique et les propriétés mécaniques de cette zone peuvent être très différentes de celles du cœur du matériau. La surface peut être recouverte de films contaminant (gaz adsorbés produits organiques), d'oxydes et dans le cas de métaux, peut être écroui. La présence de ces écrans va modifier le comportement tribologiques des corps en contact (Figure 1).

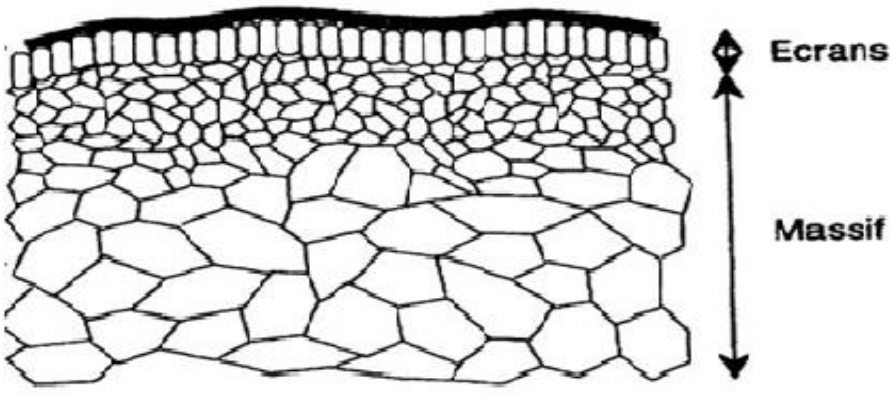

Figure II.1 Vue théorique en coupe d'une surface [9].

II .1.2) Mécanismes de dégradation des surfaces

L'usure est un ensemble complexe de phénomènes, amenant une émission de débris avec perte de masse, de côtes, de forme, et s'accompagnant de transformations physiques et chimiques des surfaces.

Elle ne varie généralement pas de manière progressive en fonction de paramètres comme la vitesse, la température ou le temps. Si certaines formes d'usure sont relativement régulières, d'autres au contraire connaissent des sauts très brutaux, dans des rapports pouvant aller parfois de 1 à 100 000 ou plus, lorsque certaines valeurs critiques sont franchies.

L'usure est généralement combattue à cause de ses effets négatifs, mais elle présente aussi des aspects favorables. L'affûtage d'un outil, la finition d'une surface par rectification, l'écriture de la craie sur le tableau ou du crayon sur le papier sont des exemples d'usures abrasives utiles.

Il arrive que l'on provoque sciemment certaines formes d'usure pour lutter contre d'autres formes qui seraient beaucoup plus dévastatrices. Quand il est bien conduit, le rodage d'un mécanisme, c'est-à-dire la phase de fonctionnement où les pièces « apprennent à vivre ensemble », provoque des usures qui se révèleront « protectrices » lors des phases suivantes.

La plupart du temps, l'usure globale d'un mécanisme est due à plusieurs processus qui agissent simultanément, plus rarement à un processus bien défini et identifiable. L'effet de ces actions simultanées est souvent plus important que la somme des effets que l'on produirait en faisant agir séparément les divers processus, on parle parfois de « sur additivité ».

Dans les premiers instants du frottement, ce sont les écrans superficiels qui subissent l'ensemble des mécanismes inhérents au frottement (effets thermiques, mécaniques ou chimiques). Ensuite, ces mécanismes se relaient ou s'interpénètrent en fonction des multiples conditions présentes.

En général, une pièce subit tout au long de sa vie 3 étapes d'usure :

- Rodage : usure rapide avec une vitesse d'usure régulièrement décroissante.
- Marche normale : durée de vie (usure faible et constante).
- Vieillissement et mort : vitesse d'usure croissante.

II .1.3) Les 4 principaux modes d'usure

Une liste non exhaustive de mécanismes d'usure peut être dressée. Ces phénomènes, repérés dans des cas différents de contacts, peuvent en théorie s'appliquer tous en même temps, certains étant prépondérants par rapport à d'autres en fonction des conditions imposées [9].

II .1.3.1) Usure abrasive

L'usure abrasive est un phénomène mécanique qui représente l'endommagement des surfaces par des aspérités (abrasion à deux corps) ou des particules « dures » (abrasion à trois corps). On différenciera le labourage (déplacement de matière et formation de bourrelets), prédominant pour les matériaux ductiles, de la coupe (enlèvement de matière), particulièrement repérée pour des matériaux fragiles. On lira également.

II .1.3.2) Usure adhésive

L'usure adhésive fait appel à des notions de physico-chimie. Il y a formation de liaisons (intermoléculaires, interatomiques) à l'interface. On parle d'usure douce lorsqu'on a cisaillement de ces liaisons. L'usure sévère (aussi appelée « grippage ») apparaît lorsqu'il y a arrachement de matière de l'une des surfaces. D'où la formation d'un « film de transfert », collée à la surface antagoniste. On lira.

II .1.3.3) Usure corrosive (ou tribochimique)

L'endommagement est ici dominé par des réactions chimiques, et les produits de corrosion sont enlevés par action mécanique. Il y a formation de films interraciaux compactés.

II .1.3.4) Usure par fatigue

Il y a formation de fissures dans les matériaux en présence, sous l'effet de gradients de contraintes cycliques. Les fissures se propagent vers la surface et il y a détachement de « Grosses » particules dont la taille peut atteindre le millimètre.

On parlera particulièrement d'égrènement lorsqu'il y a formation de trous correspondant à la microstructure initiale des matériaux. Il y a « déchaussement » au niveau des joints de grains d'un métal par exemple.

On parle de délamination lorsque les déformations plastiques répétées des premiers corps conduisent à des fissures en sous-surface, parallèles à la surface. Il y a propagation des fissures le long du plan de cisaillement maximum.

Malgré une somme importante de travaux sur l'usure, peu d'entre eux abordent le problème dans sa globalité.

II .1.4) Lois d'usure

Si l'usure est un phénomène bien identifié, elle n'a en revanche pas d'unité légale puisque ce n'est pas une grandeur physique, mais un phénomène. Elle représente la dégradation d'un contact, entraînant, dans un certain nombre de cas, une perte de fonction.
Une étude, datant du XVIIe siècle, sur l'usure des pièces de monnaies écossaises établit une équivalence directe entre perte de masse et perte de fonction **[10]**.
Mais à partir de cette date, très peu de réflexions globales ont été menées sur l'usure, jusqu'au milieu du XXe siècle, date à laquelle Archard proposa une loi d'usure (portant son nom).

Plusieurs formes de la loi d'Archard peuvent être évoquées. La première (originale, issue de l'expérimentation), indique que le volume usé *Vu* (c'est à dire le volume perdu par un matériau qui glisse sur un autre) est proportionnel au produit de la distance parcourue *L* et de la force normale *F n* appliquée au contact :

$$Vu = a.\ Fn\ .\ L \quad \text{(II.1)}$$

Une seconde forme fait intervenir la nature du matériau le plus mou par l'intermédiaire de sa contrainte d'écoulement s *y* et la surface *S* du contact :

$$Vu = (b.\ Fn.\ S) \,/\, sy \quad \text{(II.2)}$$

Une forme dérivée de la première loi fait intervenir l'énergie dissipée dans le contact par le biais du produit *PV* (pression x vitesse de glissement), proportionnel à la vitesse d'usure *dh/dt* (*h* étant la profondeur de la piste d'usure).

$$dh/dt = c.\ P.\ V \quad \text{(II.3)}$$

Où *a*, *b* et *c* sont des coefficients de calage.

Mais cette loi plus générale, essentiellement théorique, s'applique difficilement à la réalité des contacts dans leur diversité. La loi d'Archard sera par la suite adaptée de diverses façons par différents expérimentateurs pour coller aux expériences particulières qui les concernent. Meng et Lude ma citent plus d'une centaine de lois d'usure dont une grande

partie est adaptées de la loi d'Archard. On peut être frappé par la grande variété de ces lois, mais aussi par le nombre de variables en présence : on en recense près de 600, dont une centaine apparaît comme des paramètres réellement indépendants. Certains même, comme le module d'Young d'un matériau, apparaissent d'une loi à l'autre tantôt au dominateur tantôt au dénominateur.

Après un test d'usure, il est toujours possible de trouver une fonction qui corrèle plusieurs paramètres. Mais les paramètres utilisés sont fonction des moyens d'investigations disponibles et de la culture des chercheurs :

- la définition d'une surface de contact n'a pas de sens tant que l'on ne différencie pas une surface apparente et une surface réelle (puisque ce sont souvent les débris d'usure qui supportent effectivement la charge),
- l'évaluation du « volume usé » pour caractériser l'usure est entièrement dépendante de la façon dont on nettoie la piste de frottement après un essai, etc.

Ce qui peut expliquer que la tribométrie ait donné lieu à des corrélations entre paramètres qui ne sont « ni généralisables ni prédictives » Pour Meng et Lude ma, ces lois apparaissent « si confuses que peu de concepteurs peuvent utiliser l'une ou l'autre […] avec confiance » .Parmi celles-ci, on distinguera les lois théoriques (dérivées directement de la mécanique des contacts et de la loi d'Arc hard) et les lois empiriques qui sont bien plus précises que les équations théoriques pour un type de test donné, mais qui sont valables seulement pour ce type de test.

II .1.5) Cartes d'usure

Pour être plus général et surtout plus prédictif que toutes ces lois, Lim et Ashby, ont dressé des cartes d'usure, représentations de résultats d'essais de type « pion-disque », pour définir des domaines de comportements identiques et des transitions entre différents régimes d'usure. Le but étant ici de construire une base de données équivalente, par exemple, aux catalogues existants pour les caractéristiques d'élasticité des matériaux. Pour faciliter l'extrapolation à d'autres types de contacts, les résultats, donnés en termes de dégradation (usure douce, usure sévère, délamination, grippage), sont fournis en fonction d'une vitesse et d'une pression de contact adimensionnées.

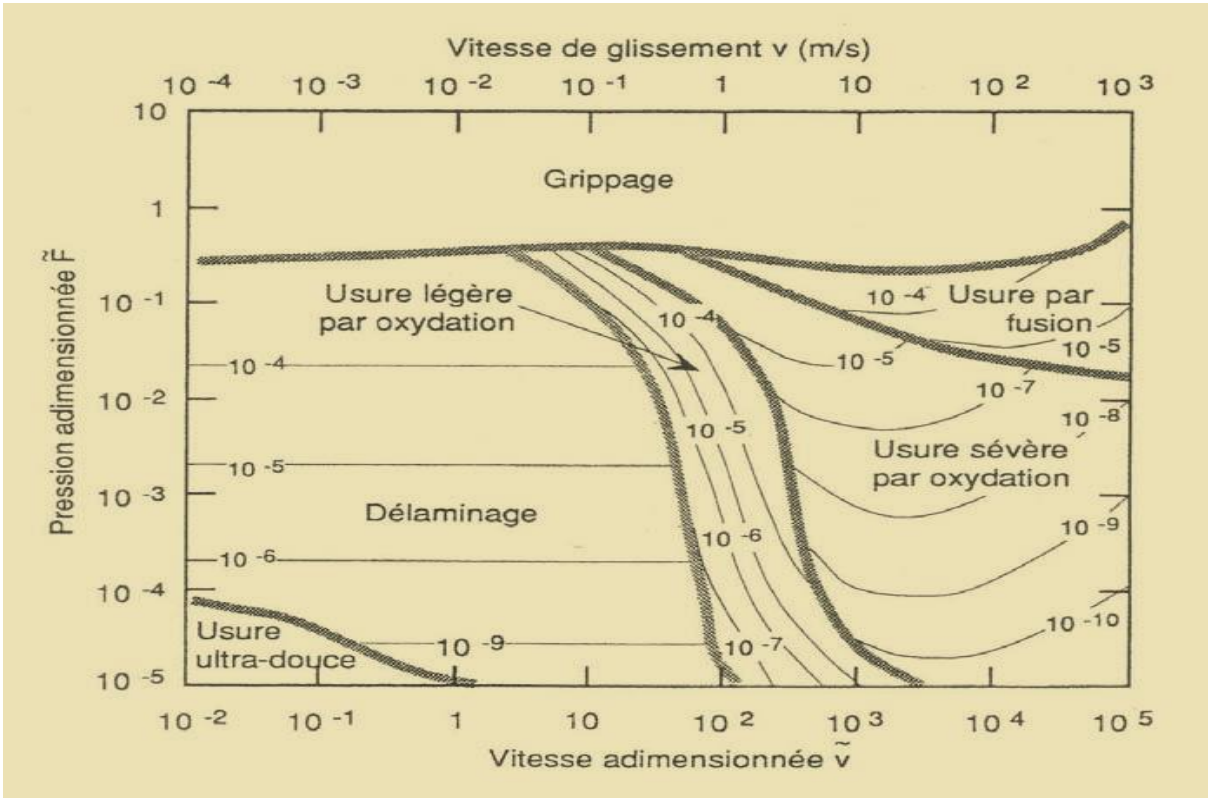

Figure II.2 Carte d'usure pour un contact acier-acier à sec pour une configuration pion disque, d'après Lim et Ashy [11].

Cette démarche prend vite une ampleur internationale, mais elle finit pourtant par être abandonnée, suite à de nombreux problèmes d'exploitations. Des paramètres non pris en compte jusque-là apparaissent comme très importants : la raideur du contact imposée par le banc d'essai (tribomètre), la géométrie du contact (horizontale ou verticale, c'est-à-dire favorisant ou non la perte des particules d'usure), etc.

II.2) GENERALITES SUR LA MAINTENANCE DES MACHINES INDUSTRIELS

II .2.1) Introduction à la maintenance

Quelque soient les efforts entrepris au stade de la conception et la fabrication des machines pour assurer leur sûreté de fonctionnement, des défaillances apparaissant au cours de leur exploitation, les causes d'apparition de ces défaillances sont variables. Elles vont du coût de simple remplacement d'une pièce détériorée à d'importants frais d'immobilisation pour la machine donnée, elles peuvent aussi provoquer de graves accidents corporels.

C'est pourquoi on fait appel à la maintenance à fin de maintenir en état les machines et rétablir leur performance après défaillance.

La maintenance implique un certains nombres de mesures organisationnelles, techniques et économiques. Après avoir démontré sa rentabilité la maintenance représente une fonction principale dans beaucoup d'entreprises industrielles et de services.

II .2.2) Définition de la maintenance

D'après la norme **AFNOR: X60-010/ décembre 1994.** Ensemble des activités destinées 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 d'activités techniques, administratives et de management.

II .2.3) Maintenance des systèmes industriels

Une action de maintenance consiste à remplacer les équipements du système qui ne sont plus capables de réaliser leurs fonctions [12]. L'efficacité de cette action de maintenance dans les systèmes industriels est un enjeu économique majeur pour leur exploitation commerciale, les principales difficultés et sources d'inefficacité résident dans le choix des actions et des opérations de maintenance [13]. Ces opérations de maintenance sont coûteuses pour plusieurs raisons:

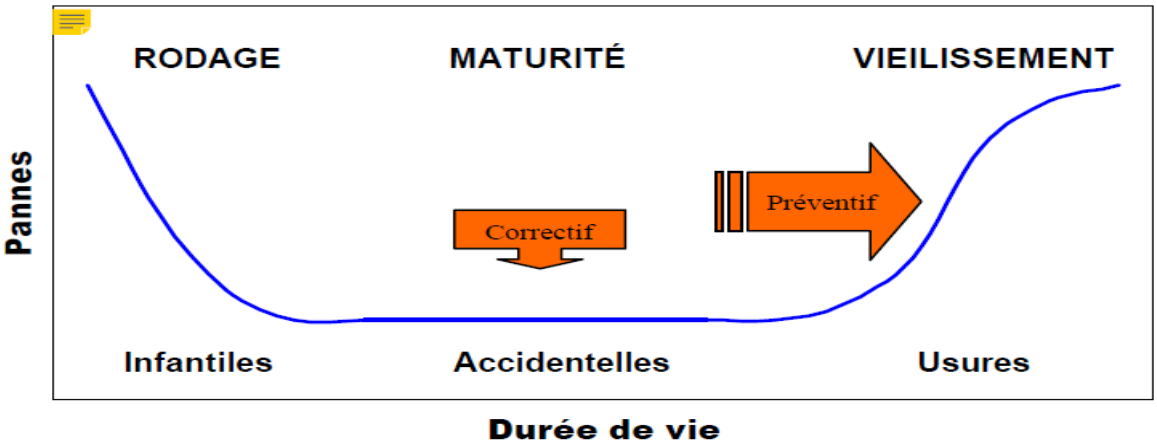

Figure II.3 durée de vie

1. Tout d'abord, elles nécessitent souvent un arrêt de fonctionnement du système : dans ce cas, durant toute la phase de maintenance, le système n'est pas opérationnel. Plus la phase de maintenance est longue, plus elle est coûteuse à cause de l'indisponibilité du système. Par conséquent la phase de maintenance doit idéalement être réduite aux opérations consistant à remplacer, sans tâtonnement, les équipements réellement en panne. La décision d'une action de maintenance est très complexe et doit reposer sur une surveillance et une analyse intelligente de l'état du système. Un diagnostic de panne est alors nécessaire pour déterminer le plus précisément possible les équipements qui doivent être réparés. Moins le diagnostic est ambigu, plus les opérations de maintenance sont efficaces. [14]

2. La seconde raison pour laquelle une maintenance peut être coûteuse concerne les cas d'urgence dans lesquels la sécurité ou l'accomplissement de la fonction du système sont mis en jeu. En effet, lorsqu'un équipement tombe soudainement en panne et que le système ne peut plus réaliser sa fonction, des actions de maintenance doivent être automatiquement réalisées pour remettre le système en état de fonctionnement. Ces actions imprévues sont naturellement plus coûteuses car les besoins et services pour la maintenance n'ont pas été anticipés et doivent être rapidement disponibles. Pour minimiser l'occurrence de ce genre de situation, une maintenance préventive peut être envisagée [15].

3. Les pannes des équipements peuvent être anticipées et corrigées avant de générer de trop importants dégâts qui pourraient provoquer un arrêt imprévu du système. Le plus souvent, la maintenance préventive repose uniquement sur des analyses de fiabilité qui ne tiennent pas compte des sollicitations influençant réellement les équipements du système tout au long de son fonctionnement. La notion formalisée de maintenance est née dans l'industrie vers la fin des années 1970.Avec cette notion, et dans une entreprise, maintenir, c'est donc effectuer des

opérations (dépannage, réparation, graissage, contrôle, …etc.), qui permettent de conserver le potentiel du matériel pour assurer la production avec efficacité et qualité [16].

II .2.4) La fonction maintenance

La mission principale de la fonction maintenance est le maintien par des actions préventives et correctives de la disponibilité de l'outil de production; c'est-à-dire de son aptitude à accomplir une fonction requise, dans des conditions d'utilisation données, pendant une période donnée par les normes AFNOR [17]. Autrement dit, la mission principale de la maintenance est la gestion optimisée des équipements de production en fonction des objectifs propres à l'entreprise [18].

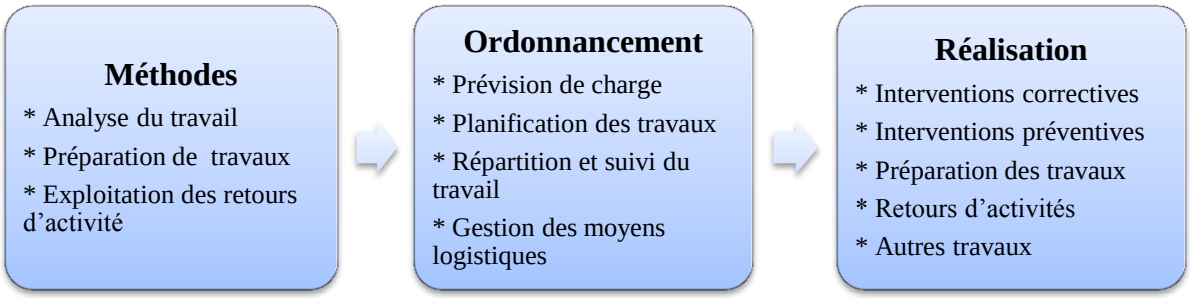

Figure II.4 La fonction maintenance

II .2.4.1) Méthodes

La préparation est la vocation première des services méthodes. Pour la maintenance corrective, la préparation passe par l'anticipation des risques encourus, puis par une anticipation des problèmes qui peuvent freiner l'intervenant. Pour la maintenance préventive, elle consiste à définir le plan de maintenance d'un équipement, puis à évaluer son coût et son efficacité afin de les optimiser [19]. Pour la maintenance externalisée, la préparation consiste à définir les règles et les procédures destinées au prestataire choisi, puis « d'accompagner » le prestataire lors de ces travaux sur site [20].

D'autres activités sont généralement confiées au service méthode :

- Propositions d'améliorations techniques et/ou organisationnelles,

- Assistance technique sur site - soutien aux intervenants sur site - aide au diagnostic.

Les agents méthodes doivent être en phase avec le terrain et doivent également prendre du recul par rapport à l'évènement instantané, qui était seul pris en compte au temps de l'entretien

II .2.4.2) Ordonnancement

La fonction ordonnancement est le chef d'orchestre de la maintenance [21]. Elle a la responsabilité de la synchronisation des actions de maintenance internes ou externalisées. Les missions principales de l'ordonnancement sont la planification des travaux, l'optimisation des moyens en fonction des délais et chemins critiques, et le contrôle de l'avancement des travaux. Cela peut s'exprimer sous la forme : prévoir à l'instant *t* et un endroit *x* où un personnel *p* muni d'un outillage *o* et des matières *m* exécutera la tâche *M* en harmonie avec les autres travaux connexes [19]. La difficulté principale de l'ordonnancement vient du caractère fortuit de la panne : comment intégrer les dépannages à un planning, Certains services de maintenance prétextent cette contradiction pour ne pas ordonnancer leurs activités, si 90% de leurs activités sont fortuites, ils ne peuvent guère faire autrement. Mais si grâce à une politique de prévention, ce taux passe à moins de 50% ce fortuit devient programmable.

II .2.4.3) Réalisation des interventions

La fonction réalisation a pour objet d'utiliser les moyens mis à disposition, suivant les procédures imposées, dans les délais préconisés, pour réaliser dans les règles de l'art, une tâche définie et remettre le matériel dans un état spécifié [22]. La réalisation peut nécessiter un diagnostic c'est-à-dire identifier et caractériser la défaillance

II .2.5) Classification des tâches de maintenance

Les tâches de maintenance sont classées en cinq niveaux. Ceux-ci font référence à la complexité des tâches à effectuer et, entre autres aux ressources matérielles nécessaires à la réalisation de chacune des tâches:

II .2.5.1) Tâches de maintenance du premier niveau

Comporte des réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'organes accessibles sans aucun démontage ; ou échange d'éléments accessibles en toute sécurité, sans avoir la nécessité à un outillage spécifique.

II .2.5.2) Tâches de maintenance de deuxième niveau

Comporte des opérations de dépannage par échange standard d'éléments prévus à cet effet ou opérations mineures de maintenance préventive qui peuvent nécessiter un outillage standard.

II .2.5.3) Tâches de maintenance de troisième niveau

Nécessite une identification et un diagnostic des pannes. La réparation s'effectue toujours par un échange de composants fonctionnels et les réparations mécaniques à réaliser sont mineures. L'outillage nécessaire est courant et prévu pour ce type d'intervention. De plus des appareils de mesure (banc d'essai, contrôle, etc…) sont nécessaires pour la remise en route correcte de l'équipement qui a nécessité l'intervention.

II .2.5.4) Tâches de maintenance du quatrième niveau

Est celui des travaux importants de maintenance corrective ou préventive. Un outillage plus spécialisé est généralement requis tel que du matériel d'essai ou de test, un banc de contrôle, …etc.

II .2.5.5) Tâches de maintenance du cinquième niveau

Comporte les travaux de rénovation, de reconstruction ou réparations importantes confiés à un atelier central. Les moyens nécessaires pour effectuer ce type d'intervention sont proches de ceux qui ont été utilisés lors de la fabrication de l'équipement par le constructeur. Après avoir défini l'activité du service de maintenance dans le milieu industriel, nous allons maintenant en détailler la composition avec notamment ses ressources.

II .2.6) TYPES DE MAINTENANCE

II .2.6.1) Maintenance préventive

Maintenance ayant pour objet de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un bien ou d'un rendu, les activités correspondantes sont déclenchées selon:

- Un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'unités d'usage
- Et / ou des critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou de service.

Cette politique de maintenance s'adresse aux machines provoquant une perte de

production ou des coûts d'arrêts imprévisibles classés comme important pour l'entreprise. Telle est le cas des machines des chantiers de forages. Il convient donc d'organiser un système de maintenance visant à minimiser ces arrêts souvent trop onéreux. Ainsi on aura à pratiquer trois formes de maintenance dite préventive:

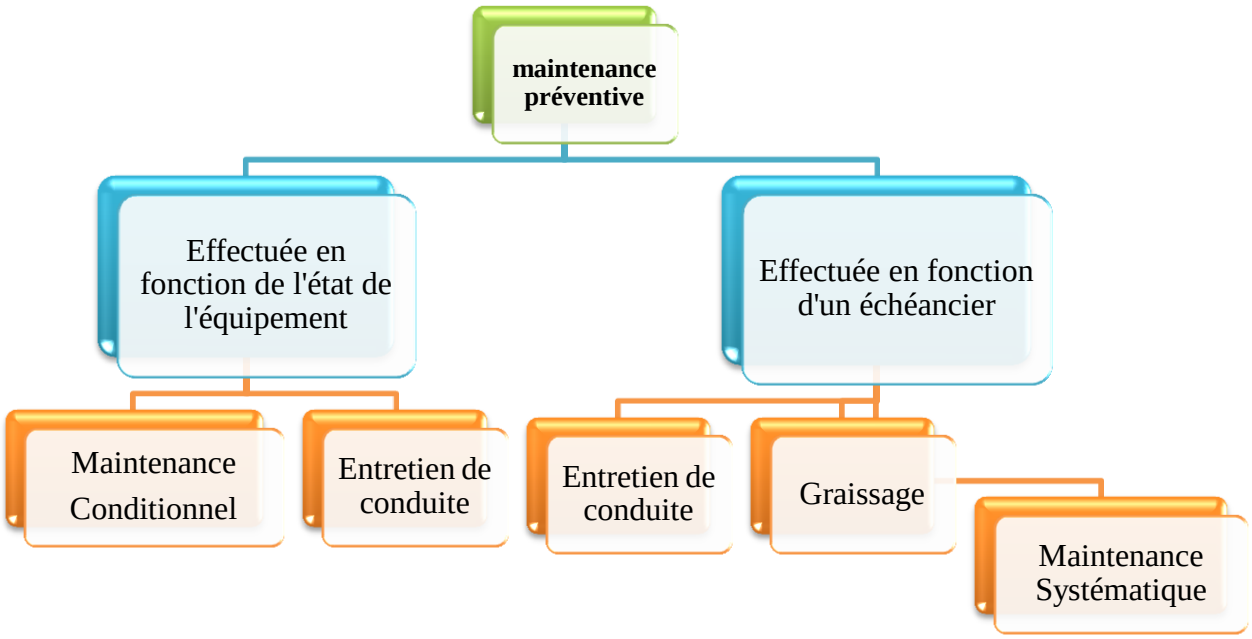

Figure II.5 Méthodes de travail résultant de la pratique de la maintenance préventive

a) Maintenance Systématique

Maintenance préventive effectuée selon un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'unités d'usage.

La mise en pratique de cette maintenance nécessite de décomposer les machines en éléments maintenables. Ces éléments doivent être visités ou changés régulièrement.

La périodicité de ces visites s'établit par l'étude des lois de durée de vie .On harmonisera ces périodicités de façon à les rentres multiple les unes des autres. Des gammes d'entretien seront élaborées de façon à préciser le travail à exécuter par l'équipe de maintenance, un rapport sera rédigé mettant en relief les résultats des diverses mesures et les observations.

L'intérêt de cette méthode est de diminuer les risques de défaillance. Ceux – ci restants néanmoins possible entre deux visites.

b) Maintenance conditionnelle

Maintenance préventive subordonnée au franchissement d'un seuil prédéterminé significatif de l'état de dégradation du bien.

Note: le franchissement du seuil peut être mis en évidence par l'information donnée par un capteur ou par tout autre moyen.

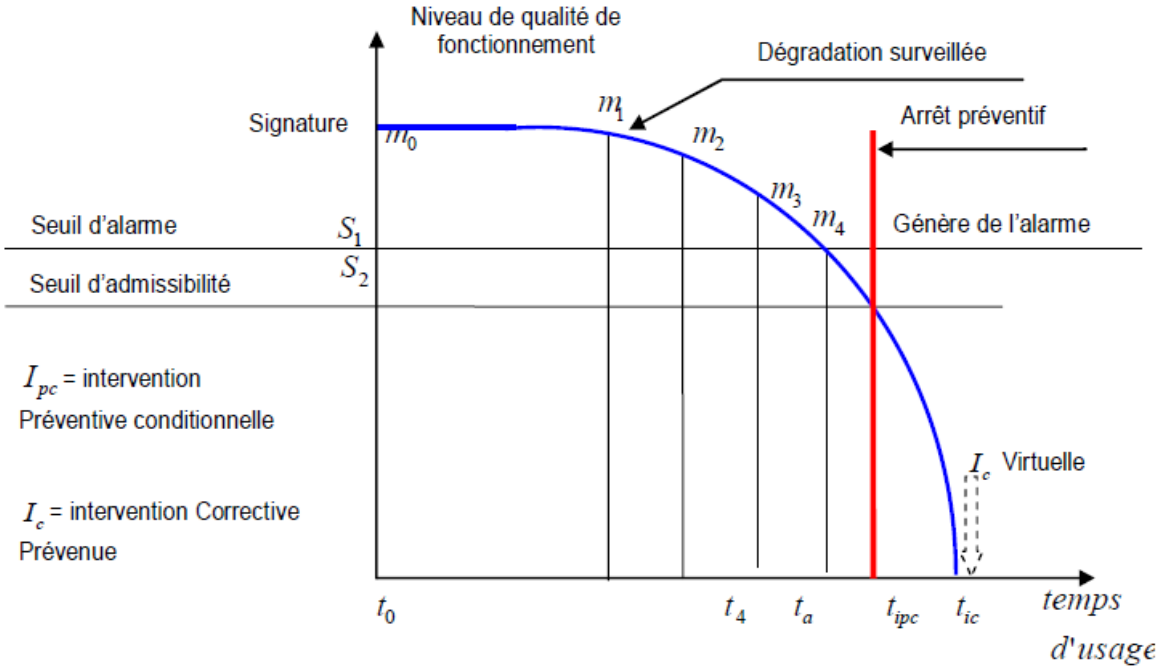

Figure II.6 Principe de la maintenance conditionnelle [23].

c) Maintenance prévisionnelle

Maintenance préventive subordonnée à l'analyse de l'évolution surveillée des paramètres significatifs de la dégradation du bien, permettant de retarder et de planifier les interventions.

II .2.6.2) Maintenance corrective

Ensemble des activités réalisées après la défaillance d'un bien, ou la dégradation de son fonctionnement, pour lui permettre d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement.

Note: la maintenance corrective comprend en particulier:

- ✓ La localisation de la défaillance et son diagnostic.
- ✓ La remise en état avec ou sans modification.
- ✓ Le contrôle du bon fonctionnement.

a) Maintenance palliative

Activités de maintenance corrective destinées pour permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou une partie d'une fonction requise.

Note: Appelée couramment "dépannage", la maintenance palliative est principalement constituée d'actions à caractère provisoire qui devront être suivies d'actions curatives.

b) Maintenance curative

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

Le résultat des activités réalisées doit présenter un permanent, ces activités peuvent être:

- ✓ Des réparations.
- ✓ Des modifications ou améliorations ayant pour objet de supprimer la (ou les) défaillance.

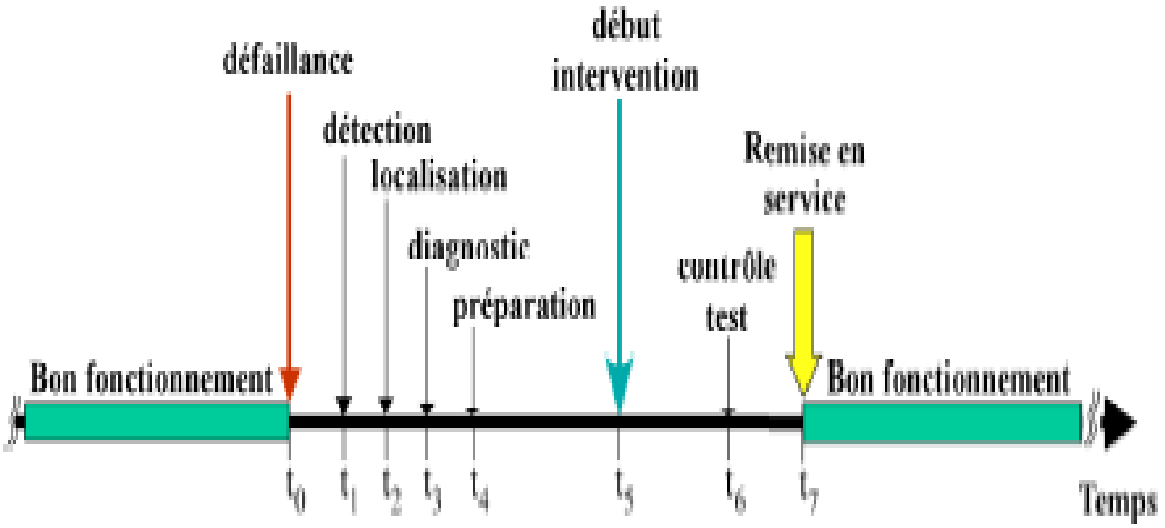

Figure II.7 Processus de déroulement d'une maintenance corrective

II .2.7) But de la maintenance

La maintenance a pour but:

- ✓ Le maintien du capital machine.
- ✓ Minimiser les arrêts et les chutes de production.
- ✓ Améliorer la sécurité de personnel et la protection de l'environnement

TYPES DE MAINTENANCE

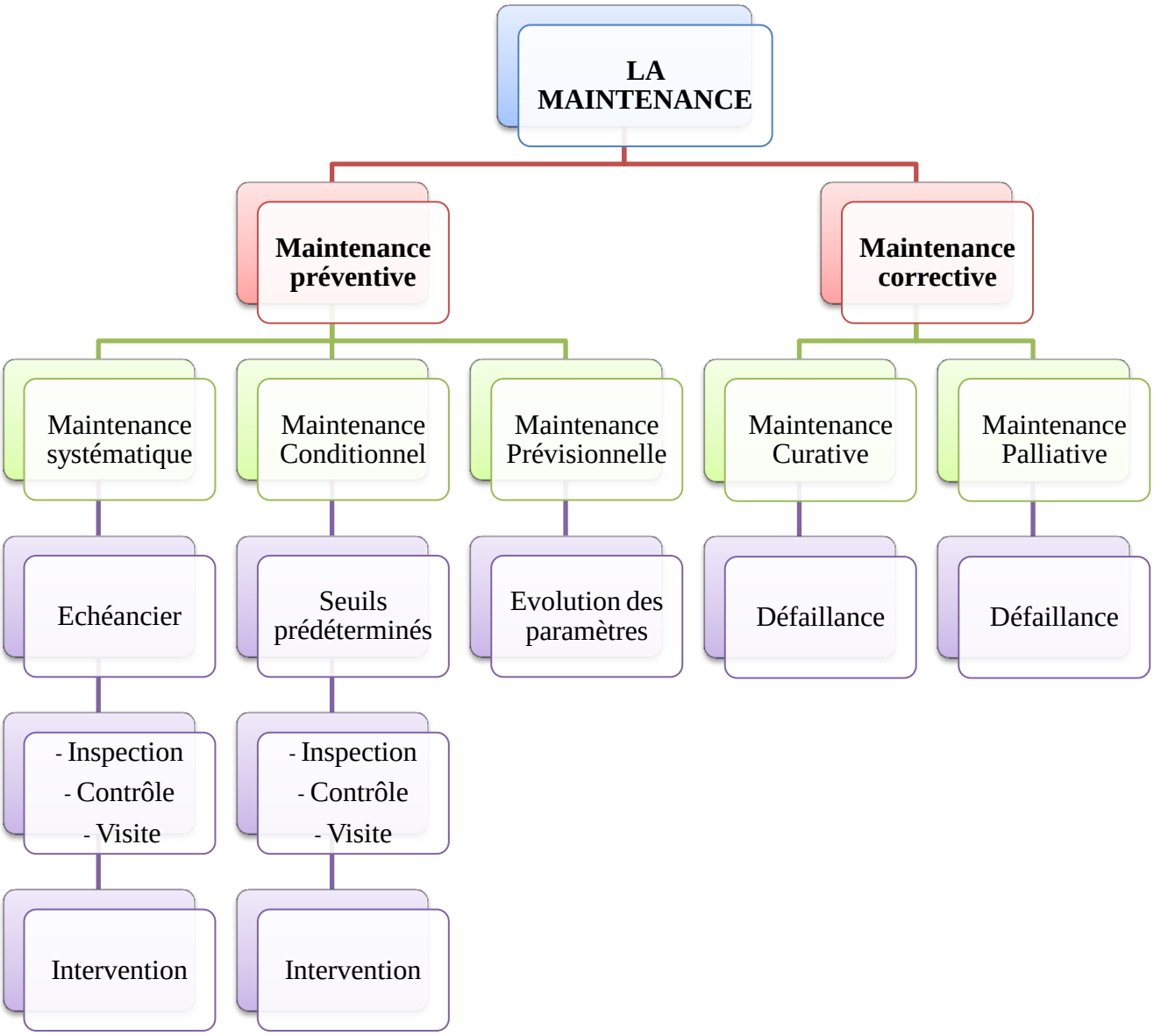

Figure II.8 Types de maintenance

II. 3) MAINTENANCE TREUIL DE L'APPAREIL FORAGE

II .3.1) La maintenance préventive quotidienne

Ce type de préventif à actions quotidiennes, doit être appliqué à tous les équipements de l'appareil sans exception, il doit être fait quotidiennement par les mécaniciens. Le chef mécanicien et le chef de chantier doivent veiller strictement à sa réalisation, au contrôle et ils sont les seuls responsables [24].

❖ **La maintenance préventive quotidienne du treuil de forage**

- Contrôle visuel et auditif.
- Contrôle de l'alignement des bandes.
- Contrôle de l'état des patins.
- Contrôle de tout le système de freinage.
- Contrôle du niveau d'huile des chaînes.
- Contrôle du serrage des vis des patins.
- Graissage général de tout le treuil.
- Contrôle du système de maintien circonférentiel des bandes de frein.
- Contrôle des fuites d'huile et de l'étanchéité des carters.
- Contrôle du refroidissement du treuil par vérification du retour d'eau.
- Contrôle des valves de décharge des embrayages.
- Contrôle d'état des cabestans, fuites d'air ou d'huile, l'enroulement du câble sur le tambour et l'état de freinage.
- Contrôle d'état de la clé automatique, tous les éléments tournants, l'état des pignons et des mâchoires et graissage général.

II .3.2) Maintenance corrective

Cette maintenance s'applique une fois qu'une défaillance est survenue sur un équipement ou un organe. La réalisation de cette maintenance corrective sur les appareils impose les conditions suivantes :

- Faire un travail méthodique.
- Avoir une bonne préparation au travail.
- Avoir une bonne gestion de toutes les informations.

II .3.3) Maintenance préventive systématique

La maintenance préventive systématique consiste à intervenir à des périodes fixes (selon un échéancier), ou sur une base d'unité d'usage du matériel pour détecter les anomalies, ou les usures prématurées et remédier avant qu'une panne se produise.

Maintenance préventive systématique de treuil de forage

Périodicité des interventions	Opérations
Journalier	- Contrôle niveau d'huile. -Graissage des roulements (Manifold). -Graissage (water stuffing). -Graissage des pignons baladeur. -Contrôle gicleurs d'huile. -Graissage roulements poupées. -Vérification du niveau d'huile. -Graissage roulements palier principale. -Graissage roulements palier latéral. -Vérification pression d'huile.
Hebdomadaire	-Graissage roulement contreshaft. -Graissage des rouleaux guide-câble. -Graissage des roulements treuil de curage. -Graissage embrayage contreshaft. -Graissage des roulements pignons High&Low. -Graissage de clabot de frein auxiliaire. -Vérification pression d'air. -Vérification rotor seal.
Manœuvre	-Contrôle du réglage de l'équaliseur.
Mensuel	-Vérification relais valves. -Vérification de la tension des chaines de transmission.
Déménagement	-Contrôle et réglage des alignements. -Vidange et nettoyage crépines d'aspiration. -Vérification de l'état de l'embrayage pneumatique à disque. -Contrôle de l'usure de la jante.

Trimestriel	-Vérification de la tension chaine de graissage. -Contrôle de la tension des chaines.
Semestriel	-Vérification de la tension chaine de graissage. -Nettoyage crépine d'aspiration. -Vidange et rinçage carter d'huile. -Alimentation des cylindres a air. -Vérification de la pompe de graissage.
Annuel	-Démontage et nettoyage (air valve). -Contrôle l'usure des patins de frein. -Contrôle l'usure des patins d'embrayage. -Contrôle l'usure de tambour. -Contrôle des jeux de roulements. -Contrôle de l'usure des jantes. -Vérification l'état de la denture du pignon d'entrainement.

Tableau II.1 Maintenance préventive systématique de treuil de forage [24].

II .3.4) Maintenance conditionnelle

La maintenance préventive conditionnelle se caractérise par la mise en évidence de la partie faible de l'équipement.

- Mesure des vibrations et des bruits.
- Les mesures de température.
- Mesure de pression dans les différents organes.
- Analyse des vibrations : Il se fait généralement dans les ateliers de réparation située à la base industrielle.
- Analyse des huiles.