

Mise en situation.....	2
Introduction.....	3
5.1. Quand doit-on faire un entretien préventif ?	4
5.1.1. Facteur d'inspection :.....	4
5.2. Exercice sur un dossier d'entretien et identification d'un besoin préventif.....	4
5.3. L'élaboration	6
5.4. Les rôles des intervenants	6
5.4.1. Le groupe technique	6
5.4.2. Le groupe entretien.....	7
5.4.3. Le groupe planification:.....	7
5.4.4. Le groupe opération:.....	7
5.4.5. Groupe responsable et groupe support:	7
5.5. Les étapes de mise en place du système d'entretien	9
5.6. La documentation.....	9
5.7. Inventaire du parc d'équipement	9
5.7.1. Codification des équipements	10
5.8. Exemple d'une codification.....	12
5.9. Les informations techniques.....	13
5.9.1. Le dossier machine.....	13
5.9.2. L'historique des équipements.....	16
5.9.3. Les autres informations nécessaires	16
5.10. Évaluation de la criticité.....	16
5.10.1. Formulaire d'évaluation de la criticité d'un équipement:	17
5.10. Exercice d'application de criticité.....	20
5.11. Élaboration des fiches d'entretien.....	21
5.11.1. Son contenu:	21
5.11.2. Les actions	21
5.11.3. Les fréquences	21
5.11.4. Procédure d'entretien préventif	22
5.12. Élaboration des routes d'entretien préventif.....	22
5.13. Élaboration du calendrier maître.....	22
5.13.1. Méthode de travail	23
5.14. Exercice sur l'élaboration du calendrier maître	24
5.15. Les techniques de maintenance préventive.....	24
5.15.1. Les techniques de maintenance préventive systématique	24
5.15.2. Les techniques de maintenance préventive conditionnelle.....	26
Exercice synthèse :	28
5.16. Corrigé de l'exercice synthèse.....	29
5.16.1. Comment s'y prendre pour recueillir de l'information :	29
5.16.2. Fiche technique pour l'équipement.....	29
5.16.3. L'AMDEC simplifié:	30
5.16.4. Les pièces à garder en magasin	30
Annexe 1 Fiche technique	31
Annexe 2 Étude de lubrification	32

Mise en situation

Damien Rouillard rentre plus tôt du travail aujourd'hui, il doit se rendre à un rendez-vous chez son concessionnaire automobile pour l'entretien périodique de sa voiture.

Il avait complètement oublié qu'il était temps de voir à l'entretien et à la vérification de son véhicule. Heureusement, son concessionnaire lui a écrit pour lui rappeler.

En cours de route, Damien établit un parallèle entre l'entretien de son véhicule et l'entretien des équipements à l'usine. Il consulte le manuel d'entretien de son auto. Il remarque que toutes les étapes de l'entretien y sont définies. À tous les 5000 km, il y a systématiquement un changement d'huile et une inspection de composantes. De plus, y apparaissent des tableaux spécifiant les causes de problèmes qui peuvent survenir avec l'auto, des consignes d'opération etc.

Damien se met à se parler à lui-même:

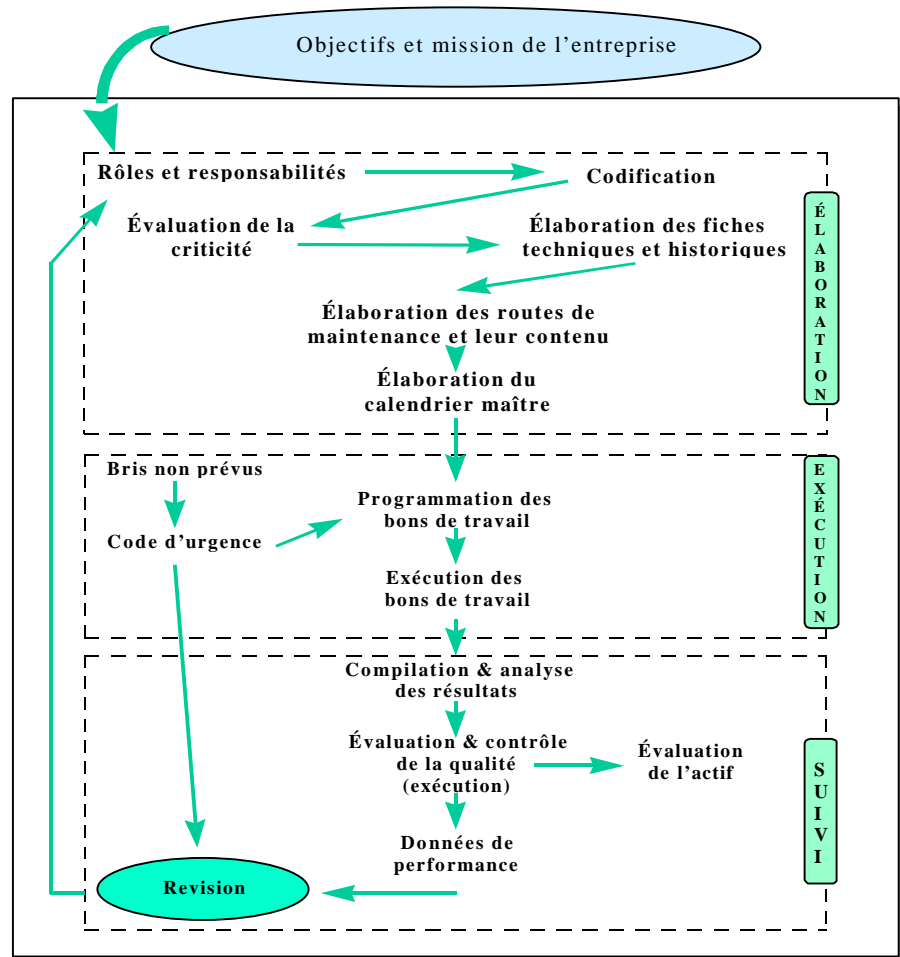
- On pourrait certainement adopter la même pratique à l'usine
- Mais par où commencer ? Il y a tellement d'équipements à l'usine...
- Comment procède-t-on ailleurs, j'ai entendu dire que l'autre division y était arrivée
- Il doit bien y avoir une méthode qui a fait ses preuves quelque part.

Introduction

Un programme de d'entretien préventif n'est pas toujours justifié au point de vue économique. Toutefois, lorsqu'il l'est, on ne doit jamais le faire à la légère. Il faut savoir quand il est nécessaire, ce qu'il doit contenir afin d'être efficace et comment en assurer le suivi. Il comporte trois phases distinctes :

- ?? L'évaluation;
- ?? L'exécution;
- ?? Le suivi.

On remarque que l'exécution des travaux de maintenance préventive est traitée comme les autres travaux de maintenance et a fait l'objet du chapitre précédent. Le suivi sera traité dans le prochain chapitre



5.1. Quand doit-on faire un entretien préventif ?

Il y a plusieurs raisons pour faire un entretien préventif, les plus courantes étant lorsque :

- ?? l'entretien est requis pour la sécurité, l'environnement et par les assurances;
- ?? Les bris peuvent causer des dommages majeurs;
- ?? l'équipement ne possède pas de système de rechange(back up);
- ?? La défaillance cause une perte de production.

5.1.1. Facteur d'inspection :

À titre d'indicatif, l'entretien préventif est nécessaire lorsque le facteur d'inspection est supérieur à 1.5

$$Fi = \frac{\$ \text{ direct du correctif} + \$ \text{ indirect}}{\$ \text{ de la prévention}}$$

Exemple :

$$\text{Facteur d'inspection} = Fi = \frac{Y * (A + B + C)}{\$ * \#}$$

Y= nombre de défaillances par année

A= Moyenne des coûts de réparation par défaillance

B= coût des pertes de production (coût/défaillance)

C= coût des réparations des autres équipements endommagés par la défaillance

\$= Coût de la maintenance préventive en heures (matériaux et m/o)

= Qté d'activité de maintenance préventive par année

5.2. Exercice sur un dossier d'entretien et identification d'un besoin préventif.

L'analyse d'un dossier d'entretien d'une pompe qui fonctionne 24 heures/jour, 7 jours sur 7 nous donne les données suivantes :

45 arrêts de production pour une moyenne de 2 hrs par arrêt

30 heures d'intervention directe de maintenance

1800\$ de matériel de maintenance

Cette pompe ne fait pas partie du programme d'entretien préventif. On n'y porte donc aucune attention à moins qu'elle se brise ou que le système arrête. Elle ne peut être lubrifiée ni inspectée à moins que le système ne soit à l'arrêt. Dû au coût élevé d'arrêt de production (100\$/h), ça devient onéreux.

L'analyse du système nous montre que l'on peut modifier de façon à y ajouter une pompe de secours permettant ainsi de maintenir les pompes en état et d'éliminer tous les temps imprévus d'arrêt. Cette opération coûterait 1000\$ pour la pompe et

500\$ pour son installation. On estime qu'un programme d'entretien préventif mensuel fera l'affaire et on l'estime à 75\$ par action. Un employé de maintenance coûte environ 40\$/h (bénéfices marginaux inclus).

1. Quel est le facteur d'inspection ?
2. Quelle serait l'économie par année en frais d'entretien ?
3. Quelle serait l'économie au niveau du temps d'arrêt ?
4. Quelle est l'économie annuelle ?
5. Quelle est le retour sur l'investissement (ROI) ?
6. Quelles seraient vos recommandations ?

5.3. L'élaboration

La principale phase d'un programme d'entretien préventif est sans contredit celle de l'élaboration. Cette phase est indispensable au processus d'établissement d'un entretien structuré où nous devons concevoir les pratiques qui permettront aux utilisateurs du système d'entretien préventif d'opérer le système et de le garder évolutif. Nous n'avons qu'à nous souvenir du dicton américain « garbage in ? garbage out » pour nous convaincre de son utilité.

Afin de mettre en marche un programme d'entretien préventif, il est essentiel de retourner aux objectifs, à la mission du département d'entretien et aux rôles et responsabilités de ceux qui auront à travailler avec ce système. Pour élaborer le programme d'entretien, il faut tenir compte des rôles et responsabilités de tous les intervenants des principaux groupes impliqués :

- ?? Direction ;
- ?? Maintenance ;
- ?? Planification ;
- ?? Ingénierie ;
- ?? Opération.

5.4. Les rôles des intervenants

Nous décrivons ici, dans un sens très large, la notion de rôles et responsabilités pour les divers intervenants lors de la mise en place d'un programme d'entretien préventif:

5.4.1. Le groupe technique

Il est constitué d'ingénieurs et de techniciens. On a surnommé ce groupe le *cerveau* du groupe entretien et leurs tâches premières sont généralement de:

- ?? s'occuper des normes et standards en ce qui concerne les équipements;
- ?? s'occuper des domaines réglementés comme les appareils de levage, les installations à vapeur ou à pression, les installations électriques, ou tous les appareils présentant un certain danger comme les presses, fours, malaxeurs;
- ?? évaluer la criticité de l'équipement ;
- ?? s'occuper de l'inventaire et de la codification ;
- ?? être en charge des procédures ;
- ?? s'occuper des conditions d'opération de l'équipement ;

5.4.2. Le groupe entretien

Ce groupe est constitué des artisans de l'entretien. Il est en quelque sorte les *bras* du système. On y retrouve généralement :

- ?? le surintendant ;
- ?? le(s) contremaître(s) ;
- ?? les divers corps de métiers : mécaniciens ; électriciens ; menuisiers ; etc.

Ils ont comme tâche en général :

- ?? le réglage et le réaligement des équipements ;
- ?? la lubrification ;
- ?? l'identification des pannes et des défaillances ;
- ?? la réparation au niveau des composantes (usinage) ou le remplacement d'éléments fonctionnels comme les courroies, les chaînes, et les roulements.
- ?? l'utilisation d'appareils servant à la détection de pannes éventuelles comme l'analyseur de vibration, etc.

5.4.3. Le groupe planification:

Il est constitué des planificateurs et des techniciens en planification. On les surnomme *l'estomac* du groupe entretien. Ils ont comme tâche première la planification de tous les travaux d'entretien :

- ?? s'assurer de la mise en marche des routes ;
- ?? s'assurer de la compilation des fiches et des routes ;
- ?? s'assurer de l'analyse des données ;
- ?? s'assurer de l'intégration des routes au calendrier maître ;
- ?? s'assurer du respect des temps de réalisation.

5.4.4. Le groupe opération:

Nous incluons ce groupe car il est de plus en plus question dans le cadre de la gestion de la qualité totale de faire participer celui-ci à certaines tâches de prévention d'entretien. La valeur de son support tient au fait que ses membres sont toujours présents sur la ou les lignes de production. Ils peuvent aisément devenir les yeux et les oreilles du service d'entretien lorsque celui-ci est occupé ailleurs.

5.4.5. Groupe responsable et groupe support:

Le tableau suivant montre à titre indicatif les responsabilités des principaux groupes qui interviennent en entretien préventif selon la structure logique d'un système d'entretien préventif.

ACTIVITÉ	GROUPE RESPONSABLE	Groupe support
Définir la mission de l'entreprise	direction	Tous
Adhérer à la mission de l'entreprise	tous	
Inventaire	technique	entretien
Codification	technique	entretien
Évaluation de la criticité	technique	entretien et opération
Élaboration des fiches techniques	technique	
Élaboration des routes d'entretien	technique	entretien et planification
Élaboration du calendrier maître	technique	planification et entretien
Programmation des bons de travail	planification	entretien et opération
Compilation et analyse des résultats	planification	entretien, opération et technique
Exécution des bons de travail	entretien	Technique et planification
Évaluation et contrôle de la qualité	planificateur	entretien, opération et technique
Analyse des données de performance	planificateur	Tous

5.5. Les étapes de mise en place du système d'entretien

Pour instaurer un système d'entretien préventif, il faut procéder par étapes :

1. Évaluation des ressources nécessaires (humaines, matérielles et budgétaires)
2. Obtention de l'approbation de la direction;
3. Diffusion à tous les niveaux de l'organisation;
4. Mise en application par des plans d'actions;
5. Inventaire;
6. Déterminer la procédure d'invention;
7. Codification;
8. Informations techniques;
9. Évaluation de la criticité;
10. Élaboration des fiches techniques;
11. Élaboration des fiches d'entretien;
12. Élaboration des routes d'entretien préventif ;
13. Élaboration du calendrier maître;
14. Intégration au processus l'aspect santé et sécurité au travail.

5.6. La documentation

Pour aider à la mise sur place du système d'entretien, la documentation suivante, souvent appelée bibliothèque technique, est nécessaire:

- ?? Catalogues de fournisseurs ;
- ?? Documents contractuels ;
- ?? Environnement ;
- ?? Livres techniques ;
- ?? Normes internationales (ISO) ;
- ?? Normes nationales (ACNOR, NFPA, ASHRAE) ;
- ?? Recueils juridiques, lois, règlements ;
- ?? Revues techniques et professionnelles ;
- ?? Sécurité ;
- ?? Textes de conférences .

5.7. Inventaire du parc d'équipement

L'inventaire complet du parc d'équipement est nécessaire à la mise en place du système d'entretien. Comment peut-on entretenir ce que l'on ne connaît pas ?

L'inventaire d'un équipement comprend plusieurs informations cruciales à l'exploitation de cet équipement, notamment:

- ?? identification ;
- ?? localisation ;
- ?? système ;
- ?? priorité ;

- ?? caractéristiques ;
- ?? données de gestion financière ;
- ?? données de vie active ;
- ?? garanties ;
- ?? contrat de maintenance ;
- ?? entraînement ;
- ?? paliers, roulements ;
- ?? composantes mécaniques ;
- ?? composantes de plomberie ;
- ?? composantes électriques ;
- ?? moteur(s) ;
- ?? protection ;
- ?? instrumentation et contrôle ;
- ?? alimentation électrique ;
- ?? référence aux schémas, dessins .

Chaque information pourra être obtenue à partir de plans à jour, tels que construits ou à partir d'un relevé terrain où chaque équipement, chaque composante sera inspectés dans le détail.

5.7.1. Codification des équipements

La codification est une nomenclature permettant d'identifier l'inventaire du parc à maintenir. Généralement, elle est établie suivant une logique de mise en famille arborescente.

Elle permet la gestion technique et économique du service par la possibilité d'imputation des défaillances et des coûts à des secteurs, à des types de machines etc.

L'AFNOR propose la structure suivante, qu'il faut évidemment adapter au contexte.

Ensemble ? Service? Localisation ? Type (famille) ? Machines ? Groupe fonctionnel ? Module

Ensemble	Service	Type	Machine	Groupe Fonctionnel	Module	Pièce
Usine A	Aménagement Production	Tour presse	P1 P2	Mécanique Contrôle	Puissance Automate	Gear box

5.7.1.1. Exemple d'un inventaire codifié

SECTEUR: Préparations		DIVISION: Préparation Vert 1		21-XX-00
N° ÉLECTRIQUE	N° ÉQUIPEMENT	DESCRIPTION	N° D'ARMOIRE	LOCALISATION
	21-AC-03	ARMOIRE SILO DOSEUR SÉCHOIR # 1		
	21-AM-01	ARMOIRE DE COMMANDE DE MOTEUR PRÉPARATION VERT 1		
	21-IN-01	ANACON VERT #1 (ENTRÉE DU SÉCHOIR)		
207MA/B/C	21-BR-01	BROYEUR PZ14H # 1	21AC01 P2	PRÉPARATION VERT 1
211MA/B/C	21-BR-02	BROYEUR PZ14H # 2	21AC01 P2	PRÉPARATION VERT 1
215MA/B/C	21-BR-03	BROYEUR PZ14H # 3	21AC01 P3	PRÉPARATION VERT 1
219MA/B/C	21-BR-04	BROYEUR PZ14H # 4	21AC01 P3	PRÉPARATION VERT 1
	21-CA-01	CAMERA FOSSE SAXLUND		
	21-CY-01	CYCLONE DU TRANSPORTEUR 21-TP-01		
	21-CY-02	CYCLONE DU TRANSPORTEUR 21-TP-02		

5.8. Exemple d'une codification

Pallmann #2, vert 1

2	1	B	R	0	2
Secteur	Division	Abréviation alphabétique		Suite numérique	

?? secteur 20 préparations
 ?? division 1 vert 1
 ?? abréviation BR broyeur
 ?? suite # 02 le deuxième

Dans ce cas, on a préalablement défini ou divisé l'usine en secteur et division.

Secteur	Nom du secteur
10	cours & général
20	préparation
23	séchoir # 1
26	préparation sèche
31	encollage
32	conformation & distribution
34	presse

Abréviation	
AC	armoire de contrôle
BA	balance
BR	broyeur
CA	caméra
CM	commande mécanique
GH	groupe hydraulique
RX	râteau
TA	tamis
UH	unité hydraulique

Par exemple :

Quel est l'équipement 31-RX-03 et où se trouve-t-il?

Il existe d'autres méthodes de codification, comme:

?? par # électrique, panneau de contrôle;
 ?? par département;
 ?? etc...

Il faut adopter la codification la plus pratique.

5.9. Les informations techniques

5.9.1. Le dossier machine

Le travail de l'ingénierie de la maintenance est basé sur une bonne documentation regroupée dans le système d'information de gestion de la maintenance. Parmi cette documentation, le dossier machine est de première importance pour bien connaître et comprendre l'équipement, sa technologie et ses performances spécifiées. Le second aspect tout aussi important de la documentation est l'historique qui permet de bâtir, au fil des expériences, la connaissance du comportement et des modes de défaillance d'une machine.

Le dossier machine est également appelé, « Dossier technique d'équipement ». Il doit être conçu pour être facile à consulter et à utiliser. Il doit comporter les détails et informations relative à l'équipement pour seconder les employés de maintenance dans leur travail. Si le dossier contient trop d'informations il devient déroutant, trop concis, il devient vide de sens et inutile. Il comporte généralement deux parties :

- ?? Information provenant du fabricant
- ?? Information produite et colligée à l'interne.

Le dossier technique comporte les renseignements relatifs à l'équipement soit :

- ?? l'identification ;
- ?? les documents descriptifs techniques ;
- ?? la liste des modifications apportées à l'équipement.

Le dossier technique comporte aussi une grande quantité d'information graphique que les systèmes informatisés commencent à maîtriser :

- ?? schémas ;
- ?? photos ;
- ?? plans ;
- ?? vues éclatées;
- ?? etc...

La stratégie de déploiement du dossier machine doit permettre son accès lors d'interventions sur le terrain ou d'études techniques. Voici un tableau résumant les informations nécessaires au dossier machine ainsi que le lieu où elles doivent être disponibles.

L'atelier demeure le lieu de consultation pour les mécaniciens, il sera libre d'accès pour tous

La bibliothèque est le lieu complet de consultation, c'est à cet endroit que l'on place les originaux. Elle sera à accès limité, afin de ne pas perdre la documentation.

L'archive est l'endroit où place la documentation qui n'est plus utilisée.

Description	Atelier	biblio	Archive
Identification, type, fabricant, caractéristiques	✍	✍	✍
Sommaire du contenu	✍	✍	✍
Correspondance		✍	✍
Contrats de commande		✍	✍
Garanties et conditions	✍	✍	✍
Service après vente, représentant commercial, technique	✍	✍	✍
Documents de réception		✍	✍
Caractéristiques, fiches techniques	✍	✍	✍
Codification des différentes composantes	✍	✍	✍
Plans d'ensemble	✍	✍	✍
Plans d'encombrement, scellement, fondation		✍	✍
Plans de détails, schémas de principe	✍	✍	✍
Liste des différents services requis, branchements	✍	✍	✍
Manuel d'installation et de mise en service		✍	✍
Manuel d'utilisation	✍	✍	✍
Consignes de sécurité	✍	✍	✍
Instruction de lubrification, types, points, fréquences	✍	✍	✍
Manuel de vérification visuelle	✍	✍	✍
Directives d'élargissement, manutention	✍	✍	
Liste des pièces d'usure	✍	✍	
Vues éclatées et liste des pièces de rechange	✍	✍	
Arbre de défaillance des composants et leur criticité	✍	✍	
Schéma logique de diagnostic-dépannage	✍	✍	✍
Outillage spécialisé	✍	✍	✍
Liste des composants	✍	✍	
Cédule de maintenance préventive	✍	✍	
Tâches de maintenance préventive	✍	✍	
Listes des défaillances possibles prévisibles	✍	✍	
Description des tâches d'opérations répétitives	✍	✍	

5.9.1.1. Classement

Le classement des dossiers machines est l'élément le plus important de l'élaboration de ces dossiers. En effet, à quoi servirait l'information sur un équipement si le dossier est introuvable ou inaccessible ?

Les dossiers sont classés par numéro d'équipement. Nous retrouverons donc autant de dossiers que de machines. Ceci représente une masse impressionnante de données et d'information.

Le classement se fera selon deux méthodes, soit le classement centralisé, soit le classement décentralisé.

5.9.1.2. Classement centralisé

Le classement centralisé regroupe généralement les informations sous trois grandes rubriques:

Caractéristiques générales des équipements ;

- ?? identification ;
- ?? renseignements généraux ;
- ?? emplacements successifs ;
- ?? modifications apportées aux équipements de références, aux plans et manuels.

Informations sur le comportement du matériel et son utilisation:

- ?? relevé des heures de fonctionnement ;
- ?? historique des défaillances ;
- ?? sommaire des coûts ;
- ?? utilisation de pièces de rechange.

Informations sur la maintenance:

- ?? instructions de fonctionnement ;
- ?? instructions de lubrification ;
- ?? instructions de rondes de vérification ;
- ?? rapports de visites ;
- ?? informations sur les modifications.

5.9.1.3. *Classement décentralisé*

Dans le modèle décentralisé de classement de l'information, nous retrouvons trois types de regroupements : les catalogues, les fichiers et les dossiers.

Les catalogues (cahiers ou classeurs) regroupent de manière ordonnée les informations à consulter:

- ?? l'inventaire de l'équipement ;
- ?? la planification de lubrification ;
- ?? les routes de maintenance préventive ;
- ?? les listes de pièces de rechange ;
- ?? les consignes de fonctionnement et de sécurité ;
- ?? les détails des modifications .

Les fichiers contiennent les informations moins « stables ». Ils seront modifiés plus fréquemment:

- ?? les fiches techniques des équipements ;
- ?? la planification de l'entretien préventif ;
- ?? l'historique des défaillances ;
- ?? les tâches de maintenance préventive ou corrective ;
- ?? les fichiers fournisseurs.

Les dossiers qui contiennent des informations de nature différente regroupées selon un objet ou un thème soit un équipement, un projet, une modification, etc ... Ils comportent habituellement trois volets:

- ?? les dossiers techniques regroupant toutes les informations techniques sur un équipement donné (plans, schémas, manuels ..) ;
- ?? les dossiers de préparations qui regroupent toutes les informations relative à un travail donné ;
- ?? les dossiers de sous-traitance où l'on retrouve les contrats et les documents de suivi des travaux confiés à l'externe.

5.9.2. L'historique des équipements

L'historique des équipements est l'outil indispensable à la gestion ordonnée de la fiabilité des équipements. L'historique renseigne sur le comportement des équipements et leur profil de défaillance.

Les éléments principaux de l'historique sont:

- ?? utilisation du matériel ;
- ?? travaux réalisés ;
- ?? coûts directs et indirects ;
- ?? main d'œuvre ;
- ?? temps de travail ;
- ?? durée de la réparation (down time) ;
- ?? pièces de rechange posées.

5.9.3. Les autres informations nécessaires

- ?? Les procédures de maintenance: tâche, calendrier, temps, métiers, dessins, pièces de rechange, outils spéciaux.
- ?? Calendriers et routes de maintenance: équipements, trajets, cédules, procédures
- ?? Historique: date, équipement, travaux, coûts, pièces de rechange, causes, actions.
- ?? Catalogue des pièces: numéro, description, localisation, min, max., fournisseur.
- ?? Employés: nom, adresse, compétences, formation, griefs, disponibilités.
- ?? Outillage: liste outils, localisation, sortie, retour.
- ?? Dessins: procédés, détails électriques, détails mécaniques.

5.10. Évaluation de la criticité

Tout exercice de planification doit reposer sur la connaissance de la criticité de chaque équipement de l'usine. Le choix des travaux à réaliser en dépend grandement. Pour y arriver, nous devons donner à chaque équipement un indice de criticité en fonction de la mission de l'entreprise.

Il existe plusieurs formes de criticité :

- ?? De conception ;
- ?? D'équipements ;
- ?? De pièces ;

Cet indice de criticité sera la base de la fixation des priorités dans l'ordre et la forme des réparations des équipements. Considérons le formulaire suivant qui propose une forme d'estimation de la criticité d'un équipement:

5.10.1. Formulaire d'évaluation de la criticité d'un équipement:

1. Critère intrinsèque du matériel (complexité technologique):

Évaluation	Estimation
Simple	1
Complexe	2
Très complexe	3

2. Critère d'importance de l'équipement dans le processus de production:

Évaluation	Estimation
Secondaire	1
Principal	2
Vital	3

3. Critère d'utilisation

Évaluation	Estimation
Épisodique	1
Intermittent	2
Continu	3

4. Critère de maintenance (coûts directs de maintenance)

Évaluation	Estimation
Faibles	1
Moyen	2
Élevés	3

5. Critère de remplacement (valeur de remplacement)

Évaluation	Estimation
Peu coûteux	1
Coûteux	2
Très coûteux	3

6. Critère de pertes de production (coûts indirects)

Évaluation	Estimation
Faibles	1
Moyens	2
Élevés	3

Pour pouvoir bien analyser ce formulaire, il faut se donner une table de criticité par laquelle les résultats sont pondérés. Ainsi, il est possible de classer tous les équipements. Nous proposons la table suivante:

critère	Estimation A	Pondération B	Pointage A x B	Pointage max. D
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Colonne A : est l'estimation des critères évalués

Colonne B : poids relatif des critères entre eux (1, 2 ou 3)

1 pour un critère peu important et 3 pour un critère très important

Colonne C : colonne A x colonne B

Colonne D : pointage maximum accordé au critère

Afin d'être le plus efficace possible, donnons l'importance aux équipements par ordre de criticité, pour les activités suivantes:

- ?? monter les dossiers machines;
- ?? développer l'entretien préventif,
- ?? faire une préparation complète des réparations.

5.10.1.1. Exemple de criticité

Sur un tour à commande numérique qui est destiné à une production très importante et un tour conventionnel qui sert à usiner des pièces unitaires :

Tour CNC

critère	Estimation	Pondération	Pointage	Pointage max.
1 complexité technologique				
2 Importance				
3 utilisation				
4 Coût direct				
5 valeur de remplacement				
6 coûts indirects				

Total total :

Tour Conventionnel

critère	Estimation	Pondération	Pointage	Pointage max.
1 complexité technologique				
2 Importance				
3 utilisation				
4 Coût direct				
5 valeur de remplacement				
6 coûts indirects				

Total Total

Il devint évident qu'il faudra donner priorité le tour CNC.

Habituellement on donnera priorité à tous les équipements qui ont un % relatif de 75 % du pointage sur le pointage max. Dans ce cas, la priorité sera accordée à tous les équipements qui ont un indice supérieur à .

Cet exemple semble évident, mais dans une compagnie qui possède plusieurs équipement, la discrimination en matière d'importance n'est pas toujours aussi évidente.

5.10. Exercice d'application de criticité

Compléter les tableaux d'évaluation de criticité suivants. Dites quel équipement est plus important entre la pompe #22 et l'agitateur #65.

Pondération

Critère de remplacement:	Pondération
critère de remplacement	3
complexité technologique	1
temps de remplacement	2
ajustement	3
temps d'approvisionnement	2

Estimation

critère de remplacement	ajustement
1 peu couteux	1 aucune précision
2 couteux	2 peu précis
3 très couteux	3 très précis

complexité technologique	temps d'approvisionnement
1 simple	1 très vite
2 complexe	2 moyen
3 très complexe	3 lent

temps de remplacement
1 long
2 moyen
3 faible

Pompe #22				
critère	estimation	pondération	pointage	
critère de remplacement	3			
complexité technologique	2			
temps de remplacement	2			
ajustement	2			
temps d'approvisionnement	2			

Agitateur #65				
critère	estimation	pondération	pointage	
critère de remplacement	2			
complexité technologique	1			
temps de remplacement	2			
ajustement	3			
temps d'approvisionnement	2			

5.11. Élaboration des fiches d'entretien

Une fiche d'entretien préventif est un guide ; elle devrait être évaluée, re-questionnée et réajustée au besoin avec les utilisateurs afin d'optimiser et rentabiliser son utilisation.

Une telle fiche est préparée pour chaque équipement et/ou composante inclus dans le programme d'entretien.

5.11.1. Son contenu:

- ?? Nom de la pièce;
- ?? Numéro d'inventaire;
- ?? Localisation;
- ?? Numéro de compte pour imputation des coûts;
- ?? Composantes à inspecter;
- ?? Fréquence des inspections;
- ?? La sécurité;
- ?? Les temps estimés.

5.11.2. Les actions

Il couvre les activités suivantes :

- ?? inspection;
- ?? lubrification;
- ?? essais non-destructifs;
- ?? l'étalonnage;
- ?? ajustement;
- ?? nettoyage
- ?? tests.

5.11.3. Les fréquences

En temps :

- ?? Q : quotidien;
- ?? H : hebdomadaire;
- ?? M : mensuel;
- ?? T : trimestriel;
- ?? SA : semi-annuel;
- ?? A : annuel.

Ou en mesure :

- ?? 5000 km;
- ?? 25 000 heures;

?? 50 000 cycles;

La fiche d'entretien préventif est un document qui résume tous les points d'entretien pour n'en oublier aucun.

Par exemple :

Composantes	Points à vérifier	Méthodes	Fréquence	Qui ?
Moteur	Vibration sur le roulement à billes	L	SA	tech
	Lubrification des roulements		A	tech
	Nettoyage au jet d'air		A	tech

On peut aussi utiliser l'étude AMDEC (chapitre 4) comme fiche d'entretien. En fait l'étude AMDEC regroupe l'étude de criticité et la fiche d'entretien préventif.

5.11.4. Procédure d'entretien préventif

Une procédure d'entretien décrit de façon procédurale (étape par étape) tous les points à vérifier de la fiche d'entretien.

Exemple : Point de maintenance : changer les roulements

#	Opération		Remarques
10	Couper le courant		
20	Cadenasser l'équipement et mettre l'écriteau en entretien		
30	Dévisser le couvercle		
40	etc....		

5.12. Élaboration des routes d'entretien préventif

Une route réfère au chemin à suivre pour réaliser les activités d'entretien préventif. Ce chemin est élaboré à partir d'un regroupement logique des équipements. Il indique l'ordre dans lequel les équipements d'un secteur donné doivent être vérifiés, inspectés, lubrifiés, testés, etc.

5.13. Élaboration du calendrier maître

Le calendrier maître est un outil de planification du travail d'entretien et de communication. Il s'établit sur une période de plusieurs semaines voire une année. Les activités sont réparties entre les différentes semaines et leurs fréquences d'exécution ont été préalablement établies (suivant les recommandations des manufacturiers ou autres contraintes de production).

On peut y incorporer les routes d'entretien mais il s'adresse aux activités qui nécessitent un arrêt de la production. Les autres activités de MP qui ne

nécessitent pas d'arrêt sont gérées par les bons de travail et sont mises dans le backlog.

Le calendrier maître se fait en collaboration avec la production et a pour but de :

- ?? planifier la production;
- ?? communiquer à la production les arrêts de production;
- ?? niveler les ressources de la maintenance;
- ?? répartir le travail de maintenance.

5.13.1. Méthode de travail

Il n'y a pas de méthode stricte pour construire un calendrier maître étant donné toutes les contraintes inhérentes à l'entreprise, aux équipements etc. Toutefois, voici une méthode qui peut être facilitante.

1. Tracer un calendrier mensuel avec l'échelle de temps sur l'axe x ;
2. Placer d'abord les équipements sur l'axe y ;
3. Mettre les équipements avec les plus petites fréquences d'abord ;
4. Faire la somme par équipement et par mois de façon à équilibrer les mois.

5.13.1.1. Exemple :

Voici les MP à planifier

MP	Fréquence	Durée
MP pompe #1 réservoir eau tiède	Mois	2h
MP pompe #1 réservoir eau blanche	Mois	2h
MP système hydraulique bobineuse #1	2 Mois	4h
MP ventilateur dryer #1	4 Mois	4h
MP ventilateur dryer #2	4 Mois	4h
MP convoyeur #1 finition	6 Mois	8h
MP convoyeur #1 copeaux	6 Mois	8h



5.14. Exercice sur l'élaboration du calendrier maître

On envisage élaborer un calendrier maître avec les informations tirées d'une fiche de maintenance AMDEC pour une usine qui fabrique des produits dérivés du caoutchouc. Le calendrier devra respecter les consignes suivantes :

- ?? Les maintenances préventives MP doivent être bien réparties dans le temps afin d'équilibrer la production et de garder du temps pour la maintenance curative;
- ?? La répartition de MP doit se faire sur une base hebdomadaire, on doit répartir la charge de travail;
- ?? Toutes les MP nécessitent un arrêt de la production;
- ?? Plusieurs réponses sont possibles .

Voici les MP à planifier

MP	Fréquence	Durée
MP ligne d'extrusion # 1	Mois	8h
MP ligne d'extrusion # 2	Mois	8h
MP ligne d'extrusion # 3	Mois	6h
MP ligne d'extrusion # 4	Mois	6h
MP presse injection 60 T #1	Mois	4h
MP presse injection 60 T #2	Mois	4h
MP unité de soudage (jointage) #1	2 mois	3h
MP unité de soudage (jointage) #2	2 mois	3h
MP unité de soudage (jointage) #3	2 mois	3h
MP mélangeur #1 à caoutchouc	3 mois	4h
MP mélangeur #2 à caoutchouc	3 mois	4h
MP presse injection 30 T #1	4 mois	4h
MP presse injection 30 T #2	4 mois	4h
MP station #1 de contrôle de la qualité	6 mois	2h
MP station #2 de contrôle de la qualité	6 mois	2h

5.15. Les techniques de maintenance préventive

Les techniques de maintenance préventive peuvent différer selon les équipements. Voici les techniques les plus couramment appliquées en maintenance préventive systématique et conditionnelle

5.15.1. Les techniques de maintenance préventive systématique

Les plus usuelles sont :

- ?? L'alignement
- ?? Vérification de vitesse par stroboscope
- ?? L'étude de lubrification

5.15.1.1. *L'étude de lubrification*

C'est la base de tout système de maintenance (préventif, prédictif, conditionnel...).

C'est un relevé de toutes les pièces d'équipement sans exception : c'est le bon lubrifiant, au bon endroit, au bon moment et en bonne quantité.

Son contenu :

Le contenu d'une étude de lubrification touche:

- ?? L'identification du matériel;
- ?? La méthode;
- ?? Les lubrifiants;
- ?? Les fréquences.

Identification de l'équipement:

Les équipements doivent être identifiés le plus explicitement possible pour éviter toute erreur : la marque, le # de modèle, l'année...

Exemple: un tracteur Inter, 454 peut être soit hydrostatique, soit à vitesse.

Identification des composantes:

Ce sont tous les points de graissage: un réducteur, un moteur, un carter, une transmission...

Méthode:

C'est la méthode et la quantité pour le graissage: un réservoir, un raccord, un godet de lubrification, graissage automatique...

Lubrifiant:

Selon les recommandations du fabricant, ou suite à une rationalisation des produits.

On s'assure que tous les lubrifiants sont compatibles surtout si certains équipements peuvent changer de machinerie.

Les fréquences

Les fréquences de maintenance sont basées sur:

- a) les recommandations du fabricant;
- b) la criticité de l'équipement dans le processus de fabrication;
- c) des données historiques disponibles;
- d) le milieu environnant (chaleur, poussières, etc...).

Il n'existe aucune formule qui puisse définir au départ les opérations de maintenance et les fréquences optimales à appliquer à un équipement d'utilisation donnée.

Ces opérations et fréquences optimales ne pourront être déterminées avec précision au départ. Seules des approximations successives s'appuyant sur une documentation historique, permettront de suivre le comportement du matériel.

De plus, on établira que deux machines identiques ayant deux utilisations différentes pourront par conséquent être entretenues de deux façons différentes. Voir en annexe une étude de lubrification.

5.15.2. Les techniques de maintenance préventive conditionnelle

Les plus usuelles sont :

- ?? L'analyse d'huile
- ?? La thermographie
- ?? L'analyse des vibration

5.15.2.1. *L'analyse d'huile*

Principe de base est simple, si on ne retrouve aucun élément indésirable dans l'huile d'un équipement en bonne condition. C'est la prise de sang de l'équipement.

L'analyse d'huile est une méthode qui permet d'évaluer la condition des équipements par l'analyse des contaminants résiduels dans l'huile. Les composantes en dégradation des équipements se retrouvent dans l'huile. L'analyse d'huile permettra d'identifier les contaminants dans l'huile et ainsi identifier la source de la dégradation de l'équipement. Elle permet aussi d'évaluer les propriétés lubrifiantes de l'huile et d'optimiser les vidanges d'huile.

Il existe plusieurs type d'analyse :

spectrométrie : permet la détection et le dosage des particules de l'ordre du micron;

ferrographie : permet de détecter les plus grosses particules et les particules magnétiques;

Le comptage : compte la quantité de contaminants dans l'huile.

5.15.2.2. *La thermographie*

Principe de base : un équipement en bonne condition ne surchauffe pas.

La thermographie est une méthode qui vérifie l'état calorifique d'une surface. Elle est basée sur la mesure de la température par rayonnement infrarouge. C'est une mesure sans contact qui peut être effectuée sans interrompre le fonctionnement de l'équipement.

Ses principales applications sont :

-
- 5.27

Exercice synthèse :

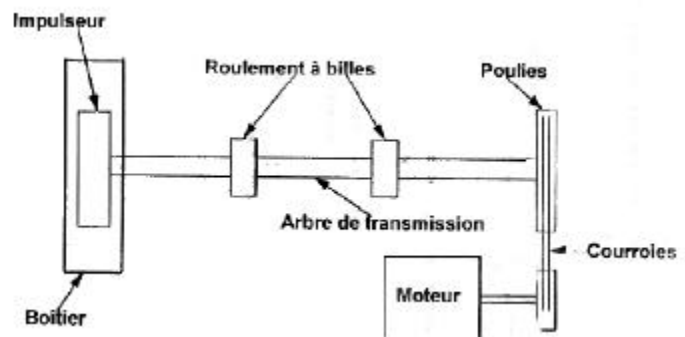
Suite à l'analyse de criticité des équipements, il apparaît clairement que le ventilateur est un équipement très critique pour l'entreprise.

On désire surveiller très attentivement cet équipement. Pour ce faire, vous décidez de lui associer un programme d'entretien préventif.



D'abord, vous obtenez le plus d'information sur le ventilateur, sur son opération et sur sa maintenance.

1. Expliquez comment vous vous y prendriez ?
2. Quelle serait la documentation nécessaires pour vos besoins ?
3. Quelles sont les informations que l'on retrouve généralement sur une fiche technique.



Ensuite pour bien identifier les points d'inspection et leur fréquence, vous décidez d'analyser toutes les défaillances potentielles sur l'équipement (étude AMDEC).

4. Identifiez chacune des composantes de l'équipement et leur fonction.
5. Déterminez les défaillances (bris, usure, vibration, etc...) qui peuvent se produire sur les composantes et leurs causes.
6. Déterminez les moyens de détection et d'inspection des défaillances.
7. Déterminez les fréquences d'inspection.
8. Si l'entreprise possède 15 ventilateurs du même type, bâtissez un route d'entretien préventive. Indiquer ;
 - ?? le contenu de la route (fréquence...)
 - ?? les actions d'entretien
 - ?? la durée totale de la route

5.16. Corrigé de l'exercice synthèse

5.16.1. Comment s'y prendre pour recueillir de l'information :

Former une équipe de travail qui contribuera à l'implantation de la maintenance préventive composée de :

- ?? d'employé de production, opérateur;
- ?? d'employés de maintenance, planificateur, mécanicien;
- ?? Gens de l'approvisionnement : magasinier;
- ?? ingénieurs.

Rechercher l'information à partir :

- ?? l'expérience des membres de l'équipe de travail;
- ?? historique;
- ?? manuel du fabricant.

5.16.2. Fiche technique pour l'équipement

Une fiche technique complète pour un équipement doit comprendre les informations suivantes :

Équipements	Informations Fiche technique	Autres informations Dossier machine
Moteur	?? RPM ?? HP ?? Type ?? Voltage ?? Châssis ?? Diamètre de l'arbre ?? Roulement à bille	?? Intensité (full load et en opération) ?? Température maximum ?? Format des fusibles
Commande (transmission par courroies)	?? Qté et taille des courroies ?? Tension max. ?? Montage des poulies ?? Tension à appliquer sur les courroies ?? Type de roulement ?? Diamètre des arbres de poulie ?? Type de bushing ?? Équivalent	
Le ventilateur	?? RPM ?? Diamètre ?? Nombre d'ailettes ?? Diamètre d'arbre	?? Ratio ?? Différentiel de pression ?? Courbe de performance

5.16.3. L'AMDEC simplifié:

Voici un exemple d'une étude AMDEC. Elle n'est pas complète est sert d'indicatif de solution. Elle doit comprendre les éléments suivants. .

Composante	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Moyen de détection	Fréquence
Moteur	Fournir la puissance	?? Surchauffe	Surcharge Alimentation	Multimètre	6 mois
			Ventilation	Inspection visuelle	1 mois
		?? Vibration inhabituelle	Balourd Roulement	Analyse de vibration	6 mois
			Patte flottante	alignement	6 mois
		?? Bris de l'arbre	installation	N/a	
		?? Démarrage	démarreur contacteur fusibles	Inspection, nettoyage	
Transmission	Transmettre la puissance	?? Usure des courroies	Alignement des courroies	Inspection visuelle Alignement	1 mois 6 mois
			Tension des courroies	Tensiomètre	1 mois

5.16.4. Les pièces à garder en magasin

- ?? moteur;
- ?? contact du moteur;
- ?? fusible;
- ?? Courroie;
- ?? poulies;
- ?? mandrin;
- ?? roulements.

Annexe 1 Fiche technique

FICHE TECHNIQUE						N°:	
Désignation:				Manufacturier:			
Type:				Représentant:			
N° de série:				Téléphone:			
N° d'inventaire:				Date d'achat:			
Spécifications de construction:							
Capacité:				Aire de travail:			
Force Motrice : • Essence • Diesel • Gaz • Vapeur • Eau • Ventilation							
requis							
Autres:							
Moteurs électriques							
Réducteur de vitesse				Accouplements			
Courroies				Poulies			
Chaînes				Roues dentées			
Autres:							
LUBRIFICATION							
Fournisseur:				Adresse:			
Représentant:							
Téléphone:							
Télécopieur:							

Annexe 2 Étude de lubrification

Une étude de lubrification par S.I.D.E.P. Inc.

REMTEC INC.
1102 boul. Simard
CHAMBLY (Québec)
J9X 5A3

Département: Usine de Chambly, la cour

Nom de l'équipement Points de lubrification	Méthode		Lubrifiant	Fréquences		
	qte	type		service	ajouter	changer
T-001 TRACTEUR INTERNATIONAL HARVESTER 454	1	C	URSA SP 15W-40	S	-	150 hres
Carter	1	R	HYDRAUL 56	M	-	A
Trans., differ, hydraulique	2	F	UNIREX EP 2	-	S	-
Points de graissage	15	F	UNIREX EP 2	-	S	-
T-002 "BACHOE" SUR 454	1	R	HYDRAUL 56	S	-	A
Système hydraulique	1	SC	ESSO 40/40	-	S	-
"Swing"	8	F	SUMMIT EP M	-	S	-
C-001 FORD PICK-UP 86	1	C	HAVOLINE 2000, 10W-30	S	-	7,000 km
Moteur	1	B	ESSO GX 80W-90	M	-	A
Différentiel	1	B	ATF	M	-	A
Transmission	8	F	UNIREX EP 2	-	M	-
Points de graissage						
B-003 BALAI SIGMA, MODEL 228X HYDROSTATIQUE	1	C	ROTELLA T 15W-40	S	-	200 hres
Moteur Deutz	1	R	TEXACO TDH	S	S	A
Transmission, différentiel et hydraulique	1	F	MULTIFAK EP 2	-		-
Points de graissage	16					
T-005 TRACTEUR JOHN DEERE 634	1	C	URSA SP 40	S	-	250 hres
Moteur John Deere	1	R	ATF	S	-	A
Hydraulique	1	R	ATF	M	-	-
Transmission Allison	8	F	MOBILUX EP 2	-	S	-
Points de graissage						
CH-01 CHARGEUR FIAT-ALLIS MODEL 645-B	1	C	ESSOLUBE XD-3, 15W-40	S	-	150 hres
Moteur Allis	1	R	ATF	M	-	A
Transmission	1	R	RANDO HD 32	S	-	A
Hydraulique	1	B	DONAX TG 80W-90	M	-	-
Différentiel	14	F	SUMMIT EP M	-	S	-
Points de graissage						
CO-02 COMPRESSEUR BROOMWADE, TYPE SMLD 500	1	R	TERESSO 68	S	-	A
Carter	1	G	TERESSO 68	-	J	-
Cylindre						