

Chapitre I : Généralités sur la maintenance

I.0. INTRODUCTION

La maintenance industrielle, qui a pour vocation d'assurer le bon fonctionnement des outils de production, C'est une fonction stratégique dans les entreprises. Intimement liée à l'incessant développement technologique, à l'apparition de nouveaux modes de gestion, à la nécessité de réduire les couts de production, elle est en constante évolution. Elle n'a plus aujourd'hui comme seul objectif de réparer l'outil de travail mais aussi de prévoir et éviter les dysfonctionnements.

Dans ce chapitre on va présenter une généralité sur la maintenance, sa définition, ces méthodes, ces opération ainsi que sa position dans l'entreprise.

I.1.Définition de maintenance par la norme NF X60-010

La maintenance c'est l'ensemble des activités destinées à maintenir ou à rétablir un bien dans un état spécifique et dans des conditions données de sûreté de fonctionnement pour accomplir une fonction requise. [1]

I.2. méthodes de maintenance

Le choix entre les méthodes de maintenance s'effectue dans le cadre de la politique de la maintenance et doit s'opérer en accord avec la direction de l'entreprise.

Pour choisir, il faut être informé des objectifs de la direction, des décisions politiques de maintenance, mais il faut aussi connaître le fonctionnement et les caractéristiques des matériels ; le comportement du matériel en exploitation ; les conditions d'application de chaque méthode ; les coûts de maintenance et les coûts de perte de production. [1]

Le diagramme suivant synthétise selon la norme NF X 60-000 les méthodes de maintenance.

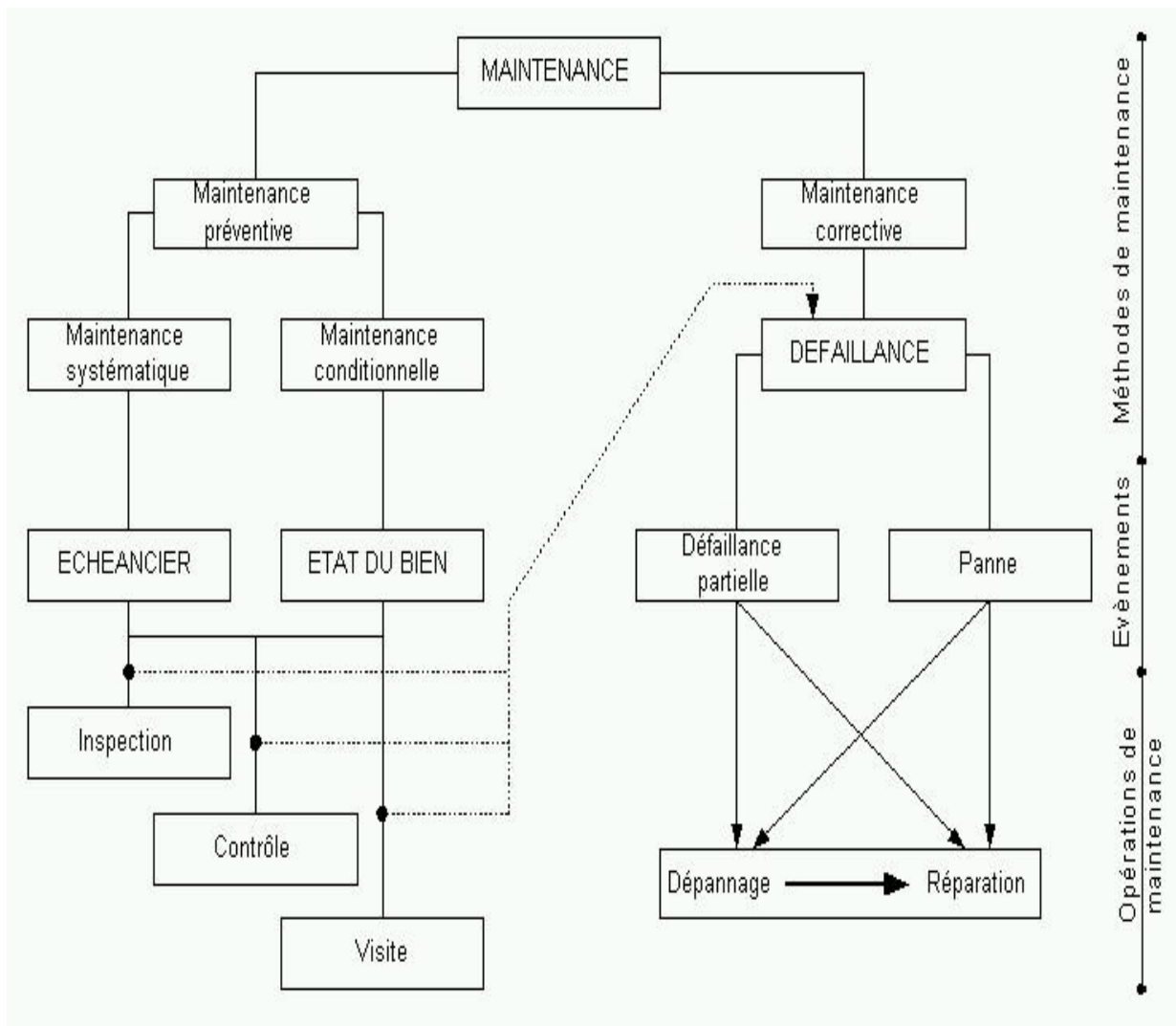


Fig.I.1 : Les méthodes de maintenance

I.2.1. maintenance corrective

C'est l'ensemble des activités de maintenance, réalisées après la défaillance d'un bien ou la dégradation de sa fonction, et qui lui permettent d'accomplir une fonction requise au moins provisoirement. Ces activités comportent notamment la localisation de la défaillance et son diagnostic, la remise en état de bon fonctionnement avec ou sans modification. [2]

- Celle-ci se décompose en deux types :

I.2.1.1/ maintenance palliative

La maintenance palliative représente les activités de la maintenance corrective destinées à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou partie d'une fonction requise. Appelée couramment dépannage, cette maintenance palliative est principalement constituée en actions à caractère provisoire qui devront être suivies d'action de réparation.

I.2.1.2/ maintenance curative

La maintenance curative représente les activités de la maintenance corrective ayant pour objectif de rétablir un bien dans un état spécifique ou en vue de lui permettre d'accomplir une fonction requise. Le résultat des activités réalisées doit présenter un caractère permanent. Ces activités peuvent être des réparations ou des modifications ayant pour objet de supprimer la défaillance.

I.2.2. Maintenance préventive

C'est une maintenance, qui consiste à intervenir sur un équipement avant que celui-ci ne soit défaillant, afin de tenter de prévenir la panne. [2]

- Celle-ci se décompose en deux types :

I.2.2.1. Maintenance préventive systématique : désigne des opérations effectuées systématiquement, soit selon un calendrier, soit selon une périodicité d'usage.

I.2.2.1.1. Les avantages de la maintenance préventive systématique

- réduction des coûts (30%) et des durées de maintenance par rapport à l'entretien curatif.
- bonne planification des opérations et des ressources.
- contrôle du niveau de stockage des pièces de rechange.

I.2.2.1.2. Les inconvénients de la maintenance préventive systématique

- ✓ révisions non nécessaires (l'entretien n'est pas fonction de l'état de la machine, mais plutôt de la durée d'utilisation).
- ✓ remplacement de pièces en bon état.
- ✓ création de défauts lors des remontages (si les procédures ne sont pas claires et contrôlées).

I.2.2.2. Maintenance préventive conditionnelle : réalisée à la suite de relevés de mesures, de contrôles (autodiagnostic, information d'un capteur, etc.), révélateurs de l'état de dégradation de l'équipement.

I.2.2.3. Maintenance préventive prévisionnelle : c'est la maintenance préventive subordonnée à l'analyse de l'évolution surveillée de paramètres significatifs de la dégradation du bien, permettant de retarder et de planifier les interventions.

I.2.3. But de la maintenance préventive

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

I.3. Défaillance

La défaillance est définie par la norme comme une altération ou une cessation du fonctionnement d'un équipement pour accomplir la fonction qu'il doit remplir. La défaillance peut être complète ou partielle.

I.3.1/ Défaillance partielle : «Altération de l'aptitude d'un bien à accompli les fonctions requises. »

I.3.2/ Défaillance complète : «Cessation de l'aptitude d'un bien à accomplir la fonction requise. »

I.4. opérations de maintenance

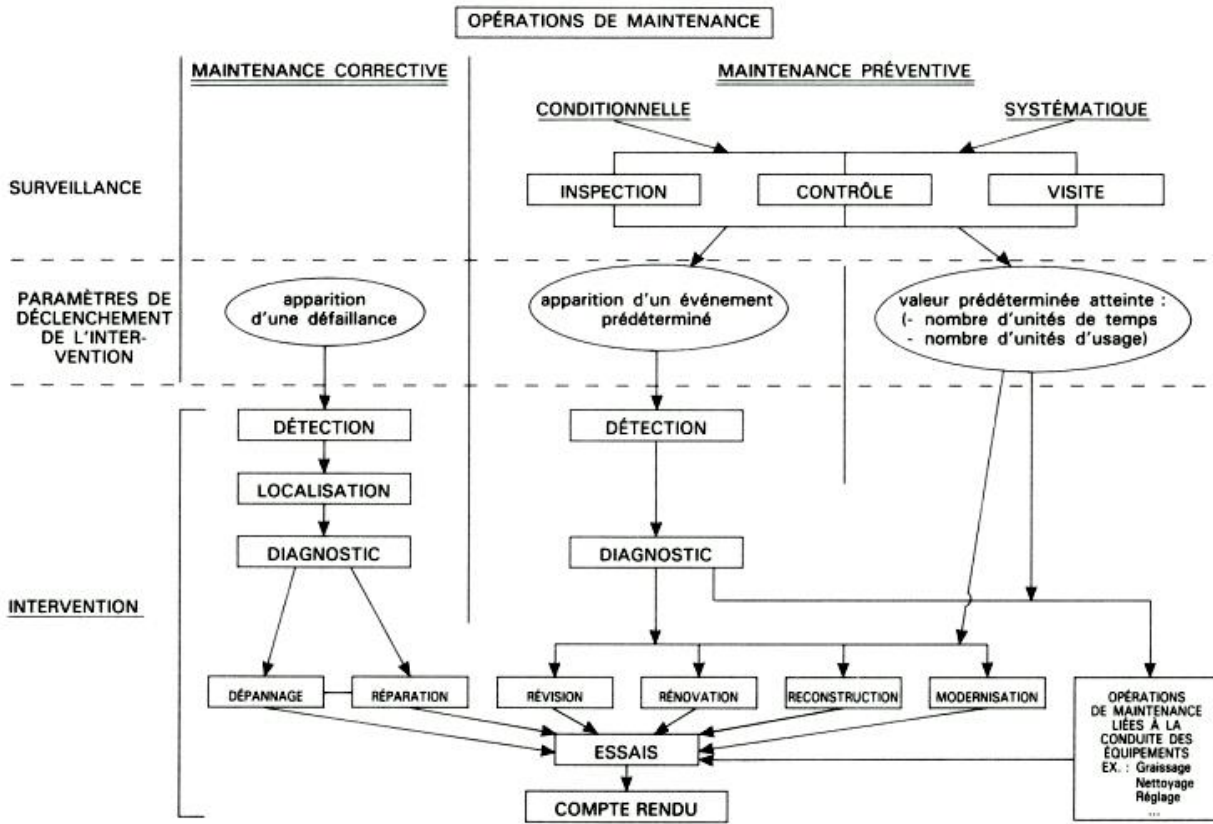


Fig.I.2 : Les opérations de maintenance

I.4.1. Opérations de maintenance corrective

Ces opérations peuvent être classées en trois groupes d'actions.

- Le premier groupe concerne la localisation de la défaillance ; il comprend les opérations suivantes : le test, la détection, le dépistage et le diagnostic.
- Le deuxième groupe concerne les opérations de la remise en état ; il comprend les opérations suivantes : le dépannage, la réparation et la modification soit et du matériel ou du logiciel.
- Le troisième groupe concerne la durabilité ; il comprend les opérations suivantes : la rénovation, la reconstitution et la modernisation. [3]

I.4.1.1/ localisation de défaillance

C'est l'action qui conduit à rechercher précisément le (les) élément(s) par le(s) quel(s) la défaillance se manifeste.

- **Test** : c'est une opération qui permet de comparer les réponses d'un système à une sollicitation appropriée et définie, avec celles d'un système de référence, ou avec un phénomène physique significatif d'une marche correcte.
- **Détection** : c'est l'action de déceler au moyen d'une surveillance accrue, continue ou non, l'apparition d'une défaillance ou l'existence d'un élément défaillant.
- **Dépistage** : c'est une action qui vise à découvrir les défaillances dès leur début par un examen systématique sur des équipements apprenant en état de fonctionnement.
- **Diagnostic** : c'est l'identification de la cause probable de la (ou les) défaillance(s) à l'aide d'un raisonnement logique fondé sur un ensemble d'informations provenant d'une inspection, d'un contrôle ou d'un test. Le diagnostic permet de confirmer, de compléter ou de modifier les hypothèses faites sur l'origine et la cause des défaillances de préciser les opérations de maintenance corrective nécessaires.

I.4.1.2/Remise en état :

La remise en état de fonctionnement peut consister à réaliser l'une des opérations

Suivants :

- **Dépannage** : c'est une action sur un bien en panne, en vue de le remettre en état de fonctionnement.
- **Réparation** : c'est une intervention définitive et limitée de maintenance corrective après défaillance.
- **Modification** : c'est une opération à caractère définitif effectuée sur un bien en vue d'en améliorer le fonctionnement, ou d'en changer les caractéristiques d'emploi.

I.4.1.3/ Durabilité :

La durabilité est la durée de vie ou durée de fonctionnement potentielle d'un bien pour la fonction qui lui a été assignée dans des conditions d'utilisation et de maintenance données

Les opérations maintenance qui concernent la durabilité d'un bien sont les suivantes.

- **Rénovation** : inspection complète de tous les organes, reprise dimensionnelle complète ou remplacement des pièces déformées, vérification des caractéristiques et

éventuellement réparation des pièces et sou ensembles défectueux, conservation des pièces bonnes.

- **Reconstitution** : remise en l'état défini par le cahier des charges initial, qui impose le remplacement de pièces vitales par des pièces d'origine ou des pièces neuves équivalentes durabilité, la capacité de production, l'efficacité, la sécurité, etc.
- **Modernisation** : remplacement d'équipements, accessoires et appareils ou éventuellement de logiciel apportant, grâce à des perfectionnements techniques 'existant pas sur le bien d'origine, une amélioration de l'aptitude à l'emploi du bien.

I.4.2. Opérations de maintenance préventive

Ces opérations peuvent être classées en quatre groupes d'actions.

- Le premier groupe concerne l'entretien ; il comprend les opérations suivantes : le nettoyage, la dépollution et le retraitement de surface.
- Le deuxième groupe concerne la surveillance ; il comprend les opérations suivantes : l'inspection le contrôle et la visite.
- Le troisième groupe concerne la révision ; il comprend les opérations suivantes : la révision partielle et la révision générale.
- Le quatrième groupe concerne la préservation ; il comprend les opérations suivantes : la mise en conservation, la mise en survie et la mise en service. [3]

I.4.2.1/ Entretien :

L'entretien comprend les opérations courantes et régulières de la maintenance préventive tels que le nettoyage, la dépollution et le retraitement de surface qu'ils soient externes ou internes.

Par exemple, on peut signaler pour le nettoyage extérieur l'existence de divers types de nettoyage en fonction de la structure et de l'état d'un bien, des produits utilisés et de la méthode employée (les solutions alcalines aqueuses, les solvants organiques, le soufflage aux abrasifs, etc.). Il faut aussi préciser que le retraitement de surface inclut les opérations suivantes de la lubrification et de graissage.

I.4.2.2/ Surveillance

Les termes définis ci-après sont représentatifs des opérations nécessaires pour maîtriser l'évolution de l'état réel du bien, effectuées de manière continue ou à des intervalles prédéterminés ou non, calculés sur le temps ou le nombre d'unités d'usage.

- **Inspection** : c'est une activité de surveillance s'exerçant dans le cadre d'un mission définie. Elle n'est pas obligatoirement limitée à la comparaison avec des données préétablies. Cette activité peut s'exercer notamment au moyen de ronde.
- **Contrôle** : c'est une vérification de la conformité à des données préétablies, suivi d'un jugement. Le contrôle peut :
 - ✓ comporter une activité d'information.
 - ✓ inclure une décision : acceptation, rejet, ajournement.
 - ✓ déboucher sur des actions correctives.
- **Visite** : c'est une opération consistant en un examen détaillé et prédéterminé de tout (visite générale) ou partie (visite limitée) des différents éléments du bien et peut impliquer des opérations de maintenance du 1er niveau.

I.4.2.3/ Révision

C'est l'ensemble des actions d'examens, de contrôles et des interventions effectuées en vue d'assurer le bien contre toute défaillance majeure ou critique pendant un temps ou pour un nombre d'unités d'usage donné. Il est d'usage de distinguer suivant l'étendue de cette opération les révisions partielles des révisions générales.

I.4.2.4/ Préservation

Elle comprend les opérations suivantes :

- **Mise en conservation** : c'est l'ensemble des opérations devant être effectuées pour assurer l'intégrité du bien durant les périodes de non-utilisation.
- **Mise en survie** : c'est l'ensemble des opérations devant être effectuées pour assurer l'intégrité du bien durant les périodes de manifestations de phénomènes d'agressivité de l'environnement à un niveau supérieur à celui défini par l'usage de référence.
- **Mise en service** : c'est l'ensemble des opérations nécessaires, après l'installation du bien à sa réception, dont la vérification de la conformité aux performances contractuelles.

I.5. Niveaux de maintenance

- **1er Niveau**

Réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'éléments accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement, ou échanges d'éléments consommables accessibles en toute sécurité, tels que voyants ou certains fusibles, etc.

Commentaire : Ce type d'intervention peut être effectué par l'exploitant du bien, sur place, sans outillage et à l'aide des instructions d'utilisation. Le stock de pièces consommables nécessaires est très faible.

- **2ème Niveau**

Dépannages par échange standard des éléments prévus à cet effet et opérations mineures de maintenance préventive, telles que graissage ou contrôle de bon fonctionnement

Commentaire : Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien habilité de qualification moyenne, sur place, avec l'outillage portable défini par les instructions de maintenance, et à l'aide de ces mêmes instructions.

On peut se procurer les pièces de rechange transportables nécessaires sans délai et à proximité immédiate du lieu d'exploitation.

Note : Un technicien est habilité lorsqu'il a reçu une formation lui permettant de travailler en sécurité sur une machine présentant certains risques potentiels, et est désigné pour l'exécution des travaux qui lui sont confiés, compte tenu de ses connaissances et de ses aptitudes.

- **3ème Niveau**

Identification et diagnostic des pannes, réparations par échange de composants ou d'éléments fonctionnels, réparations mécaniques mineures, et toutes opérations courantes de maintenance préventive telles que réglage général ou réalignement des appareils de mesure.

Commentaire : Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien spécialisé, sur place ou dans le local de maintenance, à l'aide de l'outillage prévu dans les instructions de maintenance ainsi que des appareils de mesure et de réglage, et éventuellement des bancs d'essais et de contrôle des équipements et en utilisant l'ensemble de la documentation nécessaire à la maintenance du bien ainsi que les pièces approvisionnées par le magasin.

- **4ème Niveau**

Tous les travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction. Ce niveau comprend aussi le réglage des appareils de mesure utilisés pour la maintenance, et éventuellement la vérification des étalons de travail par les organismes spécialisés.

Commentaire : Ce type d'intervention peut être effectué par une équipe comprenant un encadrement technique très spécialisé, dans un atelier spécialisé doté d'un outillage général (moyens mécaniques, de câblage, de nettoyage, etc.) et éventuellement des bancs de mesure et des étalons de travail nécessaires, à l'aide de toutes documentations générales ou particulières.

- **5ème Niveau**

Rénovation, reconstruction ou exécution des réparations importantes confiées à un atelier central ou à une unité extérieure.

Commentaire : par définition, ce type de travail est donc effectué par le constructeur, ou par le reconstruteur, avec des moyens définis par le constructeur et donc proches de la fabrication. [4]

I.6. Activités connexes de la maintenance

Ces activités complètent les actions de la maintenance citées ci-dessus et participent pour une part non négligeable à l'optimisation des coûts d'exploitation.

I.6.1. Travaux neufs

L'adjonction à la fonction maintenance de la responsabilité des travaux neufs, est très répandue, en particulier dans les entreprises de taille moyenne. Elle part du principe que, lors de tout investissement additionnel de remplacement ou d'extension, il est logique de consulter les spécialistes de la maintenance qui, d'une part, connaissent bien le matériel anciennement en place, et d'autre part auront à maintenir en état de marche le matériel nouveau. A partir de là, on prend souvent la décision de leur confier l'ensemble des responsabilités de mise en place des nouvelles installations. On crée alors un service appelé « maintenance-travaux neufs ». L'étendue des responsabilités en matière de travaux neufs est très variable d'une entreprise à l'autre.

Il peut s'agir de la construction d'un quai ou d'un bâtiment, de la mise en place d'une machine achetée à l'extérieur (raccordement à la source d'énergie, etc.), ou même de la réalisation intégrale de la machine elle-même. Dans certains cas les « travaux neufs » auront recours à la fabrication de l'entreprise qui réalisera les commandes passées par eux-mêmes.

Notons que même si la fonction maintenance ne se voit pas adjoindre la fonction « travaux neufs », le service s'occupera des installations succinctes du type modifications (réfection d'un bureau, etc.). [4]

I.7. Risques

Pour une société exerçant des activités industrielles, vouloir assurer la maîtrise des risques liés à ses activités signifie, au premier chef, que les préoccupations correspondantes figurent au nombre de ses objectifs et sont déclarées comme telles. De façon générale, cela signifie qu'en premier lieu l'entreprise se dote en la matière :

- d'abord, d'une politique définissant les valeurs et objectifs correspondants ;
- ensuite, d'une organisation et de moyens ;
- enfin, d'un ensemble de méthodes et procédures.

Par ailleurs, prétendre avoir la maîtrise d'un système suppose que l'on dispose des connaissances nécessaires pour en avoir une compréhension convenable et que l'on a su définir et mettre en œuvre les dispositions techniques et organisationnelles permettant d'en contrôler le fonctionnement et de réagir aux événements imprévus. Ainsi de façon générale, vouloir assurer la maîtrise des risques liés à un nouveau projet (nouveau produit, nouvelle activité) suppose dans l'ordre que :

- l'on dispose des connaissances nécessaires ;
- l'on se soit formé un jugement au regard de ces connaissances, de règles (internes ou externes) établies et d'un système de valeurs (internes ou externes) existant ;
- l'on adopte en conséquence une décision ;
- l'on procède ensuite à la mise en œuvre de cette décision, dans le respect des éléments qui y ont conduit. Les deux premières étapes constituent les éléments de ce que l'on appelle l'évaluation du risque ; les deux dernières étapes constituent les éléments de ce que l'on appelle la maîtrise du risque (Fig.I.3).

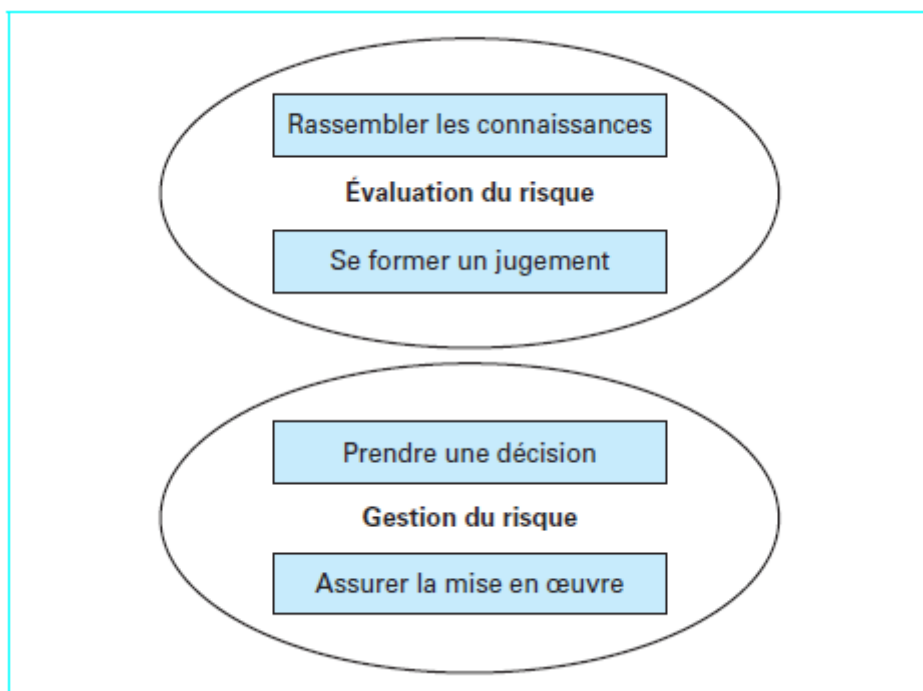


Fig.I.3 : Gestion du risque industriel

I.7.1.Définition de risque

Le risque industriel majeur peut se définir par tout événement accidentel, susceptible de se produire sur un site industriel, entraînant des conséquences graves sur le personnel du site, ses installations, les populations avoisinantes et les écosystèmes. Une réglementation stricte et des contrôles réguliers sont appliqués sur les établissements pouvant présenter un risque industriel. Ainsi, ces établissements relèvent d'une classification spécifique fixée par le Code de l'Environnement qui permet de distinguer en fonction des substances et des activités.

Le Bureau international du travail (BIT) donne les définitions suivantes : « L'expression accident industriel majeur désigne un événement inattendu et soudain, compris en particulier une émission, un incendie ou une explosion de caractère majeur, dû à un développement anormal dans le déroulement d'une activité industrielle, entraînant un danger grave, immédiat ou différé, pour les travailleurs, la population ou l'environnement à l'intérieur ou à l'extérieur de l'installation et mettant en jeu un ou plusieurs produits dangereux. »

Les risques industriels, du moins ceux qui sont à l'origine d'accidents majeurs appelés également catastrophes industrielles sont essentiellement des risques chimiques et ont pour origine des produits et des processus chimiques. [4]

I.7.2. Typologie des risques industriels

De par leur nature et leurs conséquences sur les populations, l'environnement et les biens, les risques industriels peuvent se caractériser, suivant leurs manifestations

- **L'incendie** après l'inflammation d'un produit au contact d'autres produits ou d'une source de chaleur, entraînant des flux thermiques importants ;
- **L'explosion** correspondant à la production d'un flux mécanique qui se propage sous forme de déflagration ou de détonation (onde de choc) ;
- **Les effets induits par la dispersion de substances toxiques** entraînant un dysfonctionnement ou des lésions de l'organisme.
Les voies de pénétrations peuvent être l'inhalation, le contact cutané ou oculaire et l'ingestion ;
- **La pollution** des écosystèmes, par le déversement incontrôlé dans le milieu naturel de substances toxiques ; [4]

I.8. Sécurité

La sécurité est l'ensemble des méthodes ayant pour objet, sinon de supprimer, du moins de minimiser les conséquences des défaillances ou des incidents dont un dispositif ou une installation peuvent être l'objet, conséquences qui ont un effet destructif sur le personnel, le matériel ou l'environnement de l'un et de l'autre. Sachant qu'un incident mécanique, une panne, peuvent provoquer un accident, sachant aussi que la maintenance doit maintenir en état le matériel de protection ou même que certaines opérations de maintenance sont elles mêmes dangereuses, il apparaît que la relation entre la maintenance et la sécurité est particulièrement étroite. Pour toutes ces raisons ainsi que pour sa connaissance du matériel, le responsable de la maintenance devra participer aux réunions du Comité d'hygiène et de Sécurité en qualité de membre ou à titre d'invité, et développer sa collaboration avec l'ingénieur sécurité lorsque l'entreprise en possède un. Dans une entreprise moyenne où la sécurité n'a pas de service propre, on trouve normal de faire appel au service maintenance.

Pour les interventions concernant la sécurité. Celles-ci sont de deux ordres :

D'une part celles que l'on peut classer dans la sécurité « officielle ». C'est la tenue des registres concernant les chaudières, les visites d'appareils à pression, le contrôle des installations électriques, etc., la tenue des dossiers des rapports de visite de l'inspecteur du travail, du

contrôleur de la sécurité sociale, etc. ; d'autre part celles qui, tout en s'inspirant des premières, s'appliquent dans un contexte précis. [2]

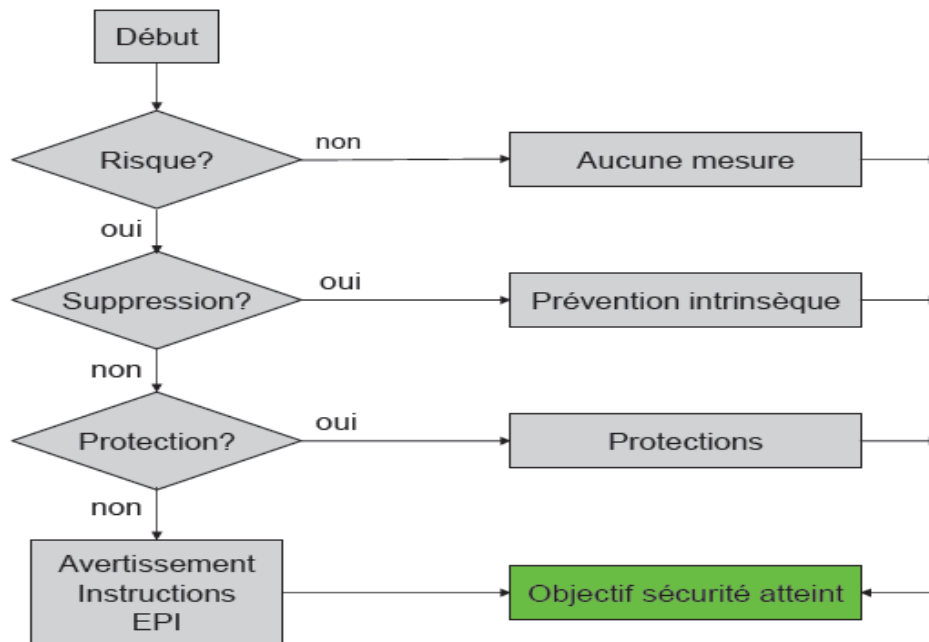


Fig. I.4 : Diagramme prévention des risques

I.8.1. Définition de sécurité industrielle

Sécurité industrielle : c'est un ensemble des dispositions techniques des moyens humains et des mesures d'organisation internes aux installations et aux activités industrielles destinés à prévenir les accidents ou à atténuer leurs conséquences par extension état résultant de ces Dispositions.

La sécurité industrielle au sens large consiste de façon générale à garantir la sécurité des biens et des personnes et également la pérennité de l'entreprise.

I.8.2. Rôle de sécurité industrielle

La sécurité industrielle consiste à maîtriser voir minimiser les risques au sein de l'industrie et à garantir la sécurité des biens et des personnes étant donné qu'il s'agit de voir que les activités industrielles présentent des dangers inhérents devant être évités. Les risques majeurs de l'industrie sont liés aux accidents, les quel peuvent avoir un impact important sur l'environnement et murie à des régions entières outre l'emplacement ou est basée l'entreprise dans laquelle les sinistres ont lieu. La sécurité industrielle s'engage donc à la protection des travailleurs (avec les vêtements par

exemple) et leur pilotage (suivi) médical, la mise en place de contrôles techniques et la formation ciblée sur la maîtrise des risques. [4]

I.8.3. Coûts de la sécurité industrielle

Améliorer la sécurité a bien évidemment un coût afin entre autres de respecter les réglementations nationales en vigueur, les industriels doivent faire des investissements dans leurs installations et dans la mise en place d'outils de contrôle, ces coûts sont souvent d'autant plus élevés que les unités industrielles sont anciennes, mais si la sécurité coûte cher, force est de constater qu'un accident peut coûter encore plus cher. En effet avec des coûts humains et matériels, il engendre généralement une perte de notoriété d'image, et potentiellement une perte de parts de marché voire dans certains cas. Une récession de l'activité qui peut remettre en question la survie même de l'entreprise.

Cependant, pour survivre dans un marché mondial de plus en plus dur, les industriels doivent maintenir des coûts de production compétitifs.

Dès lors se pose très clairement le problème de la sécurité avec le maintien d'une compétitivité des industriels. [4]

Conclusion

Même si les activités connexes sortent du cadre direct de la maintenance (**maintenir en état**) elles s'intègrent bien dans le champ de compétence des techniciens et des professionnels de maintenance. En période de crise économique, certains industriels peuvent se montrer prudents à l'égard des investissements et trouvent des possibilités d'amélioration par l'intermédiaire de ces formes de maintenance.

Au niveau de la sécurité l'amélioration du facteur humain nécessite l'étude et la réalisation de bonnes conditions physiques du travail. L'état de l'atmosphère agit sur la capacité physique du travailleur par les produits absorbés (gaz, poussières, bactéries) et par les échanges de chaleur entre le corps et l'ambiance (climatisation des locaux).

Les conditions d'éclairage peuvent être choisies rationnellement grâce à une technique très développée (incandescence, fluorescence) et selon des normes qui assurent le confort visuel et l'ambiance agréable des couleurs. La lutte contre le bruit est plus difficile, néanmoins un certain confort auditif peut être ménagé par les techniques d'insonorisation et antivibratoires.