

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :
N° de série :

Faculté des Sciences et Technologies
Département des Sciences et Technologies

Projet de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de

LICENCE

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie Electrique

Spécialité : Maintenance en Instrumentation Industrielle

Thème

**CONCEPTION D'UN CAHIER DE CHARGE
POUR LA MAINTENANCE DES INSTALLATIONS
INDUSTRIELLES**

Par :

Mr. GHEZAL Anouar nabil

Mr. OULED YAHIA Yacine

Jury :

Dr. TOUAFEK Khaled

Maître de Recherche A

URAER Ghardaïa

Encadreur

M. DJELOULI.T

Maître Assistant A

Univ. Ghardaïa

Examineur

Année universitaire 2012/2013

§ Dédicace §

*Je dédie ce modeste travail de mémoire
de fin d'études :*

A ma très chère mère.

A mon très cher père,

A mes très chers frères et sœurs.

*A tous mes amis, et collègues, Et à
touts étudiants de ma promotion*

A mon encadreur : Dr .TOUAFEK

GHEZAL Anouar Nabil

§ Dédicace §

*Je dédie ce modeste travail de mémoire
de fin d'études :*

A ma très chère mère.

A mon très cher père,

A mes très chers frères et sœurs.

*A tous mes amis, et collègues, Et à
touts les étudiants de ma promotion*

A mon encadreur : Dr .TOUAFEK

OULED YAHIA Yacine

Remerciement

Au terme de ce travail, nous remercions le Dieu de nous avoir donné le courage et la volonté pour mener à bien ce mémoire de fin d'études.

Ce travail à été réalisé sous la direction de Monsieur TOUAFEK KHALED, Maître de conférences A à l'université de Ghardaïa, nos sincères remerciements à lui et à l'ensemble des enseignants de personnel du département de sciences technologiques.

Nos remerciements vont aussi à tous nos collègues.

Nous aimerons enfin exprimer notre éternelle reconnaissance à nos parents.

Liste des tableaux

Tableaux01 : Modules normalises des roues	Page21
Tableaux02 : Normalisation les chaines a rouleaux.....	Page22
Tableaux 03 : Bordereau de suivi des déchets	Page51

Liste de figures

Figure1 : Industrie de chemin de fer	Page 04
Figure2 : Salle de contrôle en production d'une centrale nucléaire située sur le territoire des États-Unis	Page05
Figure 3 : Un site industriel	Page06
Figure 4et5 : Les câbles d'alimentations	Page09
Figure 6 : L'armoire électrique	Page10
Figure 7 : Photo des gaines et câbles possibles	Page10
Figure 8et9 : Les pompes centrifuges	Page12
Figure10 : Moteur électrique	Page14
Figure 11 : Moteurs a courant continu	Page15
Figure12 : Roulement	Page18
Figure 13 : La normalisation des Roulements	Page19
Figure 14 : Familiarisation avec un engrenage	Page20
Figure 15 : Familiarisation avec une chaîne	Page21
Figure16 : Le clapet anti-retour	Page22
Figure17 : Image de clapet anti-retour	Page23
Fidure18 : Classification des méthodes de maintenance.....	Page28
Fidure19 : Les différentes formes de la maintenance	Page30
Fidure20 : Contrôle des réglages de la température	Page38
Fidure21 : Filtres de type RAIN STOP	Page39

Sommaire

Introduction Générale	P 01
Chapitre I : Installation Industrielle.....	P 02
I.1- Définition de L'industrie.....	P 02
I.2- Aperçue Historique.....	P 02
I.3- Politique industrielle.....	P 06
I.4- Définition De L'installation Industriel.....	P 07
I.4.1- installation électrique.....	P07
I.4.1- installation hydraulique.....	P 11
I.4.3- Installation Mécanique.....	P 13
I.4.4- Installation Pneumatique Industrielle.....	P16
Chapitre II : Maintenance Industrielle.....	P 25
II.1 Aperçue Historique.....	P 25
II.2 Définition de la maintenance.....	P 25
II.3 Importance de la maintenance dans l'entreprise.....	P 26
II.4 rôle de la maintenance.....	P 27
II. 5 Typologie De La Maintenance Des Machines.....	P 28
II.6 Typologie de la maintenance des logiciels.....	P 29
II.7 Niveaux de Maintenance.....	P 30
II. 8 Les sigles de la maintenance.....	P 32
II.9 Maintenance et humour.....	P 33
II. 10 Les activités de la maintenance industrielles.....	P 34
II.10.1 les activités opérationnelles.....	P 34
II.10.2 les activités de suivi.....	P 34
II.10.3 les révisions.....	P 35
Chapitre III : Conception d'un cahier de charge Pour la maintenance des installations industrielles	P 36
III.1- Définition d'un cahier de charge.....	P 36

III.2 Objectif du cahier de charge.....	P 36
III.3 Types de cahier de charges.....	P36
III.4- Conception de cahier de charge pour la maintenance industrielle	P 37
III.4.1. Exemple 01.....	P 37
III.4.2. Exemple 02.....	P 41
III.4.3. Exemple 03.....	P 46
Conclusion générale.....	P 52
Bibliographie.....	P 53

Introduction générale

Aujourd'hui, L'élaboration d'Un cahier de charge devient très importante dans le secteur de l'industrie. Il permet en effet à un dirigeant d'entreprise de préciser les conditions, les règles et les exigences d'une émission, d'une intervention, d'un travail à accomplir ou d'une tâche à exécuter par un consultant en management, en vue de résoudre un problème spécifique ou d'améliorer une situation donnée, tout en déterminant les résultats attendus.

Dans ce mémoire de fin d'études nous allons étudier et conçu l'ensemble de règles et conditions de la maintenance industrielle regroupés dans un seul document appelé cahier de charge pour la maintenance des installations industrielles.

Nous avons repartis notre travail en trois chapitres :

Le premier chapitre consiste en la définition et les types des installations industrielles.

Le deuxième chapitre consiste la définition, les objectifs et les méthodes de la maintenance industrielle.

Nous avons étudié dans le troisième chapitre la conception d'un cahier de charge pour la maintenance des installations industrielles.

A la fin, une conclusion générale détermine le rôle et l'intitulé de cahier de charge pour la maintenance industrielle termine notre mémoire.

Chapitre II

Maintenance Industrielle

II.1 Aperçue Historique

L'histoire de la maintenance peut se décomposer en trois étapes :

D'abord la période où les machines étaient simples et peu nombreuses, mais la main d'œuvre de fabrication est importante, la maintenance était très élémentaire et son budget était noyé dans les frais généraux de l'entreprise.

Dans une seconde période, avec le développement du machinisme, la main d'œuvre diminue et, en valeur relative, la maintenance prend plus d'importance, elle a son budget autonome. Cette situation existe encore dans de nombreuses entreprises.

Une troisième période s'est ouverte avec le développement de l'automatisme. Dans les industries de processus, la plus grande part des effectifs de production appartient à la maintenance, dont les coûts et le budget se sont considérablement accrus. Le rapport entre les effectifs de maintenance et ceux de la fabrication est passé de 1/50 à 1/5.

II.2 Définition de la maintenance

Ce n'est pas seulement réparer ou dépanner au moindre coût ou remettre en état dans les plus brefs délais. Ce n'est pas non plus maintenir les installations en marche à tout prix ou assurer une sécurité de fonctionnement élevée, coûte que coûte, pour atteindre une disponibilité maximale mais non rentable. La maintenance commence dès la conception du matériel : il faut qu'il soit apte à être entretenu (notion de maintenabilité), ensuite à produire, son utilisation doit être aisée et sa sécurité maximale. Pendant toute sa vie de production la maintenance surveille le matériel, suit ses dégradations et le remet à niveau avec un contrôle des performances, une surveillance des coûts et disponibilités en recherchant les solutions les plus simples. En fin de vie, la maintenance propose d'abord une diminution des performances compatible avec les possibilités du matériel et enfin son renouvellement. Le ratio qui englobera tous ces aspects de la maintenance sera :

Service rendu $\{(\text{Coût total (achat et maintenance)} + \text{Pertes de production}) / (\text{Service rendu}), \text{ doit être minimum.}\}$

II.3 Importance de la maintenance dans l'entreprise

Aucune autre fonction dans une installation de production, à l'exception peut être de la recherche et du développement (bureau d'études), n'implique une aussi large gamme d'activités que celle de la maintenance. Dans le management de cette fonction, abondent les problèmes de planning, d'approvisionnement, de personnel, de contrôle de qualité, de gestion et des problèmes techniques. La maintenance embrasse toutes les activités, comme si elle constituait une industrie propre. Dans certaines usines, notamment dans l'industrie chimique, l'importance de cette fonction est égale à celle de la production, et son personnel est souvent plus nombreux que le personnel de production. Ceci n'est évidemment pas le cas dans les petites entreprises, mais les mêmes problèmes s'y posent également. Par suite de la large gamme d'activités dans la fonction de maintenance, celle-ci ne peut être satisfaisante que si ces activités sont aussi bien définies que celle de la production. Il y avait souvent une grave disparité entre la production et la maintenance. Mais, les ennuis de la production ne peuvent être évités que par une maintenance efficace.

Pendant longtemps, la maintenance était considérée comme une fatalité, cependant, le progrès technologique ainsi que l'évolution de la conception de la gestion des entreprises ont fait que la maintenance est devenue de nos jours une fonction importante de l'entreprise dont la direction exige l'utilisation de techniques précises et dont le rôle dans l'atteinte des objectifs de l'entreprise est loin d'être négligeable. Ainsi, la fonction maintenance est devenue l'affaire de tous et doit être omniprésente dans les entreprises et les services. Elle est devenue un enjeu économique considérable pour tous les pays qui souhaitent disposer d'outils de production disponibles et performants. Si l'entretien ne se traduisait que par des interventions, pouvons dire que la maintenance est tout autre chose. C'est d'abord un état d'esprit, une manière de penser, ensuite une discipline nouvelle dotée de moyens permettant d'intervenir dans de meilleures conditions, d'appliquer les différentes méthodes en optimisant le coût global. La maintenance vise à éviter les pannes et les temps morts que celles-ci entraînent.

La maintenance ne doit pas être perçue comme une fonction secondaire et elle doit bénéficier de toute l'attention voulue.

Actuellement la modernisation de l'outil de production impose une évolution

fondamentale dans le domaine de maintenance. Cette évolution se traduit par un changement profond pour les entreprises (remplacement de la fonction entretien par la fonction maintenance), par une évolution de mentalités. Cette mutation nécessite des structures nouvelles, des moyens nouveaux et pour le personnel un état d'esprit de "maintenance".

La maintenance est devenue une des fonctions de l'entreprise contemporaine, mais elle n'est pas une fin en soi. A ce titre, elle est peu lisible et parfois méconnue des décideurs qui sous-estiment son impact. Et pourtant, elle devient une composante de plus en plus sensible de la performance de l'entreprise. Il est donc important de la faire mieux connaître. Concevoir, produire et commercialiser sont des fonctions naturelles facilement identifiables et rarement négligées. Par contre, la maintenance n'est qu'un soutien à la production, son principal client.

C'est donc une fonction masquée, agissant comme prestataire de service interne et, de plus, fortement évolutive. Bien organisée, elle est un facteur important de qualité, de sécurité, de respect des délais et de productivité, donc de compétitivité d'une entreprise évoluée.

En plus de ce qui a été dit, le terme de maintenance désigne, au sein de l'entreprise, plusieurs catégories de travaux notamment :

- ✓ Surveillance et travaux simples (nettoyage, graissage, etc.) généralement dévolus aux utilisateurs du matériel ou des installations,
- ✓ Contrôle de fonctionnement et travaux plus complexes que les précédents, souvent effectués par des spécialistes,
- ✓ Dépannage et réparation en cas d'incident confiés à des ouvriers ou des équipes spécialisées,
- ✓ entretien systématique comportant des révisions partielles ou totales, faites sur place ou dans un atelier spécialisé, reconstruction complète de machines ou d'installations, constituant une véritable remise à l'état neuf [12].

II.4 rôle de la maintenance

Le service maintenance doit mettre en œuvre la politique de maintenance définie dans l'entreprise celle-ci devant permettre d'atteindre le rendement optimal des systèmes seulement, dans une entreprise, tous les systèmes ne peuvent pas être considérés de la même manière d'un point de vue maintenance. Le service devra donc, dans le cadre de la politique globale, définir les stratégies le mieux adaptées aux diverses situations. Il sera ainsi conduit à faire des prévisions ciblées :

- Prévisions a long terme : elles concernent principalement les investissements lourds ou les travaux durables. Ce sont cette prévision qui est, le plus dictées par la politique globale de l'entreprise.
- Prévisions a moyen terme : la maintenance doit se faire la plus discrète possible dans le planning de charge de la production. Alors il lui est nécessaire d'anticiper, autant que faire se peut, ses inventions en fonction des programmes de fabrication. la production doit, elle aussi, prendre en compte les impératifs de suivi des matériels.
- Prévisions a court terme : elles peuvent être de l'ordre de la semaine, de la journée voire de quelques heures. Même dans ces cas, avec le souci de perturber le moins possible la marche de la production, les interventions devront elles aussi avoir subi un minimum de préparation [13]

II. 5 Typologie de la Maintenance des machines

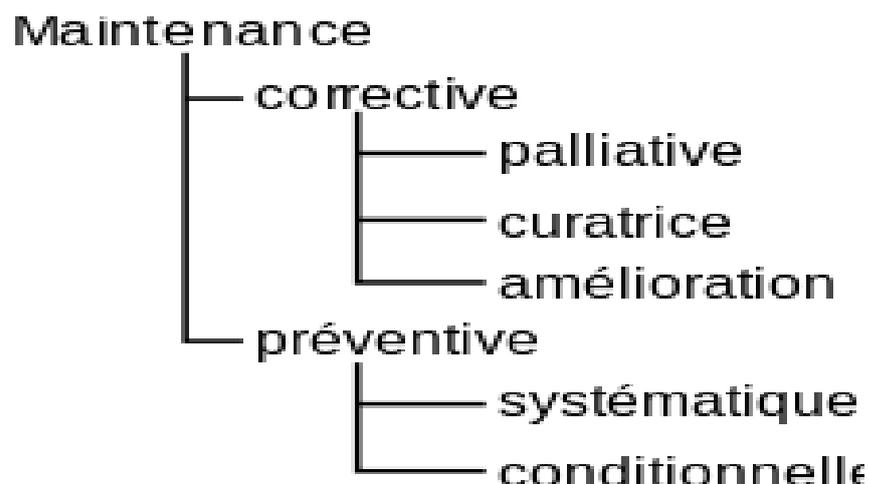


Figure18 : classification des méthodes de maintenance

Il existe deux façons complémentaires d'organiser les actions de maintenance :

- ❖ La **maintenance corrective**, qui consiste à intervenir sur un équipement une fois que celui-ci est défaillant. Elle se subdivise en :

Maintenance palliative : dépannage (donc provisoire) de l'équipement, permettant

à celui-ci d'assurer tout ou partie d'une fonction requise ; elle doit toutefois être suivie d'une action curative dans les plus brefs délais.

Maintenance curative : réparation (donc durable) consistant en une remise en l'état initial.

❖ **La maintenance préventive**, qui consiste à intervenir sur un équipement avant que celui-ci ne soit défaillant, afin de tenter de prévenir la panne. On interviendra de manière préventive soit pour des raisons de sûreté de fonctionnement (les conséquences d'une défaillance sont inacceptables), soit pour des raisons économiques (cela revient moins cher) ou parfois pratiques (l'équipement n'est disponible pour la maintenance qu'à certains moments précis). La maintenance préventive se subdivise à son tour en :

Maintenance systématique : désigne des opérations effectuées systématiquement, soit selon un calendrier (à périodicité temporelle fixe), soit selon une périodicité d'usage (heures de fonctionnement, nombre d'unités produites, nombre de mouvements effectués, etc.) ;

Maintenance conditionnelle : réalisée à la suite de relevés, de mesures, de contrôles révélateurs de l'état de dégradation de l'équipement ;

Maintenance prévisionnelle : réalisée à la suite d'une analyse de l'évolution de l'état de dégradation de l'équipement.

Diverses méthodes permettent d'améliorer la planification et l'ordonnancement des actions de maintenance :

- Réseau PERT
- Diagramme de Gantt
- Méthode MERIDE
- Analyse AMDEC

Par ailleurs, il existe des logiciels de gestion de maintenance assistée par ordinateur (GMAO), spécialement conçus pour assister les services de maintenance dans leurs activités.

II.6 Typologie de la maintenance des logiciels

En informatique logicielle, on divise la maintenance en plusieurs types

- la **maintenance corrective** : elle consiste à corriger les défauts de fonctionnement ou les non-conformités d'un logiciel,

- la **maintenance adaptative** : sans changer la fonctionnalité du logiciel, elle consiste à adapter l'application afin que celle-ci continue de fonctionner sur des versions plus récentes des logiciels de base, voire à faire migrer l'application sur de nouveaux logiciels de base (un logiciel de base étant un logiciel requis pour l'exécution d'une application; exemples : système d'exploitation, système de gestion de base de données).

On parle également de *maintenance évolutive* : cela consiste à faire évoluer l'application en l'enrichissant de fonctions ou de modules supplémentaires, ou en remplaçant une fonction existante par une autre, voire en proposant une approche différente. Mais au sens de l'AFNOR, ce n'est même plus de la maintenance, puisque la maintenance consiste précisément à assurer qu'un bien continue de remplir sa fonction correctement, non à l'améliorer [14].

Les différentes formes de la maintenance [15]

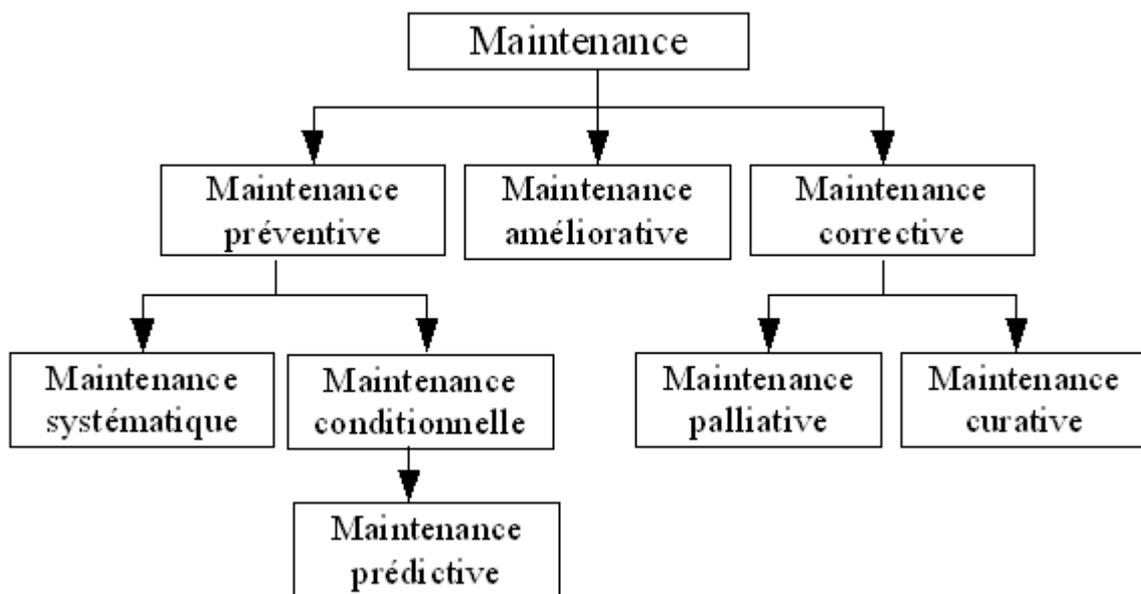


Figure19 : Les différentes formes de la maintenance

II.7 Niveaux de Maintenance

La norme NF X 60-010 définit, à titre indicatif, cinq « niveaux de maintenance » (comprendre « interventions ») :

➤ **Niveau 1**

- travaux : réglages simples - pas de démontage ni ouverture
- lieu : sur place
- personnel : exploitant du bien
- exemple : remise à zéro d'un automate après arrêt d'urgence

➤ **Niveau 2**

- travaux : dépannage par échange standard-opérations mineures de maintenance préventive
- lieu : sur place
- personnel : technicien habilité
- exemple : changement d'un relais-contrôle de fusibles - réenclenchement de disjoncteur

➤ **Niveau 3**

- travaux : identification et diagnostic de pannes - réparation par échange standard-réparations mécaniques mineures-maintenance préventive (par.ex.réglage ou réalignement des appareils de mesure)
- lieu : sur place ou dans atelier de maintenance
- personnel : technicien spécialisé
- exemple : identification de l'élément défaillant, recherche de la cause, élimination de la cause, remplacement

➤ **Niveau 4**

- travaux : travaux importants de maintenance corrective ou préventive sauf rénovation et reconstruction - réglage des appareils de mesure - contrôle des étalons
- lieu : atelier spécialisé avec outillage général, bancs de mesure, documentation
- personnel : équipe avec encadrement technique spécialisé
- exemple : intervention sur matériel dont la remise en service est soumise à qualification.

➤ Niveau 5

- travaux : rénovation - reconstruction - réparations importantes
- lieu : constructeur ou reconstruteur
- personnel : moyens proches de la fabrication
- exemple : mise en conformité selon réglementation d'équipements lourds

Il convient d'associer, dans la détermination des niveaux, la documentation et le matériel nécessaires.

II. 8 Les sigles de la maintenance

De même que le mot et le concept, les nombreux sigles de la maintenance sont d'origine anglo-saxonne. Toute une néologie a vu le jour, dont l'élément le plus spectaculaire est la kyrielle des sigles commençant par « *MT* » (initiales de « *mean time* », littéralement « temps moyen » (anglicisme), c'est-à-dire durée moyenne, intervalle de temps moyen, et par voie de conséquence, moyenne des temps). Quelques sigles à titre d'exemples, assortis de leur traduction plus ou moins littérale⁴ :

➤ Sigles de 4 lettres

- *MTBD* : *mean time between defects*, temps moyen entre défauts
- *MTBE* : *mean time between errors*, temps moyen entre erreurs
- *MTBF* : *mean time before failure*, temps moyen avant défaillance (à ne pas confondre avec *mean time between failures*, infra)
- *MTBF* : *mean time between failures*, temps moyen entre (deux débuts de) pannes (à ne pas confondre avec *mean time before failure* supra)
- *MTBM* : *mean time between maintenances*, durée moyenne entre maintenances
- *MTBO* : *mean time between overhauls*, temps moyen entre révisions
- *MTBR* : *mean time between removals*, temps moyen entre déposes
- *MTTF* : 1/ *mean time to failure*, temps moyen jusqu'à la panne, temps moyen (de bon fonctionnement) sans panne (entre la fin d'une panne et le début d'une autre); 2/ *mean time to fix*, temps moyen entre l'apparition d'un problème et sa solution ;
- *MTTM* : *mean time to maintenance*, temps moyen jusqu'à la maintenance
- *MTTN* : *mean time to notification*, temps moyen de signalement (du problème)

- *MTTR*: 1/ *mean time to recovery*, temps moyen jusqu'à la remise en route; 2/ *mean time to repair*, temps moyen jusqu'à la réparation; 3/ *mean time to restoration*, temps moyen jusqu'à la remise en service
- *MTUR*: *mean time to unscheduled removal*, temps moyen (s'écoulant) jusqu'à la dépose non programmée.

➤ **Sigles de 5 lettres**

- *MTBCF*: *mean time between critical failures*, temps moyen entre (deux débuts de) pannes graves ou « critiques » (anglicisme) (sur matériel redondé à dégradation progressive)
- *MTBUR*: 1/ *mean time between unscheduled removals*, temps moyen entre déposes non planifiées; 2/ *mean time between unscheduled replacements*, temps moyen entre remplacements non planifiés
- *MTTFF*: *mean time to first failure*, temps moyen jusqu'à la première défaillance
- *MTTUR*: *mean time to unscheduled removal*, temps moyen jusqu'à la dépose non programmée.

II.9 Maintenance et humour

Devant l'inflation néologique décrivant les différents types de maintenance possibles (expressions sur le modèle adjectif + *maintenance* en anglais et maintenance + adjectif en français), quelques esprits malicieux ont inventé des expressions désignant des types de maintenance peu orthodoxes :

- *percussive maintenance* (« maintenance percussive » ou « maintenance par percussion »), autrement dit la remise en marche par coup de pied ou par bourrade ;
- *provocative maintenance* (« maintenance provocative » ou « maintenance par provocation »), en d'autres termes la mise hors d'état de l'équipement.
- *passive maintenance* (" maintenance passive " ou " maintenance par absence d'action, en définition, l'attente de la remise en état d'un système.

Pour la maintenance en situation de crise ou d'urgence, il est question d'« *hysterical maintenance* » (« maintenance hystérique ») [16].

II. 10 Les activités de la maintenance industrielles

A la diversité des formes et des méthodes de maintenance selon les besoins et les objectifs, se superpose la variété des matériels sur lesquels le service maintenance doit intervenir. Ce faisant l'activité globale du service est constituée de nombreuses activités qui se différencient par leur durée, leur urgence ou leur anticipation, leur objectif, leur niveau de préparation ou /et de complexité, etc. néanmoins, il est possible de distinguer trois catégories : les activités opérationnelles, les activités de suivi et une catégorie qui opère la synthèse avec les deux précédentes.

II.10.1 les activités opérationnelles

Les activités opérationnelles constituent for logiquement l'essentiel de la charge dans le cadre de la maintenance corrective et sont au nombre de deux :

a) *Les dépannages*

Action sur un bien en vue de le remettre en état de fonctionner. Le dépannage est donc une action à objectif unique et ponctuel : faire que le système défaillant puisse retrouver un niveau de performance.

b) *La réparation*

Intervention définitive de maintenance corrective effectuée après panne ou défaillance. La réparation est une opération de correction, de rectification qui est programmée, planifiée et pour laquelle tous les moyens ont été rassemblés (techniciens, temps, matériel, pièces de rechange).

II.10.2 les activités de suivi

La maintenance préventive doit, pour remplir son rôle, connaître l'état ainsi que l'évolution du comportement des matériels. Pour cela il n'est d'autre moyen que la surveillance attentive et l'exploitation des données qui en découlent.

a) *Les visites (ou visites préventives)*

Opération de la maintenance préventive consistant en un examen détaillé et prédéterminé de tout ou partie des éléments d'un matériel.

b) Les inspections

Les inspections se limitent à de la surveillance des systèmes. Les inspections ont pour principal objectif la découverte éventuelle d'amorces d'anomalies et peuvent, le cas échéant, comprendre quelques réglages simples pratiqués avec un outillage ordinaire. Contrairement aux visites, elles peuvent être menées en cour de production.

c) Les contrôles

La plupart du temps, les contrôles correspondent à des comparaisons de relevés, à des caractéristiques pré-établies, notamment dans le cadre des matériels soumis à la législation. Les résultats, consignés dans un rapport de contrôle, conduisent éventuellement à une décision qui peut aller de la réparation immédiate à l'arrêt de la production, en passant par l'obligation d'une visite pour établir une liste de point à corriger en maintenance corrective.

II.10.3 Les révisions

Comme les trois activités de suivi, les révisions sont régies par un planning prédéfini par unité de temps ou d'usage mai, à l'instar des activités opérationnelles, elles incluent des opérations physiques sur le matériel. Dans le cas de matériels soumis à la réglementation, le rythme et l'importance des révisions sont imposés par la loi. Le volume de travail est plus ou moins important suivant le type de visite. Il y a les visites de routine, très rapprochées, les visites partielles ou limitées et les visites générales qui souvent induisent des travaux lourds [13].

Chapitre III

Conception d'un cahier de charge Pour la maintenance des installations industrielles

III.1- Définition d'un cahier de charge

Un cahier de charge c'est l'ensemble de règles et normes à appliquer pour effectuer une ou plusieurs tâches en respectant le temps et la manière.

Le cahier de charge est élaboré par le propriétaire ou l'organisme bénéficiant du travail demandé.

Le cahier des charges se définit comme un acte, un document de référence qui permet à un dirigeant d'entreprise de préciser les conditions, les règles et les exigences d'une mission, d'une intervention, d'un travail à accomplir ou d'une tâche à exécuter par un consultant en management, en vue de résoudre un problème spécifique ou d'améliorer une situation donnée, tout en déterminant les résultats attendus.

Le cahier des charges est une demande de service détaillée, élaborée de façon à protéger les intérêts du dirigeant d'entreprise et à améliorer la qualité de l'offre présentée par le consultant.

III.2 Objectif du cahier de charge

Le cahier de charge permet plus particulièrement :

- de définir précisément le problème ou la situation à améliorer;
- d'identifier clairement les besoins de l'entreprise;
- de préciser les objectifs de l'intervention et les résultats attendus;
- d'établir les règles et les exigences de base pour la réalisation de l'intervention;
- d'obliger la société-conseil et ses conseillers à préciser les services à fournir et les biens livrables;
- de présenter les éléments d'une entente pouvant lier les deux parties;
- de servir de document de référence pour éviter les problèmes d'interprétation et les outils;
- de définir les responsabilités et les rôles respectifs des parties engagées dans l'intervention;
- de déterminer les modalités de règlement en cas de litiges. [17]

III.3 Types de cahier de charges

Il existe plusieurs types de cahier de charge comme :

- Cahier de charge pour la maintenance des installations industrielles.
- Cahier de charge pour l'acquisition ou l'achat d'équipements scientifiques

- Cahier de charge pour la conception des immeubles pour l'habitat
- Cahier de charge pour la préparation d'une manifestation scientifique ou culturelle (foire d'exposition par exemple...)

Le cahier de charge pour la maintenance des installations industrielles consiste plusieurs règles et normes concernant les méthodes et l'opération de la maintenance industrielle.

III.4- Conception de cahier de charge pour la maintenance industrielle

Dans ce qui suit nous allons décrire les étapes nécessaires pour la conception des cahiers de charges à travers quelques exemples pratique tiré de la littérature et qui concerne des installations industrielles.

Tous les types de la maintenance que nous avons vu dans le chapitre précédent sont appliqués dans les exemples ci-dessous.

III.4.1. Exemple 01

GUIDE POUR L'ENTRETIEN DES CLIMATISEURS D'ARMOIRES ELECTRIQUES DANS LES USINES DE MECANIQUE

A. Objectif

Maintenance des climatiseurs D'armoires électriques dans les usines de mécanique. Il s'agit d'un guide qui permet d'expliquer les attentes de Renault et les bonnes pratiques lors de l'entretien d'un climatiseur.

Il répertorie toutes les actions à effectuer lors de l'entretien d'un climatiseur et décrit les méthodes pour le suivi de la maintenance des installations.

Contenu de cahier de charge :

L'entretien d'un climatiseur nécessite un entretien périodique.

Afin de définir le nombre annuel des visites d'entretien préventifs

(Entre 2 et 4 passages par année), il faut prendre en considération plusieurs paramètres :

- ❖ Niveau de maintenance (Prise en compte correct par la maintenance des climatiseurs)
- ❖ Les conditions de l'atelier

- ❖ Température (Atelier climatisé ou non)
- ❖ La propreté (usinage/assemblage, huile en suspension)

Entretien d'un climatiseur

Dans ce paragraphe sont définies les actions à effectuer lors des visites préventives.

Maintenance préventive

➤ Contrôle du bon fonctionnement du climatiseur

- Voir si le climatiseur se déclenche bien :
 - ✓ Soit en attendant le seuil de déclenchement (35°)
 - ✓ Soit en forçant le déclenchement en baissant le seuil de déclenchement.

Attention si changement du seuil de déclenchement ne pas oublier de le remettre à 35°.

- Contrôle du bruit de fonctionnement : Ecouter si les ventilateurs tournent et si le compresseur ne claque pas.
- Vérifier que les contacts de portes ne soient pas shuntés et vérifier qu'ils fonctionnent en ouvrant la porte lors du fonctionnement du climatiseur : ce dernier doit s'arrêter.
- En cas de dysfonctionnement ou de doute sur le bon fonctionnement d'un climatiseur possédant un logiciel d'acquisition, il est nécessaire de faire un relevé. Ce relevé permet de vérifier le taux d'utilisation, l'historique des pannes, ainsi que les températures mini maxi mesurées du climatiseur.

➤ Contrôle des réglages

Le réglage de la température d'un climatiseur se situe entre 30°C et 35°C. Ce réglage se fait soit à l'aide du potentiomètre ou d'un l'afficheur.

Contrôle du fonctionnement des voyants d'états



Figure20 : contrôle des réglages de la température

Contrôle du fonctionnement des voyants d'états

➤ **Changement des filtres**

Les filtres doivent être changés régulièrement. Cette action doit être réalisée par la maintenance de l'usine entre les visites du préventif. Pour les ateliers les plus critiques, il faut changer les filtres toutes les 4 semaines. Le type de filtre préconisé par Renault est le RAIN STOP.

Ne jamais placer de filtre sur la sortie d'air froid ou sur le condenseur.

- **Seuil de déclenchement 35°**

- **Seuil d'arrêt du climatiseur 30°**



Figure21 : Filtres de type RAIN STOP

➤ **Nettoyage du condenseur et de l'évaporateur**

Nettoyer le condenseur à l'air comprimé si la poussière est sèche ou par dégraissant en cas de poussière huileuse. En cas d'utilisation de dégraissant faire attention à ne pas en mettre sur la platine électronique.

➤ **Contrôle des sondes et des capteurs**

Si l'une des sondes ne fonctionne plus, on se retrouve face à une mauvaise régulation du climatiseur. Un défaut doit s'afficher. Il faut dans un premier temps vérifier la connexion. Sinon un changement de sonde sera sûrement nécessaire.

Sur les climatiseurs possédant un logiciel d'acquisition, faire une acquisition des courbes de température, afin de vérifier le bon fonctionnement des sondes, ou installer un thermomètre / ou une sonde externe afin de vérifier la température.

➤ **Contrôle et nettoyage du bac de récupération des condensateurs :**

Afin d'évacuer les huiles qui peuvent entrer dans le climatiseur et stagner dans le bac de récupération des condensateurs, un tuyau est relié à une bouteille. Quelques points à vérifier :

- ✓ Que le tuyau ne soit pas bouché
- ✓ Que la bouteille ne soit pas pleine
 - Brosse métallique pour nettoyer le condenseur
 - Protéger à l'aide d'un buvard la platine au moment de pulvériser le
 - dégraissant sur le condenseur
 - Passer la brosse métallique sur le dessous du condenseur.

Contrôle des pressions HP / BP des mises à niveau

En cas de doute sur la charge en gaz du climatiseur, faire une mesure :

- ✓ Raccorder le manostat Basse pression (bleu) sur la vanne d'aspiration (compresseur), afin de
- ✓ contrôler la température d'évaporation.
- ✓ Raccorder le manostat Haute pression (rouge) sur la vanne de refoulement du compresseur.

En cas d'impossibilité du raccord, pas de vanne :

- ✓ installer une valve Schrader et s'y raccorder.

➤ **Contrôle du bon fonctionnement des ventilateurs et nettoyage**

En cas de panne de ventilateur, le climatiseur remonte un code défaut.

- ✓ On entend les ventilateurs tourner.
- ✓ Nettoyer le moyeu du ventilateur à l'aide d'un pinceau ou d'une petite raclette afin d'enlever toute la graisse et poussière collées dessus

Maintenance curative

Il est parfois plus judicieux de remplacer le climatiseur complet que simplement la pièce incriminée. On doit prendre en compte les critères suivants :

- ✓ L'âge du climatiseur. (Vie moyen d'un climatiseur ~10 ans)
- ✓ Le prix de la pièce à remplacer.
- ✓ Le prix d'un climatiseur.

* Les prix ci contre sont des exemples et ne sont pas exhaustifs.

Lors d'un changement de climatiseur, il est possible de changer de modèle. Si les dimensions ne sont pas identiques il faut reboucher les trous susceptibles d'avoir été créés à l'aide de silicone et de plaques métalliques, afin de conserver l'étanchéité de l'armoire.

Lors du changement d'un climatiseur, prendre en compte la bonne intégration du climatiseur :

- ✓ La circulation de l'air.
- ✓ Mise en place d'un déflecteur / descente d'air.
- ✓ Ne pas oublier d'installer le joint du climatiseur.
- ✓ Si possible mettre un climatiseur de porte plutôt qu'un climatiseur de toit.

✚ Environnement

Pour que les résultats de l'entretien des climatiseurs soient efficaces, la seule analyse du climatiseur ne suffit pas. Il faut aussi considérer son environnement : l'armoire électrique, son intégration...

➤ Intégration du climatiseur

La circulation de l'air dans l'appareillage doit s'effectuer de bas vers le haut comme pour la convection naturelle. Pour cela il sera peut être nécessaire d'installer un déflecteur d'air.

L'air ne doit pas être soufflé directement sur les composants électriques : Risque de condensation

En cas de climatiseur de toit faire descendre l'air froid par une goulotte vers le bas de l'armoire et boucher les autres sorties d'air [18].

III.4.2. Exemple 02

Cahier de charges

TYPES DE REALISATION D'UN MOULE D'INJECTION PLASTIQUE

A. Objectif

Le cadre industriel et économique actuel étant de plus en plus concurrentiel, les délais de réalisation, la qualité globale des services et produits fournis et les coûts y afférents sont indissociables.

Il est alors indispensable d'améliorer sans cesse son mode de fonctionnement pour faire face à la compétition que doivent livrer tous les acteurs de la filière plasturgie au plan mondial.

Dans le cadre de la réalisation d'un moule il faut donc que la filière fournisse un effort de formalisation important en particulier au niveau du Cahier des Charges de l'outillage afin, notamment, de pouvoir contractualiser les relations entre tous les acteurs.

De l'avis des moulistes, des fournisseurs, des plasturgistes et de nombreux clients, la coopération dans la phase de pré-étude permet de mieux définir le besoin et ainsi de trouver ensemble des

solutions destinées à produire à terme une pièce au meilleur prix de revient pendant toute la durée de vie du moule.

C'est pourquoi le Réseau Industriel Filière Plasturgie a décidé de mettre à disposition de la filière un Cahier des Charges de réalisation d'un moule dans le domaine de l'injection plastique. Celui-ci a été élaboré grâce à l'implication de plusieurs industriels réunis par l'AFIM et la Fédération de la Plasturgie.

Ce cahier des charges est un modèle type.

Il s'agit d'une base de discussion à minima entre le plasturgiste et son mouliste français ou étranger.

L'étude et la conception sont réalisées par le mouliste qui fournira à notre service Technique:

- Un planning détaillant les grandes étapes significatives : pré-étude / étude / fabrication / 1er essai / métrologie / mise au point / 2ème essai / métrologie finale / livraison du moule
- Les prévisions de dates des mises à jour de ce planning aux étapes significatives en accord avec les 2 parties.
- La pré-étude pour validation en commun dans le cadre de la revue de projet.
- Il est rappelé que la conception de la pièce est de la responsabilité du plasturgiste et la conception du moule est de la responsabilité du mouliste.

Le plasturgiste devra fournir au mouliste :

- ✓ Plan pièce bon pour exécution
- ✓ DFN :
- ✓ Empreintes :
- *Nombre* :
- *Disposition* :
 - ✓ *Disposition circulaire*
 - ✓ *Disposition en ligne verticale / horizontale*
 - ✓ *Autres* :
 - ✓ *Désignation de la matière fournie par le transformateur* :
.....
 - ✓ *Retrait de la matière préconisé* :
 - ✓ *Temps de cycle prévisionnel*:
 - ✓ *Longévité* du moule (nombre de pièces moulées dans des conditions normales) :
.....
 - ✓ *Cotes capabilité* :

✓ Toutes les cotes non tolérancées devront être conformes à la norme NF T 58-000

✓ Type de presse :

- Marque :
- Tonnage :
- Plan Plateau de presse
- Plan Batterie et Queue d'éjection
- Plan Buse
- Plan Système de bridage
- Semelles débordantes (à préciser) :
- ✓ Dates clefs du moule:
- Lancement du moule (remise DFN) :
- Présentation de la pré-étude :
- Présentation 1ères pièces chez le plasturgiste :
- Métrologie :
- Présentation des échantillons conformes :

B. Instructions Pour La Réalisation Du Moule

Injection :

- ✓ Définie sur le plan Carotte directe
- ✓ Sous – marine
- ✓ Bloc chaud de marque :
- ✓ Nombre de points :
- ✓ Buse chaude de marque :
- ✓ Nombre de points :
- ✓ Avec obturateurs
- ✓ Sans obturateurs
- ✓ plaques avec x pin points
- ✓ Autres :

Compteur noyé dans le plan de joint :

- Avec
- Sans

Standards de raccords :

- Emplacement :
- Raccords d'eau :
- Raccords d'huile :

Joints toriques :

Autres :

À graver sur le moule :

N° de moule

Symbole de pièce

Désignation de la pièce

Course d'éjection

Course d'ouverture

Poids du moule

À graver sur l'empreinte(s) :

Symbole de la pièce

Dateur référence

Symbole matière

Symbole normalisé lié au recyclage

N° d'empreinte

Autres :

Éjection :

Ejecteurs cylindriques

Ejecteurs lames

Ejecteurs tubulaires

Plaque dévêtisseuse

Nombre de queues d'éjection :

Double éjection / accélérateur

Ejecteur de sécurité sous coulisseau

Préhension par robot

Autres :

Régulation :

Plaques isolantes parties fixe et mobile

Température de moulage :

Régulation des tiroirs :

Régulation des empreintes :

Diamètres des forages :

Autres :

Réalisation de l'empreinte en partie fixe :

- Aspect de surface (grainage, ...) :
- Acier partie moulante (norme AFNOR) :
- Dureté correspondante :

Réalisation de l'empreinte en partie mobile :

- Aspect de surface :
- Acier partie moulante (norme AFNOR) :
- Dureté correspondante :

Métriologie :

- Sans métriologie
- Avec Métriologie :
- Relevé de cotes complet
- Cotes conditions
- Tolérances rétrécies :

Essais et mise au point

Les essais et les retouches sont à la charge du mouliste. Le plasturgiste fournit la matière et les colorants ainsi que l'emballage si nécessaire.

Le mouliste s'engage par cet essai à assurer le respect des éléments suivants :

- Le démoulage des pièces et carottes, et leur aptitude à la préhension :
 - par un robot
 - par gravité
- L'étanchéité des circuits de régulation
- La cinématique prévue
- L'alimentation et son remplissage équilibré
- Les états de surfaces mentionnés au plan ou exprimés plus haut.
- Le temps de cycle défini selon l'annexe 4
- L'absence de déformations anormales de la pièce au démoulage
- L'absence de bavures ou d'arrachements sur les pièces
- La bonne éventration

Suite à l'essai et seulement si les conditions de moulage sont approuvées par notre technicien, nous serons présentés :

- X pièces moulées, et quelques carottes, accompagnées de la fiche de réglage et du compte rendu selon modèle en Annexe 2.
- Les résultats de la mesure métriologique sur les pièces plastiques accompagnés d'un rapport d'analyse et d'une proposition d'aménagement.

Mise Au Point

Le mouliste fera autant d'essais et de relevés dimensionnels nécessaires à la mise au point des cotes fonctionnelles.

Recette Du Moule

Une recette sera faite chez :

- le mouliste
- le plasturgiste
- autre :

Avec les paramètres de la fiche de réglage des pièces présentées précédemment. Elle donnera lieu à une étude de stabilité du moule en cadence pendant x heures après une vérification du temps de cycle ou de tout autre élément jugé nécessaire de ce Cahier des Charges. Le mouliste fournira :

- Le listing et la fiche de réglage de la recette (paramètres machine, températures moule, etc)
- Un échantillon de pièces d'au moins x pièces par empreintes.
- La recette sera prononcée après vérification des éléments remis.

Maintenance et Modification

Le mouliste s'engage à accepter de bon gré toute modification ultérieure et toute intervention de maintenance qui pourraient lui être demandées, par le plasturgiste, compte tenu de sa connaissance du moule qu'il a fabriqué. Il s'engage à réaliser ces interventions dans les meilleurs délais qui tiendront compte de sa charge de production du moment. [19]

III.4.3. Exemple 03

CAHIER DE CHARGE CONCERNANT :
PRATIQUE ET METHODES D'ELIMINATION
DES EQUIPEMENTS ELECTRIQUES ET ELECTRONIQUES
D'USAGE PROFESSIONNELS

A. Objectif

La dépollution est l'un des opérations de la maintenance préventive. Le cahier de charge concernant la dépollution est l'ensemble de règles et normes qui consistent les méthodes et les manières de collecte, de stockage et d'élimination de pollution.

Ce Cahier de charge qui concerne les Pratique et méthodes d'élimination des équipements électriques et électroniques d'usage professionnels est peut être destiné à toute entreprise en situation d'éliminer ou de faire éliminer des équipements électriques ou électroniques.

Il peut s'agir de l'entreprise utilisatrice elle-même, mais également des installateurs électriciens conduits à éliminer des équipements lors du renouvellement d'installations ou d'opérations de maintenance ou encore de producteurs de matériels développant une offre de service "fin de vie" auprès de leurs clients. Au sein des entreprises, il s'adresse aux différents Acteurs susceptibles d'intervenir dans la définition de prescriptions et dans le contrôle de leur mise en œuvre. Ainsi se propose-t-il d'être un outil commun aux services achats, environnement, qualité, d'audit ou de contrôle, et de contribuer à la bonne coordination entre leurs différentes missions. Ainsi, les cahiers des charges, dans leurs clauses administratives ou techniques pourront-ils être plus ou moins directifs et laisser aux titulaires des marchés, plus ou moins de flexibilité et de marges de manoeuvre en termes d'organisation de moyens pour atteindre les résultats prescrits.

B. Contenu de cahier de charge

Définition de déchets

Un déchet est tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon.

Déchets d'Equipements Electrique et Electronique ménagers

Sont considérés comme déchets d'équipements électriques et électroniques ménagers, les déchets issus d'équipements électriques et électroniques provenant des ménages ainsi que d'équipements qui, bien qu'utilisés à des fins professionnelles ou pour les besoins d'associations, sont similaires à ceux des ménages en raison de leur nature et des circuits par lesquels ils sont distribués.

Déchets d'Equipements Electriques et Electronique professionnels

Sont considérés comme déchets d'équipements électriques et électroniques professionnels, les autres déchets d'équipements électriques et électroniques.

Déchets dangereux

Un déchet est considéré comme dangereux si ce déchet présente une ou plusieurs propriétés de danger énumérées comme suit :

- Explosif
- Comburant
- Facilement inflammable ou inflammable
- Irritant
- Nocif
- Toxique
- Cancérogène
- Corrosif
- Infectieux
- Toxique pour la reproduction
- Mutagène
- Substances et préparations qui au contact de l'eau, l'air ou d'un acide dégagent un gaz toxique
- Substances et préparations susceptibles, après élimination de donner naissance, par quelque moyen que ce soit, à une autre substance qui possède l'une des caractéristique énumérées ci avant.
- . Écotoxique : substances et préparations qui présentent ou peuvent présenter des risques immédiats ou différés pour une ou plusieurs composantes de l'environnement.

Opérations Du Cycle D'élimination Des Déchets

Élimination

L'élimination des déchets comporte les opérations de collecte, transport, stockage, tri et traitement nécessaires à la récupération des éléments et matériaux réutilisables ou de l'énergie, ainsi qu'au dépôt ou au rejet dans le milieu naturel de tous autres produits dans des conditions propres à éviter les nuisances mentionnées à l'alinéa précédent.

Dépollution :

Opération visant à retirer ou isoler des composants, substances, agents pouvant présenter (ou dont des constituants présentent) des risques, nuisances immédiats ou différés pour l'environnement.

Répartition De Marchés Par Lots Séparés Ou Uniques

Les catégories d'équipements qu'une entreprise est susceptible d'éliminer sont multiples, a fortiori quand il s'agit d'un groupe implanté sur de nombreux sites exerçant diverses activités industrielles et tertiaires.

La diversité de ces équipements ajoutée à celle de leurs contextes internes de fin de vie pose la question de l'allotissement des marchés d'élimination :

- quels sont ceux qui peuvent être simultanément enlevés?
- quels sont ceux qui peuvent être conjointement traités par un même opérateur?
- de quels moyens internes dispose l'entreprise pour effectuer d'éventuels pré-tris par catégories?
- quels matériels ne doivent pas en toute hypothèse être mélangés à d'autres?

Données interférant sur l'organisation par lot d'un marché

- Dès lors qu'un marché confié au titulaire la responsabilité de garantir la valorisation des flux éliminés, le cahier des charges devra préciser et **délimiter distinctement par catégorie de flux** :

1• Les interventions effectuées par le titulaire, collecte, regroupement, tri, traitement et celles de même nature effectuées par des tiers ;

2• Les filières en aval de chaque traitement (cf. ci-après dispositions relatives à la traçabilité) qu'il soit opéré par le titulaire ou des tiers ;

3• A qui du donneur d'ordres ou du titulaire ou d'un tiers revient le choix des opérateurs (collecte, regroupement ou traitement) autres que le titulaire pour l'exécution du marché d'une part et celui des filières en aval de tout traitement d'autre part. En sachant que le donneur d'ordres se réserve la possibilité de désigner un, plusieurs ou tous les opérateurs tiers et le cas échéant idem pour les filières en aval.

- En cas d'enlèvement simultané d'équipements destinés à être dirigés sur des lieux de traitement différents connus à l'avance, autant de BSD que de destinations distinctes de traitement doivent être émis.

L'utilisation du BSD (Bordereau de Suivi de Déchets) est Obligatoire pour le suivi de déchets dangereux.

Nous proposons donc d'adopter la logique du "qui peut le plus peut le moins".

La contrainte qui résulterait d'une utilisation systématique du BSD indifféremment du caractère dangereux ou non de l'équipement offre trois contreparties importantes :

- être une mesure de précaution chaque fois que le donneur d'ordres au moment de la préparation de chaque enlèvement ne peut garantir qu'il est exempt de déchet dangereux ;
- uniformiser dans les lieux d'émission et dans la durée les supports de traçabilité (plutôt que deux systèmes documentaires) ; faciliter en cela toute exploitation centralisée des données ;
- étendre à l'élimination des déchets non dangereux, la transparence des chaînes d'intervenants jusqu'au premier traitement. L'utilisation du BSD permet d'en rendre compte.

Le donneur d'ordres dispose – s'il ne l'avait contractuellement déjà prescrite d'une visibilité d'ensemble et sur une base initiale homogène, de toutes ses filières. Il peut être envisagé dans cette configuration d'élimination de déchets non dangereux, une utilisation "allégée" du BSD se limitant aux champs nécessaires à un suivi de flux physiques au même titre que les bordereaux utilisés lors d'opérations d'enlèvement et de réception sur centre de traitement .

Dans le tableau (03) [20] est montré un exemple de tableau de suivi des déchet qui définit les degrés de déchets et leur conditionnement.

Conclusion générale

Le cahier des charges se définit comme un acte, un document de référence qui permet à un exploitant de préciser les conditions, les règles et les exigences d'une mission, d'une intervention, d'un travail à accomplir ou d'une tâche à exécuter par un consultant en management, en vue de résoudre un problème spécifique ou d'améliorer une situation donnée, tout en déterminant les résultats attendus.

Nous avons décrit les étapes nécessaires pour la conception des cahiers de charges pour la maintenance des installations industrielles à travers quelques exemples pratiques tirés de la littérature et qui concernent des installations industrielles. Tous les types et règles de la maintenance sont appliqués dans les exemples ci-dessous.

Ce n'est pas seulement réparer ou dépanner au moindre coût ou remettre en état dans les plus brefs délais. Ce n'est pas non plus maintenir les installations en marche à tout prix ou assurer une sécurité de fonctionnement élevée, coûte que coûte, pour atteindre une disponibilité maximale mais non rentable. La maintenance commence dès la conception du matériel : il faut qu'il soit apte à être entretenu, ensuite à produire, son utilisation doit être aisée et sa sécurité maximale. Pendant toute sa vie de production la maintenance surveille le matériel, suit ses dégradations et le remet à niveau avec un contrôle des performances, une surveillance des coûts et disponibilités en recherchant les solutions les plus simples. En fin de vie, la maintenance propose d'abord une diminution des performances compatible avec les possibilités du matériel et enfin son renouvellement. La maintenance ne doit pas être perçue comme une fonction secondaire et elle doit bénéficier de toute l'attention voulue.

Bibliographie

- [1] Wikipedia
- [2] Wikipedia ,Communiqué de presse, région
- [3] Evaluation DOBRIS, agence européenne pour l'environnement.
- [4] Dictionnaire, définition et synonymes du mot installation dans le dictionnaire
<http://www.linternaute.com/dictionnaire/fr/definition/installation/>
- [5] Wikipedia
- [6] Les cours de HBEN AMMAR : [http/ www.technologuepro.com/ électricité générale/
chapitre 5 installation électrique- industrielles.pdf.](http://www.technologuepro.com/electricite-generale/chapitre-5-installation-electrique-industrielles.pdf)
- [7] Techniques de câblage industriel doc-TBEPElec- lycée de NAVARRE st jean pied de
port
- [8] Wikipédia
- [9] Les cours de sami Bellah (Iset Nabeul) chap II [http/www.technologuepro.com/ etudes
des systèmes hydrauliques/ 2- hydraulique industrielle.](http://www.technologuepro.com/etudes-des-systemes-hydrauliques/2-hydraulique-industrielle)
- [10] Wikipédia
- [11] [http//www.sudmanagemententreprise.fr/formation/Entreprise/172/pneumatique
industrielle.](http://www.sudmanagemententreprise.fr/formation/Entreprise/172/pneumatique-industrielle)
- [12] [http//www.umc.edu.dz/vf/images/cours/maintenances industrielle.pdf.](http://www.umc.edu.dz/vf/images/cours/maintenances_industrielle.pdf)
- [13] Maintenance industrielle de l'entretien de base à l'optimisation de la sureté – jean –
Marie AUBERVILLE Ellipses Edition Marketing – Paris, 2004.

- [14] Souris J.P la maintenance source de profits.paris- les éditions d'organisation, 1990.
- [15] Les cours de Sami Bellah. [http://www. Technologuepro.com/ mécanique/ Etude des systèmes hydrauliques généralités de maintenance pdf.](http://www.Technologuepro.com/mécanique/Etude%20des%20systèmes%20hydrauliques%20généralités%20de%20maintenance.pdf)
- [16] Maintenance/ les mots de la maintenance industrielle, English-French, dictionary for the maintenance professional/ Dictionnaire anglais- français pour la professionnel de la maintenance, CERAV. Paris octobre 2009.
- [17] Livre Guide pour l'élaboration d'un cahier de charge, Michel Coutu , 1995.
- [18] Guide pour l'entretien des climatiseurs d'armoires électriques dans les usines de mécanique – Ingénierie Automatique et robotique (renaut) A.Jouarre – 10/2007.
- [19] Réseau industrielle, filière plasturgie – Patricia Lexcellent - FRANCE.
- [20] Guide pour élaboration des cahiers de charges des Donneurs d'ordre ADEME (Agence de l'environnement et de la metrice de l'énergie électricité environnement – convention ADEME n° 0402C004.