

Sommaire

Introduction générale	P 01
Chapitre 1 Approche et importance de la maintenance au sein de l'entreprise	
Introduction	P 02
1.1 Concepts et définitions	P 02
1.1.1 Histoire du terme « maintenance »	P 02
1.1.2 Historique de la maintenance	P 02
1.1.3 Définitions de la maintenance	P 04
1.2 Evolution et mutation de la maintenance	P 04
1.2.1 Forme initiale de la maintenance	P 05
1.2.2 Développement de l'entretien préventif	P 05
1.2.3 Développement de la maintenance conditionnelle	P 05
1.2.4 Amélioration de la fiabilité, la maintenabilité et la disponibilité des équipements par la TPM et la MBF	P 07
1.2.5 Maintenance Assistée par Ordinateur (MAO)	P 07
1.3 Importance de la maintenance dans l'entreprise	P 07
1.3.1 Importance de la maintenance sur le plan économique et pour la sécurité des personnes et des biens	P 08
1.4 Objectifs de la maintenance	P 08
1.4.1 Objectifs fondamentaux de la maintenance	P 09
1.5 Analyse systématique de la gestion de la maintenance	P 09
1.6 Missions et tâches de la maintenance	P 13
1.7 Stratégies de la maintenance	P 14
1.7.1 Définition de la stratégie de maintenance	P 14
1.7.2 Stratégie basée sur le Life Cycle Cost (LCC)	P 14
1.7.3 Stratégie basée sur la « Total Productive Maintenance (TPM) »	P 14
1.7.4 Stratégie basée sur la « Maintenance Basée sur la Fiabilité (MBF) »	P 15
1.8 Politiques de la maintenance dans l'entreprise	P 15
1.8.1 Exemples de politique de la maintenance	P 18
1.9 Organisation de la maintenance	P 18
1.9.1 Maintenance centralisée	P 18
1.9.2 Maintenance décentralisée	P 19
1.9.3 Solutions possibles pour la décentralisation	P 19
1.10 Méthodes et opérations de maintenance	P 20
1.10.1 Méthodes de maintenance	P 20
1.10.2 Synthèse des différentes formes de maintenance et leur impact économique	P 24
1.10.3 Opérations de la maintenance	P 25
1.11 Méthodes stratégiques et contemporaines de la maintenance	P 27
1.11.1 Télé-maintenance	P 28
1.11.2 Maintenance Productive Totale (TPM)	P 28
1.11.3 Maintenance basée sur la fiabilité	P 28
1.11.4 Méthodes RBI, RBM	P 29

	Sommaire
1.12 Niveaux de la maintenance	P 29
13 Choix des méthodes de maintenance	P 30
1.13.1 Arbre de décision	P 30
1.13.2 Étude pratique de l'évolution de la fiabilité dans le temps	P 32
1.13.3 Coûts comparés des diverses méthodes de maintenance	P 32
1.14 Interventions et mise en œuvre de la maintenance	P 32
1.15 Maintenance et normalisation	P 37
1.15.1 Enjeux de la normalisation	P 37
1.15.2 Système normatif français en maintenance	P 37
1.15.3 Normes françaises de maintenance actuellement en vigueur	P 38
1.15.4 Projet FD X60-000 : Fonction maintenance - Lignes directrices pour la conception du système maintenance (GT1)	P 38
1.15.5 Projet XP X60-020 : Indicateurs de maintenance (GT2)	P 38
1.15.6 Projet X60-090 : Relations précontractuelles	P 38
1.15.7 Normalisation européenne en maintenance	P 38
1.15.8 Structure normative de la maintenance	P 40
1.15.9 Normes ISO 9000 et leurs dérivés	P 41
1.16 Coûts de maintenance	P 41
1.16.1 Aspects économiques de la maintenance	P 42
1.16.2 Problématique des coûts de maintenance	P 42
1.16.3 Coûts de la maintenance corrective	P 42
1.16.4 Coûts de maintenance préventive	P 42
1.16.5 Pertes économiques en Maintenance Productive	P 42
1.16.6 Incidence de l'informatique de la maintenance sur les coûts de l'entreprise	P 42
1.17 Prise en compte du facteur humain en maintenance	P 45
1.17.1 Aptitudes exigées d'un responsable pour le management de la maintenance	P 45
1.17.2 Exemple de fiche de la fonction « Responsable de maintenance »	P 47
Conclusion	P 48
Chapitre 2 Management de la maintenance au service de l'entreprise	
Introduction	P 49
2.1 Introduction au management de la maintenance	P 49
2.1.1 Définition du management de la maintenance	P 49
2.2 Présentation du cercle dynamique des bonnes pratiques du management de la maintenance	P 50
3.3 Bonnes pratiques du management de la maintenance	P 52
2.4 Management du processus de la maintenance à l'aide des 5M	P 52
2.4.1 Processus maintenance	P 52
2.5 Optimisation de la maintenance	P 54
2.5.1 Utilisation des réseaux de Pétri	P 54
2.5.2 Utilisation du modèle de Monte Carlo	P 54
2.5.3 Utilisation des réseaux de Bayes	P 55
2.5.4 Utilisation de l'approche Markovienne	P 55
2.5.5 Optimisation par l'utilisation de la loi de Weibull	P 55
2.5.6 Optimisation de la maintenance par l'AMDEC	P 55
2.5.7 Optimisation de la maintenance par la MBF	P 56
2.5.8 Optimisation de la maintenance par la TPM	P 56

2.5.9	Optimisation de la maintenance par une approche Lean	P 56
2.5.10	Optimisation de la maintenance par le management de la qualité	P 57
2.5.11	Optimisation de la maintenance par la GMAO	P 57
2.6	Gestion des pièces de rechange et codification	P 60
2.6.1	Optimisation de la gestion des pièces de rechange	P 60
2.6.2	Codification des pièces de rechange	P 64
2.7	Management de la lubrification	P 64
2.8	Fiabilité des équipements	P 66
2.8.1	Maintenance et fiabilité	P 66
2.8.2	Amélioration de la fiabilité, maintenabilité et disponibilité des équipements	P 66
2.8.3	Taux de Rendement Synthétique (TRS)	P 69
2.8.4	Ratios économiques	P 69
2.9	Hiérarchisation et évaluation de la criticité des équipements	P 71
2.10	Externalisation de la maintenance	P 71
2.10.1	Sous-traitance	P 71
2.10.2	Cotraitance	P 73
2.10.3	Partenariat	P 74
2.1.4	Contrats de maintenance	P 75
2.11	Optimisation de la politique de maintenance	P 77
2.11.1	Optimisation du coût global des équipements	P 77
2.12	Optimisation des coûts de maintenance	P 77
2.12.1	Coûts directs de maintenance (Cm)	P 78
2.12.2	Coûts indirects de maintenance (Ci)	P 79
2.12.3	Coûts de défaillance (Cd)	P 79
2.13	Gestion et maîtrise de la documentation du service maintenance	P 80
2.13.1	Documentation générale	P 80
2.13.2	Utilisation de la documentation	P 82
2.14	Communication au sein de la structure maintenance	P 82
2.14.1	Utilisation des abréviations normalisées	P 83
2.14.2	Sous fonction de l'ordonnancement en maintenance	P 83
2.15	Maintenance et environnement	P 84
2.15.1	Normes environnementales ISO 14000	P 85
2.15.2	Objectif des normes environnementales ISO 14000	P 86
2.15.3	Aspects réglementaires de l'environnement	P 86
2.15.4	Démarche de certification ISO 14000	P 86
2.16	Maintenance et sécurité industrielle	P 87
2.16.1	Maintenance et sécurité des employés	P 87
2.16.2	Maintenance et sécurité des employés dans les industries de procédés	P 88
2.16.3	Préparation et supervision des travaux de maintenance	P 88
2.16.4	Système des autorisations de travail pour un lieu de travail sûr	P 88
2.17	Formation continue en maintenance	P 89
2.17.1	Formation initiale en maintenance	P 89
2.17.2	Formation professionnelle continue	P 89
2.17.3	Importance de la formation en maintenance	P 89
2.17.4	Type de formation en maintenance	P 90

	Sommaire
2.18 Maitrise de la sûreté de fonctionnement des équipements	P 91
2.18.1 Mesure de la fiabilité	P 91
2.18.2 Mesure de la maintenabilité	P 92
2.18.3 Mesure de la disponibilité	P 93
2.18.4 Mesure de la sécurité	P 95
Conclusion	P 95
Chapitre 3 Application du management de la maintenance à une entreprise Algérienne : cas de l'entreprise MANTAL	
Introduction	P 96
3.1 Présentation de l'entreprise MANTAL	P 96
3.1.1 Historique de l'entreprise MANTAL	P 96
3.1.2 Implantation de l'entreprise MANTAL	P 98
3.1.3 Activités et missions de l'entreprise MANTAL	P 98
3.1.4 Gamme de production de l'entreprise MANTAL	P 98
3.1.5 Evolution de la production de l'entreprise MANTAL	P 99
3.1.6 Implantation des équipements au sein des ateliers de l'entreprise MANTAL	P 99
3.1.7 Organigramme général de l'entreprise MANTAL	P 99
3.1.8 Equipements fonctionnels de l'entreprise MANTAL	P 111
3.2 Evolution du chiffre d'affaire de l'entreprise	P 111
3.3 Cartographie des processus de l'entreprise MANTAL	P 112
3.4 Identification des processus de l'entreprise MANTAL	P 113
3.5 Description des différentes étapes de fabrication des couvertures textiles	P 113
3.5.1 Etapes de fabrication de la couverture	P 114
3.6 Abaque d'aide à la décision de Noiret	P 117
3.7 Audit de la fonction maintenance et axes d'amélioration	P 118
3.7.1 Résultats du questionnaire d'audit de la fonction maintenance	P 118
3.7.2 Profil de l'audit maintenance	P 127
3.8 Politique de formation de l'entreprise	P 129
3.9 Politique qualité de l'entreprise MANTAL	P 129
3.10 Politiques et procédures en matière d'Hygiène, sécurité et environnement de l'entreprise	P 129
3.10.1 Effluents	P 129
3.10.2 Rejets solides	P 130
3.10.3 Electricité utilisée	P 130
3.11 Rejets pour l'ensemble de l'entreprise MANTAL	P 130
3.11.1 Effluents liquides	P 130
3.11.2 Déchets solides	P 131
3.11.3 Emissions de gaz	P 131
3.12 Risques et nuisance de l'entreprise MANTAL	P 131
3.12.1 Odeurs	P 131
3.12.2 Bruit	P 131
3.12.3 Manutentions	P 132
3.12.4 Risques thermiques	P 132
3.12.5 Autres risques	P 132
3.13 Analyse des effets de l'entreprise MANTAL sur l'environnement	P 132
3.13.1 Impact sur le paysage	P 132

3.13.2	Impact sur l'air ambiant	P 133
3.13.3	Impact par le bruit	P 133
3.13.4	Impact par les odeurs	P 133
3.14	Evolution des rejets de l'entreprise MANTAL	P 134
3.15	Avantages de l'entreprise	P 134
3.16	Vérification et contrôle des appareils de mesure de l'entreprise MANTAL	P 135
3.16.1	Etalonnage des appareils de mesure de l'entreprise MANTAL	P 135
3.16.2	Méthode d'étalonnage	P 135
3.17	Evaluation et analyse des performances de la maintenance	P 136
3.17.1	Evaluation et analyse des performances des équipements de l'atelier de filature	P 136
3.17.2	Evaluation et analyse des performances des équipements de l'atelier de tissage	P 150
3.17.3	Evaluation et analyse des performances de des équipements de l'atelier de finissage	P 163
3.18	Approvisionnement et gestion de stock de l'entreprise MANTAL	P 174
3.18.1	Processus de la fonction approvisionnement de l'entreprise MANTAL	P 174
3.18.2	Processus de la fonction gestion des stocks de l'entreprise MANTAL	P 175
3.19	Coûts des interventions de maintenance	P 177
3.19.1	Coûts des interventions de maintenance de l'atelier de filature	P 177
3.19.2	Coûts des interventions de maintenance de l'atelier de tissage	P 177
3.19.3	Coûts des interventions de maintenance de l'atelier de finissage	P 178
3.20	Normes qualité et certifications de l'entreprise	P 179
3.21	Accidents de travail et taux d'absentéisme au sein de l'entreprise MANTAL	P 179
3.22	Analyse et interprétation des résultats	P 180
	Conclusion	P 181
	Conclusion générale et recommandations	
	Bibliographie	
	Webographie	
	Annexes	

Glossaire

- Filé de fibre : transformation d'une masse désordonnée des fibres en un assemblage de grande longueur et de faible section.
- Filature : Ensemble des opérations industrielles qui transforment les matières textiles en fils à tisser
- OPEN-END : système de filature à bouts libérées.
- Finissage : Procédé qui permet d'avoir les propriétés souhaitées en termes de rigidité, lissage, douceur, et protection de surface ou couleur du textile.
- Tissage : Procédé de production de tissu dans laquelle deux ensembles distincts de filés ou fils sont entrelacés à angle droit pour former un tissu.
- Ensouple : Organe sur laquelle s'enroule le file de chaîne à partir de l'ourdissoir
- Ourdissoir : Organe sur laquelle s'enroule les bobines

Liste des tableaux

Tableau 1.1	Causes et remèdes des différents modes de défaillance	P 06
Tableau 1.2	Objectifs techniques de la maintenance	P 11
Tableau 1.3	Avantages et inconvénients de la centralisation et la décentralisation de la maintenance	P 20
Tableau 1.4	Présentation des démarches, des méthodes et des outils de maintenance	P 27
Tableau 1.5	Niveaux de maintenance existants	P 30
Tableau 1.6	Aptitudes à diriger et à gérer exigée d'un directeur de la maintenance	P 46
Tableau 2.1	Tableau récapitulatif des avantages et des inconvénients des méthodes d'optimisation de la maintenance	P 60
Tableau 2.2	Temps total d'opération	P 66
Tableau 2.3	Temps total d'arrêt	P 67
Tableau 2.4	Ratios de la fonction maintenance.	P 70
Tableau 2.5	Méthode PIEU	P 71
Tableau 2.6	Niveaux d'ordonnancement en maintenance	P 83
Tableau 3.1	Gamme de production de l'entreprise MANTAL	P 99
Tableau 3.2	Evolution des gammes de production de l'entreprise MANTAL	P 99
Tableau 3.3	Equipements de l'atelier de filature	P 111
Tableau 3.4	Equipements de l'atelier de tissage	P 111
Tableau 3.5	Equipements de l'atelier de tissage	P 111
Tableau 3.6	Equipements de l'atelier de teinture	P 112
Tableau 3.7	Scores du questionnaire de l'audit maintenance de l'entreprise MANTAL	P 127
Tableau 3.8	Détermination du score total et du pourcentage moyen pour la fonction maintenance de l'entreprise MANTAL	P 127
Tableau 3.9	Axes d'amélioration en maintenance pour l'entreprise MANTAL	P 128
Tableau 3.10	Sources de bruit au sein des ateliers de MANTAL	P 131
Tableau 3.11	Evolution des rejets de l'entreprise MANTAL	P 134
Tableau 3.12	Etalonnage d'un manomètre à cadran de l'entreprise	P 136
Tableau 3.13	Opérations de maintenance (Préventive+ curative) de l'atelier de filature, année 2013	P 136
Tableau 3.14	Travaux relatifs à la maintenance préventive de l'atelier de filature, année 2013	P 137
Tableau 3.15	Travaux relatifs à la maintenance curative de l'atelier de filature, année 2013	P 137
Tableau 3.16	Opérations de maintenance (Préventive+ curative) de l'atelier de filature, année 2014	P 138
Tableau 3.17	Travaux relatifs à la maintenance préventive de l'atelier de filature, année 2014	P 139
Tableau 3.18	Travaux relatifs à la maintenance curative de l'atelier de filature, année 2014	P 139
Tableau 3.19	Opérations de maintenance (Préventive+ curative) de l'atelier de filature, année 2015	P 140
Tableau 3.20	Travaux relatifs à la maintenance préventive de l'atelier de filature, année 2015	P 141
Tableau 3.21	Travaux relatifs à la maintenance curative de l'atelier de filature, année 2015	P 142
Tableau 3.22	Opérations de maintenance (Préventive+ curative) de l'atelier de filature, année 2016	P 142
Tableau 3.23	Travaux relatifs à la maintenance préventive de l'atelier de filature, année 2016	P 143
Tableau 3.24	Travaux relatifs à la maintenance curative de l'atelier de filature, année 2016	P 144

Tableau 3.25	Evaluation des MTBF, MTTR, Taux de défaillance (λ) de l'atelier de filature	P 145
Tableau 3.26	Taux d'arrêt de l'atelier de filature	P 147
Tableau 3.27	Maintenance préventive (Filature)	P 147
Tableau 3.28	Maintenance curative (Filature)	P 147
Tableau 3.29	Evolution du Taux de Disponibilité (TD) des équipements de l'atelier de filature	P 148
Tableau 3.30	Evolution du Taux de Performance (TP) des équipements de l'atelier de filature	P 148
Tableau 3.31	Evolution du Taux de Qualité (TQ) des équipements de l'atelier de filature	P 149
Tableau 3.32	Evolution du Taux de Rendement Synthétique (TRS) de l'atelier « Filature »	P 149
Tableau 3.33	Opérations de maintenance (Préventive+ curative) de l'atelier de tissage, année 2013	P 150
Tableau 3.34	Travaux relatifs à la maintenance préventive de l'atelier de tissage, année 2013	P 151
Tableau 3.35	Travaux relatifs à la maintenance curative de l'atelier de tissage, année 2013	P 151
Tableau 3.36	Opérations de maintenance (Préventive+ curative) de l'atelier de tissage, année 2014	P 152
Tableau 3.37	Travaux relatifs à la maintenance préventive de l'atelier de tissage, année 2014	P 153
Tableau 3.38	Travaux relatifs à la maintenance curative de l'atelier de tissage, année 2014	P 153
Tableau 3.39	Opérations de maintenance (Préventive+ curative) de l'atelier de tissage, année 2015	P 154
Tableau 3.40	Travaux relatifs à la maintenance préventive de l'atelier de tissage, année 2015	P 155
Tableau 3.41	Travaux relatifs à la maintenance curative de l'atelier de tissage, année 2015	P 155
Tableau 3.42	Opérations de maintenance (Préventive+ curative) de l'atelier de tissage, année 2016	P 156
Tableau 3.43	Travaux relatifs à la maintenance préventive de l'atelier de tissage, année 2016	P 157
Tableau 3.44	Travaux relatifs à la maintenance curative de l'atelier de tissage, année 2016	P 158
Tableau 3.45	Evaluation des MTBF, MTTR, Taux de défaillance (λ) de l'atelier de	P 159
Tableau 3.46	Taux d'arrêt de l'atelier de tissage	P 161
Tableau 3.47	Maintenance préventive (Tissage)	P 161
Tableau 3.48	Maintenance curative (Tissage)	P 161
Tableau 3.49	Evolution du Taux de Disponibilité (TD) des équipements de l'atelier de tissage	P 161
Tableau 3.50	Evolution du Taux de Performance (TP) des équipements de l'atelier de tissage	P 162
Tableau 3.51	Evolution du Taux de Qualité (TQ) des équipements de l'atelier de tissage	P 162
Tableau 3.52	Evaluation du Taux de Rendement Synthétique	P 162
Tableau 3.53	Opérations de maintenance (Préventive+ curative) de l'atelier de finissage, année 2013	P 163
Tableau 3.54	Travaux relatifs à la maintenance préventive de l'atelier de finissage, année 2013	P 164
Tableau 3.55	Travaux relatifs à la maintenance curative de l'atelier de finissage, année 2013	P 164
Tableau 3.56	Opérations de maintenance (Préventive+ curative) de l'atelier de finissage, année 2014	P 165
Tableau 3.57	Travaux relatifs à la maintenance préventive de l'atelier de finissage, année 2014	P 165
Tableau 3.58	Travaux relatifs à la maintenance curative de l'atelier de finissage, année 2014	P 166
Tableau 3.59	Opérations de maintenance (Préventive+ curative) de l'atelier de finissage, année 2015	P 166
Tableau 3.60	Travaux relatifs à la maintenance préventive de l'atelier de finissage, année 2015	P 167
Tableau 3.61	Travaux relatifs à la maintenance curative de l'atelier de finissage, année 2015	P 167
Tableau 3.62	Opérations de maintenance (Préventive+ curative) de l'atelier de finissage, année 2016	P 168
Tableau 3.63	Travaux relatifs à la maintenance préventive de l'atelier de finissage, année 2016	P 169
Tableau 3.64	Travaux relatifs à la maintenance curative de l'atelier de finissage, année 2016	P 169
Tableau 3.65	Evaluation de MTTR et MTBF et le taux de défaillance (λ) de l'atelier de finissage	P 170

Tableau 3.66	Taux d'arrêt de l'atelier de finissage	P 172
Tableau 3.67	Maintenance préventive (Finissage)	P 172
Tableau 3.68	Maintenance curative (Finissage)	P 172
Tableau 3.69	Evolution du Taux de Disponibilité (TD) des équipements de l'atelier « Finissage »	P 172
Tableau 370	Evolution du Taux de Performance (TP) des équipements de l'atelier « Finissage »	P 173
Tableau 3.71	Evolution du Taux de Qualité (TQ) des équipements de l'atelier « Finissage »	P 173
Tableau 3.72	Evolution du Taux de Rendement Synthétique (TRS) de l'atelier « Finissage »	P 173
Tableau 3.73	Tableau des codifications par famille du matériel de l'entreprise MANTAL	P 175
Tableau 3.74	Tableau des codifications de pièce de rechange de l'entreprise MANTAL	P 176
Tableau 3.75	Coûts des interventions de maintenance de l'atelier de filature (Période 2013, 2014, 2015, 2016)	P 177
Tableau 3.76	Coûts des interventions de maintenance de l'atelier de tissage (Période 2013, 2014, 2015, 2016)	P 177
Tableau 3.77	Coûts des interventions de maintenance de l'atelier de finissage (Période 2013, 2014, 2015, 2016)	P 178
Tableau 3.78	Nombre des accidents de travail durant les années 2013, 2014, 2015 et 2016	P 179
Tableau 3.79	Absentéisme de l'entreprise MANTAL durant les années 2013, 2014, 2015 et 2016	P 180

Liste des figures

Figure 1.1	Cercle vicieux de l'entretien	P 03
Figure 1.2	Evolution du cycle de vie des équipements (Courbe en baignoire)	P 06
Figure 1.3	Place du service maintenance dans l'entreprise	P 09
Figure 1.4	Objectifs et progrès en maintenance	P 12
Figure 1.5	Représentation systématique du management de la maintenance	P 12
Figure 1.6	Analyse systématique de la gestion de la maintenance	P 13
Figure 1.7	Relation mutuelle entre les politiques de la maintenance et les autres groupes de politiques dans l'entreprise	P 16
Figure 1.8	Forme de compromis entre les pôles humain, économique et technique	P 18
Figure 1.9	Méthodes de maintenance	P 23
Figure 1.10	Différentes formes de maintenance et leur impact économique	P 24
Figure 1.11	Arbre de décision des méthodes de maintenance	P 31
Figure 1.12	Procédure en cas de dysfonctionnement	P 33
Figure 1.13	Schéma d'une intervention de maintenance	P 34
Figure 1.14	Interventions de maintenance préventive	P 35
Figure 1.15	Interventions de la maintenance corrective	P 36
Figure 1.16	Récapitulatif de normes disponibles auprès de l'AFNOR	P 40
Figure 1.17	Incidence de l'informatique de la maintenance sur les couts de l'entreprise	P 44
Figure 1.18	Fiche de la fonction « responsable de maintenance	P 48
Figure 2.1	Cercle dynamique des 36 bonnes pratiques de la maintenance	P 50
Figure 2.2	Présentation du processus maintenance	P 52
Figure 2.3	Management de la maintenance à l'aide des 5M	P 53
Figure 2.4	Management de la maintenance à l'aide des 5M	P 54
Figure 2.5	Diagramme Ishikawa des différents domaines de qualité pour l'obtention de la fiabilité	P 66
Figure 2.6	Cycle de vie d'un système : évolution dans le temps	P 68
Figure 2.7	Indicateurs résultant la disponibilité	P 68
Figure 2.8	Evolution des coûts de défaillance	P 80
Figure 2.10	Flux de communication de l'ordonnancement	P 84
Figure 2.11	Evolution du taux de défaillance $\lambda(t)$ durant le cycle de vie.	P 92
Figure 2.12	Composantes du TRS	P 94
Figure 3.1	Figure 3.1 Implantation des équipements dans l'atelier de « Filature »	P 99
Figure 3.2	Figure 3.2 Implantation des équipements dans l'atelier de « Tissage »	P 102
Figure 3.3	Figure 3.3 Implantation des équipements de l'atelier « Finissage »	P 105
Figure 3.4	Figure 3.4 Plan de l'atelier de « teinturerie »	P 107
Figure 3.5	Organigramme de l'entreprise MANTAL	P 109
Figure 3.6	Organigramme actualisé et détaillé de l'entreprise MANTAL	P 110
Figure 3.7	Courbe d'évolution du chiffre d'affaire de l'entreprise	P 112

Figure 3.8	Processus de l'entreprise MANTAL	P 113
Figure 3.9	Etapes de fabrication de l'entreprise MANTAL	P 116
Figure 3.10	Abaque d'aide à la décision de Noiret	P 117
Figure 3.11	Profil et moyenne du score du questionnaire de l'audit maintenance de l'entreprise MANTAL	P 128
Figure 3.12	Diagramme des pannes cumulées de l'atelier de filature, année 2013	P 137
Figure 3.13	Durée des interventions en heures (Préventive +curative), année 2013	P 138
Figure 3.14	Diagramme des pannes cumulées de l'atelier de filature, année 2014	P 138
Figure 3.15	Durée des interventions en heures (Préventive +curative), année 2014	P 140
Figure 3.16	Diagramme des pannes cumulées de l'atelier de filature, année 2015	P 141
Figure 3.17	Durée des interventions en heures (Préventive +curative), année 2015	P 142
Figure 3.18	Diagramme de pannes cumulées de l'atelier de filature, année 2016	P 143
Figure 3.19	Durée des interventions en heures (Préventive +curative), année 2016	P 144
Figure 3.20	Evolution des MTTR de l'atelier de filature	P 146
Figure 3.21	Evolution des MTBF de l'atelier de filature	P 146
Figure 3.22	Evolution du Taux de défaillance (λ) de l'atelier de filature	P 146
Figure 3.23	Évolution du Taux de Rendement Synthétique (TRS) de l'atelier « Filature »	P 149
Figure 3.24	Diagramme des pannes cumulées de l'atelier de tissage, année 2013	P 150
Figure 3.25	Durée des interventions en heures (Préventive +curative), année 2013	P 151
Figure 3.26	Diagramme des pannes de l'atelier de tissage, année 2014	P 152
Figure 3.27	Durée des interventions en heures (Préventive +curative), année 2014	P 154
Figure 3.28	Diagramme des pannes de l'atelier de tissage, année 2015	P 154
Figure 3.29	Durée des interventions en heures (Préventive +curative), année 2015	P 156
Figure 3.30	Diagramme des pannes de l'atelier de tissage, année 2016	P 157
Figure 3.31	Durée des interventions en heures (Préventive +curative), année 2016	P 158
Figure 3.32	Evolution des MTTR de l'atelier de tissage	P 160
Figure 3.33	Evolution des MTBF de l'atelier de tissage	P 160
Figure 3.34	Evolution du Taux de défaillance (λ) de l'atelier de tissage	P 160
Figure 3.35	Évolution du Taux de Rendement Synthétique (TRS) de l'atelier « Tissage »	P 163
Figure 3.36	Diagramme des pannes de l'atelier de finissage, année 2013	P 163
Figure 3.37	Durée des interventions en heures (Préventive +curative), année 2013	P 164
Figure 3.38	Diagramme des pannes de l'atelier de finissage, année 2014	P 165
Figure 3.39	Durée des interventions en heures (Préventive +curative), année 2014	P 166
Figure 3.40	Diagramme des pannes de l'atelier de finissage, année 2015	P 167
Figure 3.41	Durée des interventions en heures (Préventive +curative), année 2015	P 168
Figure 3.42	Diagramme des pannes de l'atelier de finissage, année 2016	P 168
Figure 3.43	Durée des interventions en heures (Préventive +curative), année 2016	P 169
Figure 3.44	Evolution des MTTR de l'atelier de finissage	P 171
Figure 3.45	Evolution des MTBF de l'atelier de finissage	P 171
Figure 3.46	Evolution du Taux de défaillance (λ) de l'atelier de finissage	P 171
Figure 3.47	Évolution du Taux de Rendement Synthétique (TRS) de l'atelier « Finissage »	P 174

Figure 3.48	Méthode de codification du matériel de l'entreprise MANTAL	P 175
Figure 3.49	Evolution des coûts des interventions (préventive+ curative) de l'atelier de filature	P 177
Figure 3.50	Evolution des coûts des interventions (préventive+ curative) de l'atelier de tissage	P 178
Figure 3.51	Evolution des coûts des interventions (préventive+ curative) de l'atelier de finissage	P 178
Figure 3.52	Accidents de travail (Entreprise et maintenance) durant les années 2013,2014, 2015 et 2016	P 179
Figure 3.53	Histogramme des taux d'absentéisme de l'entreprise MANTAL durant les années 2013,2014, 2015 et 2016	P 180

Sigles et abréviations

AFIM :	Association Française des Ingénieurs et responsables de Maintenance.
AEP :	Asseirnisement Eau Potable
AFNOR :	Association Française de Normalisation
AMDEC :	Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité
APR :	Analyse Préliminaire des Risques
ALPEC :	Algérienne des Produits d'Entretien et Chimiques
APR :	Analyse Préliminaire de Risque
BC :	Bon de Commande
BE :	Bon d'Entrée
BL :	Bon de Livraison
BR :	Bon de Retour
BSM :	Bon de Sortie Magasin
BT :	Bon de Travail
DAO :	Dessin Assisté par Ordinateur
CAO :	Conception Assistés par Ordinateur
CDC :	Cahier De Charge
Cd :	Coût de défaillance
Cm :	Coût directe de maintenance
Ci :	Coût d'indisponibilité
CEN :	Commission Européenne de Normalisation
CNAM :	Caisse Nationale de l'Assurance Maladie des travailleurs salariés
CNM :	Comité National de la Maintenance
CNMI :	Conseil National de la Maintenance
CPQ :	Comité de Pilotage Qualité
CETIM :	Centre Technique des Industries Mécaniques
CR :	Criticité
CSE :	Chef Service Entretien
CME :	Contre Maitre Entretien
D :	Délais
D.A :	Demande d'Achat
DT :	Demande de Travail
DIN :	Deutsche Institut für Normen
DKD :	Kalibrierdienst Deutschen

DSM :	Dispositifs de Surveillance et de Mesure
EAO :	Enseignement Assisté par Ordinateur
FAO :	Fabrication Assistée par Ordinateur
FMDS :	Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité, Sécurité
GMAO :	Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur
IM :	Imprimé
IN :	Instruction
JMA :	Japan Management Association
KPI :	Key Performance Indicators
LCC :	Life Cycle Cost (Coût du cycle de vie)
MO :	Mode Opératoire
MAO :	Maintenance Assistée par Ordinateur
MBF :	Maintenance basée sur la fiabilité
MC :	Maintenance curative
MDT :	Mean Down Time (Durée moyenne d'indisponibilité)
MP :	Maintenance préventive
MTBF :	Mean Time Between Failure (Temps moyen entre pannes)
MTTR :	Mean Time To Repair (Durée moyenne de réparation)
MTTF :	Mean Time To Failure (Temps moyen de fonctionnement avant panne)
MUT :	Mean Up Time (Durée moyenne de fonctionnement après réparation)
N :	Nombre de défaillance pendant une période donnée
Nm :	Effectif moyen dans la tranche
NTIC :	Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication
ODM :	Ordre de Maintenance
PEC :	Période Economique de Commande
QQOQCCP :	Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Combien ? Pourquoi ?
QEC :	Qualité Economique de Commande
RBI :	Méthode d'Inspection Basée sur les Risques
RBM :	Maintenance Basée sur les Risques
RBIM :	Risk Based Inspection and Maintenance
REX :	Retour d'Expérience
RIMAP :	Risk Based Inspection and Maintenance Procedures
RS :	Responsable Structure
RCM :	Reliability Centred Maintenance
SDM :	Sous-Direction Maintenance
SMQ :	System de Management Qualité

RO :	Rendement Opérationnel
SIL :	Safety Integrity Level
TA :	Temps d'Arrêt
TBF :	Temps de Bon Fonctionnement
TGAO :	Technologie de Groupe Assistée par Ordinateur
TMS :	Trouble Musculo-Squelettique
TRS :	Taux de Rendement Synthétique
TRG :	Taux de Rendement Global
TTR :	Temps Technique de Réparation
TPM :	Total Productive Maintenance
TQM :	Totale Quality Management
UI :	Unité d'Intervention
WG :	Work Group
XAO :	Ensemble des tâches Assisté par Ordinateur
5M :	Main-d'œuvre, Milieu, Méthodologies, Matériel, Moyen
5S :	Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke
ΔT_m :	Durée de la tranche d'âge

Liste des formules

Formule 1.1	Taux de Défaillance	P 6
Formule 1.2	Taux de Défaillance pour chaque tranche	P 32
Formule 1.3	Coûts de la maintenance corrective	P 42
Formule 2.1	Moyenne de la loi de Laplace-Gauss	P 61
Formule 2.2	Dispersion des échantillons autour de la moyenne	P 61
Formule 2.3	Loi de Poisson	P 61
Formule 2.4	Ecart type de la loi de Poisson	P 61
Formule 2.6	Coût des matériels Cm	P 62
Formule 2.7	Coûts de commande et d'acquisition Ca	P 62
Formule 2.8	Coût total	P 62
Formule 2.9	Période Economique de Commande (PEC)	P 63
Formule 2.10	MTTR	P 67
Formule 2.11	Fiabilité	P 68
Formule 2.12	MTBF	P 68
Formule 2.13	Disponibilité	P 68
Formule 2.14	Criticité	P 71
Formule 2.15	LCC	P 77
Formule 2.16	Coûts des travaux sous-traités	P 79
Formule 2.17	Coûts de défaillance (Cd)	P 80
Formule 2.18	Probabilité de constat d'une défaillance	P 92
Formule 2.19	Taux de défaillance	P 92
Formule 2.20	Mesure de la disponibilité	P 93
Formule 2.21	TRS	P 94
Formule 2.22	TRG	P 94
Formule 2.23	Composantes du TRS	P 94
Formule 3.1	Somme des MTTR	P 144
Formule 3.2	Somme de MTBF	P 145
Formule 3.3	Taux de défaillance	P 145
Formule 3.5	Taux brut de fonctionnement	P 147
Formule 3.6	Temps requis	P 147
Formule 3.7	Taux de Performance	P 147
Formule 3.8	Taux de Qualité	P 147
Formule 3.9	Taux de performance	P 148

Formule 3.10 Temps de cycle

P 148

Formule 3.11 Temps de production réel

P 148

Introduction générale

La maintenance a été considérée longtemps comme un mal nécessaire dans beaucoup de domaines industriels. Cette vision est toujours présente, surtout dans les pays en voie de développement.

Cependant, sous les effets conjugués de la crise économique et de la concurrence internationale, entraînant des contraintes incontournables liées aux exigences de la baisse des coûts de production des biens et des services, la position de la maintenance évolue dans un sens favorable.

Ces réductions de coûts conduisent de plus en plus les responsables d'entreprises à revoir leur position sur le rôle de la maintenance, devenue aujourd'hui un facteur de qualité et de productivité.

Dans le cadre de la mondialisation et l'environnement concurrentiel actuel, la remise en cause des méthodes de travail et la recherche d'amélioration permanente sont vitales pour les entreprises.

Ces changements sont orientés sur une cible bien identifiée, à savoir la satisfaction des besoins du client qui est devenu de plus en plus exigeant.

Les méthodes anciennes étant inadaptées à la mouvance économique, technologique et concurrentielle, il faudrait donc en expérimenter d'autres. La pratique du management de la maintenance appartient à ce champ expérimental à travers une maintenance productive de qualité dont la ligne directrice est le décloisonnement des fonctions techniques appelées à collaborer de façon « transverse » dans la cohérence d'une recherche d'efficacité maximale de l'ensemble.

C'est ainsi que des méthodes contemporaines telles que la TPM, la MBF... ont été développées pour renforcer les techniques de management déjà existantes. La fonction maintenance demeure toujours une fonction stratégique de l'entreprise.

Afin de traiter notre sujet, nous avons structuré notre mémoire suivant trois chapitres suivants :

- le premier chapitre montre une approche et rappelle le cadre de la maintenance,
- le deuxième chapitre fait le point sur les techniques de management de la maintenance à l'aide de bonnes pratiques ainsi que ses principales méthodes d'optimisation,
- enfin, le troisième chapitre traite l'application du management de la maintenance dans une entreprise Algérienne de production.

Chapitre 1

Approche et importance

de la maintenance

au sein de l'entreprise

Introduction

La maintenance est un conglomérat d'activités qui affecte fortement les fonctions environnantes qui, à leur tour affectent son fonctionnement et ses performances. Souvent, elle est l'une des fonctions peu visible de l'entreprise et parfois même méconnue des décideurs qui sous-estiment son impact. 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. Bien organisée, elle devient un facteur important de qualité, de sécurité, de respect des délais de productivité et d'environnement. La maintenance ne doit pas être perçue comme une fonction secondaire, elle doit bénéficier de toute l'attention nécessaire qu'elle mérite.

1.1 Concepts et définitions

1.1.1 Histoire du terme « maintenance »

Le terme « maintenance », forgé sur les racines latines manus et tenere, est apparu dans la langue française au XIIème siècle. L'étymologiste Wace a trouvé la forme mainteneor (celui qui soutient), utilisée en 1169 : qui est une forme archaïque de « mainteneur ».

Les utilisations anglo-saxonnes du terme « maintenance » sont donc postérieures. A l'époque moderne, le mot est réapparu dans le vocabulaire militaire : « maintien dans des unités de combat, de l'effectif et du matériel à un niveau constant». L'industrie l'a reprise à son compte en l'adaptant aux unités de production affectées à un « combat économique» [44]

D'autre part, le terme « maintenance » désigne plusieurs catégories de travaux, notamment :

- la surveillance et travaux simples (graissage ...) généralement dévolus aux utilisateurs du matériel ou des installations.
- le contrôle de fonctionnement et travaux plus complexes que les précédents, souvent effectués par des spécialistes.
- le dépannage et réparation en cas d'incident confiés à des ouvriers ou équipes spécialisées.
- l'entretien systématique comportant des révisions partielles ou totales, réalisées sur place ou dans un atelier spécialisé.
- la reconstruction complète de machines ou d'installations, constituant une véritable remise à neuf.

1.1.2 Historique de la maintenance

Le service maintenance est l'aboutissement d'une évolution opérée à partir de l'existant : les services entretien traditionnels. Présents dans l'industrie à partir du début de l'ère industrielle, les services entretien sont alors une sous-fonction de la production. Souvent excentrés dans l'entreprise, ils reposent sur des métiers : dépanneurs mécaniciens, dépanneurs électriques, graisseurs et régulateurs travaillent séparément et sont souvent en conflit avec les services production.

L'entretien consistait majoritairement à dépanner et à réparer après défaillance, avec le souci d'un redémarrage rapide, en n'ayant comme objectif préventif que le minimum vital : lubrification et rondes

de surveillance. L'image de la maintenance pourrait être celle d'un agent des méthodes réfléchissant au moyen de ne plus avoir à dépanner.

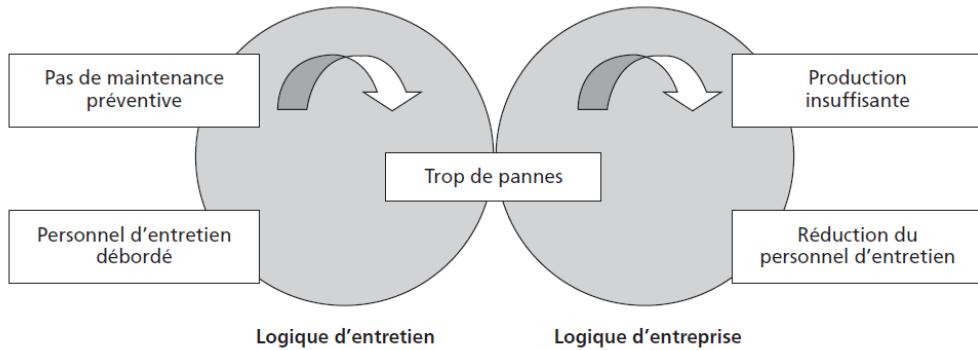


Figure 1.1 Cercle vicieux de l'entretien [44]

La structuration des services «maintenance» s'est fondée sur des concepts et des méthodes radicalement en rupture avec les usages de l'entretien. Le besoin émergent qu'il était impératif de satisfaire était la sécurité des exploitants, mais aussi des usagers et des utilisateurs. Il est donc naturel que les initiateurs de la maintenance aient été des domaines à risques, tels que :

Les transports (Rail, marine et aéronautique), la pétrochimie, le nucléaire.

Pour les responsables de ces domaines, entretenir le matériel en subissant son comportement devenait inadapté face aux risques encourus : il leur fallait apprendre à maîtriser ces systèmes automatisés, à prévenir les incidents pour éviter les accidents, tout en évitant des surcoûts prohibitifs.

Il faut remarquer qu'avant 1980, ces expériences de structuration de la maintenance se faisaient dans une logique sectorielle, le cloisonnement entre entreprises étant fort.

Au début des années 1980, la France par exemple, a eu la volonté, avant ses partenaires européens, de structurer et de normaliser les activités relatives à la maintenance à partir d'une vision transversale de la fonction.

En 1980 le Comité National de la Maintenance (CNM) a été constitué « transversalement » par le ministère de l'industrie pour rassembler les différents acteurs de la maintenance dans une réflexion commune. Devenu en 1994 le CNMI, cet organisme a mis au point la « Charte de la maintenance industrielle ». C'est à partir de 1979 que sortirent les premières normes de maintenance AFNOR de la série X 60, la norme générale relative à la fonction maintenance X 60 000 datant de février 1985.

A partir de 1994, la volonté de normaliser les activités de maintenance toucha l'Europe, par les travaux du Comité Européen de Normalisation (CEN).

Les années 1980 virent les entreprises obligées de s'adapter à des marchés plus fluctuants et élargis, voire mondialisés. La réactivité aux marchés devint prépondérante, entraînant la mise en œuvre de concepts nouveaux concernant l'organisation de la production aussi bien que l'organisation de la maintenance. C'est en particulier le cas de la «maintenance productive», importée du Japon à la même

époque vint la recherche de la qualité : compétitivité par le meilleur ratio qualité/prix possible et la mise en place de l'assurance qualité. C'est à partir de 1987 que les premières entreprises furent certifiées ISO 9000. Cette assurance de la qualité concerne les services «maintenance» dans la structuration de leurs méthodes et procédures. Les normes ISO 14000 représentent depuis 1996 un nouveau défi, mettant la maintenance de l'outil industriel au service de la productivité dans le respect de l'environnement.

A partir de 1980 se mit également en place la production «juste à temps» associée à la recherche du zéro défaut et du zéro panne, notamment en maintenance.

Aujourd’hui, la performance industrielle passe par une convergence d’objectif entre la production et la maintenance.

L’année 1990, voit l’ouverture des activités tertiaires. Les méthodes de la maintenance industrielle sont alors transférées vers les groupes d’assurance, les groupes commerciaux et les hôpitaux.

Les termes de maintenance immobilière et de maintenance hospitalière sont aussi apparus dans tous ces domaines, les savoir-faire industriels sont adaptés en terme de maîtrise économique et technique des matériels et même des infrastructures. [44]

1.1.3 Définitions de la maintenance

- D’après le dictionnaire Larousse, la maintenance est un « ensemble de tout ce qui permet de maintenir ou rétablir un système en état de fonctionnement ».
- L’Association Française de Normalisation «AFNOR» définit la maintenance comme étant « l’ensemble des activités destinées à maintenir ou à rétablir un bien dans un état ou dans des conditions données de sûreté de fonctionnement, pour accomplir une fonction requise. Ces activités sont une combinaison d’activités techniques, administratives et de management (X 60-010) » [6].
- D’après la définition du CEN (Comité Européen de Normalisation)-Projet W1 319-003 soumis à enquête, la maintenance est « l’ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de gestion durant le cycle de vie d’un bien, destinée à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise ».
- La FONCTION REQUISE d'un bien est la fonction ou l'ensemble des fonctions considérées comme nécessaires pour fournir un service donné

1.2 Evolution et mutation de la maintenance

Actuellement la modernisation de l’outil de production impose une évolution fondamentale dans le domaine de la maintenance. Cette évolution se traduit par un changement profond pour les entreprises par une évolution de mentalités. Cette mutation nécessite des structures nouvelles, des moyens nouveaux et pour le personnel un « état d'esprit maintenance”

1.2.1 Forme initiale de la maintenance

Bien que le développement des équipements divers ait accompagné celui de l'homme, c'est surtout avec l'avènement de l'ère industrielle que la fonction maintenance s'est développée. Auparavant, il existait déjà de nombreuses machines, à énergie éolienne ou hydraulique, relativement simples, que leur constructeur pouvait facilement maintenir en état. Le développement du machinisme révéla progressivement la nécessité de la fonction maintenance, sous la forme simplifiée d'entretien.

Ainsi, à l'époque de la première guerre mondiale, Fayol, père de l'organigramme en râteau, prévoyait un service entretien-construction-divers dans les grandes entreprises. L'entretien consistait alors essentiellement en dépannages et réparations, ce qui correspond sensiblement à la maintenance corrective actuelle. Les opérations de lubrification et graissage représentaient de leur côté le début de la maintenance dite préventive.

1.2.2 Développement de l'entretien préventif

Il correspondrait pratiquement à la maintenance systématique actuelle, consistant essentiellement en interventions périodiques telles que la lubrification et le graissage, les visites, les révisions partielles, et les révisions générales. Cette politique qui répondait à l'adage « mieux vaut prévenir que guérir », convenait généralement bien aux équipements de type électromécaniques dont la plus grande partie des défaillances étaient du type usure, donc relativement prévisibles. Toutefois, il semble qu'initialement les efforts prodigues pour développer l'entretien préventif portaient surtout sur l'organisation et la planification des tâches périodiques, fixées à priori. Ce n'est qu'ensuite que l'on a cherché à optimiser de façon empirique la fréquence des interventions systématiques, en particulier pour les révisions périodiques, compte tenu de l'état dans lequel se trouvait le matériel lors de son démontage. Des moyens rigoureux d'optimisation du remplacement préventif systématique d'éléments ou de sous-ensembles sensibles, furent ensuite mis au point. Il s'agissait des éléments ou sous-ensembles dont une avarie pouvait entraîner des coûts indirects importants. Kelly fut un précurseur dans ce domaine : il ajustait les lois d'avaries des éléments sensibles à une loi log normale [10].

La loi de Weibull dont l'emploi s'est développé par la suite convient toutefois mieux pour représenter les lois d'avarie [10].

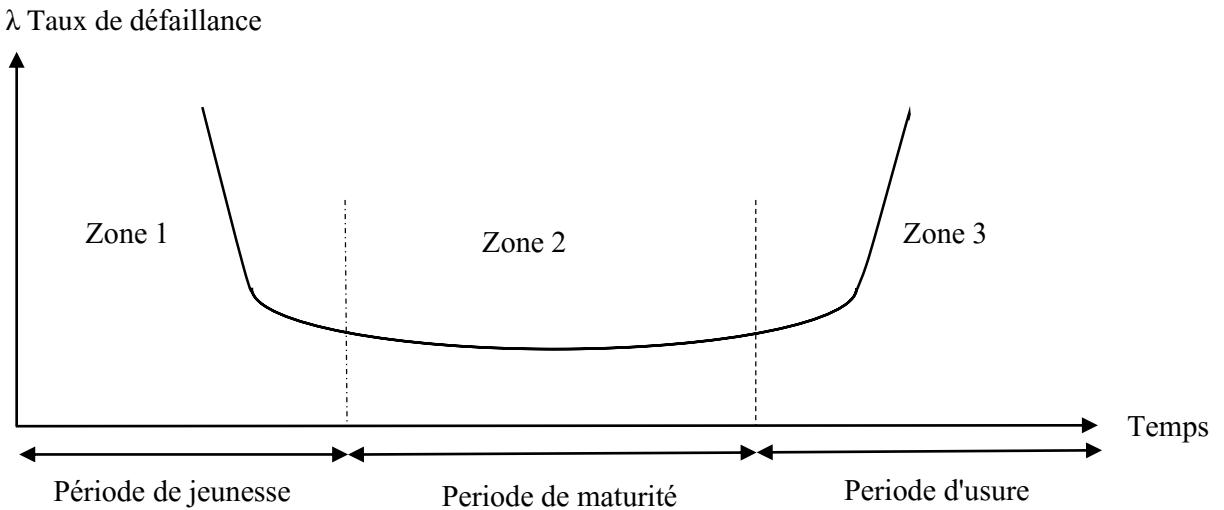


Figure 1.2 Evolution du cycle de vie des équipements (Courbe en baignoire) [10]

Taux de défaillance : $\lambda(t)$ (pannes / heure)

Le taux de défaillance est fourni par les constructeurs mais on peut le définir par l'exploitation des historiques de pannes.

$$\lambda = \frac{\text{nombre de pannes}}{\text{nombre d'heures de fonctionnement}} \quad (1.1)$$

	Cause	Remèdes
Période de jeunesse	Défauts de fabrication Assemblage Contrôle de la qualité Conception Contamination	Tests de validation Vérification Contrôle de la qualité
Période de vie utile	Environnement Erreur humaine Charges aléatoires Catastrophes naturelles Evénement aléatoire	Redondance Amélioration de la résistance
Période de vieillissement	Fatigue Corrosion Frottements Charges cycliques Age	Réduction du taux de pannes Maintenance préventive Remplacement préventif

Tableau 1.1. Causes et remèdes des différents modes de défaillance

1.2.3 Développement de la maintenance conditionnelle

Avec le développement de l'électronique, on a constaté que de nombreux composants présentaient un taux de défaillance $\lambda(t)$ quasi constant dans le temps, une fois passée la période des défauts de jeunesse éventuels, et que leur remplacement préventif par des éléments neufs identiques ne présentait guère d'intérêt, mais avait au contraire l'inconvénient de faire subir des défauts de jeunesse éventuels. De même, le démontage des équipements hydrauliques des avions pouvait constituer une cause d'avarie, par introduction d'impuretés dans les circuits. Il est alors apparu préférable, dans ce dernier cas, de surveiller le bon état des éléments pouvant être l'objet de défaillances gênantes, pour n'intervenir qu'à bon escient, si un début de dégradation se produit. Cette politique constitue la maintenance conditionnelle, qui est une maintenance préventive subordonnée à un type d'événement prédéterminé (auto-diagnostic, information d'un capteur, mesure d'une usure ...). De même, il peut éventuellement se révéler plus avantageux de remplacer certains éléments sensibles le plus tard possible, lorsqu'ils commencent à subir une dégradation progressive, plutôt que de façon systématique, après une durée de vie relativement courte, en cas d'une grande dispersion des durées de vie pratiques.

Pour des dégradations lentes et progressives, la maintenance conditionnelle présente même un aspect prévisionnel. En effet, il devient alors possible, de prévoir la date jusqu'où l'évolution de la dégradation constatée reste dans les limites acceptables, et ainsi d'organiser au mieux l'intervention de maintenance.

Le développement de moyens de contrôles non destructifs et d'instruments de mesure fiables a permis de développer cette maintenance conditionnelle, alors que sa forme la plus évoluée fait appel à l'ordinateur (GMAO) pour le suivi des contrôles, le diagnostic et l'alarme.

1.2.4 Amélioration de la fiabilité, la maintenabilité et la disponibilité des équipements par la TPM et la MBF

Les méthodes de maintenance font désormais partie intégrante de la productique et constituent un moyen de contribuer efficacement à l'amélioration des résultats et de la compétitivité des entreprises. Ces méthodes y contribuent en permettant non seulement une réduction des coûts directs de maintenance, mais aussi par un accroissement de l'efficacité des équipements productifs. Cet accroissement de productivité résulte d'une recherche systématique de l'amélioration de leur fiabilité, de leur maintenabilité et plus généralement, de leur disponibilité. C'est en particulier ce que préconise la maintenance productive qui fut à l'origine de la méthode japonaise TPM (Total Productive Maintenance) et la Maintenance Basée sur la Fiabilité (MBF).

1.2.5 Maintenance Assistée par Ordinateur (MAO)

Le développement d'ordinateurs de plus en plus performants et d'un prix abordable ainsi que celui de logiciels ont provoqué l'apparition de nouveaux outils informatisés constituant la famille des XAO, tels que : CAO, DAO, FAO, TGAO, EAO : conception, dessin, fabrication, technologie de groupe,

enseignement assisté par ordinateur... et la MAO (Maintenance Assistée par Ordinateur). En fait, l'ordinateur est utilisé depuis longtemps pour certaines fonctions de maintenance, mais plutôt dans le cadre de la gestion de la production et en particulier pour la gestion des stocks et les prix de revient. Avec la MAO, il s'agit d'aides spécifiques à la gestion de la maintenance, avec application à de nombreuses autres fonctions, telles que la gestion du parc d'équipements, le suivi des sous-ensembles, le suivi des opérations de maintenance, la mise en mémoire des interventions, des guides de diagnostic, des points-clés à respecter ... Les développements les plus poussés de la MAO résident dans la mise en œuvre, pour les diagnostics complexes, de systèmes experts faisant appel à l'intelligence artificielle.

1.3 Importance de la maintenance dans l'entreprise

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 le management 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 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 performants. Elle est devenue un état d'esprit. La maintenance ne doit pas être perçue comme une fonction secondaire, elle doit bénéficier de toute l'attention voulue.

1.3.1 Importance de la maintenance sur le plan économique et pour la sécurité des personnes et des biens

La fonction maintenance a acquis, et la tendance se poursuit, une importance croissante avec le développement d'installations de plus en plus complexes, automatisées ou robotisées.

Dans des industries fortement automatisées, le personnel de maintenance représente souvent de l'ordre de 40 % de l'effectif total (sidérurgie, cimenteries, industrie pétrolière ...). Toutefois, le coût direct de la mise en œuvre de la maintenance ne constitue que l'un des facteurs économiques à considérer. [14] Un autre facteur économique primordial réside dans les coûts indirects, à savoir les coûts d'indisponibilité ou de dégradation de fonction des équipements. Toutes proportions gardées, ces coûts indirects constituent la partie cachée de l'iceberg, car ils ne font souvent pas l'objet d'une saisie comptable comme les coûts directs. Il peut s'agir par exemple :

- de l'incidence financière des pertes de production pour panne, indisponibilité ou dégradation de fonction, des coûts de non qualité pouvant éventuellement en résulter ;
- de pénalités éventuelles pour retard de livraison ;
- du coût de mesures prises éventuellement pour pallier les défaillances des équipements productifs : heures supplémentaires, appel à l'extérieur ... ;
- dans certains cas, des défaillances d'appareillage peuvent entraîner la destruction complète de l'installation ou de l'équipement comme ce fut le cas pour la centrale nucléaire de Three Miles Island

et le naufrage du super pétrolier Amococadiz. Dans ce dernier cas, des nuisances importantes à l'environnement ajoutent le coût de leur réparation à celui de la perte du bâtiment.

En outre, des défaillances d'équipement peuvent mettre en cause la sécurité des personnes, voire provoquer de nombreuses victimes, comme ce fut le cas pour la catastrophe de l'usine de Bophal, de la perte du Boeing de la Japan Airlines ...

En résumé, la fonction maintenance présente une importance capitale :

- d'une part, sur le plan financier, en ce qui concerne la maîtrise de ses coûts directs et des coûts d'indisponibilité ou de dégradation de fonction :
- d'autre part, sur le plan de la sécurité des personnes et des biens. [10].

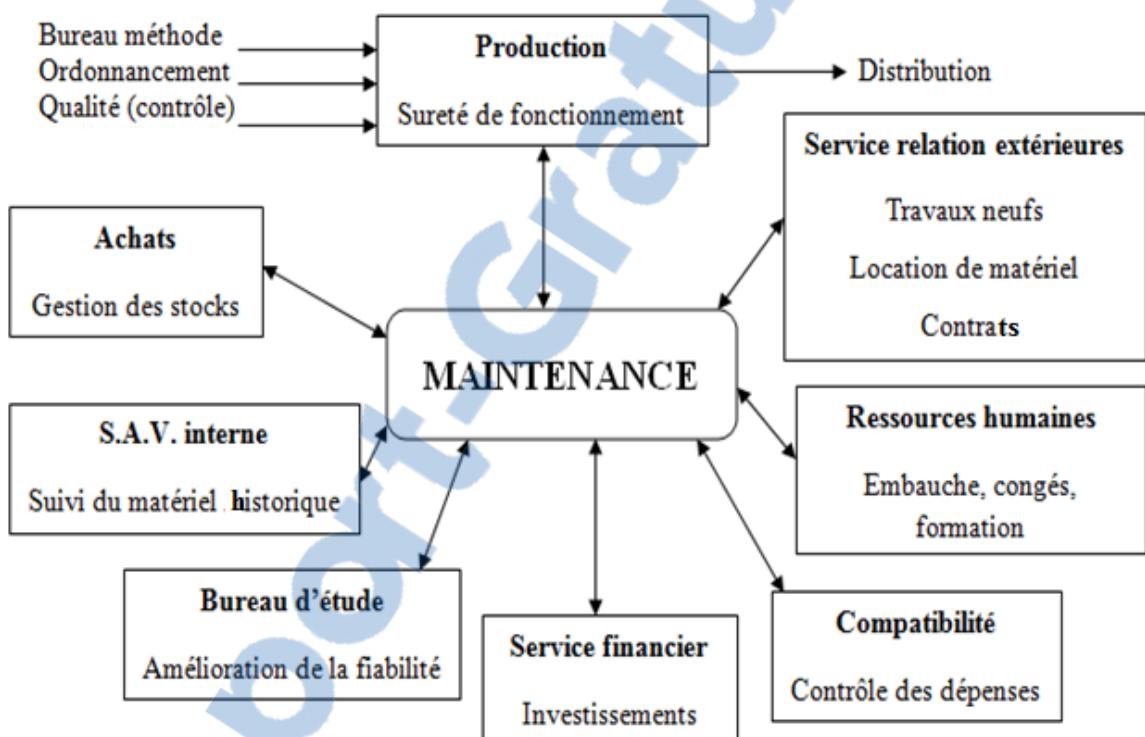


Figure 1.3 Place du service maintenance dans l'entreprise [2]

1.4 Objectifs de la maintenance

1.4.1 Objectifs fondamentaux de la maintenance

Nous pouvons identifier deux objectifs majeurs de maintien d'un site de production :

- l'un est à dominante économique : il consiste à réduire les dépenses et à travers elles, le budget du service;
- l'autre est à dominante opérationnelle : il consiste à améliorer la disponibilité du système productif et à travers elle, la productivité.

Autre aspect : ces deux objectifs peuvent se succéder ou peuvent coexister sur des équipements d'environnements économiques différents. Les deux objectifs supposent en commun la maîtrise technique de l'outil de travail, ainsi que la définition d'indicateurs qui permettent de mesurer

objectivement les progrès obtenus. Si la maintenance est impliquée dans le processus de gestion de l'appareil de production pour assurer la continuité et la qualité de la production avec un coût minimum, dans ce cas, il s'agit alors d'améliorer à la fois la fiabilité des équipements et de réduire les temps de réparations.

Le critère dominant devient alors la minimisation non plus du coût de défaillance qui est constitué par le coût de maintenance occasionnée par une panne, mais le coût de cette panne en termes d'arrêt de production (Manque à gagner). L'objectif général de la maintenance est de conserver les équipements, installations ou autres éléments de l'actif dans des conditions qui facilitent l'atteinte des buts que s'est fixée l'entreprise.

1.4.1.1 Objectifs généraux

Les objectifs poursuivis par la fonction maintenance résultent des objectifs généraux qui, dans le cas d'une entreprise portent essentiellement sur la rentabilité, la croissance, la sécurité, ainsi que sur des objectifs sociaux. La rentabilité apparaît toutefois comme prioritaire. En effet, c'est la condition impérative permettant, à long terme, d'atteindre les autres objectifs, en l'absence d'aide extérieure.

La fonction maintenance doit donc, comme les autres fonctions, contribuer à la réalisation de cet objectif essentiel, à savoir la rentabilité et la compétitivité des entreprises et l'efficacité des administrations et services publics.

La sécurité des personnes et des biens constitue une composante prioritaire des objectifs de la maintenance. La législation a édicté un certain nombre de réglementations. Toutefois, en raison de la croissance du progrès technologique, des équipements de type nouveau peuvent se trouver momentanément en avance sur la réglementation, et il incombera à la fonction maintenance, en liaison avec les responsables de la sécurité, d'établir les consignes internes éventuellement souhaitables à titre provisoire.

1.4.1.2 Objectifs techniques de la maintenance

Ces objectifs dépendent essentiellement de la nature des entreprises considérées et de leurs impératifs d'exploitation [6]. Ces impératifs sont donnés sur le tableau suivant :

	Production par processus	Production/ montage en série	Production par unités	Service de transport	Exploitation de services
Type d'équipement	Spécialisé haute technologie	Machines-outils courantes	Equipement spécialisé, spécifique à chaque étape de lancement des travaux	Parc relativement uniforme de technologie courante	Peu d'équipements propres mais des services auxiliaires
Impératif d'exploitation	Ne pas interrompre le flux, cela coûte cher	Maintenir chaque poste de travail à sa capacité maximale	A chaque nouvelle étape de la fabrication, l'appareillage nécessaire doit être disponible	Le nombre d'unités en révision doit être aussi faible que possible	A aucun moment les services ne doivent être arrêtés
Capacités particulières	Connaissance approfondie du processus spécialisé	Connaissance des principaux types de machines-outils	Assurer la disponibilité du matériel spécialisé pour chaque étape	Prévoir une rotation rationnelle qui permet l'entretien systématique	Assurer sans interruption la fourniture des services auxiliaires
inclusif de plus en plus d'équipements automatisés et de robots.					

Tableau.1.2 Objectifs techniques de la maintenance. [10]

1.4.1.3 Autres objectifs possibles

Les autres objectifs spécifiques analysés qui peuvent concerter la maintenance à certains moments de la vie de l'entreprise soumise à des contraintes cycliques. Suivant leur nature, ces objectifs peuvent faire l'objet de projets à moyen ou long terme. Exemples :

- objectif initial : sortir du cercle vicieux de l'entretien
- objectif réglementaire : se mettre en conformité avec des aspects réglementaires liés au secteur d'activité ;

- objectif sécuritaire : assurer la sécurité des biens, des hommes de maintenance, des utilisateurs ou des usagers;
- objectif qualité : rechercher une certification ISO 9000 ou l'agrément d'un client important;
- objectif environnement : tout mettre en œuvre pour respecter l'environnement et/ou recherche de la certification ISO 14000;
- objectif patrimonial : conserver le système productif en état de durabilité exceptionnelle;
- objectif commercial : avoir des installations d'une propreté irréprochable à des fins commerciales (visites ou audits);
- objectif qualité totale : apporter la contribution de la maintenance à un projet «qualité totale» d'entreprise, en général par la mise en œuvre d'un projet TPM.

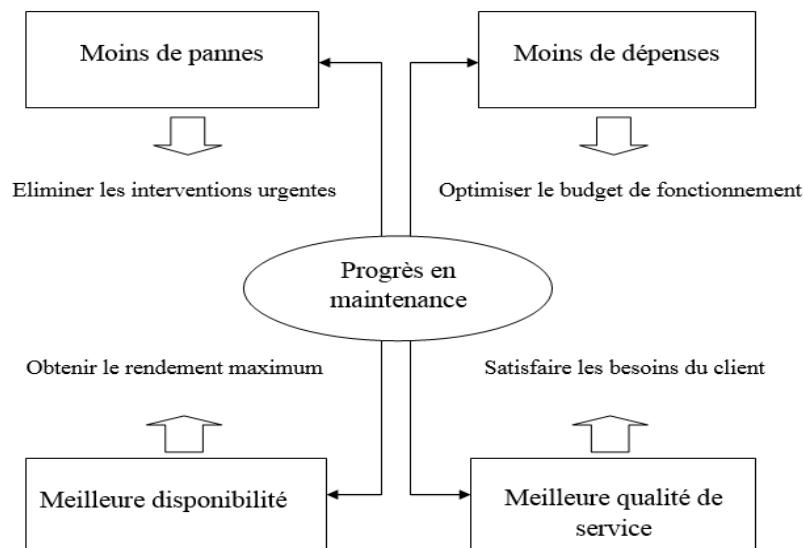


Figure 1.4 Objectifs et progrès en maintenance [44]

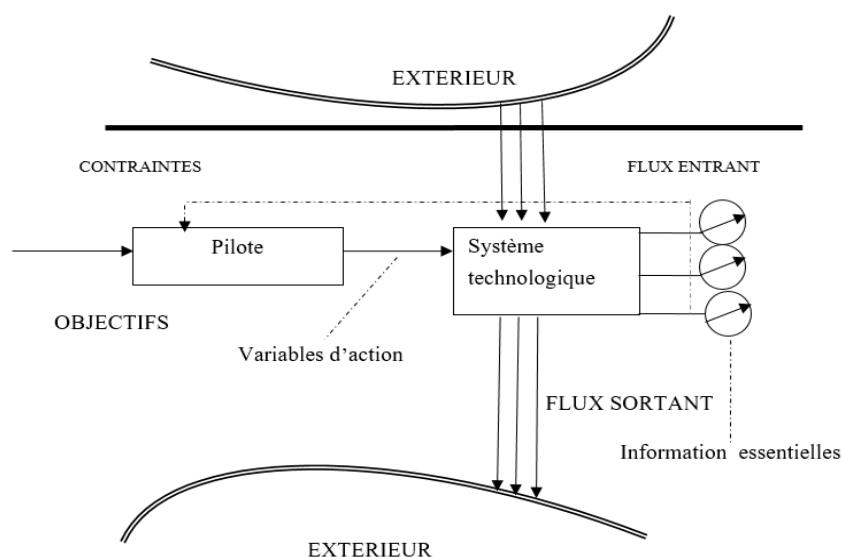


Figure 1.5 Représentation systématique du management de la maintenance [10]

1.5 Analyse systématique de la gestion de la maintenance

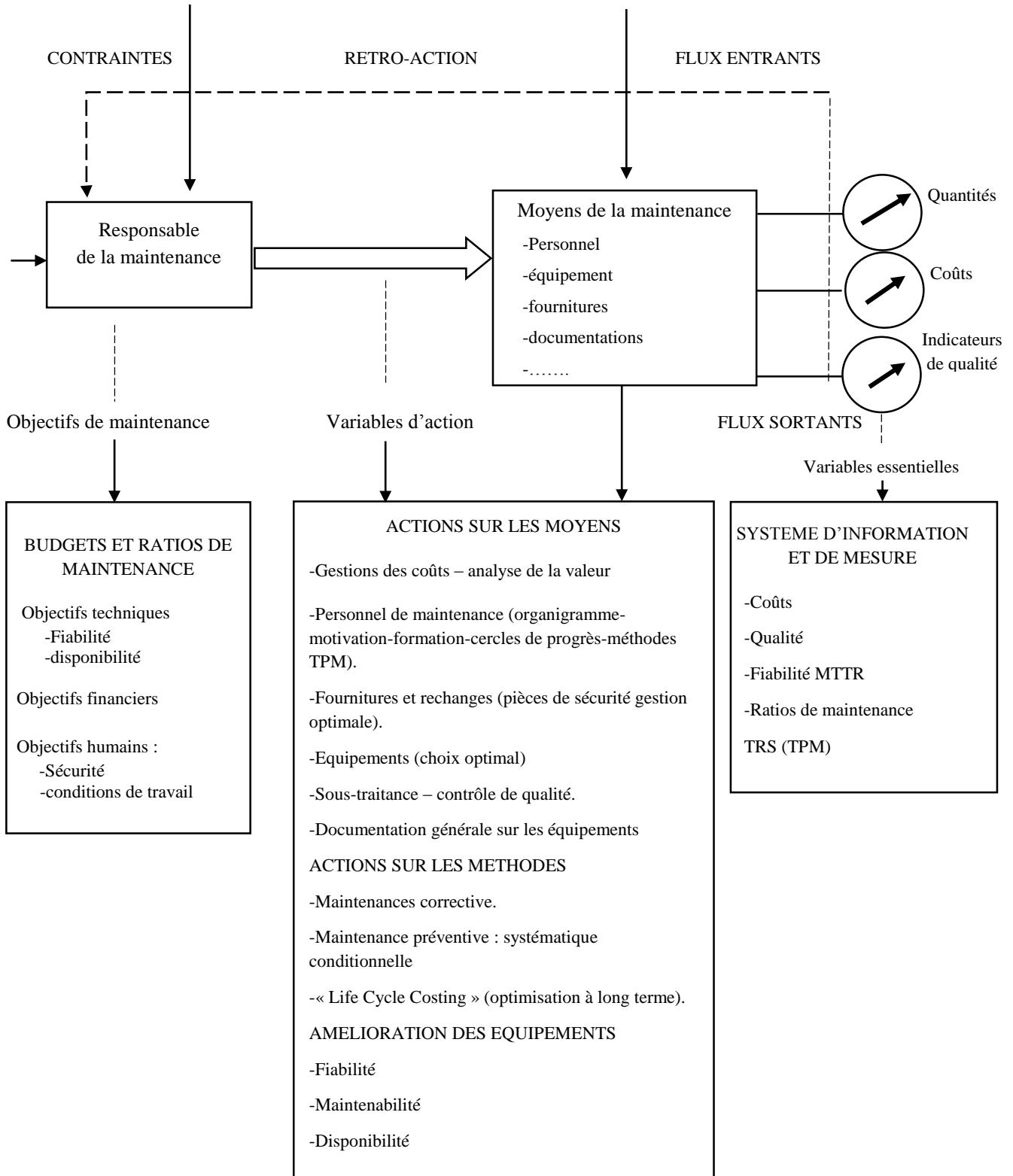


Figure 1.6 Analyse systématique de la gestion de la maintenance [34]

1.6 Missions et tâches de la maintenance

Les objectifs généraux assignés à la maintenance impliquent des missions multiples, d'où l'attribution de moyens importants : leur pleine rentabilisation amène très souvent la maintenance à assurer des missions qui, par nature, peuvent dépasser le cadre strict de cette fonction.

Les principales missions de la maintenance consistent à :

- assurer la maintenance de l'équipement de production
- améliorer l'équipement de production
- prendre en charge les travaux neufs. De même, les objectifs opérationnels de la maintenance sont d'assurer la production prévue en termes de qualité (Conformité aux normes), en termes de délais et en termes de coûts, de même la fonction maintenance recouvre un ensemble de :
 - tâches techniques comme la prévention, le diagnostic, le dépannage et la remise en route, la réparation des pièces ; mais, aussi, la remise en cause des études et méthodes.
 - tâches de gestion : gestion de l'information et de la documentation (Mise à jour des notices techniques, suivi des statistiques, etc...), gestion des ressources humaines, gestion des interventions, gestion des budgets.

1.7 Stratégies de la maintenance

1.7.1 Définition de la stratégie de maintenance

La stratégie de maintenance peut être définie comme étant une méthode de management utilisée en vue d'atteindre les objectifs de maintenance. [44]

Les choix de stratégie de maintenance permettent d'atteindre un certain nombre d'objectifs de maintenance à savoir :

- développer, adapter ou mettre en place des méthodes de maintenance ;
- élaborer et optimiser les gammes de maintenance ;
- organiser les équipes de maintenance ;
- internaliser et/ou externaliser partiellement ou totalement les tâches de maintenance ;
- définir, gérer et optimiser les stocks de pièces de rechange et de consommables ;
- étudier l'impact économique (Temps de retour sur investissement) de la modernisation ou de l'amélioration de l'outil de production en matière de productivité et de maintenabilité.

1.7.2 Stratégie basée sur le Life Cycle Cost (LCC)

La grandeur Life Cycle Cost en français dit : coût du cycle de vie désigne la somme des coûts d'investissement de l'équipement, des coûts cumulés d'utilisation et des coûts de maintenance, sur la durée de vie de l'équipement. La difficulté majeure de cette approche est l'estimation des différents coûts intervenant durant le cycle de vie d'un équipement.

1.7.3 Stratégie basée sur la « Total Productive Maintenance (TPM) »

La stratégie « Total Productive Maintenance » a été initiée au Japon dans les années 1970 et s'inscrit dans une stratégie du zéro défaut, zéro délai, zéro stock et zéro panne. Elle met l'accent sur l'organisation des ressources productives pour améliorer la disponibilité des équipements. Elle a pour objectif :

- d'améliorer l'efficacité du service maintenance (Maintenance préventive, systématique ou conditionnelle, la Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO) ;
- de mettre en place l'auto maintenance ;
- de suivre quantitativement la productivité des équipements en améliorant le Taux de Rendement Synthétique (TRS) ;
- d'améliorer la productivité globale des équipements sur tout le cycle de vie.

1.7.4 Stratégie basée sur la « Maintenance Basée sur la Fiabilité (MBF) »

Cette stratégie s'établit sur l'amélioration de la fiabilité qui se définit comme étant l'aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, durant un intervalle de temps donné, et la maintenabilité qui signifie l'aptitude d'un bien, dans des conditions données d'utilisation, à être maintenu ou rétabli dans un état où il peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est réalisée dans des conditions données, en utilisant des procédures et des moyens prescrits. [47]

1.8 Politiques de la maintenance dans l'entreprise

Les politiques sont des principes directeurs qui aident à atteindre l'objectif défini d'une fonction. Elles indiquent l'action à entreprendre pour remédier aux situations qui se produisent. Une étude a montré que les politiques de maintenance sont rarement définies et qu'elles existent très rarement sous forme écrite [45]. Citons l'American Management Association, Controls of Maintenance Costs :

« Les politiques de maintenance sont ordinairement issues de l'expérience, de façon assez empirique, au lieu d'avoir été conçues pour réaliser des objectifs spécifiques à la maintenance. Relativement, peu d'entreprises disposent de politiques écrites de maintenance. L'uniformité et la continuité de ces politiques tendent à manquer, car elles existent surtout dans la tête des chefs de la maintenance. Cette situation peut partiellement être attribuée au peu d'attention qu'attribue le management à la maintenance. On peut trouver une meilleure explication dans les difficultés rencontrées pour appliquer l'analyse quantitative à l'établissement des objectifs de maintenance. »

Les politiques portant sur le fonctionnement de la maintenance peuvent être subdivisées comme suit [45] :

- a) domaine et limites de la maintenance
- b) type et niveau de service attendu
- c) responsabilités auprès de la direction
- d) pratiques du personnel
- e) fonctions commerciales et contacts avec les syndicats

f) budget et contrôles financiers

Ces politiques peuvent être présentées sous forme d'organigramme comme le montre la figure suivante. Les relations mutuelles entre les diverses fonctions de l'entreprise y sont représentées. Chaque relation numérotée doit disposer de politiques détaillées pour remédier rapidement à toute éventualité.

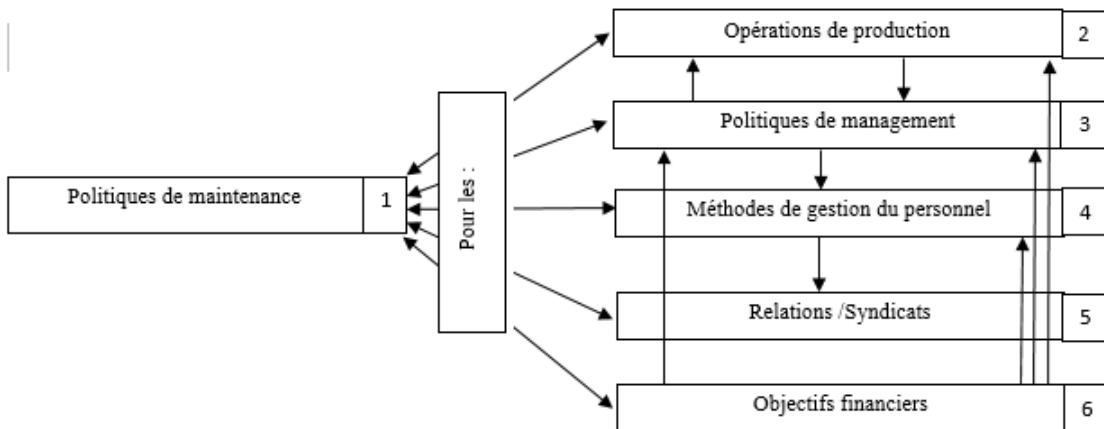


Figure 1.7 Relation mutuelle entre les politiques de la maintenance et les autres groupes de politiques dans l'entreprise [45].

L'avantage qu'il y a à définir et à utiliser des politiques est le fait que le management peut aviser tous les niveaux de ses intentions. Les politiques étendent et limitent à la fois l'autorité puisqu'elles garantissent l'action des gens dans le domaine tout entier permis par la définition.

En l'absence de politique, les gens tendent à exagérer leurs limitations, de sorte qu'ils ne se surmènent pas et qu'ils n'accroissent pas leurs responsabilités. Les fonctions que l'on attend du service maintenance ne sont pas évidentes. Il arrive souvent que certaines fonctions ne sont spécifiées explicitement qu'en partie, d'autres sont supposées, certaines sont assignées à la maintenance en l'absence d'autres responsables et d'autres enfin semblent ne venir de nulle part. Les politiques de maintenance nous permettent de définir ce que l'on attend réellement de la maintenance dans une entreprise donnée.

Dans de nombreuses entreprises Algériennes, le service maintenance est souvent négligé et limité à un entretien fortuit par des dépannages et des réparations accidentnelles. Il demeure souvent un service secondaire, limité par un très faible personnel d'exécution encadré par une maîtrise travaillant au jour le jour sans prévision, sans budget propre et plus encore sans connaître ses dépenses propres qui sont rattachées aux frais généraux de l'entreprise. Actuellement; toute intervention de maintenance a besoin, comme tout processus de fabrication d'être pensée avant d'être réalisée. Pour cela, le service maintenance doit impérativement solliciter une organisation des moyens à mettre en œuvre pour la

réussite de ses tâches afin de pratiquer harmonieusement les différents types maintenance. Vu que la maintenance exige une combinaison rationnelle des moyens et qu'elle est permanente, elle nécessite une politique préalablement établie.

En général la politique c'est «l'art de gouverner» mais la politique de la maintenance, c'est de définir au niveau de l'entreprise des objectifs technico-économiques relatifs à la prise en charge des équipements par le service de maintenance. C'est dans le cadre de cette politique que le responsable du service de maintenance met en œuvre les moyens adaptés aux objectifs fixés. Dans cette politique, on tient compte du management de maintenance qui prend essentiellement en compte les aspects technique, économique et financier des différentes méthodes utilisables (Corrective, préventive ...) en vue d'optimiser la disponibilité des matériels. Dans cette politique, on doit s'attacher à la prévision des pannes aléatoires pour les études d'inspection, faites à partir de relevés méthodiques et périodiques. On étudie la vie du matériel sur plusieurs années. Ces études de fiabilité vont servir à la détermination des probabilités de pannes, donc à la consommation des pièces de rechange et des différentes charges. Ce n'est qu'à partir de ces données qu'on peut élaborer les prévisions et le budget de la maintenance. Avec une politique de maintenance et une bonne stratégie, on ne subit plus la panne car elle est prévue et le contrôle budgétaire reste un contrôle normal, car dans la stratégie, on aura à calculer la probabilité d'apparition des pannes et leurs conséquences pour ne plus les subir et l'on cherchera à rentabiliser toute action de maintenance. Ainsi, la maintenance sera donc amenée à considérer alors les :

- prévisions à long terme :
elle sont liées à la politique de l'entreprise permettant l'ordonnancement des charges, des stocks, des investissements en matériel.
- prévisions à moyen terme :
la volonté de maintenir le potentiel d'activité de l'entreprise conduit à veiller à l'immobilisation des matériels à des moments qui perturbent le moins possible le programme de fabrication. Dès lors, il faut fournir nécessairement et suffisamment tôt le calendrier des interventions de maintenance, celle-ci ayant une influence sur l'ordonnancement des fabrications.
- prévisions à court terme :
dans ce cas, le service de maintenance s'efforcera de réduire les durées d'immobilisation du matériel et les coûts de ses interventions. Sachant que les réductions des coûts et d'immobilisation ne sont possibles que si le matériel et les interventions ont fait l'objet d'une étude préalable, il est donc nécessaire de préparer le travail et d'étudier les conditions de fonctionnement, les défaillances possibles et les conditions d'exécution des interventions. Le service technique lié à cette fonction, doit fournir toutes les informations

qualitatives et quantitatives susceptibles d'influencer les politiques particulières de l'entreprise.

La gestion de la politique de maintenance préalablement établie ne doit pas reposer uniquement sur l'aspect financier, sinon elle aura pour but de réduire au minimum les coûts de maintenance. Généralement, le budget affecté au service de maintenance est annuel et fonction des dépenses antérieures. Il est préparé à partir de l'analyse d'observation des différents éléments réunis dans le passé et dans le courant de l'année précédente et pour une date déterminée. Une conjoncture différente peut le remettre en cause car ses objectifs sont essentiellement financiers.

Finalement la politique implique la prise de décision sous forme de compromis entre les 3 pôles :

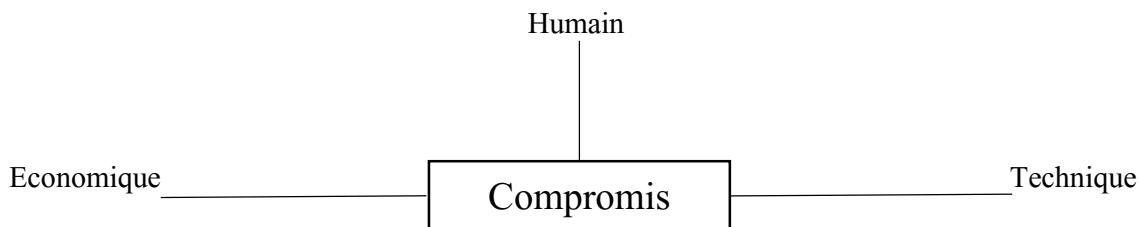


Figure 1.8 Forme de compromis entre les pôles humain, économique et technique [4].

1.8.1 Exemples de politique de la maintenance

- Accroître la disponibilité des matériels de production.
- Réduire les coûts de maintenance des matériels de production.
- Permettre une production de haute qualité.
- Diminuer les pertes de production.
- Augmenter la productivité du personnel de maintenance.
- Réduire les stocks liés à la maintenance.
- Améliorer l'efficacité de l'ordonnancement.
- Définir une politique d'approvisionnement.
- Définir les conditions de renouvellement ou de d'investissement.
- Définir une politique de sous-traitance.
- Optimiser les coûts de maintenance.
- Choisir la méthode de maintenance la mieux adaptée aux équipements.

1.9 Organisation de la maintenance

Dans le cadre de l'organisation de l'entreprise, nous pouvons distinguer la centralisation et la décentralisation de la maintenance

1.9.1 Maintenance centralisée

Toute la maintenance est assurée par un service, les avantages sont les suivants :

- standardisation des méthodes, des procédures et des moyens de communication.
- possibilité d'investir dans du matériel onéreux grâce au regroupement.

- vision globale de l'état du parc du matériel à gérer.
- gestion plus aisée et plus souple des moyens en personnels.
- rationalisation des moyens matériels et optimisation de leur usage (Amortissement plus rapide).
- diminution des quantités de pièces de rechange disponibles.
- communication simplifiée avec les autres services grâce à sa situation centralisée. [54]

1.9.2 Maintenance décentralisée

La décentralisation est particulièrement intéressante lorsqu'on a besoin à la fois d'un service rapide et de connaissances spécialisées. Un service immédiat est essentiel lorsqu'il s'agit de matériels coûteux ou de temps de machine. Il faut étudier la situation lorsque les dépanneurs sont constamment éloignés du magasin central et que l'on en a besoin dans d'autres locaux. Une analyse des appels indiquera si la décentralisation serait intéressante. Dans tous les cas, on devra baser la décision sur une évaluation objective des faits connus, par exemple les exigences particulières de certains, le temps nécessaire pour se rendre à l'emplacement et la fréquence des appels. La décentralisation est une solution qui doit être appliquée sélectivement.

La maintenance est confiée à plusieurs services, de dimension proportionnellement plus modeste, et liés à chacun des services de l'entreprise, les avantages sont les suivants :

- meilleures communications et relations avec le service responsable et l'utilisateur du parc à maintenir.
- effectifs moins importants dans les différentes antennes.
- réactivité accrue face à un problème.
- meilleure connaissance du matériel. [45]

1.9.3 Solutions possibles pour la décentralisation

- Décentralisation géographique et centralisation hiérarchique.

La décentralisation géographique, ou sectorisation de certains moyens de maintenance, permet d'obtenir les avantages des petites usines avec un bon travail d'équipe entre les personnels de fabrication et de maintenance. La centralisation hiérarchique des moyens de maintenance, confiés à un seul responsable, permet de conserver tous les avantages de la centralisation en matière de gestion, de communication, et de suivi des coûts.

- Décentralisation hiérarchique et centralisation fonctionnelle.

La maintenance est décentralisée hiérarchiquement dans les secteurs de fabrication, mais il y a un responsable fonctionnel pour l'ensemble de l'unité. Pour assumer un bon fonctionnement de ce type de structure, quatre conditions essentielles sont à remplir :

- avoir une organisation avec des méthodes et des moyens solides,
- faire en sorte que les moyens de maintenance décentralisés dépendent d'un responsable attitré et non d'un chef de fabrication, pour ne pas sombrer dans une maintenance à court terme,

- le responsable fonctionnel de très haut niveau doit être un des principaux collaborateurs de la direction, et doit disposer de l'autorité nécessaire pour assurer une coordination effective,
- disposer d'une GMAO permettant de sauvegarder l'unité et l'homogénéité dans les différents domaines.

Les avantages et les inconvénients de la centralisation et la décentralisation de la maintenance sont résumés dans le tableau suivant :

	Avantages	Inconvénients
Centralisée	-Facilité de planning. -Facilité de surveillance. -Magasins bien équipés. -Contrôle effectif de la main-d'œuvre.	-Plus longue de déplacement. -Pas de spécialisation possible.
Décentralisée	-Service rapide. -Connaissance spécialisées. -Attention constante portée à l'installation. -Moins de paperasserie.	-Duplication des outils. -Double autorité. -Comptes rendus médiocres. -Mauvaise utilisation des compétences.

Tableau.1.3. Avantages et inconvénients de la centralisation et la décentralisation de la maintenance [45]

1.10 Méthodes et opérations de maintenance

1.10.1 Méthodes de maintenance

On distingue essentiellement plusieurs types de maintenance :

1.10.1.1 Maintenance préventive

Maintenance ayant pour objet de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un bien ou d'un service rendu. Les activités correspondantes sont déclenchées selon un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'unités d'usage ; et/ou des critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou du service.

1.10.1.2 Maintenance systématique

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

1.10.1.3 Maintenance conditionnelle

Maintenance préventive subordonnée au franchissement d'un seuil prédéterminé significatif de l'état de dégradation du bien. Le franchissement du seuil peut être mis en évidence par l'information donnée par un capteur ou par tout autre moyen.

1.10.1.4 Maintenance prévisionnelle

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

1.10.1.5 Maintenance corrective

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

La maintenance corrective comprend en particulier :

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

1.10.1.6 Maintenance palliative

Ensemble des activités de maintenance corrective destinées à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou une partie d'une fonction requise.

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

1.10.1.7 Maintenance curative

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

Le résultat des activités réalisées doit présenter un caractère permanent.

Ces activités peuvent être :

- des réparations ;
- des modifications ou améliorations ayant pour objet de supprimer les défaillances.

1.10.1.8 Maintenance d'amélioration

L'amélioration des biens d'équipements qui consiste à procéder à des modifications, des changements, des transformations sur un matériel correspond à la maintenance d'amélioration.

Dans ce domaine beaucoup de choses restent à faire. C'est un état d'esprit qui nécessite une attitude créative. Cette créativité impose la critique. Les améliorations à apporter peuvent avoir comme objectif l'augmentation des performances de production du matériel ; l'augmentation de la fiabilité, c'est-à-dire diminuer les fréquences d'interventions ; l'amélioration de la maintenabilité, la standardisation de certains éléments pour avoir une politique plus cohérente et améliorer les actions de maintenance, l'augmentation de la sécurité du personnel. Tous les matériels sont concernés à condition que la rentabilité soit vérifiée. Cependant une petite restriction pour les matériels à renouveler dont l'état est proche de la réforme, pour usure généralisée ou par obsolescence technique. Même si ces activités sortent du cadre direct de la maintenance, elles s'intègrent bien dans le champ de compétence des professionnels de maintenance. En période de crise économique, certains

industriels peuvent se montrer prudents à l'égard des investissements et trouvent des possibilités d'amélioration par l'intermédiaire de ces formes de maintenance.

1.10.1.9 Maintenance proactive

La maintenance proactive est un terme pour désigner le renforcement des maintenances préventive et prédictive. Ainsi, dans cette forme de maintenance, la maintenance prévisionnelle est utilisée pour repérer les causes des problèmes survenant sur les machines ou les processus. Cette modalité de maintenance fournit à l'expert un moyen pour créer une réduction efficace du temps total de pannes des équipements. En fait, dans ce type de maintenance, les équipements fonctionnent presque sans subir d'arrêt non planifié.

1.10.1.10 Maintenance sous-traitée

Certaines entreprises ont opté pour le choix de la sous-traitance totale avec des obligations de résultats. L'entreprise prestataire peut elle-même sous-traiter certaines activités nécessitant des compétences pointues et, éventuellement, prendre en charge les stocks de pièces de rechange. L'avantage de ce type de maintenance est d'accroître les gains qui peuvent être obtenus par une diminution du nombre d'interfaces et d'intervenants de corps de métier différents.

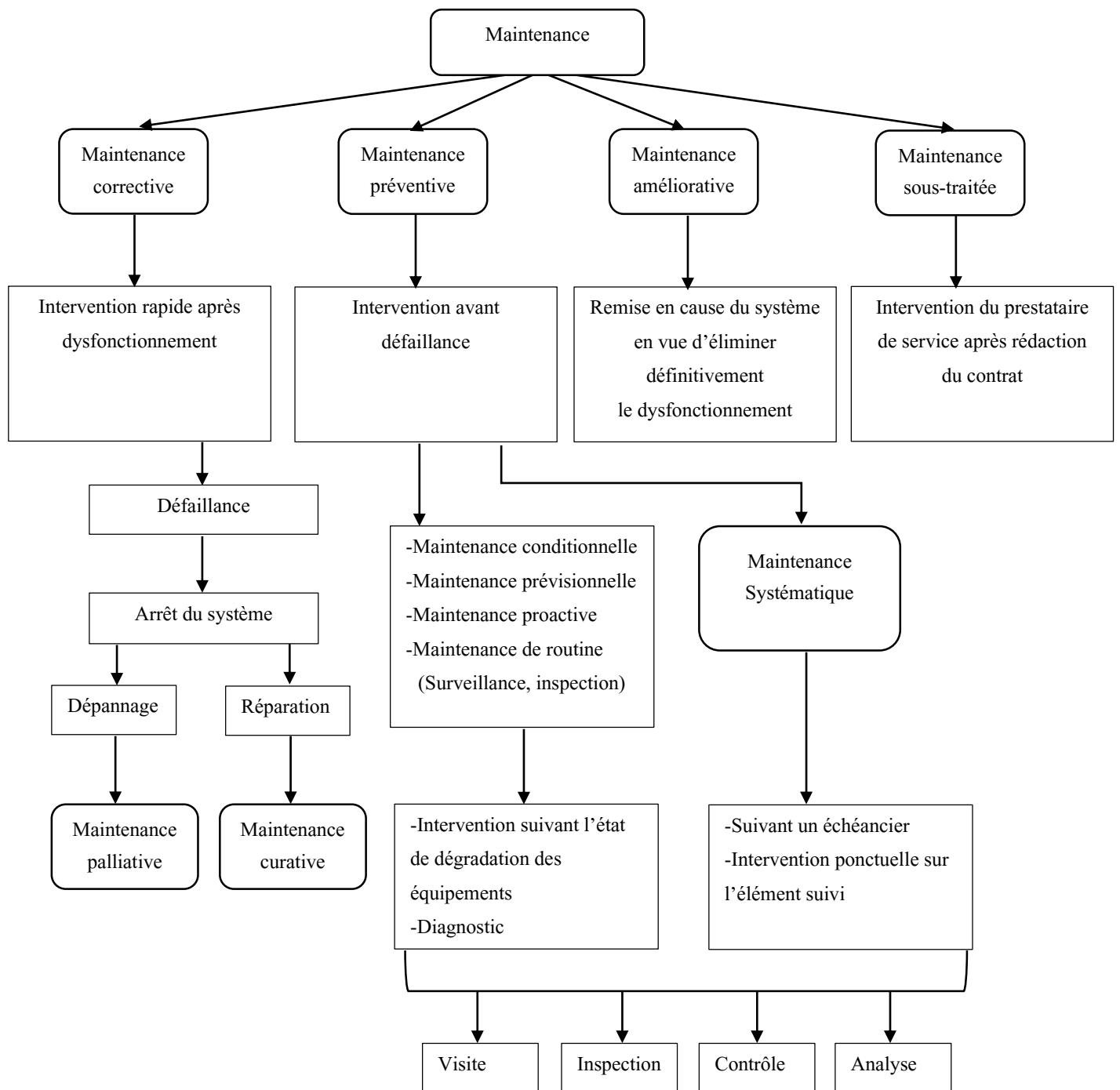


Figure 1.9 Méthodes de maintenance

1.10.2 Synthèse des différentes formes de maintenance et leur impact économique

Formes de maintenance		Influe sur :			
		Charges Variables	Charges Fixes	Rendement	Réduction de pénalisation
Maintenance corrective	Dépannage	(+)	0	(+)	(-)
Maintenance Préventive	Remise à l'état	(+)	(++)	(++)	(-)
	Mise au rebut	(+)	(++)	(+++)	(-)
	(+) préparation d'échanges standards	0	(+++)	(++)	(++)
	(+) mise en place d'une redondance	0	(+++)	(+++)	(+++)
	Lubrification / entretien	(++)	0	(+)	(+)
	Vérification visuelle en fonction	0	0	(+)	(+)
	Contrôle test en fonction	(++)	(++)	(++)	(++)
	Remplacement régulier	(+)	(+++)	(+++)	(-)
	Remise en état régulière	(+)	(++)	(++)	(-)
	Tâche régulière	(+)	(++)	(++)	(-)
Conditionnelle	Lubrification entretien	(++)	0	(+)	(+)
	Vérification visuelle en fonction	0	0	(+)	(+)
	Contrôle / test en fonction	(++)	(++)	(++)	(++)
	Remise en état	(+)	(++)	(++)	(-)
	(+) Préparation d'échanges standards	0	(+++)	(++)	(++)
	(+) mise en place d'une redondance	0	(+++)	(+++)	(+++)
		(-)	(+++)	(++)	(+++)
		(++)	0	(+)	(+)
Prévisionnelle					
Modification/reconception Sous-traitance	Note :				
	(+++)				
	(++)				
	0				
	(-)				

Figure 1.10 Différentes formes de maintenance et leur impact économique [3]

1.10.3 Opérations de la maintenance

Les opérations de maintenance peuvent être classées de la manière suivante [8] :

1.10.3.1 Opérations de la maintenance corrective

1.10.3.1.1 Dépannage

Action sur un matériel en panne, en vue de le remettre en état de fonctionnement. Compte tenu de l'objectif, une action de dépannage peut s'accommoder des résultats provisoires avec des conditions de réalisation hors règles de procédures, de coûts et de qualité, et dans ce cas, elle sera suivie de la réparation. Le dépannage n'a pas de conditions d'applications particulières. La connaissance du comportement du matériel et des modes de dégradation sont à la base d'un bon diagnostic et permettent souvent de gagner du temps. Souvent, les opérations de dépannage sont de courtes durées mais peuvent être nombreuses. De ce fait, les services de maintenance soucieux d'abaisser leurs dépenses tentent d'organiser les actions de dépannage. Ainsi, le dépannage peut être appliqué par exemple sur des équipements fonctionnant en continu dont les impératifs de production interdisent toute visite ou intervention à l'arrêt.

1.10.3.1.2 Réparation

Intervention définitive et limitée de maintenance corrective après une panne ou une défaillance. L'application de la réparation peut être décidée soit immédiatement à la suite d'un incident ou d'une défaillance soit après une visite de maintenance préventive conditionnelle ou systématique.

1.10.3.2 Opérations de la maintenance préventive

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

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

1.10.3.2.1 Entretien

L'entretien comprend les opérations courantes et régulières de la maintenance préventive tels que le nettoyage, la dépollution et le retraitement de surface qu'ils soient externes ou internes. Par exemple, on peut signaler pour le nettoyage extérieur l'existence de divers types de nettoyage en fonction de la structure et de l'état d'un bien, des produits utilisés et de la méthode employée.

1.10.3.2.2 Surveillance

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

-l'inspection est une activité de surveillance s'exerçant dans le cadre d'une mission définie. Elle n'est pas obligatoirement limitée à la comparaison avec des données préétablies. Cette activité peut s'exercer notamment au moyen de ronde.

Le contrôle est une vérification de la conformité à des données préétablies, suivie d'un jugement. Le contrôle peut :

- comporter une activité d'information,
- inclure une décision : acceptation, rejet, ajournement,
- déboucher sur des actions correctives.

-la visite est une opération consistant en un examen détaillé et prédéterminé de tout (visite générale) ou partie (visite limitée) des différents éléments du bien et pouvant impliquer des opérations de maintenance du 1er niveau.

1.10.3.2.3 Révision

C'est l'ensemble des actions d'examens, de contrôles et des interventions effectuées en vue d'assurer le bien contre toute défaillance majeure ou critique pendant un temps ou pour un nombre d'unités d'usage donné. Il est d'usage de distinguer suivant l'étendue de cette opération les révisions partielles des révisions générales. Dans les deux cas, cette opération implique la dépose de différents sous-ensembles. Ainsi le terme de révision ne doit en aucun cas être confondu avec les termes visites, contrôles, inspections, etc. Les deux types d'opération définis (Révision partielle ou générale) relèvent du 4ème niveau de la maintenance

1.10.3.2.4 Préservation

Elle comprend les opérations suivantes :

-la mise en conservation qui est l'ensemble des opérations devant être effectuées pour assurer l'intégrité du bien durant les périodes de non-utilisation.

-la mise en survie qui est l'ensemble des opérations devant être effectuées pour assurer l'intégrité du bien durant les périodes de manifestations de phénomènes d'agressivité de l'environnement à un niveau supérieur à celui défini par l'usage de référence.

-la mise en service qui est l'ensemble des opérations nécessaires, après l'installation du bien à sa réception, dont la vérification de la conformité aux performances contractuelles.

Le tableau suivant présente les démarches, méthodes et outils de maintenance

Démarches de management	Méthodes	Outils
-TPM (dont auto maintenance) -5S -Kaisen	-PDCA (roue de Deming) -MTBF -Kanban -Ingénierie -Hoshin -Benchmarking	-5M ou diagramme d'Ishikawa (arêtes de poisson) -QOQCCP -Poka Yoke (détrompeur) -Pareto -5 pourquoi -AMDEC -Brainstorming -MERIDE

Tableau 1.4 Présentation des démarches, des méthodes et des outils de maintenance [32]

1.11 Méthodes stratégiques et contemporaines de la maintenance

La méthode japonaise TPM est une méthode spécifique de maintenance qui vise à réduire les coûts de fabrication. Ses débuts datent des années 70, mais elle n'a commencé vraiment à se développer qu'au début des années 80 sous l'égide du groupe Japan Management Association (JMA), organisme privé comprenant environ 1 000 personnes au Japon, et une filiale en Europe.

Le groupe JMA a contribué au développement de l'industrie japonaise en y introduisant d'abord des méthodes de gestion américaines et en particulier la maintenance productive, puis a été conduit à promouvoir des méthodes de gestion spécifiques mieux appropriées, dont la Total Productive Maintenance (TPM).

Il s'agit essentiellement d'un élargissement de la maintenance productive à la totalité du personnel de l'entreprise, en suivant une démarche analogue à celle du management par la qualité totale ou « Total Quality Management » (TQM) où la recherche de la qualité devient l'affaire de la totalité du personnel et pas seulement du service qualité. La méthode TPM débute chez Nippon Datso, filiale de Toyota, fabricant de composants électriques destinés à l'automobile, où le développement de l'automation posait un problème que les équipes de maintenance ne pouvaient résoudre, faute de disponibilité.

La collaboration du personnel de production fut alors recherchée. De plus, la firme Nippon Datso constituait un terrain d'expérience favorable, ayant obtenu plusieurs fois le prix Deming et, de ce fait, avait la pratique de recherches collectives d'amélioration dans le cadre des cercles de qualité.

1.11.1 Télé-maintenance

La télémaintenance s'est considérablement, développée au fur et à mesure de la progression technique des systèmes informatiques. Cette possibilité de diagnostiquer à distance, mais aussi de réparer et de mettre à jour des programmes à des conséquences considérables à la fois sur la conception des produits, la mobilisation des hommes et sur l'organisation du système d'information. De plus la télémaintenance modifie les conditions de la concurrence (Raccourcissement des délais d'intervention) et l'organisation des réseaux de distribution (Contact télématique avec le client).

Elle est basée sur le principe suivant : les capteurs, mesurant grandeurs intimement liées à l'état de la machine, sont reliés à une centrale de surveillance qui enregistre toutes les alarmes et les mesures [43], [35].

1.11.2 Maintenance Productive Totale (TPM)

(Nakajima-1989) définit la T.P.M comme une approche où tous les employés participent à la maintenance préventive par des activités d'équipe. C'est la définition qui est adoptée d'emblée dans la littérature sur la TPM il ajoute que le terme «Total » de TPM a trois significations : le rendement global des installations, un système global de réalisation et une participation de tout le personnel. La TPM vise à modifier la manière de penser des employés vis-à-vis de la maintenance et à améliorer leur niveau de connaissance.

(Shirose-1994) et (Hartmann-1989) définissent la T.P.M en cinq points clés :

- le fonctionnement optimal des installations ;
- un système exhaustif de maintenance préventive, incluant la maintenance autonome ;
- une approche multidisciplinaire (design + production + maintenance) ;
- l'implication de tous les employés et à tous les niveaux ;
- la réalisation des activités de maintenance préventive par petits groupes autonomes.

L'aspect principal à considérer, lors de l'implantation de la TPM, est le facteur humain [35]

1.11.3 Maintenance basée sur la fiabilité

La RCM (Reliability Centred Maintenance) a vu le jour dans l'industrie aéronautique au cours des années 60. Elle est définie comme un processus qui détermine les besoins en maintenance du composant dans son contexte opérationnel. Elle se compose de plusieurs étapes :

- a) présenter l'approche aux décideurs dans l'organisation ;
- b) choisir le matériel approprié pour l'analyse initiale et estimer les avantages potentiels de cette analyse ;
- c) choisir l'équipe approprié pour conduire l'analyse ;
- d) mener le processus d'apprentissage pour conduire l'analyse ;
- e) former l'équipe ;
- f) conduire l'audit technique et managérial de l'analyse ;
- g) développer les programmes de maintenance révisés ;

- h) mettre en application les programmes de maintenance révisés ;
- i) évaluer les avantages obtenues ;
- j) répéter les étapes b à i.

Les étapes b et c sont cruciales pour le succès du projet du RCM.

1.11.4 Méthodes RBI, RBM ET RIMAP

La première démarche concernant la méthode d'Inspection Basée sur les Risques (RBI) a vu le jour en 1993 sous l'initiative de l'American Petroleum Institute avec un consortium de compagnies pétrochimiques. La RBI est une méthode qui utilise le risque comme base pour hiérarchiser et organiser les activités d'un programme d'inspection des structures d'installations pétrolières. Les activités concernées par la RBI concernent principalement l'optimisation des techniques de contrôles non destructifs pour réduire les risques. La deuxième démarche appelée « maintenance basée sur les risques » (RBM) est une adaptation du concept de la RBI aux activités classiques de maintenance. Il n'existe pas de norme associée à la RBM. La troisième démarche RBIM est issue du projet européen RIMAP et propose des recommandations pour développer des politiques d'inspection et de maintenance basée sur les risques pour tout type d'équipement, y compris les systèmes instrumentés de sécurité. Elle inclut les méthodes RBI, MBF et le calcul du SIL (Safety Integrity Level) pour les systèmes instrumentés.[63]

1.12 Niveaux de la maintenance

La maintenance est caractérisée par une très grande variabilité des tâches en nature, en spécificité et en durée, d'où l'utilité de répartir ces tâches en cinq niveaux de familles, suivant la norme AFNOR X 60-015. La tendance actuelle de cette organisation, dans une logique TPM, est de se ramener à trois niveaux seulement, comme illustré dans le tableau suivant :

Niveau TPM	Niveau AFNOR	Types de travaux	Personnel concerné	Moyens
Niveau 1	1	Réglage simple d'équipements accessibles sans démontage. Echange d'éléments.	Opérateur système sur place.	Outilage léger défini dans la notice d'utilisation.
	2	Réparation ou dépannage par échange standard. Opérations simples de prévention.	Technicien habilité sur place.	Outilage standard et pièces de rechange situées à proximité.
Niveau 2	3	Identification des origines de pannes. Echange de composants fonctionnels.	Technicien spécialisé, sur place ou en atelier de maintenance	Outilage et appareils de mesure.
	4	Travaux importants de maintenance préventive et corrective. Révision	Equipe encadrée par un technicien spécialisé, en atelier central.	Outilage général et spécialisé.
Niveau 3	5	Travaux de rénovation, de reconstruction et de réparations importantes, confiés aux sous-traitants.	Equipe polyvalente complète, en atelier central.	Moyens importants proches de ceux du constructeur.

Tableau.1.5 Niveaux de maintenance existants [30]

1.13 Choix des méthodes de maintenance

1.13.1 Arbre de décision

D'une façon générale, une politique optimale de maintenance dépend de nombreux critères, notamment :

- l'incidence d'une avarie sur la sécurité des personnes ;
- le risque éventuel de détérioration grave de l'ensemble de l'équipement en cas de défaillance d'un de ses éléments ;
- le coût d'indisponibilité résultant d'une défaillance ;
- les caractéristiques de fiabilité des divers éléments constitutifs de l'équipement, et en particulier le fait que cette fiabilité reste quasi constante, ou évolue dans le temps ;
- le fait qu'une défaillance de l'élément considéré soit progressive ou brutale ;
- la possibilité de détecter et d'observer des symptômes significatifs de défaillances éventuelles, etc.

Il semble que les trois types de maintenance (Systématique, conditionnelle, corrective) soient appelés à coexister pour un équipement mécanique.

En effet, malgré le développement important de la maintenance systématique, la maintenance corrective reste nécessaire pour la réparation des équipements dont une avarie n'aurait pu être évitée par une maintenance préventive (Cas d'un taux d'avarie constant). Pour des équipements secondaires, où une avarie n'engage pas la sécurité, et n'entraîne pas de coût sensible d'indisponibilité, la

maintenance corrective peut même se justifier, sauf en ce qui concerne la lubrification, laquelle s'impose toujours, lorsque les organes mécaniques n'ont pas été graissés «à vie» par le constructeur. Des arbres de décision peuvent aider à déterminer la politique optimale, et par voie de conséquence, à dicter les méthodes de maintenance appropriées. Ainsi, la figure qui suit représente un exemple d'un tel arbre de décision limité à trois critères :

- fiabilité restant constante, ou évoluant dans le temps ;
- incidence ou non d'une défaillance sur la sécurité ;
- défaillance progressive ou soudaine ;

Un tel schéma de principe suppose que des symptômes d'apparition d'une avarie puissent être observés. Il doit donc être adapté aux conditions rencontrées pour les divers équipements constitutifs, sous-ensembles ou éléments d'équipement, objet d'une analyse.

Plusieurs critères peuvent intervenir simultanément pour la décision. Ainsi, le remplacement préventif systématique d'éléments dépend :

- des caractéristiques de fiabilité (Paramètre du modèle de Weibull pouvant leur être ajusté) ;
- de l'importance du coût d'indisponibilité comparé au coût direct de remplacement préventif, paramètres intervenant pour l'utilisation des abaques d'optimisation.

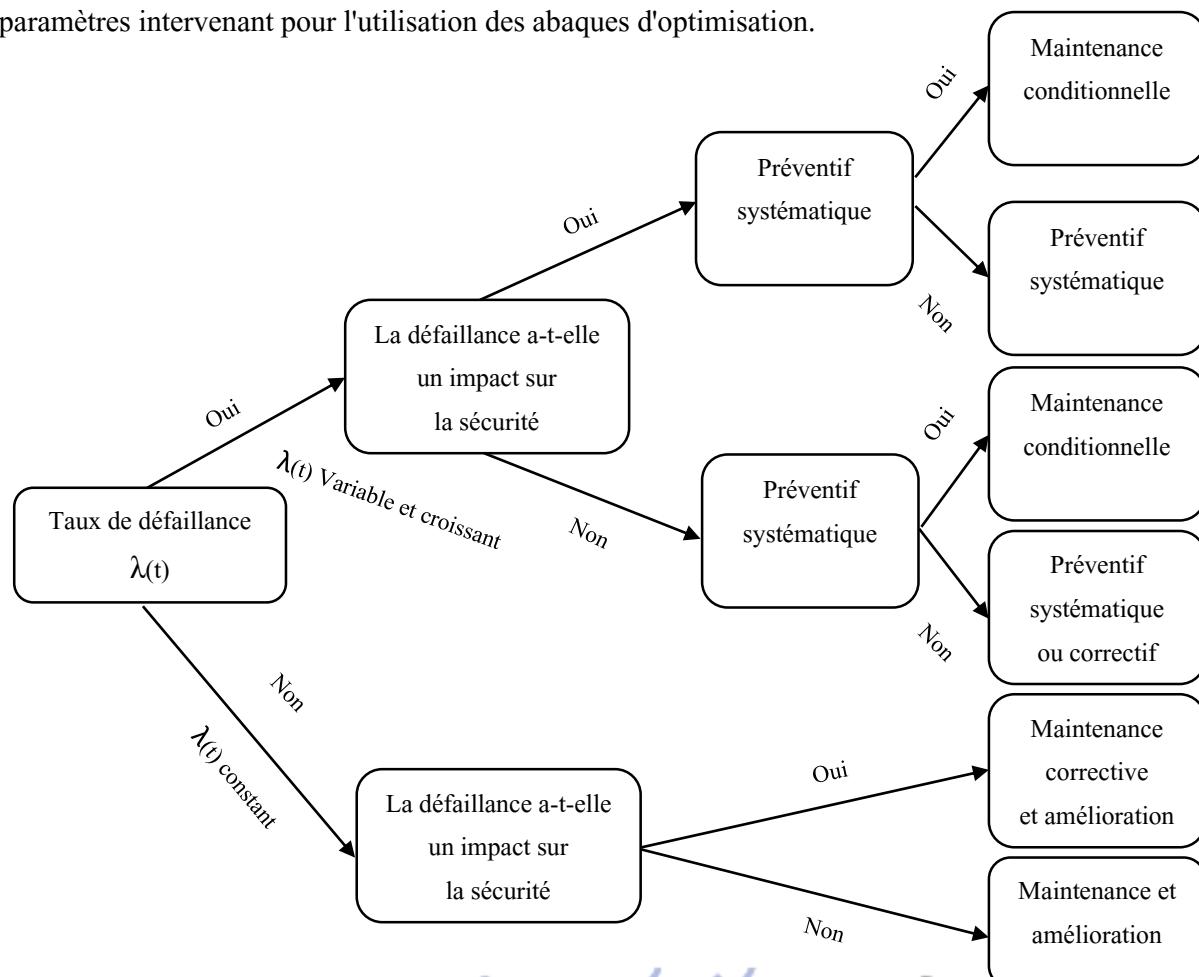


Figure 1.11 Arbre de décision des méthodes de maintenance. [56]

1.13.2 Étude pratique de l'évolution de la fiabilité dans le temps

L'évolution dans le temps de la fiabilité constitue l'un des principaux critères de choix d'une méthode de maintenance. La première question qui se pose est alors de savoir si ce taux d'avarie est constant dans le temps ou non. La méthode préconisée s'applique à un ensemble d'équipements homogènes, utilisés dans des conditions similaires. En classant les équipements par tranches d'âge, c'est-à-dire selon la durée de fonctionnement écoulée depuis leur mise en service, on calcule dans chaque tranche d'âge le taux de défaillance.

C_m = Nombre de défaillances dans la tranche d'âge m

N_m = Effectif moyen dans cette tranche

Δt_m = Durée de cette tranche

le taux de défaillance à l'époque t de cette tranche d'âge m est :

$$\lambda_m = \frac{C_m}{N_m \times \Delta t_m} \quad (1.2)$$

1.13.3 Coûts comparés des diverses méthodes de maintenance

Cette comparaison se justifie pour un élément sensible d'un équipement-clé lorsque les trois méthodes précédentes peuvent lui être appliquées :

- la maintenance préventive systématique lorsque son taux de défaillance s'accroît dans le temps ;
- la maintenance conditionnelle dans le cas de défaillances progressives observables ou mesurables ;
- la maintenance corrective, effectuée après défaillance.

C'est le total des coûts directs de maintenance et des coûts indirects en cas de défaillance que l'on comparera. Ce coût total sera rapporté :

- soit à la durée d'utilisation de l'élément considéré dans le cas d'un taux d'utilisation constant ;
- soit au nombre d'unités d'œuvre correspondant dans le cas contraire ;

1.14 Interventions et mise en œuvre de la maintenance

Les figure et schémas suivants nous montrent la procédure à suivre en cas de dysfonctionnement et comment intervenir dans les cas de maintenance corrective et préventive :

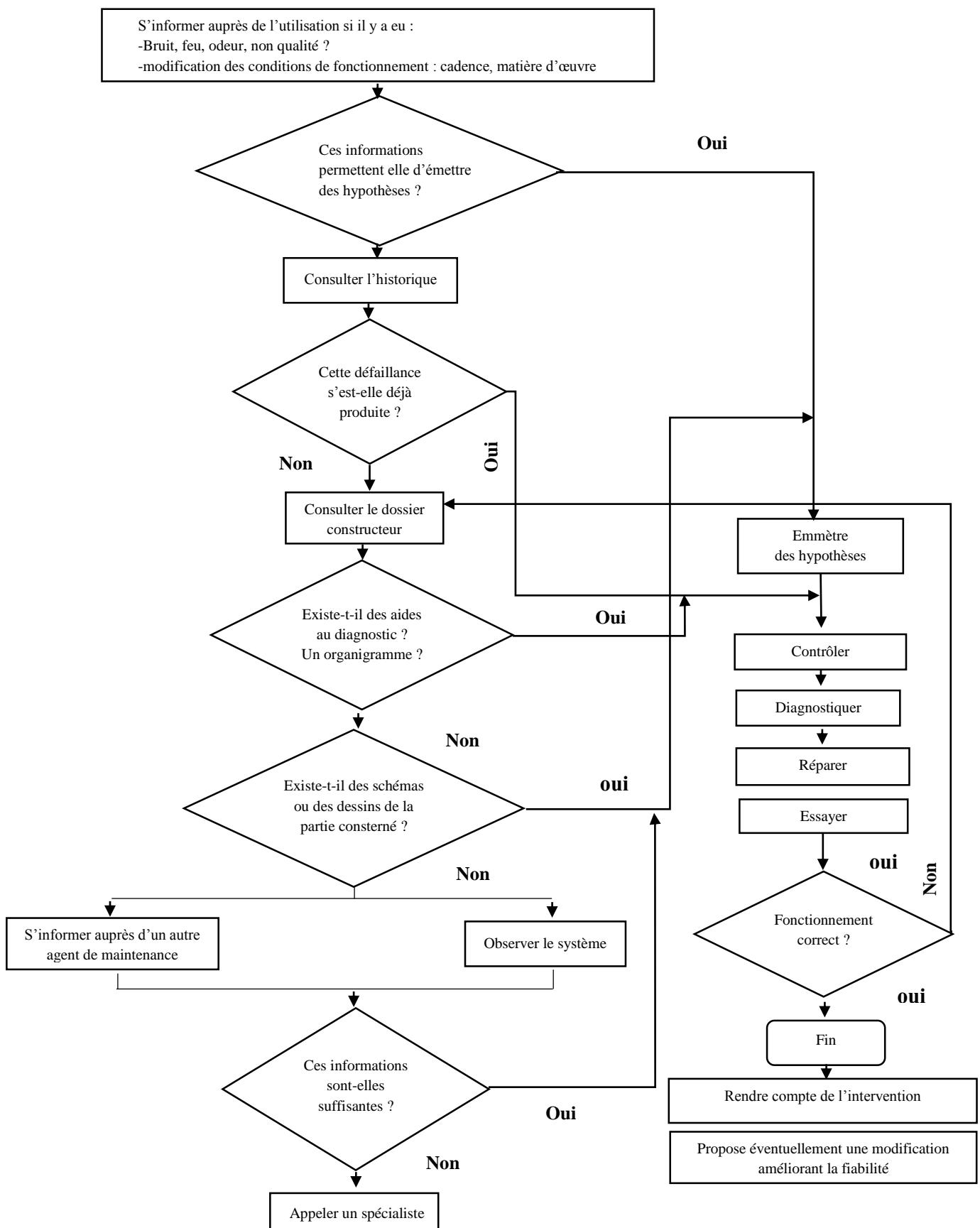


Figure 1.12 Procédure en cas de dysfonctionnement [3]

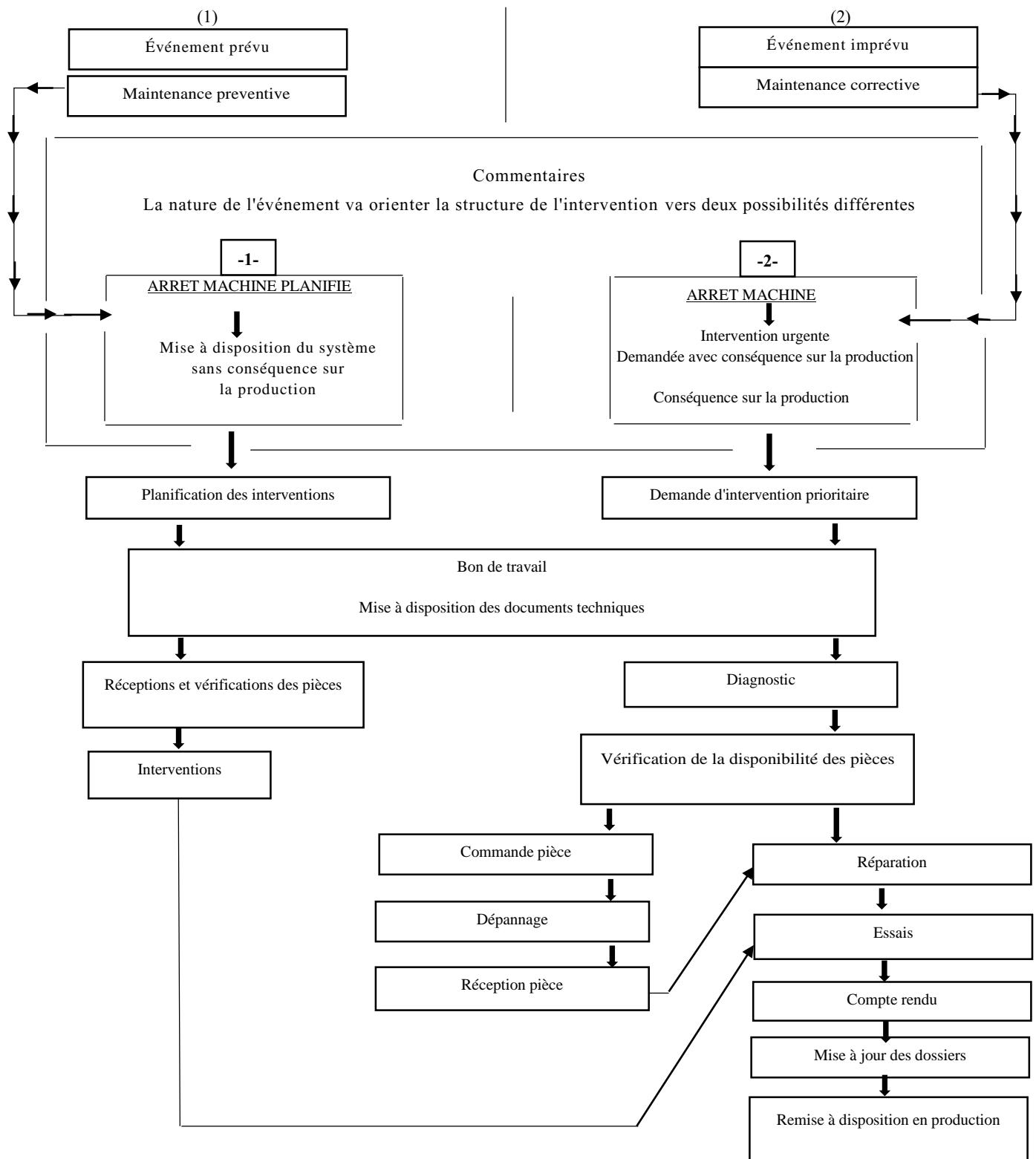


Figure 1.13 Schéma d'une intervention de maintenance [3]

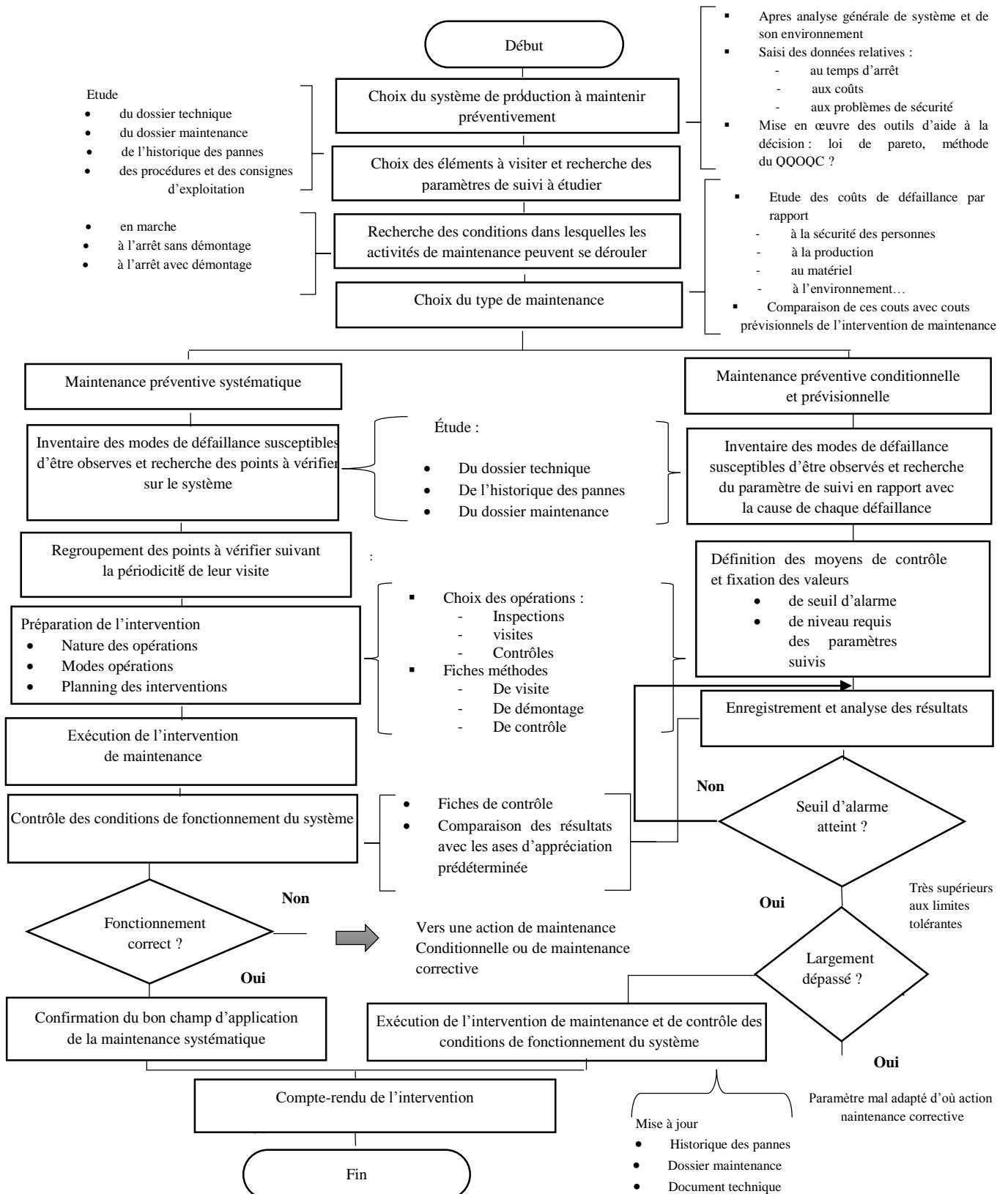


Figure 1.14 Interventions de maintenance préventive [3]

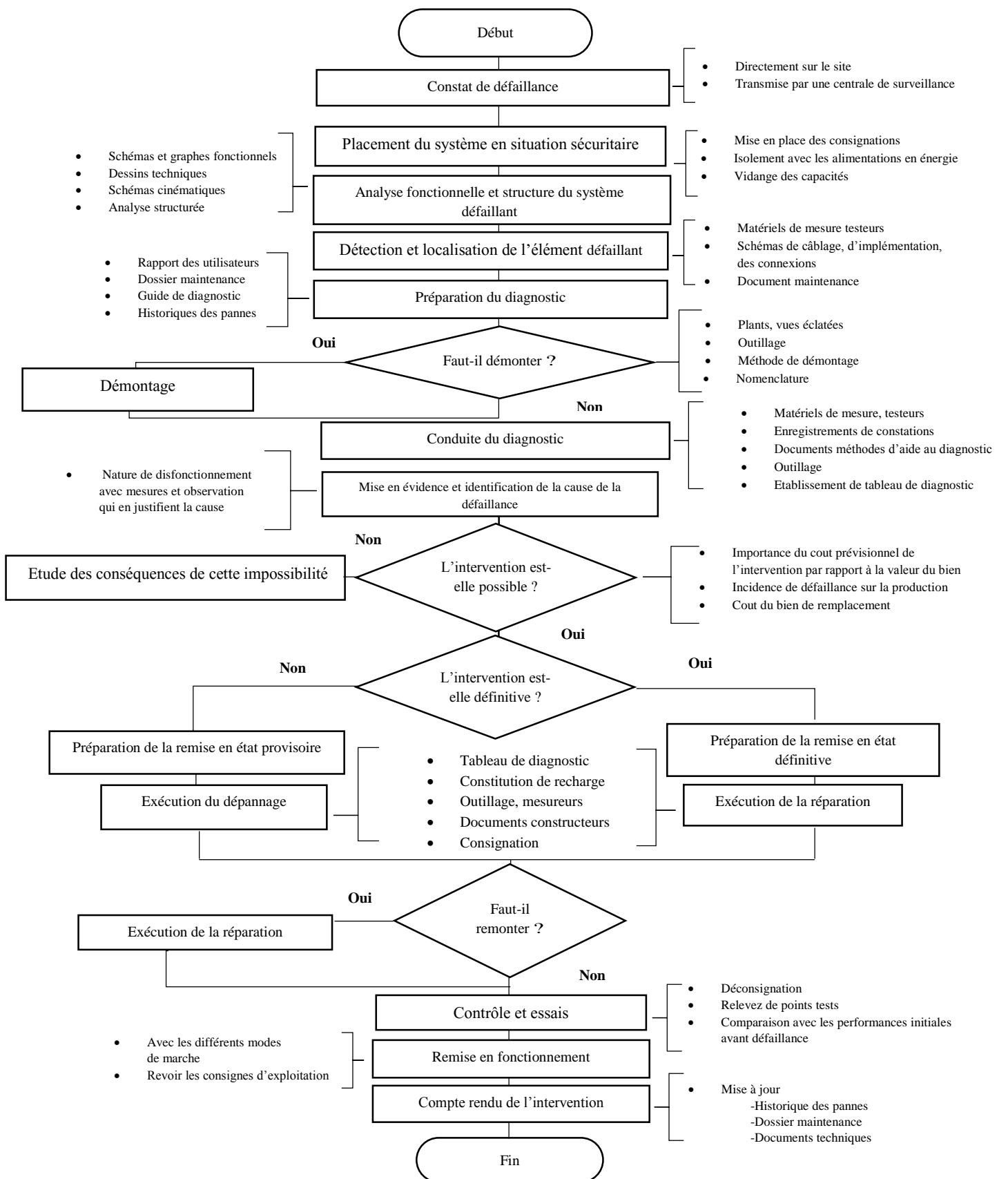


Figure 1.15 Interventions de la maintenance corrective [3]

1.15 Maintenance et normalisation

1.15.1 Enjeux de la normalisation

Depuis déjà de nombreuses années, il est admis que la normalisation doit être conçue et utilisée comme un outil stratégique au service de l'amélioration de la productivité des entreprises, et de nombreuses contributions ont déjà été apportées sur cette question. Mais la perception habituelle de la normalisation est trop restrictivement celle d'une activité technique relative aux produits (Standardisation, qualification et certification, mise en œuvre). L'ensemble des normes concernant les produits représente ainsi une part importante du catalogue de l'Afnor. Par contre les normes concernant les fonctions de l'entreprise sont beaucoup moins nombreuses. Cependant, un certain nombre de travaux de normalisation depuis une vingtaine d'années se sont caractérisés par une démarche commune choisissant une approche par fonctions des entreprises : gestion et assurance de la qualité, logistique, gestion de production, maintenance...

Cette " nouvelle approche " de la normalisation prend en compte le fait que chaque fonction de l'entreprise implique nombre de problèmes d'interface : matériel ou conceptuel, de nature répétitive et relevant de solutions normatives. Cette approche, à la fois conceptuelle et organisationnelle, a permis de " codifier " un certain nombre de pratiques internes de l'entreprise.

De ces travaux découlent de véritables normes de gestion riches d'applications paranormatives.

Ce type d'approche normative, analysée depuis l'intérieur de l'entreprise, correspond à une mutation radicale dans l'image de marque de la normalisation : vécue comme une solution pratique et commode aux différents problèmes quotidiens, un langage commun dans la hiérarchie de la fonction ou une rationalisation de son fonctionnement interne, elle est perçue par les industriels comme un réel facteur d'amélioration de la productivité de l'entreprise et non plus comme une contrainte. Ces sujets potentiels sont les bases d'expériences transversales aux entreprises, non stratégiques par rapport au développement concurrentiel de la courbe d'expérience de chacune d'entre elles.

Depuis les premiers travaux en 1976 sur la " Durabilité et durée de vie des équipements industriels ", toute l'histoire de la normalisation en maintenance s'inscrit dans cette démarche.

1.15.2 Système normatif français en maintenance

À l'instar de ce que l'on a pu constater sur certains marchés internationaux, les industriels français, représentés au sein de la commission de normalisation X60G, ont compris que la normalisation jouait désormais un rôle majeur dans la défense de leurs intérêts dans les échanges intra-européens. Aujourd'hui, le rôle régulateur que jouent les normes s'exprime au niveau des enjeux de la " nouvelle normalisation " :

- mondialisation de l'économie qui aboutit à ce que les échanges se développent deux fois plus vite que la production,
- spécialisation accrue des entreprises et développement de l'externalisation (sous-traitance),
- exigences croissantes de qualité et évolution des référentiels correspondants,

-développement accéléré de l'informatique, des télécommunications et des réseaux (Internet...),
-émergence de nouveaux besoins transversaux,
-dispositions communautaires introduisant l'obligation pour les marchés publics de faire référence à des normes européennes harmonisées.

1.15.3 Normes françaises de maintenance actuellement en vigueur

Les normes françaises traitant des problèmes de maintenance appartiennent essentiellement à la classe X60. Conçues dès le départ comme documents opérationnels, elles traitent des sujets suivants :

-concepts et terminologie, mesure de la performance, relations contractuelles, documentation, fiabilité, maintenabilité et disponibilité et assurance de la qualité.

1.15.4 Projet FD X60-000 : Fonction maintenance - Lignes directrices pour la conception du système maintenance (GT1)

Conçu sous forme de guide, ce fascicule de documentation a pour objet de présenter les lignes directrices à prendre en compte pour concevoir le système de maintenance qu'une entreprise industrielle ou de services doit mettre en place pour satisfaire à ses enjeux techniques et économiques. Basée sur une approche fonctionnelle de la maintenance, l'analyse proposée dans ce guide permettra aux responsables concernés ou aux dirigeants de :

-concevoir le système de maintenance le mieux adapté à leur besoin,
-caractériser les interfaces et les liaisons que ce système devra développer avec les autres sous-systèmes de l'entreprise,
-définir les missions et les responsabilités des différents acteurs de la fonction maintenance.

1.15.5 Projet XP X60-020 : Indicateurs de maintenance (GT2)

Ce projet, démarré en juin 2000 seulement, a pour ambition de mettre à la disposition des utilisateurs, qu'ils soient prestataires ou utilisateurs, un document opérationnel leur permettant de résoudre les principaux problèmes de tableau de bord qu'ils se posent.

Pour cela, le futur document proposera une approche méthodologique pour :

-définir les indicateurs utiles,
-choisir ces indicateurs à partir de critères rationnels,
-concevoir un système de mesure de la performance,
-mettre en œuvre ce système de mesure,
-définir les tableaux de bord appropriés.

1.15.6 Projet X60-090 : Relations précontractuelles (GT3)

Ce projet de guide (Fascicule de documentation) a pour objectif de donner aux acteurs concernés des éléments de réflexion permettant de structurer la démarche précontractuelle : recherche de prestataires, réponse à un appel d'offres... Il soulignera en particulier l'importance d'étudier, les étapes méthodologiques suivantes :

- réalisation d'un inventaire de départ sur la base de la norme X60-100, actuellement en vigueur mais qui sera analysée, actualisée et intégrée au présent document,
- description des aspects techniques du contexte contractuel : secteur et type d'activité, taux de rentabilité... ,
- prise en compte des aspects organisationnels, juridiques et sociaux (avec des exemples appropriés),
- réalisation d'une Analyse Préliminaire des Risques (APR),
- établissement d'une liste de recommandations pour l'établissement préalable d'un cahier des charges.

1.15.7 Normalisation européenne en maintenance

À l'initiative du Deutsche Institut für Normen (DIN) en novembre 1993, un comité technique, le TC 319, a été créé pour prendre en charge, à partir d'avril 1994, la responsabilité de l'établissement de normes européennes en maintenance.

À partir de la demande d'origine, principalement centrée sur la norme allemande DIN 31051 : terminologie et mesures de maintenance, la première décision du TC 319, sous l'impulsion de la France, a été d'élargir le domaine de compétences du TC pour traiter les questions qui semblaient d'actualité. C'est ainsi que cinq groupes de travail (WG.) ont été créés pour travailler sur les thèmes suivants :

- classification des services en maintenance (WG1),
- documentation de maintenance (WG2),
- relations contractuelles (WG3),
- terminologie (WG4),
- assurance de la qualité (WG5).

Parmi ces groupes de travail, deux parmi les plus importants ont été confiés à la France qui en a assuré l'animation et le secrétariat. Il s'agit du WG3 (relations contractuelles) et du WG4 (Terminologie).

1.15.7.1 Groupe WG1 : classification des services en maintenance

Piloté par l'Italie, ce groupe a été dissous après plusieurs mois d'une existence limitée pratiquement à la participation de son seul membre, son animateur. Le sujet a finalement été jugé inopportun par l'ensemble des membres du TC 319 et l'avant-projet de texte présenté a été annulé.

1.15.7.2 Groupe WG2 : documentation de maintenance

Sous la responsabilité de l'Espagne, ce groupe a connu une activité en dents de scie, ne réussissant pas à réunir un nombre suffisant d'experts permanents. Ce "groupe" a finalement produit un projet de texte qui se limite à lister et à caractériser après les avoir définis tous les documents utilisés ou utilisables par un service maintenance dans le cadre de son activité technique et économique. Ce projet est, à ce jour, en attente des corrections et de la prise en compte des commentaires apportés par l'enquête des six mois dont les résultats ont été positifs.

1.15.7.3 Groupe WG3 : relations contractuelles

Ce groupe de travail a été animé par la France et a remis son rapport final en juin 1998. Composé d'une dizaine d'experts de 5 nationalités européennes, ce groupe a conçu un guide sur la préparation des contrats de maintenance sur le modèle du document français qui a servi de référence (document XP X60-105). Ce projet (ENV 13 269) a déjà subi positivement l'enquête des six mois. Après corrections et intégration des commentaires apportés par cette enquête, il vient de subir l'enquête formelle de deux mois pour être publié en 2001.

1.15.7.4 Groupe WG4 : terminologie de maintenance

Ce groupe de travail, également pris en charge par la France, a déposé son projet sur le bureau du comité technique à la fin de l'année 1997. Constitué de 12 experts de 7 nationalités différentes, il a sélectionné et défini 119 termes fondamentaux dans les métiers de la maintenance, en restant cohérent avec les standards internationaux existants. Le principe suivi par le groupe a été de dire : " un concept égale un mot égale une définition ".

L'enquête des six mois a été un succès, les corrections effectuées et les commentaires pris en compte, les traductions officielles (Allemand/français) établies.... La publication de ce document sous forme de norme européenne, EN 13306, a été envisagée pour l'été 2001. Comme le texte précédent, dès sa publication, il a été prévu pour remplacer le document français équivalent X60-010.

1.15.7.5 Groupe WG5 : assurance de la qualité

Sous la responsabilité du Danemark, ce groupe a rédigé après de nombreuses réunions un projet qui réécrivait en quelque sorte le référentiel ISO 9001. C'est l'une des raisons qui a conduit le TC 319 à dissoudre le groupe et à annuler ses travaux car aucun consensus ne semblait possible entre les différents partenaires. [57]

1.15.8 Structure normative de la maintenance

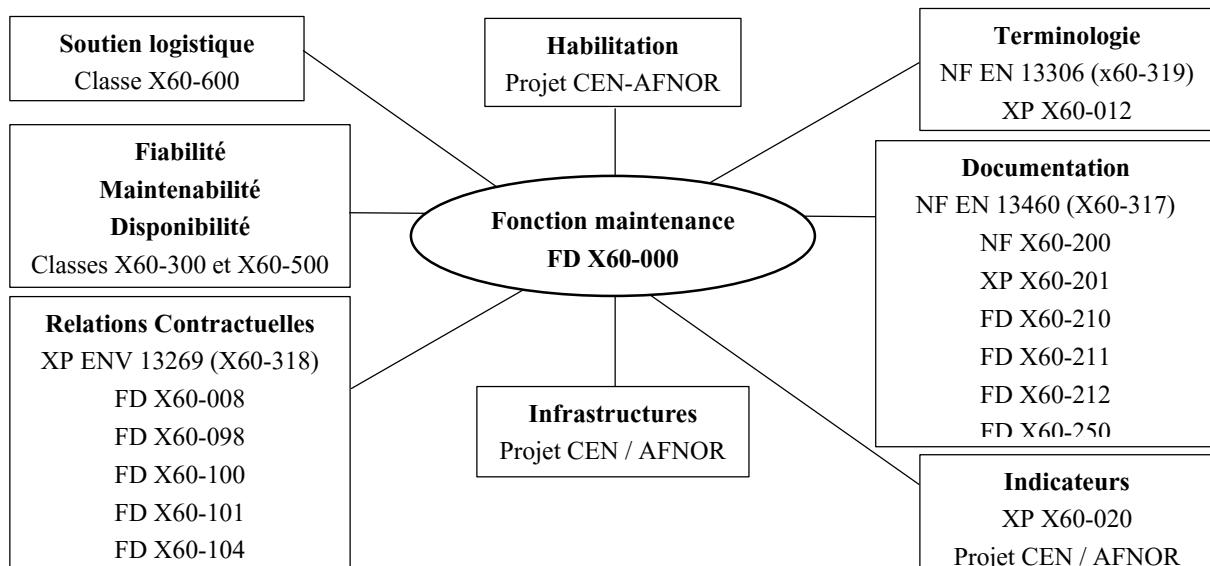


Figure 1.16 Récapitulatif de normes disponibles auprès de l'Afnor

1.15.9 Normes ISO 9000 et leurs dérivés

1.15.9.1 Différents référentiels de qualité ISO intéressant la maintenance

La norme ISO 8402 précise le vocabulaire de la qualité et, en particulier, les définitions :

- de la qualité : «ensemble des caractéristiques d'une entité qui lui confère l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés et implicites» ;
- de l'assurance qualité : «ensemble des activités préétablies et systématiques mises en œuvre dans le cadre du système qualité, et démontrées en tant que besoin pour donner la confiance appropriée en ce qu'une entité satisfera aux exigences pour la qualité» ;
- du système qualité : «ensemble de l'organisation, des procédures, des processus et des moyens nécessaires pour mettre en œuvre le management de la qualité».

Les normes ISO 9000 ont été établies en 1987, et ont évolué en 1994.

La version « an 2000 » a été diffusée fin 2000 comprenant les normes de qualité suivantes :

- ISO 9000 et 9004 sont des guides, normes pour le management du système qualité,
- ISO 9001, 9002 et 9003 sont des référentiels d'assurance qualité (AQ),
- ISO 9000 fournit les lignes directrices pour la sélection et l'utilisation des normes «qualité»,
- ISO 9000-2 est un guide d'application pour les ISO 9001, 2 et 3,
- ISO 9000-3 concerne l'aspect « qualité logiciel»,
- ISO 9001 spécifie les exigences du fournisseur pendant la conception, le développement, la production, l'installation et les prestations associées au produit ou au service,
- ISO 9002 maîtrise de la conception,
- ISO 9003 ne concerne que les contrôles et essais post/production,
- ISO 9004 concerne le management d'un système qualité,
- ISO 9004-2 donne des lignes directrices pour les activités de services,
- ISO 9004-3 donne des lignes directrices pour les produits issus de processus continus,
- ISO 9004-4 donne des lignes directrices pour l'amélioration de la qualité,
- ISO 10011 donne des lignes directrices pour l'audit des systèmes qualité,
- ISO 10012 définit les exigences d'AQ des équipements de mesure,

La plupart des entreprises recherchent la certification à partir des normes ISO 9001 et 9002, qui sont identiques en ce qui concerne l'implication du service maintenance. [44]

1.16 Coûts de maintenance

1.16.1 Aspects économiques de la maintenance

Le chef d'entreprise confronté à ses échéances financières sait que les coûts directs de maintenance représentent un poste de dépenses important et bien visible. Le fait que la maintenance soit en même temps un gisement de productivité est un fait avéré, mais moins visible. En effet, les coûts indirects, conséquences d'une maintenance insuffisamment performante, «s'évaporent» de la comptabilité analytique, mais se retrouvent inexorablement dans les coûts de production.

La maintenance est donc un champ d'action privilégié de la recherche d'amélioration des coûts de production, et c'est la seule source significative de compétitivité indépendante des conditions extérieures : elle ne repose que sur le professionnalisme de l'entreprise relativement à la maîtrise de l'ensemble de son système de production. Le maintien de la production en quantité et en qualité passe par l'efficacité de la maintenance de l'outil de production.

1.16.2 Problématique des coûts de maintenance

Le problème majeur est celui de la justification à priori d'une politique de maintenance préventive. Ce qui suppose au préalable de pouvoir apporter une réponse à la question : «Que coûte une défaillance d'équipement à l'entreprise?», puisque l'objectif du préventif est de transformer une défaillance réelle en une défaillance virtuelle. La défaillance vécue représente une perte qui a une «réalité» économique. Mais il est illusoire de vouloir estimer exactement le coût des conséquences de cette défaillance ;

De façon plus générale, la problématique des coûts de maintenance est donc celle de la justification du coût des conséquences d'une panne puis celle de la justification du coût des mesures préventives.

1.16.3 Coûts de la maintenance corrective

Nous adopterons le modèle suivant : $C_d = C_m + C_i \quad (1.3)$

Ou :

- C_d est le «coût de défaillance», résultant des coûts directs et indirects d'une cumul de défaillances relatives à un équipement.

- C_m est le «coût direct de maintenance» de caractérisation simplifiée «pièce et main-d'œuvre».

- C_i est le «coût d'indisponibilité» caractérisant le coût cumulé de toutes les conséquences indirectes induites par l'indisponibilité propre d'un équipement.

1.16.4 Coûts de maintenance préventive

Les coûts de maintenance préventive (C_{mp}) varient logiquement à l'inverse des coûts directs de maintenance corrective (C_{mc}). En fait, la stratégie de maintenance permet de choisir librement le niveau de soin préventif à organiser sur un équipement.

1.16.5 Pertes économiques en Maintenance Productive Totale

Dans une logique de TPM, le Taux de Rendement Synthétique (TRS) d'un équipement intègre les différents événements susceptibles d'être «causes» de pertes économiques, donc de devenir des

gisements potentiels d'économie. Cela de façon décloisonnée entre les services production, maintenance et qualité. De la même manière que pour l'estimation des coûts d'indisponibilité propres, les pertes économiques liées aux différents dysfonctionnements d'un équipement ne peuvent être estimées que de façon approximative et minorée.

Le coût de perte de production utilisé ici est différent du précédent C_i , coût d'indisponibilité qui se référerait à « l'indisponibilité propre » du domaine de responsabilité stricte de la maintenance. Dans une logique TPM, le système est indisponible quelle que soit la cause de l'indisponibilité, intrinsèque ou externe. Par contre, tous les coûts induits par l'indisponibilité d'un équipement sont de même nature. En particulier, la dégradation de l'image de marque ainsi que la perte potentielle de marchés sont des conséquences communes aux six événements identifiés. [44]

1.16.6 Incidence de l'informatique de la maintenance sur les coûts de l'entreprise

L'incidence de l'informatique de la maintenance sur les coûts de l'entreprise est résumée sur la figure suivante :

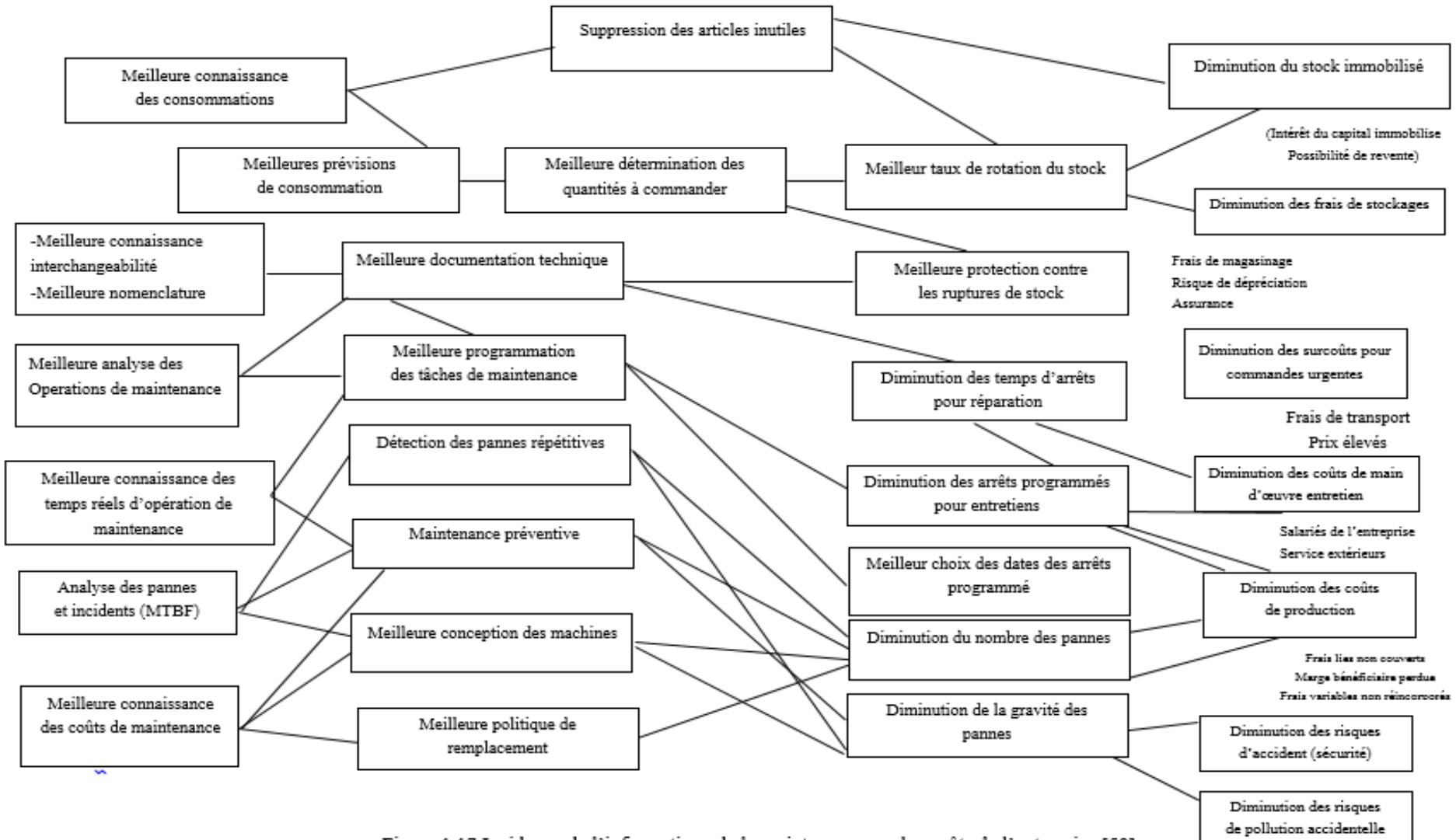


Figure 1.17 Incidence de l'informatique de la maintenance sur les coûts de l'entreprise [50]

1.17 Prise en compte du facteur humain en maintenance

1.17.1 Aptitudes exigées d'un responsable pour le management de la maintenance

Le responsable de maintenance est l'homme à tout faire, il assure de multiple responsabilité. Si ce métier peut effrayer par la multiplication des problèmes, il est très attrayant pour tous ceux qui refusent la routine et veulent être des hommes de terrain avant tout. Les mutations technologiques en font un métier d'avenir en plein évolution.

Outre sa traditionnelle polyvalence technique et sa grande disponibilité, on demande au responsable de maintenance d'organiser, de gérer, d'établir des contrats, d'économiser l'énergie, de protéger l'environnement, de s'occuper de la sécurité... Il lui est généralement difficile de prendre un recul suffisant afin de vérifier s'il assure correctement sa mission.

Le recrutement d'un responsable de la maintenance est particulièrement difficile.

En effet, un responsable de maintenance doit être [50] :

- un bon généraliste des technologies (Pas forcément expert en tout),
- un manager de ressources humaines et d'identifications des formations utiles,
- un « communicant » et un gestionnaire de la conduite du changement,
- un homme de « relationnel » (Avec les partenaires extérieures),
- un gestionnaire des interfaces internes et externes (Avec l'environnement réglementaire),
- un visionnaire, à l'effort de la bonne idée, en veille technologique permanente pour trouver de nouvelles méthodes et de nouvelles solutions technologiques pour optimiser ses opérations.

Les aspects techniques et humain du travail d'un responsable de maintenance sont énumérés dans le tableau suivant :

Responsable maintenance	
Caractéristiques d'un bon meneur d'homme + Facultés et aptitudes d'un bon directeur	
Qualités personnelles	Sens de l'organisation
-Honnêteté et courage -Concentration et opiniâtreté -Assurance et confiance -Initiative et ingéniosité	-Faculté de déléguer le pouvoir -Esprit méthodique -Efficacité dans l'utilisation du temps -Planification de l'avenir -Documentation efficace
Relations humaines	Esprit d'analyse pour
-Courtoisie et fermeté -Prêt à guider et à instruire -Faculté d'écouter	-Discerner les priorités -Résoudre les problèmes -Prendre des décisions
Style de direction	Connaissance du management
-Animation des équipes -Motivation du personnel -Jugement et loyauté -Faculté d'expression -Sens des responsabilités	-Connaissance des nouveautés technologiques et d'organisation -Communications -Mise à profit des ressources
Ces caractéristiques montrent comment un chef se comporte avec les gens	Ces traits et ces qualités reflètent son aptitude à résoudre les problèmes

Tableau 1.6 Aptitudes à diriger et à gérer exigées d'un directeur de la maintenance [45]

Le facteur humain dans la maintenance a été très souvent négligé, l'attitude du personnel de maintenance reflète l'attitude du management. Le responsable de maintenance doit adopter une attitude positive envers un service maintenance et il doit chercher à comprendre les problèmes de son personnel [45]

1.17.2 Exemple de fiche de la fonction « Responsable de maintenance »

Définition de fonction	N° de fiche : xxx
Intitulé : responsable de maintenance	Révision : 0 Date : jj-mm-aaaa Page : 1/1
Lieu de travail : usine de... Régime de travail : -normal, -grande disponibilité hors horaires normaux, -astreinte à domicile périodique.	Service techniques Service maintenance
Classification : ingénieur	Coefficient : 550
<p>Missions principales :</p> <ul style="list-style-type: none"> -préparer l'organisation de la maintenance des nouvelles installations, -diriger l'ingénierie de maintenance pendant les phases préalables à la mise en exploitation des nouveaux investissements, -diriger la maintenance des installations pour obtenir leur disponibilité requise par les programmes de production au coût optimal. 	
<p>Objectifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> -assister la production dans sa mission de conduite des installations de production et de leurs utilités dans les meilleures conditions de sécurité, -participer à l'atteinte des objectifs de production par la fiabilité des installations à un coût optimisé, -assurer la maîtrise des technologies spécifiques, stratégiques et critiques par la capitalisation de la connaissance et par le retour d'expérience et une veille technologique et méthodologique adaptée, -assurer les relations contractuelles avec les prestataires de services pour obtenir l'optimum des obligations imparties dans l'esprit des accords conclus. 	
Supérieur hiérarchique : le chef des services techniques	
<p>Hiérarchie subordonnée :</p> <ul style="list-style-type: none"> -le secrétariat technique, la gestion de la maintenance et la documentation, -les responsables méthodes et inspection : mécanique, chaudronnerie, électricité, instruments et automatisme, -les responsables de travaux des zones géographiques, -les approvisionnements-magasins. 	
<p>Relations fonctionnelles :</p> <ul style="list-style-type: none"> -toutes entités techniques, administrative, comptables, de sécurité, de production, d'exploitation de l'usine, sans restriction, -toutes relations contractuelles dans le cadre des accords conclus, 	

-toutes relations extérieures liée à la fonction, à la mission et nécessaires au respect des objectifs, incluant les autorités et organismes officiels ou privés de prévention, contrôles, mesures...	
Qualification et conditions requises au recrutement :	
-ingénieur diplômé d'une grande école, institut ou université de technologie, chimie, pétrochimie..., -dix ans d'expérience de responsabilités de maintenance en unités similaires, -sens des responsabilités, de la communication, du commandement, de la relation contractuelle, -esprit de synthèse.	
Programme de formation :	
à définir au recrutement et à mettre à jour au cours de l'exercice de la fonction.	
Révision 0 : Proposée par : ZZZ Date : jj-mm-aaaa	Approuvée par : YYY
Nom de l'agent en poste : Date d'affectation :	Lu et approuvé- signature :

Figure 1.18 Fiche de la fonction « responsable de maintenance » [50]

Conclusion

La maintenance est une résurgence de l'entretien, le service qui vivait à l'ombre de la production traitant les séquelles de l'entreprise, bien isolé, sans grande ingérence dans la stratégie de l'entreprise. La nécessaire mise à niveau de la fonction maintenance passe maintenant par une approche managériale qui nécessite la requalification et la réhabilitation de cette fonction génératrice de qualité et ce, grâce à l'introduction des approches stratégiques et contemporaines de maintenance.

Rapport Gratuit.Com

Chapitre 2

Management de la maintenance

au service de l'entreprise

Introduction

Le management de la maintenance reste toujours au service de l'entreprise en éliminant partout où il peut le gaspillage, l'erreur et l'inutile technique. Le principe du management moderne de la maintenance est fondé sur des méthodes, des moyens et des enjeux économiques qui permettent aux entreprises d'améliorer leurs performances. Ce principe est issu des meilleures pratiques et de l'expérience d'un grand nombre d'entreprises et vise l'amélioration continue de ces performances, en se focalisant sur la satisfaction des clients, tout en tenant compte des interactions et des besoins des différentes parties prenantes. Le management de la maintenance est lié à long terme à l'obtention de la sûreté de fonctionnement à un coût global optimal. Il doit pour cela assurer la maîtrise des technologies spécifiques, stratégiques et critiques par la capitalisation de la connaissance, le retour d'expérience et des veilles technologique et méthodologique adaptées.

2.1 Introduction au management de la maintenance

La fonction de management tient le rôle de chef d'orchestre. Elle peut être assurée à différents niveaux et par différents personnes du service maintenance. Elle consiste à :

- participer à la définition des objectifs globaux de l'entreprise ;
- identifier les besoins et définir la politique de maintenance ;
- prendre des décisions au jour le jour lorsque plusieurs alternatives se présentent ;
- faciliter la communication entre les différentes fonctions du système maintenance et les autres fonctions de l'entreprise. C'est en particulier cette fonction de management :
- qui choisit les méthodes à appliquer ;
- qui détermine l'organisation et répartit les forces de travail ;
- qui décide d'externaliser certaines activités ;
- qui propose de moderniser et d'investir.

Elle agit sur le système maintenance un peu comme une boucle de contrôle-commande agit sur un processus. Son efficacité est tributaire de ses possibilités d'observation, de la qualité des mesures des grandeurs observées, de ses capacités de jugement, de communication et de réaction, et des moyens d'actions dont elle dispose.[15]

2.1.1 Définition du management de la maintenance

- ❖ « Toutes les activités des instances de direction qui déterminent les objectifs, la stratégie et les responsabilités concernant la maintenance et qui les mettent en application par des moyens tels que la planification, la maîtrise de la maintenance, l'amélioration des méthodes dans l'entreprise y compris dans les aspects économiques » FD X60-000 (mai 2002)

2.2 Présentation du cercle dynamique des bonnes pratiques du management de la maintenance



Figure 2.1 Cercle dynamique des 36 bonnes pratiques de la maintenance [25]

La méthode présentée s'articule autour d'un cercle dynamique des bonnes pratiques de management de la maintenance. Ce cercle dynamique comprend 36 bonnes pratiques et 440 critères d'évaluation qui peuvent être classés en 3 catégories suivantes :

- bonnes pratiques techniques :

généralement, ce sont celles qui sont mieux développées. La maintenance est avant tout une affaire de techniciens. On retrouve ainsi dans le cercle dynamique des pratiques techniques telles que les «modes opératoires», «l'information technique» ou les «données historiques».

- bonnes pratiques de management :

ces bonnes pratiques constituent le plus souvent les principaux axes de progrès. Les meilleurs techniciens, qui ont pris au fil des années plus de responsabilités, n'ont pas toujours su intégrer complètement la dimension de management demandée par l'entreprise et ces bonnes pratiques peuvent constituer un excellent levier de progrès. Il s'agit de pratiques telles que le « planning quotidien », le « suivi à intervalles courts» ou la « déclinaison des objectifs ».

- bonnes pratiques humaines :

avec l'évolution de la« fonction » maintenance dans l'entreprise, de moins en moins centralisée et de plus en plus centrée sur les « métiers coeurs », la dimension humaine de la maintenance a pris plus d'importance. Ces bonnes pratiques traitent de la nécessaire évolution des compétences et des états d'esprit à l'intérieur de la fonction maintenance mais aussi dans les autres fonctions de l'entreprise. Les modes de fonctionnement que le cercle dynamique peut nous permettre de mettre en place sont souvent qualifiés de «classe mondiale» ou «d'excellence». Cette cible ultime se trouve au centre du cercle. Pour y arriver, il convient de développer de façon séquentielle les différentes bonnes pratiques. La séquence de développement est représentée par les 3 cercles successifs qui composent le cercle dynamique.

- Cercle extérieur :

il reprend les bonnes pratiques «fondamentales».

Ce sont celles qu'il convient de développer ou de consolider en premier lieu. Elles sont essentielles au développement solide et durable des bonnes pratiques des deux autres cercles.

- Cercle central :

ce sont les bonnes pratiques «consolidées», indispensables au bon développement des bonnes pratiques du cercle intérieur.

- Cercle intérieur :

Ce sont les bonnes pratiques « avancées » qui permettent d'obtenir des performances de maintenance de « classe mondiale ». Ces bonnes pratiques ne peuvent être développées durablement et efficacement que si l'ensemble des bonnes pratiques des cercles extérieurs est correctement développé. Les bonnes pratiques de management de la maintenance doivent être dynamiques et ne jamais être figées. Elles doivent s'adapter en permanence aux objectifs stratégiques de l'entreprise. Ces bonnes pratiques doivent être utilisées de façon dynamique par tous les acteurs de l'entreprise qui interviennent de près ou de loin dans l'amélioration permanente des performances de la maintenance. Bien entendu, cela suppose parfois des remises en cause profondes des modes de fonctionnement existants. Le cercle dynamique permet de suivre l'évolution des bonnes pratiques de façon participative. Enfin, il structure les actions en indiquant clairement quelles actions prendre et dans quel ordre de priorité. C'est la raison pour laquelle cette méthode s'adresse aux entreprises

convaincues qu'atteindre l'excellence dans les bonnes pratiques de management est un véritable combat, qu'il faut mener tous les jours.

2.3 Bonnes pratiques du management de la maintenance

L'essor de la maintenance repose essentiellement sur 14 domaines d'ajustement et de développement continus, autrement dit 14 bonnes pratiques que nous considérons comme des axes fondamentaux du progrès en maintenance.

Une maintenance idéale est une maintenance qui :

- ✓ s'implique «à fond» dans l'amélioration du rendement de l'entreprise,
- ✓ connaît sa performance et la rapproche des objectifs,
- ✓ s'organise dans une logique de maintenance partagée avec une grande cohésion globale usine,
- ✓ s'appuie sur un dosage préventif, curatif et amélioratif optimisé,
- ✓ considère toute panne comme une chance à exploiter,
- ✓ formalise sa pratique avec rigueur et sans excès,
- ✓ évolue dans un contexte matériel approprié,
- ✓ s'appuie sur des équipes compétentes et motivées,
- ✓ soigne le dialogue avec ses clients,
- ✓ développe l'aptitude technique des opérateurs à maîtriser la continuité de production,
- ✓ s'appuie à propos sur des entreprises extérieures dûment choisies,
- ✓ connaît parfaitement les coûts résultant de son action et les optimise,
- ✓ maîtrise son stock de pièces détachées,
- ✓ consacre le temps suffisant à l'amélioration de sa pratique.

2.4 Management du processus de la maintenance à l'aide des 5M

2.4.1 Processus maintenance

Le processus maintenance peut se présenter de la manière suivante, où le processus transforme des entrées en sorties :

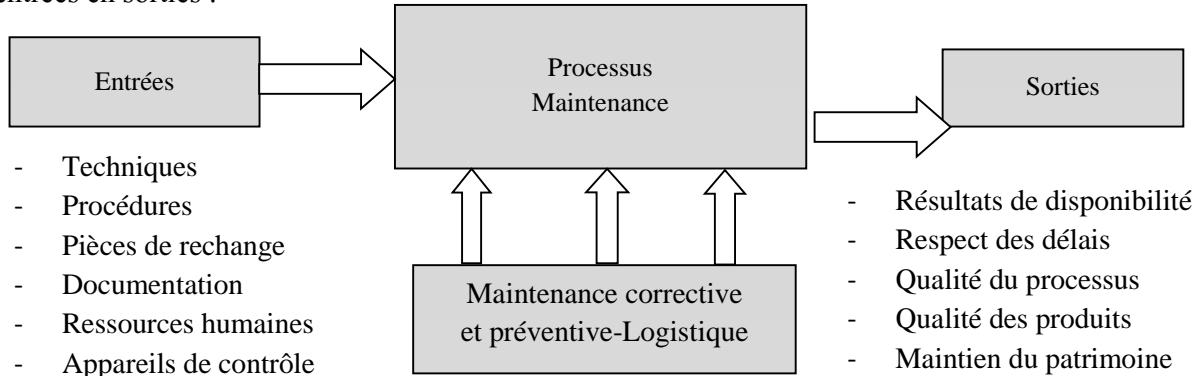


Figure 2.2 Présentation du processus maintenance [32]

Le management du processus maintenance peut être effectué également à l'aide des 5M :

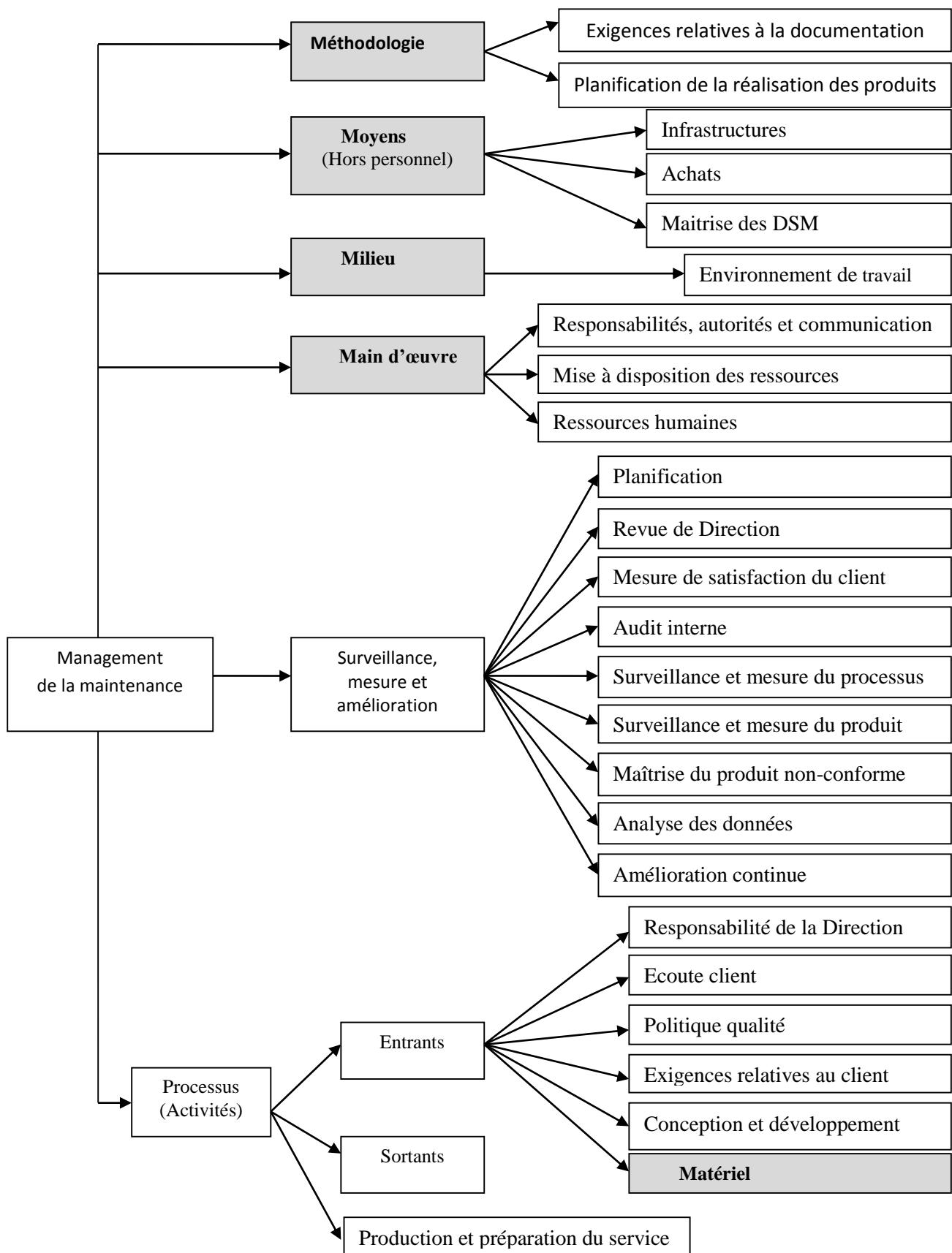


Figure 2.3 Management de la maintenance à l'aide des 5M [32]

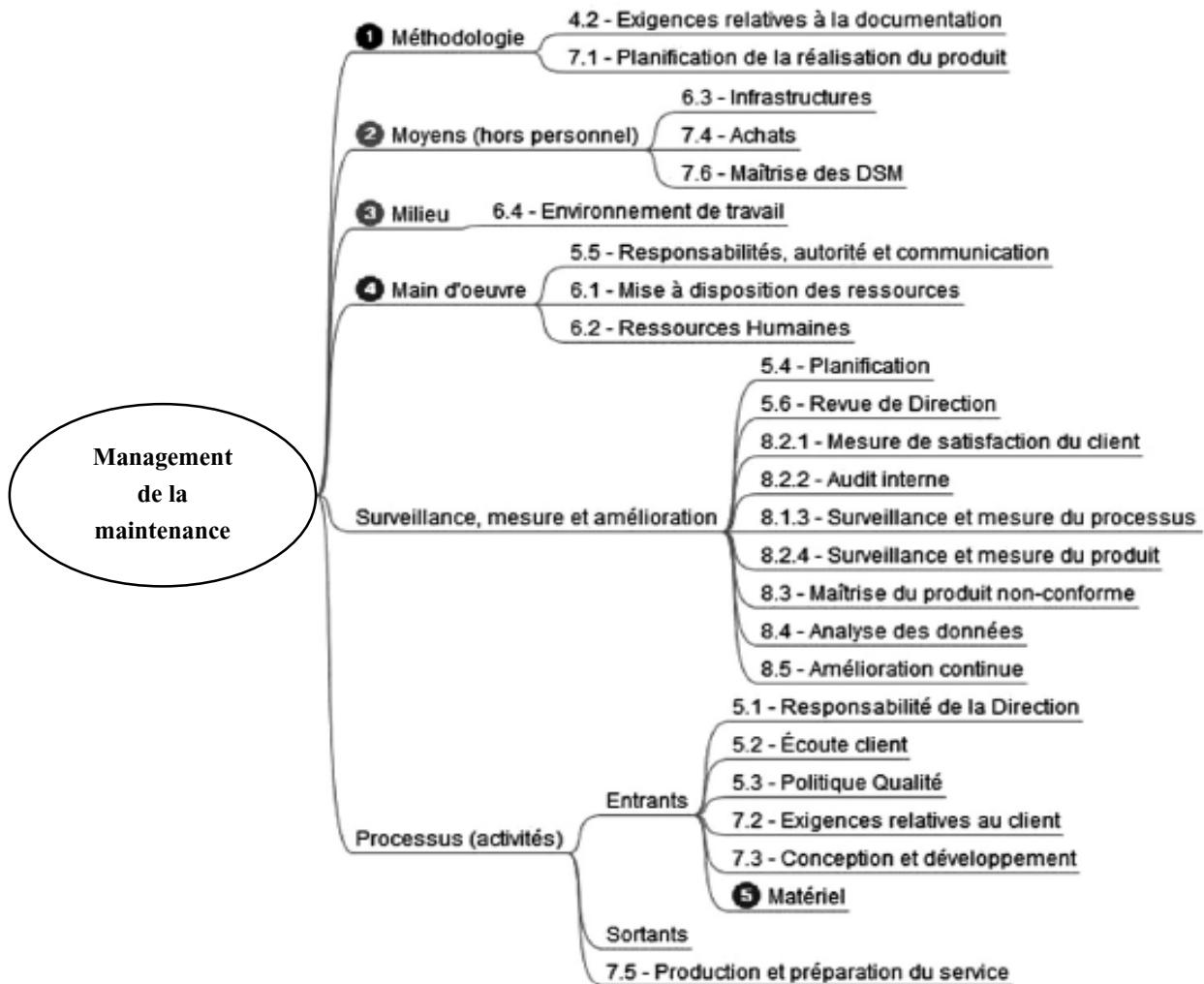


Figure 2.4 Management de la maintenance à l'aide des 5M [32]

2.5 Optimisation de la maintenance

2.5.1 Utilisation des réseaux de Pétri

Les réseaux de Pétri sont fréquemment utilisés pour la modélisation des performances des systèmes. Leur pouvoir d'expression est en effet bien adapté à un usage industriel.

Assez rares dans le domaine de la maintenance jusqu'à peu, on trouve désormais de plus en plus de travaux d'évaluation des performances de politiques de maintenance basés sur le formalisme des réseaux de Pétri stochastiques, bien souvent associé à la simulation de Monte Carlo. [54]

2.5.2 Utilisation du modèle de Monte Carlo

Le modèle de Monte Carlo permet de représenter, à l'aide des informations disponibles, le comportement d'un système, le comportement de ses matériels, ainsi que les effets de la maintenance [54]. Cependant, comme tout modèle, il ne permet pas de représenter complètement la

réalité. Aussi, pour prévoir l'évolution future du système en se rapprochant au mieux de la réalité, nous utilisons le principe de simulation de Monte Carlo

2.5.3 Utilisation des réseaux de Bayes

Les réseaux Bayésiens sont des modèles graphiques interprétés à partir de systèmes experts probabilistes pour représenter des relations qualitatives et quantitatives entre plusieurs variables au travers de dépendances et de probabilités conditionnelles. Ils sont encore peu connus et utilisés en fiabilité mais tendent à émerger pour répondre à des problématiques d'optimisation des politiques de maintenance. [54]

2.5.4 Utilisation de l'approche Markovienne

L'approche markovienne est la doyenne des méthodes mises en œuvre pour le traitement probabiliste des systèmes ou processus se comportant dynamiquement. On considère le système comme un ensemble de composants pouvant se trouver dans un nombre fini d'états de fonctionnement ou de panne. [54]

2.5.5 Optimisation par l'utilisation de la loi de Weibull

On peut optimiser la maintenance en caractérisant le comportement d'un système dans les 3 phases de vie : période de jeunesse, période de vie utile et période d'usure ou vieillissement. Dans sa forme la plus générale, la loi de Weibull décrit en général le comportement de la fiabilité d'une entité mécanique. Elle est caractérisée de façon générale par 3 paramètres qui sont :

- 1) le paramètre de décalage : noté γ , ce paramètre représente une origine temporelle pour cette loi. Il prend ses valeurs dans tout entier. Lorsque γ est négatif, l'entité peut être défaillante à l'instant initial $t = 0$.
- 2) le paramètre d'échelle : Il est noté α . Lorsque la loi de Weibull se ramène à une loi exponentielle, α est le temps moyen entre défaillances (MTBF) de l'entité.
- 3) le paramètre de forme : ce paramètre est noté β . Il impose la forme de la loi et, influe fortement sur la cinétique de dégradation de l'entité. Plus ce paramètre est grand, plus la dégradation est rapide. Les cas où $0 < \beta < 1$ correspondent à la période de jeunesse de l'entité.

Les cas où $\beta = 1$ correspondent à la période de maturité de l'entité. Cette période peut être plus ou moins longue suivant le type d'entité ; elle détermine la forme aplatie ou recourbée de la courbe en baignoire représentant les variations du taux de défaillance.

2.5.6 Optimisation de la maintenance par l'AMDEC

Les coûts de la maintenance se composent essentiellement en 2 composantes : les coûts directs et les coûts indirects.

L'étude AMDEC permet principalement d'optimiser les coûts indirects. En effet elle constitue une méthode de diagnostic intelligente dans la mesure où elle permet de prévoir un certain nombre de

faiblesses, de défauts, d'anomalies et de pannes au niveau de l'ensemble des éléments qui concourent à la fabrication d'un produit. [31]

2.5.7 Optimisation de la maintenance par la MBF

La MBF est une méthode destinée à établir un programme de maintenance préventive permettant d'améliorer progressivement le niveau de disponibilité des équipements critique.

L'objectif de la MBF est de proposer aux entreprises une méthode structurée permettant d'établir un plan de maintenance sélectif à partir de la criticité des équipements, puis de leurs défaillances identifiées, cela à partir d'une démarche participative afin d'améliorer la disponibilité des équipements. L'objectif principal est clair : améliorer la disponibilité des équipements sélectionnés comme critiques par leur influence sur la sécurité, sur la qualité et par leur impact sur les flux de production. Améliorer la disponibilité implique la réduction des défaillances techniques par la mise en place d'un plan préventif "allant à l'essentiel", mais aussi la réduction des durées de pertes de production par une nouvelle répartition des tâches entre production et maintenance [47].

Le "MBF groupe équipement" est chargé du recueil des données sur le terrain. Il comprend des personnes venant des services production et maintenance qui connaissent le mieux l'équipement étudié. Après l'analyse de l'équipement par un groupe pilote, il valide et définit les actions de maintenance à entreprendre et élabore les actions préventives à mettre en place ainsi que leur répartition entre la production et la maintenance.

2.5.8 Optimisation de la maintenance par la TPM

La stratégie Total Productive Maintenance (TPM) a été initiée au Japon dans les années 1970 et s'inscrit dans une stratégie du zéro défaut, zéro délai, zéro stock et zéro panne.

Elle met l'accent sur l'organisation des ressources productives pour améliorer la disponibilité des équipements qui, par définition est « l'aptitude d'un bien à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, à un instant donné ou durant un intervalle de temps donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs est assurée » [44]. Sommairement, la TPM a pour objectifs :

- d'améliorer l'efficacité du service maintenance (maintenance préventive, systématique ou conditionnelle, la Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur - GMAO),
- de mettre en place l'auto maintenance,
- de suivre quantitativement la productivité des équipements en améliorant le Taux de Rendement Synthétique (TRS),
- d'améliorer la productivité globale des équipements sur tout le cycle de vie.

2.5.9 Optimisation de la maintenance par une approche Lean

L'entreprise doit définir la stratégie de maintenance la plus adéquate lui permettant d'atteindre la performance requise de son système de production. Dans ce contexte, les objectifs de Lean ont été intégrés aux objectifs de la maintenance afin de formaliser un nouveau concept : le Lean maintenance.

Le concept « Lean maintenance » est relativement nouveau introduit dans la dernière décennie du 20^{ème} siècle, mais les principes sont établis dans la TPM. La théorie de Lean maintenance est un concept de maintenance avancée et la méthode vise à minimiser le phénomène de gaspillage [61].

2.5.10 Optimisation de la maintenance par le management de la qualité

Les méthodes analytiques ont permis de hiérarchiser les équipements et leurs composantes en fonction de leur criticité et de détecter, à chaque niveau de l’arborescence du système, les défaillances potentielles qui risquent d'affecter sa sûreté de fonctionnement, durant tout le cycle de vie. Il s'agit maintenant de faire des choix stratégiques sur la part de prévention à organiser ; le but est de minimiser les conséquences des événements dangereux ou simplement pénalisant, voire les éradiquer, ou d'accepter certains risques et de les maîtriser. Il existe actuellement de nombreuses méthodes parfaitement éprouvées, certains cas simples pouvant se limiter au moins à leurs principes et à la logique de raisonnement qui les conduit. Les méthodes les plus utilisées et les plus efficaces pour les processus de maintenance sont : les 5S, les 5M, la MBF, la TPM, le RBI.

2.5.11 Optimisation de la maintenance par la GMAO

La Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO) est un outil destiné aux équipes de maintenance, son but étant d'être un outil de suivi, de planification et d'optimisation du service maintenance.

Une GMAO vise en premier lieu à assister les services maintenance des entreprises dans leurs missions. Un service de maintenance, selon la définition de l'AFNOR, cherche à maintenir ou à rétablir un bien (équipement) dans un état spécifié afin que celui-ci soit en mesure d'assurer un service déterminé. Une GMAO peut également être utile dans d'autres services de l'entreprise, comme la production ou l'exploitation (afin de fournir des informations sur l'état des équipements), ainsi que la direction financière ou générale de l'entreprise, en fournissant des indicateurs facilitant les prises de décisions en matière de renouvellement de parc, par exemple.

Ainsi, les fonctions les plus courantes de ces progiciels sont :

- Gestion des équipements : inventaire des équipements, localisation, gestion d'informations dédiée par type d'équipement (Production, bâtiments, véhicules, réseaux, ordinateurs, etc.)
- Gestion de la maintenance : corrective (avec OT : Ordre de Travaux, ou BT : Bon de Travaux, ou ODM : Ordre De Maintenance), préventive (systématique, conditionnelle, prévisionnelle), etc. Ce module comporte souvent des fonctionnalités ouvertes à des utilisateurs au-delà du service de maintenance, comme une gestion des Demandes d'Intervention (DI), permettant à toute personne autorisée de l'entreprise de signaler une anomalie devant être prise en considération par la maintenance.
- Gestion de la mise en sécurité des installations pour les travaux de maintenance : consignation, centralisation, autorisation de sécurité, déconsignation, etc., pour permettre le verrouillage optimal d'une installation pendant des opérations de maintenance.

- Gestion des stocks : magasins, quantités minimum ou maximum de réapprovisionnement, analyse ABC, listes de sélection, référencement et recherche, articles de rechange, catalogue fournisseurs...
- Gestion des achats : de pièces détachées ou de services (sous-traitance, forfait ou régie), cycle devis / demande d'achat / commande / réception & retour fournisseur, facturation, etc.
- Gestion du personnel et planning : activités, métiers, planning de charge, prévisionnel, pointage des heures, etc.
- Gestion des coûts et budget : de main d'œuvre, de stocks, d'achat, de location de matériel, etc., préparation des budgets, suivi périodique, rapports d'écart, etc.
- Indicateurs clés de performance (Key Performance Indicators, KPI) : cockpit de pilotage ou tableau de bord pour le manager (requêtes de base de données concernant des statistiques, des alertes, etc.) [61].

Méthodes	Avantages	Inconvénients
Utilisation des réseaux de Pétri	<ul style="list-style-type: none"> - Fort pouvoir descriptif - Possibilité d'analyser le comportement d'un système en présence d'une défaillance - Permettent de calculer les probabilités et les statistiques ainsi que la prise en compte des évènements aléatoires comme l'occurrence de défaillances - Outils performant de modélisation, d'analyse et d'évaluation des systèmes - Support graphique, - Possède des propriétés analytiques. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lecture difficile parfois, - Provoque parfois des erreurs lors la représentation graphique - Nécessite des outils de simulation performants, donc coûteux.
Utilisation du modèle de Monte Carlo	<ul style="list-style-type: none"> - Calculs des quantités déterministes - Calculs des prix des options en finances, - Méthode très puissante en termes de modélisation des systèmes complexes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Temps de calcul assez important - Risque d'erreur n'est pas négligeable - Simulation assez compliquée.
Utilisation des Réseaux de Bayes	<ul style="list-style-type: none"> - Incorporation de connaissance sur le domaine - Permet de modéliser les relations non-déterministes - Associe les probabilités aux prédictions, ce qui est utile dans les nombreux domaines où les connaissances sont incertaines 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessite des probabilités dont la détermination requière typiquement de grandes quantités de données ou plusieurs connaissances a priori, - Nécessite un coût de calcul relativement élevé - La compréhension des réseaux peut devenir difficile

Utilisation de l'approche Markovienne	<ul style="list-style-type: none"> - Plusieurs méthodes probabilistes utilisent le modèle de Markov - Fondée sur des processus de temps continus - Interprétation directe des résultats 	<ul style="list-style-type: none"> - Difficile, s'il y a une explosion combinatoire du nombre d'états susceptible d'être occupés par le système dont on souhaite modéliser le comportement - Impossibilité de traiter des opérations de synchronisation ou de parallélisme entre processus
Optimisation par l'utilisation de la loi de Weibull	<ul style="list-style-type: none"> - Son paramètre d'échelle α permet de contracter ou de dilater à volonté l'échelle des temps - Facilite l'utilisation grâce à la transformation d'Allain Plait - Outils à la fois simple, puissant et d'un maniement aisés - Existence du logiciel-Résultats précis par calcul. 	<ul style="list-style-type: none"> - Résultats peu précis par graphique - Calculs longs et lourds parfois
Optimisation de la maintenance par les coûts (LCC)	<ul style="list-style-type: none"> - Permet l'optimisation du coût global d'un système sur l'ensemble de son cycle de vie - Existence des logiciels - Vision globale de l'impact environnemental 	<ul style="list-style-type: none"> - Difficulté majeur d'estimation des différents coûts intervenant durant le cycle de vie d'un équipement - Manque de précision - Valeurs obtenues pouvant difficilement être utilisées
Optimisation de la maintenance par l'AMDEC	<ul style="list-style-type: none"> - Maintenance préventive poussée - Optimisation des tâches de maintenance préventive - Intéressante pour la sûreté de fonctionnement 	<ul style="list-style-type: none"> - Ne permet pas d'avoir une vision croisée des pannes possibles et de leurs conséquences - Ne permet pas de tenir compte des phénomènes dynamiques - La qualité d'une AMDEC est liée à l'exhaustivité des modes de défaillances identifiés
Optimisation de la maintenance par la MBF	<ul style="list-style-type: none"> - Démarche rationnelle et structurée - Gain économique - Amélioration de la disponibilité - Hiérarchisation des défaillances des tâches de maintenance préventive qui simplifie la prise de décision et le pilotage de maintenance - Fiabilité maximale obtenue - Maintenance sélective à partir de la criticité des équipements 	<ul style="list-style-type: none"> - Exige une vision globale (systémique) de l'entreprise pour inclure tous les facteurs contribuant de façon significative à des frais de productivité par réduction des coûts de maintenance - Risque de manque d'informations
Optimisation de la maintenance par la TPM	<ul style="list-style-type: none"> - Amélioration de la productivité - Amélioration de la qualité - Amélioration du taux de livraison grâce au respect du planning plus facile - Amélioration de la satisfaction des employés 	<ul style="list-style-type: none"> - Représente un grand effort - Mobilise l'entreprise pendant longtemps - REX difficile
Optimisation de la maintenance par une approche Lean	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction des sources de gaspillages - Amélioration des lignes de production 	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilité dégradation des conditions de travail associées au mode d'organisation en Lean Maintenance

Optimisation de la maintenance par le management de la qualité	<ul style="list-style-type: none"> - Diminution des coûts de maintenance - Augmente MTBF - Diminue MTTR - Diminution des accidents et de l'absentéisme 	<ul style="list-style-type: none"> - N'est pas évident toute seule - Ne tient pas compte des contextes sociaux culturels
Optimisation de la maintenance par la GMAO	<ul style="list-style-type: none"> - Connaissance complète des équipements - Partage des connaissances - Amélioration du retour d'expérience (REX) - Amélioration de la planification des Interventions - Traçabilité, complète des interventions - Meilleure maîtrise des coûts 	<ul style="list-style-type: none"> - Délais de mise en place trop importants - Logiciel trop consommateur de temps - Coûts trop élevés

Tableau 2.1 Tableau récapitulatif des avantages et des inconvénients des méthodes d'optimisation de la maintenance.

2.6 Gestion des pièces de rechange et codification

2.6.1 Optimisation de la gestion des pièces de rechange

L'optimisation de la gestion des pièces de rechange est un levier clé de performance des activités de la maintenance. D'une part, la remise en fonctionnement des actifs après défaillance et donc leur disponibilité dépendent directement de la mise à disposition des pièces qui les composent. D'autre part, ces pièces représentent un poste important du budget de maintenance, tant en termes d'achats que de coûts logistiques (Transport, stockage, manutention).

Il s'agit donc d'instruire le compromis entre une couverture de stocks élevée mais onéreuse, destinée à garantir une disponibilité importante (voire immédiate) des pièces et une couverture de stock insuffisante, susceptible d'engendrer des pertes de disponibilité des actifs avec pour impact des pertes de production dans des sites manufacturiers ou des indisponibilités pour des actifs assurant un service.

2.6.1.1 Leviers d'optimisation des pièces de rechange

2.6.1.1.1 Réduction de la consommation de pièces de rechange

De manière évidente, le taux de défaillance des pièces de rechange λ est un facteur clé de leur consommation et par voie de conséquence du besoin d'en conserver une quantité suffisante en stock [42].

- L'analyse des taux de défaillance des pièces les plus critiques devra donc mettre en évidence les principaux indicateurs qui les caractérisent :

- MTBF (« Mean Time Between Failure » ou Moyenne des Temps de Bon Fonctionnement) et en particulier la dispersion des temps de bon fonctionnement autour du MTBF,

- analyse de ces temps au regard des temps théoriques de fonctionnement donnés par les constructeurs, pour des conditions d'emploi données.

-l'utilisation de pièces de rechange prévues pour des entretiens programmés est par essence déterministe. Les quantités et dates pour ces besoins de type préventif peuvent ainsi être déterminés et planifiés à l'avance (Exemple des grands arrêts dans l'industrie de process). C'est aussi le cas des pièces dites de consommation courante (Visserie, quincaillerie).

2.6.1.1.2 Détermination des niveaux de stock nécessaire

2.6.1.1.2.1 Articles à consommation continue

Leur consommation suit une loi normale (loi de Laplace-Gauss), caractérisée par sa propre moyenne m et son écart type σ qui reflète la dispersion des échantillons autour de la moyenne.

Si $m_1, m_2, \dots, m_i, \dots, m_{12}$ sont les consommations des douze (12) derniers mois :

$$m = \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_i + \dots + m_{12}}{12} ; \quad m = \sum_{i=1}^{12} \frac{m_i}{12} \quad (2.1)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m - m_i)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{12} (m - m_i)^2}{12-1}} \quad (2.2)$$

$$\sigma^2 = \frac{(m - m_1)^2 + (m - m_2)^2 + \dots + (m - m_i)^2 + \dots + (m - m_{12})^2}{11} \quad (2.3)$$

2.6.1.1.2.2 Articles à consommation unitaire

Il s'agit ici de pièces de rechange qui se débitent par nombre entier (Pièce par pièce) à la différence des articles qui peuvent se débiter en nombre décimal.

C'est la loi de Poisson qui s'applique. Cependant, dès que l'on atteint une consommation moyenne de 10, l'écart entre les probabilités données pour des valeurs entières de la loi normale et celles données par la loi de Poisson sont suffisamment faibles pour que l'on utilise systématiquement la première. Lorsque l'on a une consommation mensuelle moyenne m , la probabilité sur un mois donné d'avoir une consommation k est la suivante [46] :

$$P(k) = \frac{e^{-m} \times m^k}{k!} \quad (2.4)$$

L'écart type de la loi de Poisson est $\sigma = \sqrt{m}$ (2.5)

2.6.1.1.3 Quantité Economique de Commande (QEC)

Le coût total lié au stock dépend principalement du nombre de commandes ainsi que du nombre d'éléments commandés. C'est la somme des coûts suivants :

a) Coût des matériels Cm

Si on fait abstraction d'éventuelles remises liées à la quantité, c'est le coût le plus simple à définir. Le coût total des matériels est égal au produit du coût d'un article par le nombre d'articles commandés :

$$Cm = L \times Pu \quad (2.6)$$

b) Coûts de possession ou de détention Cp

Ils sont de deux types :

- Coûts de possession directs : c'est le capital investi et non productif industriellement ou financièrement parce que non placé sur le marché. A cela s'ajoute la dépréciation des éléments stockés (Obsolescence, dégradation...).
- Coûts de possession indirects : ce sont les frais liés au stockage et au maintien en état des éléments. Ils sont constitués principalement par des charges liées aux locaux et au matériel de rangement aux assurances, au gardiennage et à la surveillance, au chauffage, à la manutention et au matériel qui lui est associé.

c) Coûts de commande et d'acquisition Ca

Les demandes de prix, les lancements d'appel d'offre, le lancement des commandes, les réceptions de matériels et leur contrôle engagent des frais de fonctionnement. Ils comprennent le temps passé par le personnel (Commandes et gestions des stocks), les moyens matériels (téléphone, courriers, déplacements, informatique, manutention...).

On peut donc exprimer le coût d'acquisition total Cat par le produit des coûts d'acquisition unitaires (Commandes) et du nombre d'opérations :

$$Cat = Ca \times N = Ca \times \frac{L}{Q} \quad (2.7)$$

$$\text{Donc le coût total : } CT = (L \times Pu) + (Ca \times \frac{L}{Q}) + (\frac{Q}{2} \times Pu \times i\%) \quad (2.8)$$

Où :

- L : Nombre d'articles commandés par an
- Q : Quantité commandée
- Ca : Coût d'acquisition unitaire (commandes)
- Pu : Prix unitaire des articles
- i% : Taux de possession

2.6.1.1.4 Période Economique de Commande (PEC)

Il s'agit de répondre à la question : QUAND commander ? La période de réapprovisionnement dépend de la quantité économique à commander. Celle-ci permet de minimiser la somme des coûts des stocks

(Frais de passation et de possession de stocks). La période économique de commande est donnée par :

$$P = \sqrt{\frac{288 \times f}{V \times P_u \times z}} \quad (2.9)$$

Avec f : Coût de passation d'une commande,

V : Consommation annuelle prévue en besoins courants (besoin issus d'une prévision de consommation).

Pu : Prix unitaire de l'article géré

z : Taux de coût de possession du stock

2.6.1.2 Mise en stock des pièces de « sécurité »

Il s'agit de pièces de fonctionnement dont le risque d'avarie pendant la durée d'utilisation de l'équipement est faible, mais non négligeable, mais dont une avarie entraînerait un coût W d'indisponibilité très supérieur au coût w de la pièce considérée.

2.6.1.3 Modèles d'organisation des stocks de pièces de rechange

2.6.1.3.1 Gestion du stock à l'aide de l'outil GMAO

Le logiciel de la gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO) permet une gestion poussée du stock du magasin [62]. Pour chaque article en stock, caractérisé par une référence et un descriptif, le logiciel permet aussi de définir la quantité que nous possédons, l'emplacement de l'article dans le magasin, la famille, ... A chaque intervention, nous pouvons aussi déclarer les pièces que nous avons utilisées. Automatiquement, le stock est décrémenté, ce qui permet de garder un stock le plus juste possible.

Ainsi de gérer les commandes de réapprovisionnement, en passant les commandes dans le logiciel de GMAO, un simple clic permet à la réception des commandes, de mettre à jour le stock.

Avec le logiciel nous pouvons aussi interroger sur l'utilisation future des articles, en se basant sur ceux qui sont paramétrés dans les fiches préventives. De cette manière, nous pouvons garder un stock minimum de certains articles non vitaux, et les réapprovisionner au dernier moment, juste avant de réaliser une intervention préventive.

2.6.1.3.2 Mutualisation de stocks entre sites

L'organisation du réseau logistique des pièces de rechange doit permettre de rationaliser les coûts liés aux pièces de rechange (Achat, transport, stockage, distribution) tout en assurant le service attendu par les sites utilisateurs [63].

2.6.1.3.3 Synergie avec les fournisseurs

Cette synergie peut également être recherchée auprès des fournisseurs de pièces (Distributeurs, fabricants) via des stocks de consignation : en mutualisant les besoins et les stocks de plusieurs clients,

les fournisseurs peuvent tout à la fois proposer un service à valeur ajoutée à leurs clients et leur permettre de réduire leurs niveaux de stock (sous réserve de pouvoir fournir les pièces dans des délais définis par avance et contractualisés).

2.6.2 Codification des pièces de rechange

La codification consiste à regrouper des textes normatifs de natures diverses dans des recueils concernant une matière donnée. Chacun de ces groupes devient un code [64].

Les matériels dont a la charge un service maintenance peuvent être nombreux et variés. A ces matériels s'ajoutent les pièces de rechange, les outillages classiques et spécifiques et même, de plus en plus, de la documentation. L'identification et la localisation de tous ces éléments doivent être sûrs, précises et rapides et ceci exclut les mots usuels du vocabulaire.

D'autre part, l'informatisation des services et la maintenance est loin d'en être exclue, elle nécessite l'utilisation de moyens de repérage et de distinction pour la recherche basés sur un nombre limité de caractères alphanumériques.

2.6.2.1 Utilisation de catalogue des pièces de rechange

Le catalogue des pièces de rechange répertorie toutes les pièces utilisées pour l'ensemble du matériel [44]. Il a pour but de rassembler sur un même document (Papier ou fichier informatique), toutes les informations utiles relatives aux pièces de rechange.

Le catalogue des pièces de rechange permet de retrouver les renseignements suivants :

- désignation de la pièce (en clair, mais limitée de préférence à cinquante (50) caractères),
- caractéristiques : dimensions, type, matériau, performances,...
- codes : code fournisseur et code interne, s'il y a lieu,
- affectation (pour les pièces spécifiques),
- références du ou des fournisseur(s) potentiel(s),
- pièces équivalentes, interchangeables ou adaptables,
- observations tenue en stock éventuelle, délai d'approvisionnement,...

2.7 Management de la lubrification

La lubrification revêt une importance primordiale dans le fonctionnement de tous les systèmes mécaniques. Le lubrifiant est à la machine ce que le sang est à l'organisme et reflète le comportement et l'état du système dans lequel il circule [5]. L'analyse d'huile est une méthode intéressante pour assurer la santé et la longévité des machines.

Le management de la lubrification consiste à rendre minimum le coût global de la lubrification à long terme, en recherchant la meilleure combinaison de l'ensemble des possibilités d'action qui portent ainsi sur :

- les caractéristiques techniques des lubrifiants, compte tenu des spécifications des constructeurs.
- la standardisation des lubrifiants dans le cadre de l'entreprise.

- le choix des fournisseurs de lubrifiants.
- l'organisation de la lubrification, en établissant un plan de lubrification adapté aux équipements en service.

Les coûts directs portent sur :

- les lubrifiants utilisés,
- les équipements de lubrification, entraînant un investissement non négligeable dans le cas d'une installation de graissage centralisée
- le coût du personnel chargé de la lubrification.

Les coûts indirects sont constitués par des coûts différentiels, correspondant par exemple à l'écart des coûts par rapport à la lubrification idéale concernant :

- les déperditions d'énergie par frottement,
- l'usure des équipements,
- les pièces d'usure à remplacer,
- la main d'œuvre correspondante,
- l'indisponibilité éventuelle des équipements.

Le coût des lubrifiants ne constitue généralement qu'une petite partie du coût global de la lubrification. L'optimisation de ce plan consiste à déterminer les périodes optimales de vidange à partir de l'analyse des huiles. Ces contrôles visent à mesurer l'évolution dans le temps de sa pollution et de sa teneur en additifs. La période optimale de vidange est l'espacement le plus long tel que les critères de qualité correspondant aux diverses caractéristiques soient satisfaits. Ces contrôles permettent également de détecter les anomalies de fonctionnement et leur évolution. Ils offrent donc un double intérêt, tant pour la maintenance systématique que pour la maintenance conditionnelle. [10]

2.8 Fiabilité des équipements

2.8.1 Maintenance et fiabilité

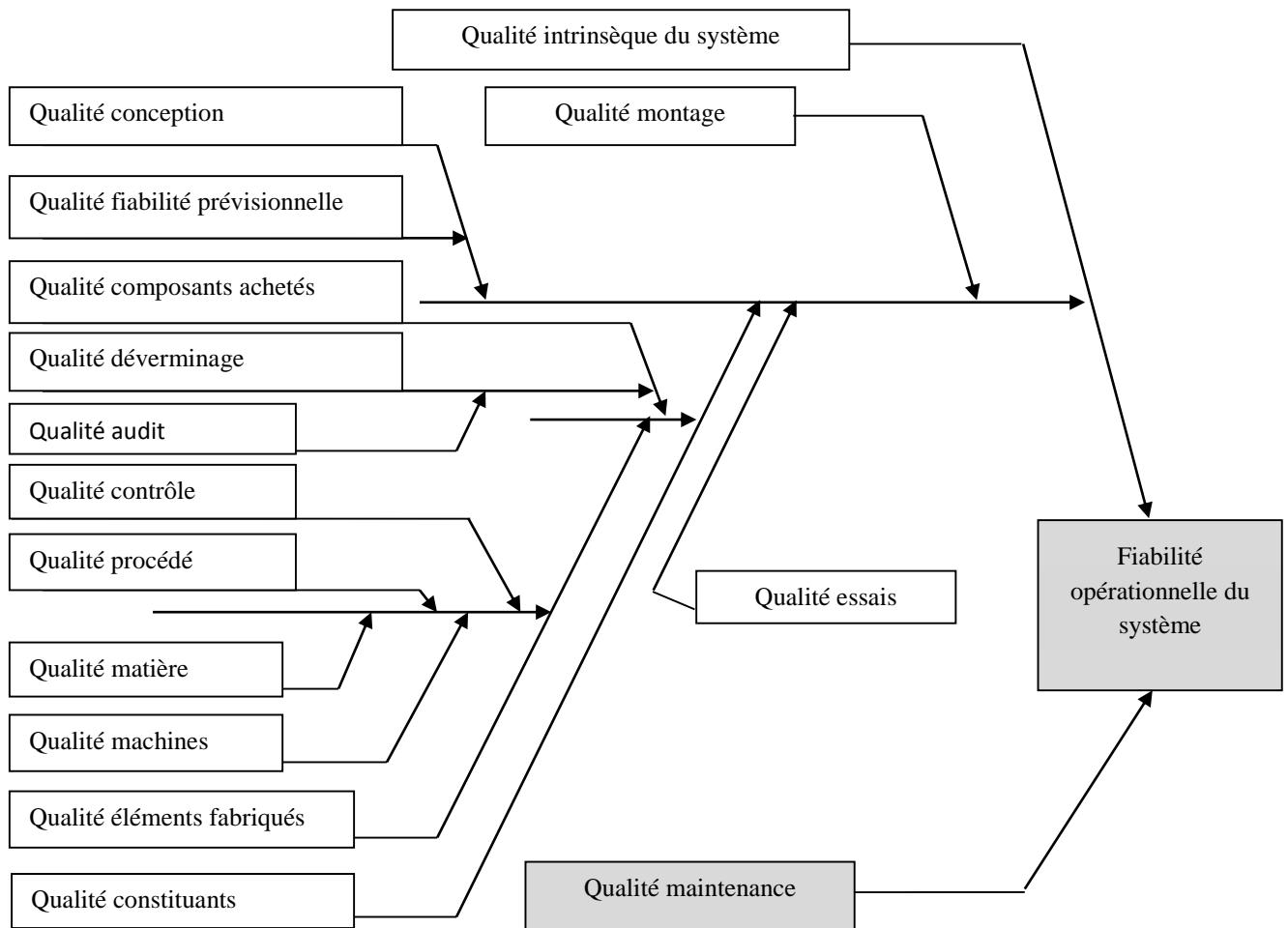


Figure 2.5 Diagramme Ishikawa des différents domaines de qualité pour l'obtention de la fiabilité [43]

2.8.2 Amélioration de la fiabilité, maintenabilité et disponibilité des équipements

Les indicateurs de performance en maintenance MTBF et le MTTR sont parmi les indicateurs les plus utilisés. Ils se réfèrent à des notions de fiabilité, de maintenabilité et de disponibilité. La vie d'un équipement industriel comprend une alternance d'arrêt et d'opération bon fonctionnement. On peut l'illustrer par :

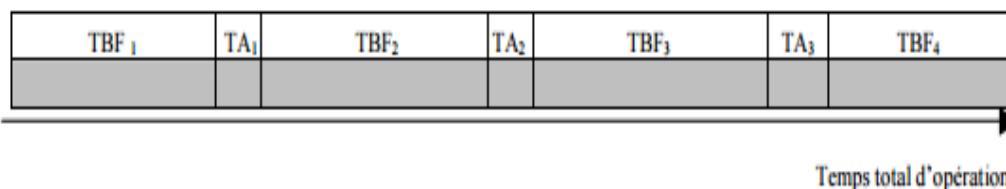


Tableau 2.2 Temps total d'opération

TBF = temps d'opération (Bon fonctionnement)

TA = temps d'arrêt

Le temps d'arrêt est décomposé en trois, d'abord le temps nécessaire à la préparation de l'intervention de maintenance (délais D1), le temps de l'intervention proprement dite (TTR ou Temps Technique de Réparation) et le temps de remise en marche (délai D2)

D ₁	TTR	D ₂
TA		

Tableau 2.3 Temps total d'arrêt.

TTR = temps technique de réparation

D = délais

À partir des temps de bon fonctionnement et des temps d'arrêt, il est possible de calculer les indices MTBF, MTTR et la disponibilité d'un équipement

2.8.2.1 Maintenabilité

La maintenabilité concerne l'action de maintenance comme telle. Par la maintenabilité, on recherche l'optimisation du temps d'intervention afin d'augmenter le temps de production en diminuant les délais dûs aux :

- temps pour l'attente de pièce de remplacement
- temps pour compléter les documents
- temps de préparation de l'action

Son indice est la MTTR

MTTR signifie moyenne des temps techniques de réparation et indique le temps moyen des différentes actions de maintenance prises pour un équipement.

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Temps total d'arrêts}}{\text{Nombre d'arrêts}} \quad (2.10)$$

2.8.2.2 Fiabilité

La fiabilité est la probabilité qu'un produit fonctionne correctement sans panne dans des conditions d'utilisation données pendant une durée spécifique. Elle s'exprime en probabilités. Cette définition suppose que l'on doit connaître :

- ce qu'on entend par fonctionner correctement ;
- les conditions d'utilisation ;
- le temps moyen souhaité entre les pannes. L'indice de fiabilité le plus employé est la MTBF

Le MTBF signifie moyenne des temps de bon fonctionnement et il indique la durée moyenne d'un équipement en bon fonctionnement (en production).

La loi de fiabilité s'écrit : $R(t) = e^{-\lambda t}$ (2.11)

2.8.2.3 Relation entre MUT, MTBF, MTTR, MDT

En général, on utilise les sigles d'origine américaine MTBF, MTTR, MDT, MUT avec le risque de mal se comprendre ; on peut proposer les expressions françaises suivantes pour utiliser exactement les mêmes notions en levant les ambiguïtés :

$$\text{MTBF} = \text{MUT} + \text{MDT} \quad (2.12)$$

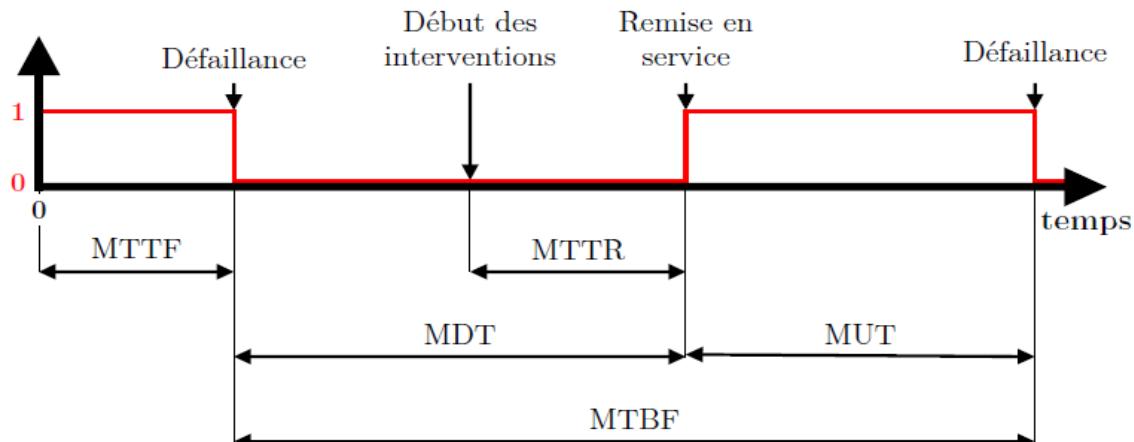


Figure 2.6 Cycle de vie d'un système : évolution dans le temps

- MUT la durée moyenne de fonctionnement après réparation.
- MDT la durée moyenne d'indisponibilité après défaillance.
- MTTF la durée moyenne de fonctionnement d'une entité avant la première défaillance.

2.8.2.4 Disponibilité

C'est un indice qui inclut les précédents. Habituellement, c'est cet indice qui est mesuré car il est plus complet. Il détermine la disponibilité d'un équipement à effectuer son travail dans le temps. On le calcule ainsi :

$$D = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \quad (2.13)$$

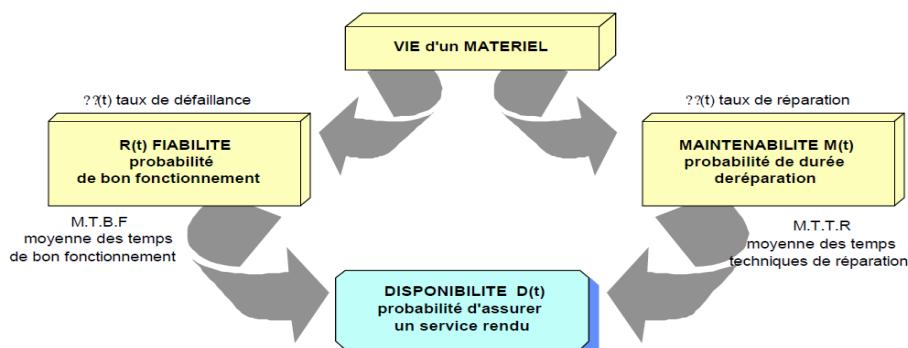


Figure 2.7 Indicateurs résultant la disponibilité.

2.8.3 Taux de Rendement Synthétique (TRS)

Le TRS est un indicateur de performance d'un équipement, également nommé Taux de Rendement Global ou rendement global ou Rendement Opérationnel (RO). Si sa structure est toujours de la forme $TRS = \pi_1 \cdot \pi_2 \cdot \pi_3$, ses composantes sont variables en nature de saisies, en mises en familles et en désignation. Elles représentent toujours les « six grosses pertes » que la TPM a pour vocation de mesurer pour les réduire [44].

2.8.4 Ratios économiques

Un ratio constitue un rapport de deux données. Il sert :

- à mesurer une réalité avec clarté ;
- à contrôler des objectifs ;
- à se comparer entre unités distinctes, entreprises ou secteurs d'activité ;
- à prendre des décisions adaptées (Politique d'investissement, politique de Maintenance, gestion du personnel,...).

L'étude des ratios peut s'appréhender à différents niveaux :

- au niveau d'un secteur d'activité, voire d'un pays ;
- au niveau de l'entreprise face à son secteur d'activité à l'évolution de l'entreprise face à elle-même ; au niveau de la fonction maintenance face l'entreprise ;
- à l'évolution de la fonction maintenance face à elle-même.

Le tableau 2.4 propose quelques-uns des ratios qui sont importants pour la fonction maintenance et qui sont définis dans la norme NF X60-020.

Ratios	Intérêts	Observation particulière
$R1 = \frac{\text{coût de maintenance}}{\text{valeur ajoutée produite}}$	A priori le plus judicieux pour les comparaisons interentreprises dans des secteurs identiques.	Valeur ajoutée : valeur de la transformation d'une matière d'œuvre en un produit fini.
$R2 = \frac{\text{coût de défaillance}}{\text{Coût de maintenance} + \text{défaillance}}$	Indicateur d'évolution de l'efficacité technique de la maintenance.	
$R3 = \frac{\text{Coût des travaux de sous-traitances}}{\text{Coût de maintenance}}$		A suivre avec le taux d'activité (par exemple : période de grande activité et recours à la sous-traitance).
$R4 = \frac{\text{nombre de défaillances}}{\text{temp sde fonctionnement}}$	Définition du taux de défaillance. Importance lorsque la production de rebut au moment de l'arrêt ou la remise ou en route est coûteuse ou que le temps de remise en service est long.	Possibilité d'analyser conjointement. Nombre de défaillances sur la quantité de production.
$R5 = \frac{\text{temps actifs de maintenance corrective}}{\text{temps actifs de maintenance}}$	Importance de maintenance corrective dans les interventions actives de maintenance.	

Tableau 2.4 Ratios de la fonction maintenance [44]

2.9 Hiérarchisation et évaluation de la criticité des équipements

Pour procéder à la hiérarchisation des équipements, nous pouvons utiliser la méthode « PIEU »

Un poids, comportant 4 niveaux de 0 à 3, est associé à chacun de ces critères. Il permet l'évaluation et la notation de chaque équipement.

Le tableau suivant permet d'attribuer les notes :

Critères \ Poids	0	1	2	3
P incidence des pannes	Répercussions grave sur la qualité et/ou environnement	Répercussions sur la qualité avec génération de rebuts	Retouche possibles	aucune répercussion sur la qualité
I importance	Stratégique pas de délestage sur autre machine sous-traitance impossible	important Pas de délestage sur autre machine sous-traitance possible	Secondaire délestage possible	équipement de secours
E état	A rénover ou à réformer	à réviser	A surveiller	à l'état spécifié
U taux d'utilisation	Saturé	Elevé	Moyen	Faible

Tableau 2.5 Méthode PIEU [35]

Sur cette base la criticité CR se calcule, équipement par équipement, en multipliant entre elles les valeurs de chaque critère : $CR = P \times I \times E \times U$ (2.14)

A partir des criticités calculées selon les catégories suivantes :

- ceux qui super-critiques $CR = 0$
- ceux qui sont critiques $CR < 3$
- ceux qui sont ordinaires $CR \geq 3$

2.10 Externalisation de la maintenance

2.10.1 Sous-traitance

Les structures de maintenance conventionnelles, monolithiques et indéformables, ne sont plus adaptées à la réalité industrielle actuelle. Tout d'abord, la complexité croissante des installations demande des compétences de plus en plus spécifiques que l'entreprise utilisatrice n'a plus ou ne veut pas avoir. De plus la variabilité du volume des activités de la maintenance, notamment pour les industries qui réalisent des arrêts pour maintenance, comme les arrêts de tranche dans le nucléaire

ou les arrêts d'installations dans l'industrie chimique et pétrochimique, demande une flexibilité importante du nombre de personnel mobilisé dans la réalisation de ces travaux.

La maintenance est aujourd'hui devenue un métier à part entière. Les entreprises se tournent de plus en plus vers des compétences extérieures, à condition de pouvoir continuer à maîtriser la fiabilité de leurs équipements. Les activités de maintenance étant ainsi entièrement ou partiellement sous-traitées dans de nombreuses entreprises.

Un sondage du Plant Maintenance Resource Center montre que les principales motivations à la sous-traitance de la maintenance sont une amélioration de la productivité, une maîtrise des coûts de maintenance et un recentrage vers les activités de cœur de métier. À cela nous pouvons ajouter les raisons générales invoquées à la sous-traitance.

Les prestataires de la maintenance se voient ainsi confier des rôles déterminants, non seulement du point de vue quantitatif du fait de leur flexibilité et de leur réactivité, mais aussi comme acteurs de la qualité, de la sécurité et de la sûreté de fonctionnement des équipements confié.

les entreprises sous-traitent une part croissante de la maintenance de leurs installations industrielles ; souvent, la collaboration entre donneurs d'ordres et prestataires s'est établie au fil de l'eau et des opportunités du moment.

Dans un contexte de crise où les entreprises doivent limiter leurs investissements, la maintenance des installations et, plus largement, la conservation du patrimoine industriel prennent une importance nouvelle.

En effet, les insuffisances des partenariats prestataires / donneurs d'ordres se paient au prix fort :

- les salariés de maintenance sont plus exposés que les autres aux risques d'accident du travail.

L'intervention sur une grande diversité d'installations ou sur des équipements en marche peut expliquer ce constat.

- les donneurs d'ordres perdent peu à peu la « mémoire » de leurs propres installations.

L'historique des interventions, qu'une population de salariés de maintenance stable mémorisait, se perd. Les efforts déployés pour créer des GMAO n'aboutissent pas à constituer des bases de données complètement fiables.

- la productivité de la maintenance dans son ensemble stagne. La multiplication des interfaces, l'alourdissement des tâches administratives propres à la sous-traitance détériorent l'efficacité des prestataires et des donneurs d'ordres.

- la qualité des interventions de maintenance régresse. Le partage entre faire et faire-faire obéit à des règles opportunistes et appauvrit peu à peu les compétences du donneur d'ordres.

A terme, sa capacité à choisir ses propres prestataires et à les évaluer disparaît.

2.10.1.1 Activités à externaliser

Les activités dont la technicité requise est décalée par rapport aux compétences internes, doivent être externalisées. Il en est ainsi pour les travaux à faible technicité ou à technicité très spécifique,

ainsi que pour les travaux lourds réalisables en temps différé ou impliquant une grosse surcharge [44].

2.10.1.2 Activités à conserver en interne

La direction du service maintenance qui garantit la cohérence et définit la politique de maintenance, ainsi que le service méthodes qui est le centre vital de l'amélioration permanente des process, doivent rester en interne. En définitive, il appartient à chaque responsable de service maintenance de trouver le juste équilibre, d'adapter sa stratégie à la conjoncture, sachant que la tendance «faisons tout nous-même» est irréaliste, et la tendance «sous-traitons la maintenance» est irresponsable dans l'industrie [44].

2.10.2 Cotraitance

Les rapprochements techniques nécessaires, voire indispensables, ne doivent pas faire oublier qu'il existe deux entités distinctes, le donneur d'ordres d'une part, le prestataire de services d'autre part. Comme le mentionne la norme XP X 60-105, chaque partenaire a des responsabilités non seulement vis-à-vis de l'autre, mais également vis-à-vis des tiers. Il a donc à souscrire les polices d'assurances qui les couvrent sur les risques encourus (Dommages aux personnes, dommages aux biens, autres dommages).

De plus en plus, les compagnies d'assurances ne consentent de telles polices que moyennant un certain nombre de conditions, en particulier sur les équipements concernés par les prestations de services de maintenance et la qualité ou compétence du maintenancier. Les pertes d'exploitation inhérentes à des défauts de maintenance sont déjà lourdes et risquent de l'être de plus en plus avec le développement de l'automation. La norme XP X 60-105 fait état des polices pertes d'exploitation qui couvrent les préjudices financiers subis par l'assuré du fait d'un dommage matériel couvert dans la police principale et résultant de l'immobilisation de son matériel. Il est notoire que les rapports économiques entre un maître d'œuvre et son partenaire présentent trois caractéristiques principales :

- le degré de domination,
- l'intensité de la coopération,
- la nature des liens juridiques.

2.10.2.1 Degré de domination

Sans résulter obligatoirement d'une intention déterminée, on observe une dissymétrie des influences réciproques que les entreprises en présence exercent l'une sur l'autre du seul fait de leurs relations d'échanges (Pouvoir de négociation, étroitesse du marché, exclusivité du donneur d'ordres ou du prestataire de services, etc.).

Il s'agit d'un facteur à ne pas négliger. Si certains sous-traitants acquièrent une position telle que le donneur d'ordres ne peut subsister qu'en leur présence, on observe également le phénomène inverse.

2.10.2.2 Intensité de la coopération

On l'apprécie par la marge d'initiative technique et d'autonomie de gestion dont jouit le sous-traitant. Les deux facteurs ont besoin d'être clairement définis, car le sous-traitant doit conserver l'autorité hiérarchique sur son personnel, et avoir chez le donneur d'ordres un correspondant clairement désigné.

2.10.2.3 Nature des liens juridiques

On se trouve ici en présence de deux entités distinctes.

Or, l'étendue des liens juridiques possibles est considérable puisqu'ils peuvent aller de l'échange verbal couvrant une prestation épisodique jusqu'au contrat garantissant au sous-traitant un volume d'activité suffisant pour une opération importante susceptible de l'obliger à acquérir certains équipements spécifiques. Par ailleurs le cadre d'intervention peut différer et conduire à des situations réglementaires sensiblement différentes

2.10.2.4 Sélection des entreprises prestataires de services en maintenance

La sélection des entreprises de services en maintenance industrielle doit faire l'objet du plus grand soin car la fonction déléguée est déterminante pour la compétitivité de l'entreprise cliente.

Par ailleurs, la mise en œuvre de cette délégation doit prendre en compte les nombreuses contraintes liées à la production, à la sécurité et à l'environnement. Les conditions d'intervention supposent de la part de l'entreprise de grandes capacités d'adaptation, de flexibilité, d'autonomie, d'initiative et de compétences multiples. Elles supposent aussi une grande rigueur dans la définition, le suivi des travaux et le retour d'information fidèle au client. La norme X 60-150 fournit un questionnaire-type d'évaluation préliminaire d'une entreprise prestataire dont on pourra utilement s'inspirer pour apprécier les capacités de l'entreprise. Une certification du système qualité (ISO 9001 ou 9002) est par ailleurs un gage de qualité.

Enfin rappelons qu'une grande partie des entreprises prestataires sont représentées au sein du Comité National de la Maintenance Industrielle (CNMI).

2.10.3 Partenariat

Le partenariat se définit comme un système associant des partenaires sociaux ou économiques. Il est également lié à la notion de partage (Bénéfices ou pertes). En fait, il représenterait une forme évoluée de co-traitance. Un partenariat repose normalement sur une notion d'égalité ou de taille d'entreprise, alors que le plus souvent les donneurs d'ordres de maintenance pèsent davantage. Cette situation s'explique aisément, étant donné que la maintenance représente un service rendu permettant d'atteindre des objectifs.

Une «prospective» est toujours délicate et à ne retenir que sous réserves. On constate simplement que la maintenance évolue, et que si dans une entreprise de fabrication elle dépassera 50 % du prix de revient, le partenariat ne paraît plus relever de la simple utopie. Or, les progrès de l'automation et de la GMAO permettent d'envisager la suppression du personnel de fabrication directe, ne laissant sur le terrain que celui affecté aux opérations de contrôle et de maintenance.

2.10.4 Contrats de maintenance

2.10.4.1 Notion de contrat

-Le Petit Larousse définit un contrat comme une convention entre deux ou plusieurs personnes. Il ajoute que le contrat administratif est celui qui est conclu par une administration publique pour assurer un service public.

-Les normes françaises déjà évoquées fournissent des éléments de réponse, car :

- la norme X 60-101 définit les règles de l'appel d'offres pour un contrat privé de maintenance.
- les normes AFNOR déjà évoquées fournissent des éléments de réponse :
 - la norme X 60-101 définit les règles de l'appel d'offres pour un contrat privé de maintenance.
 - la norme X 60-104 fournit des clauses administratives particulières types applicables à certains contrats de maintenance.
 - la norme XP X 60-105 fournit un guide de rédaction des clauses des contrats de maintenance.

2.10.4.2 Préparation du contrat

La première question qui se pose logiquement est la justification même du contrat. En second vient le degré de connaissance des prestations qui s'imposent. Enfin s'y ajoutent les qualifications ou compétences requises.

2.10.4.2.1 Justification de la maintenance

D'une façon générale, on ne doit poursuivre une maintenance que dans la mesure où elle s'avère rentable, ce qui est l'objectif même du coût global de cycle de vie. À la limite, on peut s'y résoudre si on ne dispose pas de moyens financiers suffisants pour investir en remplacement à l'identique ou en mieux. On peut déjà dire que le prix de revient d'un équipement ou d'un système en exploitation se caractérise par :

- un coût cumulé de fonctionnement ou coût global de cycle de vie C0 englobant le coût d'acquisition, les coûts d'indisponibilité, les frais de maintenance et les dépenses d'énergie.

- un coût de fonctionnement horaire qui n'est autre que le précédent divisé par le temps d'utilisation.

On ne devrait donc réformer un équipement en service que quand le temps optimal de fonctionnement est atteint, voire légèrement dépassé. Il faut donc être assuré de se trouver suffisamment à l'intérieur de la zone optimale pour envisager un relâchement de la maintenance, surtout quand elle est sous-traitée. Cela implique également pour l'exploitant une maîtrise d'œuvre effective.

2.10.4.2.2 Nécessité d'un partenariat

Sauf exception, le sous-traitant de maintenance est un partenaire, et doit être traité comme tel. Un contrat de maintenance se discute entre celui qui se charge des opérations proprement dites, c'est-à-dire le prestataire de services de maintenance, celui qui a compétence pour le négocier, autrement dit le service achats, et celui qui est apte à le définir et à justifier les conditions d'exécution. Suivant

l'importance du contrat, ce dernier point peut être assuré par le responsable de maintenance, ou par un délégué de la direction générale.

2.10.4.2.3 Définition des prestations

Pratiquement, on ne peut guère les définir de façon précise que pour des opérations simples, par exemple des travaux de nettoyage, des graissages, de la surveillance assortie de relevés, des remplacements de pièces d'usure peu onéreuses et facilement accessibles. De telles interventions font rarement l'objet d'un contrat isolé. Quand on décide de les sous-traiter, c'est plutôt dans le cadre d'un contrat d'ensemble dont la période doit être précisée, même si on décide d'une clause de tacite reconduction en l'absence de dénonciation entre-temps. Un autre point important est celui de l'exercice de la sous-traitance, et de savoir à l'intérieur de quels créneaux le sous-traitant doit intervenir. Pour des raisons évidentes de sécurité, il n'est pas indiqué de faire travailler côté à côté des opérateurs de fabrication et des préposés de maintenance. Des horaires distincts sont donc à prévoir afin d'éviter ou de limiter cette présence simultanée. Dans ce même ordre d'idée, les limites géographiques des interventions sont à définir avec un maximum de précision. Cette nécessité explique l'utilisation d'ordres de services, précédés ou non d'un devis, mais dont les modalités d'application sont prévues contractuellement.

2.10.4.2.3 Contraintes inhérentes à un contrat de maintenance

La maintenance sous-traitée représente des prestations de services. On se trouve donc devant des services rendus, mais on sait également que tout service entraîne la domination de contraintes et nécessite des moyens plus ou moins étendus. On se trouve donc dans l'obligation de procéder au départ de la négociation à un inventaire, et après d'en tirer les conséquences.

Tout d'abord, les éléments d'incertitude sont nombreux, et si une instrumentation appropriée des équipements permet de plus en plus de situer géographiquement les points de défaillance, leur origine est souvent plus mystérieuse. Un bon prestataire de services de maintenance se doit d'aller au-delà du remplacement à l'identique, et d'être en mesure de proposer des solutions permettant d'améliorer le fonctionnement. Par ailleurs, il existe des contrôles réglementaires (Cas des appareils sous pression) que seuls les organismes agréés ont pouvoir d'effectuer. Si tel est le cas, les interventions d'un prestataire de services ne doivent logiquement être considérées comme terminées qu'à l'issue de ces contrôles. S'il doit en être autrement, le contrat aura à préciser la forme et la teneur du procès-verbal qui sanctionnera les fins de prestations ou de travaux.

2.10.4.3 Choix des modes de règlement

Le donneur d'ordre se doit donc de bien peser chacun d'eux avant de prendre sa décision. Il est bien évident que si ce choix est relativement simple dans certains cas, il est beaucoup moins évident dans d'autres. Le degré d'incertitude conduit logiquement à envisager un règlement en dépenses contrôlées, assortie de taux horaires par catégorie professionnelle. Or, l'appréciation de la qualification est difficile à évaluer exactement, d'où des sources de litiges. Le donneur d'ordre est souvent amené à

une estimation plutôt sévère, alors que c'est l'inverse qui risque de se produire chez le prestataire de services. Un règlement en dépenses contrôlées conduit donc à définir des pourcentages de peines et soins pour les matières dont le remboursement, appuyé de justificatifs, est demandé.

2.11 Optimisation de la politique de maintenance

2.11.1 Optimisation du coût global des équipements

Le concept de coût global du cycle de vie, le Life-Cycle Cost (LCC) des anglosaxons qui permet de prendre en compte les coûts de maintenance pendant la durée de vie de l'équipement.

Pour simplifier, nous le désignerons par coût global. Ce coût global est le montant cumulé des éléments ci-dessous :

- a) le coût d'acquisition A de l'équipement, éventuellement échelonné dans le temps, complété éventuellement par le montant réel du coût des capitaux engagés, dans le cas d'un emprunt.
- b) les dépenses réelles d'utilisation comprenant :
 - les coûts cumulés F de fonctionnement, incorporant le coût des opérateurs et le coût des fournitures.
 - les coûts cumulés de maintenance M correspondant à la politique prévue.
- c) le montant V de la vente de la production, lorsque ce montant est connu (ou peut être estimé lorsque l'équipement considéré fait l'objet d'un compte d'exploitation).

S'agissant de coûts cumulés pendant toute la durée de vie de l'équipement considéré, il importe que ces coûts soient exprimés en monnaie constante. Le résultat cumulé d'exploitation en monnaie constante au bout de la durée de vie considérée a donc pour valeur :

$$R = V - (A + F + M) \quad (2.15)$$

Ce concept peut être utilisé à diverses fins, par exemple :

- la comparaison à titre prévisionnel, pour un équipement donné, de plusieurs politiques de maintenance,
- le choix entre divers équipements pour un même programme donné,
- l'optimisation de la politique de maintenance d'équipements en service,
- la détermination de l'âge optimal de remplacement des équipements,
- la détermination du budget maximum admissible de maintenance des principaux équipements,

2.12 Optimisation des coûts de maintenance

Les coûts de maintenance représentent l'ensemble des dépenses engagées pour maintenir en état de fonctionnement un système complexe. Bien souvent ils sont associés à des exigences de fonctionnement en termes de sécurité, de fiabilité ou encore de disponibilité.

L'analyse des coûts permet au responsable de la politique de maintenance d'effectuer ses choix principaux :

- établissement d'un budget prévisionnel annuel,
- suivi des dépenses et respect du budget,

- niveau de maintenance préventive à mettre en œuvre,
- vérification de l'efficacité des actions de maintenance,
- décision du recours ou non à la sous-traitance et à la main d'œuvre externe,
- renouvellement du matériel.

2.12.1 Coûts directs de maintenance (Cm)

Ils peuvent se rapporter à une intervention corrective (Cmc), préventive (Cmp) ou externalisée (Cme).

Les coûts directs de maintenance (Cm) sont constitués des éléments suivants :

2.12.1.1 Coûts de main d'œuvre

Les coûts de main d'œuvre correspondent au produit « temps passés x taux horaire de maintenance ». Les temps passés sont saisis par les techniciens de maintenance sur les bons de travail. Le taux horaire de maintenance exprimé en D.A / heure est fourni par la comptabilité. Ce taux est évidemment fonction de la qualification de l'intervenant, mais également de la politique sociale de l'entreprise. Ceci explique que ce taux varie pour un même technicien employé dans des structures différentes.

2.12.1.2 Frais généraux du service maintenance

Les frais généraux du service maintenance sont les frais fixes du service, estimés à l'année et ramenés à l'heure d'activité. Ils sont parfois estimés en pourcentage du budget du service ou intégrés au taux horaire. Ils comprennent les appointements des cadres et des employés de bureau, les loyers, les assurances, les frais de chauffage, d'éclairage, de reprographie, de communication, etc.

2.12.1.3 Coûts de possession des stocks, des outillages et des machines

Les coûts de possession des stocks, des outillages et des machines donnent une évaluation des pertes et dépréciations dues au stockage. Ils intègrent également les frais de magasinage.

2.12.1.4 Consommation de matières, de fournitures, de produits utilisés

L'exécution des tâches de maintenance exige de nombreuses fournitures dont le coût est connu grâce aux factures rédigées par les fournisseurs.

2.12.1.5 Consommation des pièces de rechange

Il s'agit d'un poste important en maintenance, évalué à partir des factures d'achat qu'il faut réactualiser et corriger par la prise en compte des frais de transport, de passation de commande et de magasinage.

2.12.1.6 Coûts des contrats de maintenance

La maintenance de certains matériels spécifiques est parfois externalisée (Sous-traitance). Le montant du contrat de maintenance est généralement négocié à l'année.

2.12.1.7 Coûts des travaux sous-traités

Les coûts des travaux sous-traités sont connus par les factures des prestataires de service, puis éventuellement majorés par un « taux de participation du service » sous forme de prêt de matériel, assistance, contrôle, etc.

Il est alors possible de regrouper les coûts directs de maintenance en 4 rubriques :

- Cmo : dépenses de main d'œuvre,

- Cf : dépenses fixes du service maintenance,
 - Cc : dépenses de consommables,
 - Ce : dépenses externalisées,
- $C_m = C_{mo} + C_f + C_c + C_e \quad (2.16)$

2.12.2 Coûts indirects de maintenance (Ci)

Les coûts indirects de maintenance peuvent aussi être nommés coûts indirects de disponibilité ou coûts indirects d'arrêt de production. Ces coûts intègrent toutes les conséquences économiques induites par l'arrêt d'un équipement requis.

2.12.2.1 Perte de production Cp

Il est évident que, pendant l'arrêt d'une ligne de production, non seulement les produits non fabriqués ne peuvent être commercialisés, mais plus encore, ils sont vendus par la concurrence.

Il est possible d'estimer les pertes de production par : « temps d'indisponibilité x taux horaire de non production».

Ti est le temps de l'indisponibilité relevé pendant une période où l'équipement défaillant est requis. Le taux horaire, exprimé en D.A/heure, est déterminé pour l'équipement considéré. Il dépend majoritairement de la criticité de l'équipement à l'intérieur de l'ensemble du système de production.

2.12.2.2 Coûts de la main d'œuvre de production

Ces coûts correspondent à l'attente des opérateurs pendant le temps d'indisponibilité de l'équipement (Ti).

2.12.2.3 Coûts des arrêts induits

Les coûts des arrêts induits touchent particulièrement les organisations en flux tendus. En effet, faute de stocks tampons, l'arrêt d'une unité sur une ligne de production perturbe rapidement les unités en amont (Saturation) et en aval (Pénurie).

2.12.2.4 Coûts des rebuts, de la non-qualité et des délais non tenus

Ces coûts sont souvent difficilement chiffrables, puisque le coût de la diminution ou de la perte d'une certaine image de marque ne peut être défini précisément. Il est cependant possible d'estimer les pénalités de retard et les coûts des pièces fabriquées mais rebutées.

2.12.2.5 Frais de redémarrage de production

Souvent, le redémarrage d'une ligne de production induit une période de perte de matière ou de qualité, obligeant à éliminer des produits fabriqués.

2.12.2.6 Coûts induits en cas d'accident corporel

Une panne fortuite traitée dans l'urgence est malheureusement parfois génératrice d'accidents du travail en interne, et parfois même, peut induire des dommages corporels pour les usagers.

2.12.3 Coûts de défaillance (Cd)

Les coûts de défaillance résultent des coûts directs et indirects d'une ou d'un cumul de défaillances relatives à un équipement.

$$Cd = Cm + Ci \quad (2.17)$$

La figure suivante montre que les coûts directs et indirects de maintenance varient dans des sens opposés, dans la mesure où la diminution des temps d'indisponibilité est le résultat d'une maintenance préventive plus importante et plus efficace.

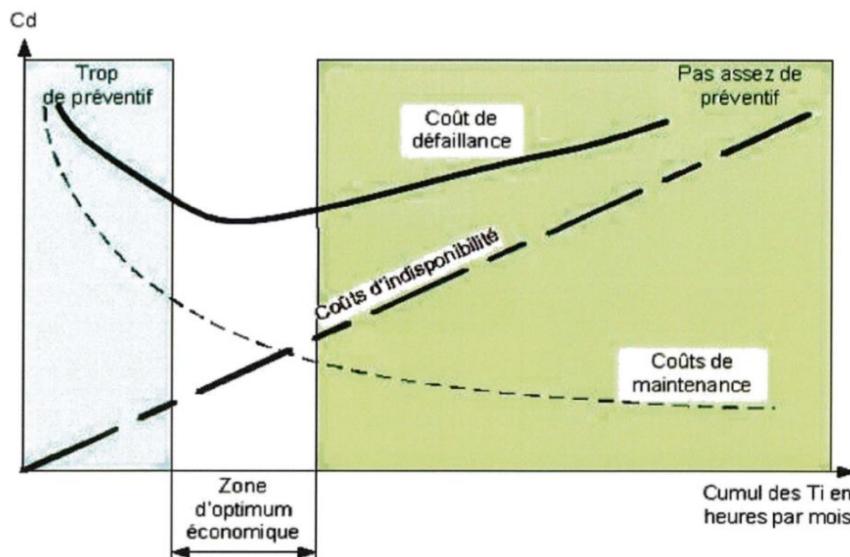


Figure 2.8 Evolution des coûts de défaillance [63]

2.13 Gestion et maîtrise de la documentation du service maintenance

2.13.1 Documentation générale

2.13.1.1 Documentation sur les techniques professionnelles

Cette documentation comprend :

- les formulaires ;
- les livres techniques ;
- les articles de revues.

2.13.1.2 Documentation générale sur l'outillage, les fournitures et le matériel standard

Cette documentation comprend :

- tous les standards et toutes les normes ;
- les catalogues de l'entreprise : catalogue des outillages spéciaux, catalogues des matières et pièces de rechange magasin ;
- les catalogues fourbisseurs (Roulements, bagues, joints, raccords, etc.).

2.13.2 Documentation du matériel

Cette documentation qui doit être conçue pour être opérationnelle comprend :

- a) la documentation technique, constituée par des dossiers techniques ou dossiers types par type d'unité d'intervention (UI) ou machine.

- b) la documentation historique, constituée par des dossiers historiques ou dossiers individuels et la fiche historique, pour chaque unité d'intervention ou machine. Ces dossiers sont en général constitués par des chemises cartonnées, format 24 x 32, de couleurs différentes suivant leur nature. Ils sont classés dans des armoires à dossiers suspendus à visibilité latérale dans l'ordre de classement de la nomenclature du matériel.
- c) le dossier technique ou dossier type.

Ce dossier comprend tous les renseignements et documents qui concernent un type d'unité d'intervention :

- les éléments d'identification : désignation du type ; constructeur ; caractéristiques générales; liste des U.I. du même type; croquis, vue d'ensemble ou photo.
- la synthèse des modifications effectuées sur des U.I. du type.
- le répertoire des documents classés dans le dossier.
- la liste des outillages spéciaux d'entretien.

Dans ce dossier, on classera :

- la nomenclature des plans,
- la nomenclature des organes et pièces de rechange,
- les fiches techniques des principaux appareils composant le type d'U.I.,
- la fiche et les instructions de graissage Les consignes d'entretien,
- les gammes-types d'entretien préventif,
- les gammes-types de réparations répétitives,
- les schémas logiques et les check-lists de dépannage la documentation du constructeur.

- Classement des plans : les tirages des plans et des schémas d'utilisation courante sont classés dans des armoires identiques et toujours dans l'ordre de la nomenclature du matériel.

- d) le dossier historique ou individuel et la fiche historique

Ce dossier comprend tous les renseignements et documents concernant la vie d'une unité d'intervention :

- les éléments d'identification et de création,
 - la liste des documents classés,
 - les modifications pour la fabrication Les améliorations pour l'entretien, etc.
- On classera à l'intérieur de ces dossiers :
 - les documents de création de l'unité d'intervention Les commandes extérieures,
 - les ordres de travaux (O.T.) importants effectués par la maintenance Les rapports d'expertise,
 - les rapports d'incident

- la fiche historique classée dans chaque dossier d'unité d'intervention regroupera un certain nombre de renseignements concernant les interventions effectuées : numéro d'O.T, date d'exécution, code urgence, nature du travail, désignation du travail, temps passé, coût de l'intervention, durée de l'arrêt de fabrication dû à l'intervention, niveau d'utilisation du matériel

2.13.3 Utilisation de la documentation

2.13.3.1 Dossier technique

Le dossier technique est conçu de telle sorte qu'il rassemble tous les renseignements techniques et caractéristiques, les pièces d'usure, les outillages, gammes, types de travail, etc.

Il est consulté : lors des interventions, toutes les fois qu'il y a une préparation à effectuer ou le résultat d'une expertise à dépouiller.

2.13.3.2 Dossier historique

L'examen des rapports d'expertise renseigne sur l'état des organes et des pièces d'usure lors des précédentes interventions ; la connaissance des degrés d'usure, de salissure, etc. permet, dans une certaine mesure, de prévoir les remplacements ou les remises en état en temps utile.

L'examen des bons de travail permet d'améliorer le mode opératoire, par l'examen des observations de la maîtrise d'exécution sur les difficultés rencontrées. [43]

2.14 Communication au sein de la structure maintenance

L'organisation de la communication opérationnelle en maintenance est par nature complexe : les interventions vont du fortuit au programmé, de l'urgent au différable, du petit dépannage à la révision lourde.

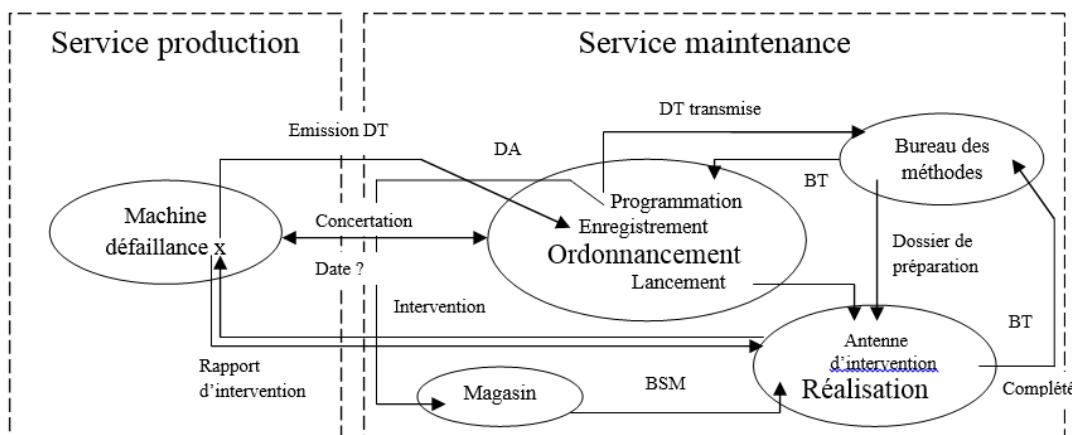


Figure 2.9 Flux de communication interne en maintenance [43]

La définition de ces flux de communication est très schématique, car l'organisation de la communication opérationnelle en maintenance est par nature complexe : les interventions vont du fortuit au programmé, de l'urgent au différrable, du petit dépannage à la révision lourde.

2.14.1 Utilisation des abréviations normalisées

Nous utiliserons les abréviations suivantes :

- DT, Demande de Travail, ouvrant un n° de référence, provenant du «client interne»,
- OT, Ordre de Travail, géré par l'ordonnancement,
- BT, Bon de Travail, accompagnant la préparation et retourné complété après intervention,
- DA, Demande d'Approvisionnement,
- BSM, Bon de Sortie magasin.

2.14.2 Sous fonction de l'ordonnancement en maintenance

2.14.2.1 Rôle de l'ordonnancement en maintenance

l'ordonnancement représente la fonction «chef d'orchestre». Dans un service maintenance caractérisé par l'extrême variété des tâches en nature, en durée, en urgence et en criticité, l'absence du chef d'orchestre débouche vite sur la cacophonie quel que soit le brio des solistes. L'ordonnancement se situe entre la fonction méthode, chargée de la définition des tâches à effectuer et des moyens à mettre en œuvre, et la fonction réalisation chargée de leur exécution.

2.14.2.2 Missions de l'ordonnancement

Ayant la responsabilité de la conduite et de la synchronisation des actions de maintenance internes ou externalisées, la fonction ordonnancement a pour mission :

- de prévoir la chronologie du déroulement des différentes tâches ;
- d'optimiser les moyens nécessaires en fonction des délais et des chemins critiques ;
- d'ajuster les charges aux capacités connues ;
- de lancer les travaux au moment choisi, en rendant tous les moyens nécessaires disponibles ;
- de contrôler l'avancement et la fin des travaux ;
- de gérer les projets (prévision, optimisation logistique, avancement et respect des délais) ;
- d'analyser les écarts entre prévisions et réalisation.

2.14.2.3 Niveaux de l'ordonnancement

En distingue 5 niveaux s'échelonnant dans le temps, allant du future à long terme au passé immédiat selon le tableau suivent.

Niveau	Nom	Horizon	Responsable
1	Plan de charge annuel	1 an	Chef de service
2	Plan de charge prévisionnelle	3 mois	Agent d'ordonnancement
3	Planning de lancement	1 semaine	Agent d'ordonnancement
4	Panning d'atelier	½ semaine	Chef d'équipe
5	Suivi de l'avancement	Passé immédiat	Agent d'ordonnancement

Tableau 2.6 Niveaux d'ordonnancement en maintenance [43]

2.14.2.4 Sous fonction de l'ordonnancement en maintenance

on distingue 5 sous fonctions de l'ordonnancement :

- enregistrement,
- programmation,
- approvisionnement,
- lancement,
- avancement des travaux.

La figure suivante met en évidence les flux de communication à travers les 5 sous fonctions de l'ordonnancement

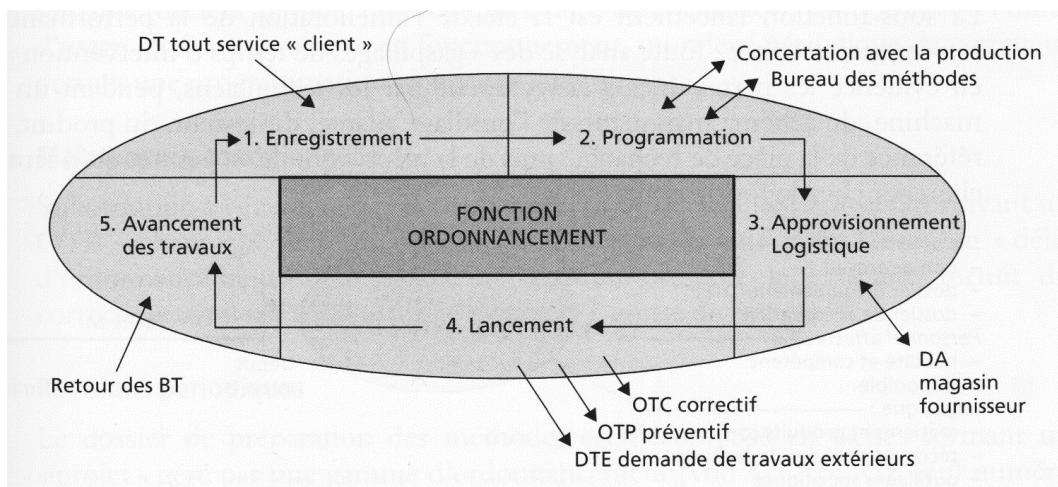


Figure 2.10 Flux de communication de l'ordonnancement [43]

2.15 Maintenance et environnement

La protection de l'environnement est devenue depuis deux ou trois décennies un thème politique de premier plan, alors qu'on peut dire que jusque dans les années soixante, elle n'intéressait que de très petits cercles. Lorsqu'on interroge les gens sur les responsables des attaques à l'environnement, on constate une mise en cause en premier lieu de l'industrie et des transports et, en effet, les grandes catastrophes écologiques liées à des activités humaines proviennent de l'industrie et des transports. Les atteintes à l'environnement ne se limitent malheureusement pas à des cas d'accidents, mais qu'elles traduisent de façon permanente dans la marche normale d'une unité de production. En effet, toute production utilise des matières premières qui ne sont pas intégralement utilisées dans le processus de fabrication. De même toute production entraîne des rejets à l'environnement :

- dans l'atmosphère : des gaz d'échappement ou des fumées ;
- dans l'eau : des rejets thermiques, des effluents liquides, etc ;
- ainsi que la production de déchets solides qu'il faudra bien stocker quelque part.

Il faut aussi utiliser pour construire les biens de production des matières premières non renouvelables qu'il n'est pas toujours possible de recycler et pour la production elle-même des matières premières non renouvelables. Tous ces emprunts (Plus exactement ces prélèvements) sur le stock des ressources

de la planète, qui ne sont pas illimitées, ne sont pas évitables, mais la maintenance permet de réduire le rythme de ces prélevements, soit en prolongeant la durée de vie des biens, soit en maintenant au minimum les consommations de matière et d'énergie nécessaires à la production. Il existe donc une liaison entre la maintenance et la protection de l'environnement, dans une entreprise manufacturière on peut dire que l'exécution de la fonction requise implique qu'il n'y aura pas de rebuts, et qu'on atteindra le rendement optimal. Or les conséquences d'un rebut sur la protection de l'environnement au sens large sont en effet immédiates : la consommation inutile d'énergie et de matières premières qu'aura nécessité la fabrication de la pièce rejetée, qui sera le plus souvent inutilisable, et donc éliminée. Même dans le cas le moins défavorable où il sera possible de recycler la pièce non conforme et de récupérer la matière première utilisée, l'énergie consommée lors de la fabrication fautive l'aura été en pure perte. L'absence de rebuts ; « zéro défaut», selon la terminologie TPM, aura donc comme première conséquence de réduire au minimum le prélèvement de matières premières et de substances énergétiques pour un volume donné de production.

Un cas particulier où la maintenance est en relation directe avec la protection de l'environnement, est celui des usines dont la raison d'être est précisément la protection de l'environnement : réseaux d'eau potable et usine d'incinération des déchets. L'exemple qu'on pourrait définir comme le plus quotidien est celui des huiles de vidange, qui sont un sous-produit normal de beaucoup d'opérations de maintenance, comme le sait tout propriétaire de voiture, mais dont il n'est pas toujours aisés de se débarrasser d'une manière écologiquement correcte.

Mais les huiles de vidange ne sont pas les seuls exemples de ce type : la maintenance produit des déchets industriels de natures très diverses : amiante, généralement sous forme pulvérulente (la plus dangereuse) à la suite d'opérations de désamiantage, sels variés plus ou moins toxiques que l'on trouve dans les chambres de lavage des fumées de stations d'incinération des ordures ménagères, boues provenant des stations d'épuration d'eau dont on ne sait pas trop quoi faire, compte tenu du cocktail de produits dangereux chimiques et bactériens) qu'elles contiennent, solvants et décapants divers chargés par surcroît des produits qu'ils étaient chargés d'éliminer, etc...

La fonction maintenance se trouvera donc obligée de collecter ces produits, et de les évacuer, le tout sans créer de risques ni pour les opérateurs de maintenance, ni pour l'environnement, vers une installation capable de les neutraliser, lorsqu'il s'agit de produits présentant un danger pour l'environnement.

2.15.1 Normes environnementales ISO 14000

Le référentiel ISO 14000 obéit à la même démarche que l'ISO 9000, mais il se rapporte à l'assurance de la qualité de l'environnement du site industriel. La protection de l'environnement est une obligation pour l'entreprise qui doit donc l'intégrer à son système de management. La responsabilité de la gestion de l'environnement tombe naturellement dans le domaine des services techniques. Suivant la structure de l'entreprise, elle concerne donc souvent le service maintenance.

2.15.2 Objectif des normes environnementales ISO 14000

La protection de l'environnement est une fin en soi. Associée au respect des réglementations en vigueur, à l'image positive donnée aux clients et aux voisins, aux économies que la lutte antigaspillage peut générer, la protection de l'environnement est devenue une politique de premier rang. À ce titre, elle doit intégrer les modèles de gestion itérative mis en œuvre dans l'entreprise : des analyses d'impact, des procédures, des indicateurs de résultats, donc une amélioration permanente. Le référentiel ISO 14000 fournit l'architecture de ce système de gestion. Les autres objectifs secondaires sont les suivants :

- responsabiliser les intervenants aux gaspillages et aux pertes ;
- abaisser les coûts des primes d'assurance et réduire les recours en responsabilité par des tiers ;
- profiter des marchés favorables aux éco-produits ;
- améliorer l'image de l'entreprise, améliorer les relations avec le voisinage, les clients, la communauté, les organismes de surveillance ;
- améliorer l'intégration du site dans son environnement ;
- profiter des effets sociaux induits en interne : amélioration des conditions de travail, sensibilisation du personnel aux impacts écologiques, diminution des risques, etc. ;
- économiser sur l'achat des ressources naturelles (eau, électricité) et sur les taxes et redevances (par exemple déchets).

2.15.3 Aspects réglementaires de l'environnement

La réglementation européenne en matière d'environnement doit retenir l'attention des responsables de maintenance par rapport aux points suivants :

- la gestion de l'eau douce et de l'eau potable,
- la gestion et la protection de la mer,
- la gestion des déchets,
- les installations classées et les risques majeurs,
- le contrôle de l'air et de l'atmosphère,
- le contrôle des bruits et nuisances sonores.

2.15.4 Démarche de certification ISO 14000

La démarche est identique à celle de l'ISO 9000, un certain nombre d'organismes étant habilités à délivrer la certification. Les plus sollicités sont l'AFAQ, ECO PASS et BVQI France. Rappelons seulement les étapes principales de la certification ISO 14000 [43] :

- la déclaration de la direction d'engager l'entreprise dans un projet ISO 14000 ;
- la constitution du groupe de projet, qui va déterminer son plan d'action ;
- éventuellement, la réalisation d'un benchmarking sectoriel (environnement) ;
- la demande de certification auprès d'un organisme agréé ;
- la réalisation du diagnostic environnemental ;

- la rédaction des procédures, avec évaluation documentaire de l'organisme ;
- l'audit initial, qui consiste en un examen approfondi du système d'assurance qualité environnemental
- la certification, valable 3 ans ;
- le plan de communication, afin de valoriser les investissements « environnement » auprès des clients, des médias et autres partenaires ;
- l'audit annuel de confirmation de la certification. [43]

2.16 Maintenance et sécurité industrielle

Les activités de maintenance contribuent à la maîtrise des risques en permettant la détection et la correction de pannes et de défauts paradoxe susceptibles d'être à l'origine d'accidents. Cependant, d'autre part, des risques importants leurs sont associés ; le personnel chargé de ces activités est alors d'autant plus exposé que ses activités sont soutenues.

2.16.1 Maintenance et sécurité des employés

Le deuxième volet de la relation entre la maintenance et la sécurité est celui de la santé et sécurité au travail, avec le risque d'accident pour un employé lors de l'exécution de travaux de maintenance. Les activités de maintenance présentent une criticité particulière : plus d'accidents, plus de maladies professionnelles, plus de morts. La criticité propre aux tâches liées à la maintenance est une réalité. Tout d'abord, le taux de fréquence des accidents dans les activités de maintenance est une fois et demi celui de la moyenne constatée par la Caisse National de l'Assurance Maladie des travailleurs salariés (CNAM). En France par exemple le taux d'occurrence des maladies professionnelles hors TMS est six fois supérieur à la moyenne nationale. Le taux de mortalité est lui huit fois supérieur à la moyenne nationale, ce qui représente la valeur la plus élevée tous secteurs confondus et une mortalité supérieure à celle des métiers du BTP2. Enfin, 18,6% des décès par accident concernent les métiers de la maintenance alors que ces derniers ne représentent que 2,5% des salariés de la (CNAM). La criticité des activités de maintenance pour la sécurité des intervenants est en lien avec certaines caractéristiques de ces activités et leur contexte de réalisation : le degré d'incertitude est élevé, les environnements souvent dangereux, les actions directes sur des équipements eux-mêmes dangereux, les conditions matérielles souvent difficiles [23].

Toutefois, bien qu'un certain nombre de travaux soulignent cette criticité des activités de maintenance [26], on dispose de peu de données sur l'accidentologie qui leur est liée. Les informations disponibles dans les comptes-rendus et bases de données des accidents sont assez peu nombreuses et ne permettent que rarement d'identifier l'ensemble des circonstances de survenue des accidents [23], [26].

Il apparaît donc difficile de mettre en relation les accidents liés à la maintenance avec les organisations de la maintenance. Le fait que le travail de maintenance puisse générer des accidents reste encore rarement considéré [23]. De manière générale, peu d'études françaises ont évalué ou

étudié l'impact de la maintenance sur la sécurité, mais celles qui ont été menées montrent l'importance de ces accidents [24].

2.16.2 Maintenance et sécurité des employés dans les industries de procédés

Les travaux de maintenance, peuvent engendrer des risques pour la santé sécurité des travailleurs. Ceci est d'autant plus vrai dans les industries de procédés car les substances contenues dans les équipements et dans l'environnement de travail sont dangereuses [23]. Une gestion stricte de ces travaux est de rigueur.

2.16.3 Préparation et supervision des travaux de maintenance

Une préparation minutieuse de la maintenance dans les installations chimiques et les industries similaires est importante. En effet, les matériels et produits à manipuler peuvent être inflammables, explosifs, toxiques ou corrosifs, utilisés à haute température, ou à haute pression.

Avant qu'un équipement ou une installation soit inspecté, réparé, nettoyé ou modifié, certains points relatifs à la mise à disposition pour travaux de l'équipement doivent être considérés [52] : isolation physique de l'équipement, refroidissement, dépressurisation, purge, nettoyage, ventilation, vérification de l'atmosphère.

Les personnes chargées du contrôle et de la supervision des travaux de maintenance doivent connaître toute l'ingénierie, les processus et les aspects environnementaux qui rentrent en compte lors de ce type d'opérations. Elles doivent également connaître la réglementation applicable et les techniques et bonnes pratiques qui sont à utiliser afin de s'assurer que le travail est réalisé en sécurité [52].

2.16.4 Système des autorisations de travail pour un lieu de travail sûr

Si un travail comporte des risques ou se situe dans une zone dangereuse, un système d'Autorisation de Travail (AT) doit être mis en place. Un tel système est obligatoire pour les installations pétrolières. Ce système doit assurer que les personnes qui réalisent les travaux et celles qui peuvent y être associées ne sont pas exposées à des dangers et que le travail ne met pas en danger d'autres personnes. Enfin, le système doit être en conformité avec les prescriptions légales, les standards techniques et les guides de bonnes pratiques et pratiques sûres.

En pratique, quasiment toutes les opérations de maintenance dans les industries de procédés et en particulier les industries chimiques et pétrolières, requièrent une Autorisation de Travail.

Les principes suivants sont les bases d'un système d'Autorisation de Travail :

- l'isolation des équipements doit être faite et être sécurisée ;
- les risques résiduels doivent être traités ;
- chaque équipement ainsi que sa localisation doivent être clairement identifiés ;
- les opérateurs de maintenance doivent être correctement formés et entraînés ;
- aucun changement non autorisé du travail planifié ne doit être permis ;

- l'équipe de maintenance et l'équipe d'exploitation doivent être impliquées dans l'Autorisation de Travail.

2.17 Formation continue en maintenance

La formation des mainteneurs à tous les niveaux, que ce soit leur formation initial ou la formation permanente tout au long de leur carrière, prend de plus en plus d'importance dans la maîtrise du processus maintenance. Un dispositif de formation permanente s'est développé progressivement en s'appuyant sur l'édition et la diffusion de l'ensemble des documents normatifs publiés par l'Afnor (Association française de normalisation) depuis 1978 et par le CEN (Comité européen de Normalisation) depuis 1994.

2.17.1 Formation initiale en maintenance

Bien que la maintenance soit l'un des plus vieux métiers du monde, il a fallu attendre les années 1980 pour voir apparaître des formations initiales spécifiquement dédiées à la maintenance. Il est vrai que jusqu'à cette époque récente, les enjeux de la maintenance s'exprimaient surtout en termes techniques et que le personnel de maintenance se recrutait essentiellement parmi les techniciens les plus pointus. Le niveau de technicité et l'expérience servaient alors de sésame à des générations de mainteneurs qui remplissaient d'ailleurs parfaitement les missions qui leur étaient confiées.

L'évolution du besoin des entreprises, les évolutions technologiques machines rendant de plus en plus improbable, voire impossible, la maîtrise de l'ensemble des techniques nécessaires, l'émergence d'enjeux économiques, commerciaux et sociaux, ont conduit à envisager la création de formations initiales de bon niveau pour satisfaire les besoins naissants des entreprises industrielles.

2.17.2 Formation professionnelle continue

La formation professionnelle continue fait partie de l'éducation permanente, elle a pour objet de permettre l'adaptation des travailleurs au changement des techniques et des conditions de travail, de favoriser leur promotion social par l'accès aux différents niveaux de la culture et de la qualification professionnelle et leur contribution au développement culturel, économique et social.

2.17.3 Importance de la formation en maintenance

Conscientes de l'importance stratégique de la fonction maintenance, beaucoup d'entreprises n'ont pas hésité à investir, parfois lourdement, dans cette fonction tant au niveau du matériel et des outils (Logiciels, MAO, outils de maintenance prévisionnelle ...) qu'au niveau de l'organisation et de la gestion (Structure, positionnement dans l'organigramme, mise en place d'un budget autonome et d'un contrôle budgétaire ...). Cependant, malgré tous les efforts déployés, l'énergie et les moyens mis en œuvre, les résultats ont souvent été décevants, tant sur le plan technique (Rendement global des installations) que sur le plan économique (Rentabilité des investissements consentis). Ce constat d'échec ne manque pas d'interpeller les dirigeants d'entreprise qui s'aperçoivent qu'ils ont sous-estimé le facteur humain. En effet, l'homme de maintenance, quelle que soit sa position hiérarchique dans

l'organigramme, reste le principal « producteur de disponibilité » et de sa propre efficacité dépend étroitement l'efficacité globale de la fonction maintenance.

Les composantes de cette efficacité et bien sûr en premier lieu l'efficacité technique qui se constate immédiatement sur le terrain. Elle est conditionnée, entre autres, par une très bonne connaissance des matériels et de leur comportement en exploitation (Documentation et retour d'expériences jouent ici un rôle fondamental). Mais cette efficacité technique est battue en brèche si elle ne s'accompagne pas d'une efficacité méthodologique et managériale. Ces trois composantes essentielles de l'efficacité doivent être développées en parallèle et vont s'exprimer en termes de compétences et de capacités se traduisant par des objectifs pédagogiques. Le meilleur technicien de maintenance maîtrisant les aspects techniques de son métier ne sera peut-être pas en mesure de rédiger un cahier des charges, de mener à bien une démarche de diagnostic, de piloter un contrat de maintenance. De la même façon, un responsable de maintenance ne sera pas forcément capable de négocier un contrat de maintenance avec un prestataire extérieur, de construire un véritable budget de maintenance et le contrôle budgétaire associé, ou de mettre en place une réflexion stratégique sur l'optimisation de la maintenance de son système productif. La maîtrise de la maintenance d'un système productif est donc conditionnée par la maîtrise des compétences des équipes concernées par la maintenance : service maintenance interne, exploitants, prestataires extérieurs ... Il appartient aux responsables, et c'est un enjeu stratégique pour le moyen et le long terme, d'envisager cette maîtrise dans le cadre de la mise en œuvre d'une véritable ingénierie de formation se traduisant par des plans de formation adaptés et cohérents.

2.17.4 Type de formation en maintenance

2.17.4.1 Formation interne

Assurée par du personnel interne de l'entreprise (Formateurs occasionnels la plupart du temps), ayant lui-même été formé au transfert de compétences. C'est une formule couramment pratiquée en particulier pour la formation d'opérateurs à l'auto maintenance.

2.17.4.2 Formation interentreprises

Sélectionnée avec soin parmi les stages « standards », proposés par de nombreux organismes dont essaiera d'appréhender la compétence, le sérieux, l'expérience ...

2.17.4.3 Formation spécifique intra-entreprise

Dans le cadre d'un véritable contrat de partenariat, l'organisme formateur sélectionné construira, à partir d'un cahier des charges formalisé ou au moins de l'expression formelle d'un besoin, le produit conforme besoin prédéterminé et, selon certaines conditions, pourra s'engager sur la mesure des résultats.

2.17.4.4 Autoformation et multimédia

Cette formule, qui met en œuvre les moyens multimédias actuels s'applique très bien à des formations très ciblées et donne une souplesse importante. [41]

2.18 Maitrise de la sûreté de fonctionnement des équipements

La nécessité d'une spécification de sûreté de fonctionnement imposant des choix, dès la conception du bien et avant leur irréversibilité. Il est difficile et coûteux de remettre en cause ses composantes : fiabilité, maintenabilité, disponibilité, sécurité. Ce n'est cependant pas impossible et la gestion du bien portera principalement sur l'optimisation de certains de ces éléments avec plus ou moins de succès compte tenu de leur introduction tardive.

2.18.1 Mesure de la fiabilité

Le bien d'équipement a hérité d'une fiabilité intrinsèque qu'il est difficile de corriger fondamentalement : le choix des matériaux et des composants est pratiquement irréversible. Par contre l'assistance à la fiabilité peut largement évoluer à condition d'en accepter les coûts supplémentaires. Le nouvel investissement, quelquefois réduit à des modifications simples, peut pallier des insuffisances originelles souvent liées à des budgets d'investissements trop limités. Le maître d'ouvrage sera donc amené à étudier, sinon de nouveaux choix, au moins des solutions visant un meilleur contrôle des risques potentiels, d'origines matérielles et/ou humaines, par des indicateurs adaptés.

La norme ISO 3534, reprise par la NF X 06002, donne une expression mathématique de la fiabilité qui traduit soit un degré d'espérance de vie ou probabilité sans défaillance, soit une valeur limite de la répétitivité ou fréquence de la défaillance ; il faut nécessairement ajouter « dans des conditions constantes ». Le calcul n'est donc possible ou crédible que si le nombre d'événements et/ou le nombre de composants affectés ou susceptibles de l'être par la défaillance est suffisamment élevé. Dans la pratique, il y a donc deux difficultés majeures à calculer la fiabilité d'un composant : la représentativité quantitative des échantillons et la constance des conditions dans lesquelles ils sont pris en compte. Sauf dans des cas très spécifiques (Composants électroniques par exemple, nombreux et fonctionnant dans des conditions similaires), il est difficile de prélever un nombre de cas suffisant pour appliquer des modèles purement mathématiques. La recherche de diminution du nombre et de la fréquence des défaillances, qui s'inscrit tout naturellement dans toute politique de maintenance, fera que plus elle sera efficace et moins on disposera d'éléments de calcul satisfaisants. Il faut cependant garder à l'esprit l'expression théorique de la fiabilité pour des applications souvent intuitives sur les mêmes axiomes de base de probabilités totales, intrinsèques ou composées. Retenons donc les expressions proposées par l'AFNOR (NF X 06 501) :

- la probabilité de fonctionnement sans défaillance pendant un temps t (minutes, heures, jours, cycles...) = $R(t)$;
- la probabilité de constater une défaillance avant le temps t , ou fonction de répartition :
$$F(t) = 1 - R(t) ; \quad (2.18)$$

- la densité de probabilité de défaillance, dérivée de $F(t)$ soit $f(t) = F'(t)$;
- le taux de défaillance : proportion ramenée à l'unité de temps des éléments qui, ayant survécu à un instant donné t , sont défaillants à l'instant $t + \delta t$. La limite instantanée λ en fonction du temps est de la forme $\lambda(t) = f(t)/ R(t)$. (2.19)

L'évolution du taux de défaillance est de la même forme que celle représentée au chapitre 1 (figure 1.2) bien connue sous le nom de « courbe en baignoire ». Nous la reprenons figure 2.11 ; la phase d'exploitation distingue trois périodes :

- la période de mise au point (2) : les mises au point, le « rodage» plus ou moins long suivant le type de matériel et l'efficacité de l'organisation qui l'environne sont généralement causes d'un $\lambda(t)$ élevé qui doit progressivement diminuer et tendre vers une période de maîtrise des défaillances ;
- la période de « routine» (3) durant laquelle le taux de fiabilité est quasi constant ;
- la période de fin de vie (4) (vieillissement, ou obsolescence) où, de nouveau, le taux de défaillance diminue.

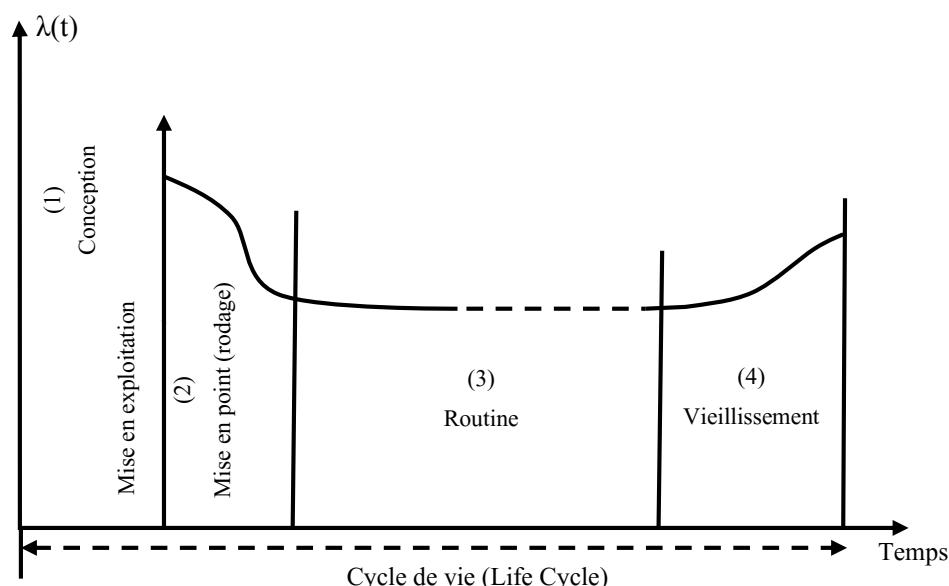


Figure 2.11 Evolution du taux de défaillance $\lambda(t)$ durant le cycle de vie [19]

Ceci nous incite à surveiller, tout au long du cycle de vie, les défaillances dont le taux est représentatif de la fiabilité et les effets essentiels sur le coût global. Pour cela, l'organisation du « retour d'expérience » est un minimum qui prend généralement la forme de pannes et interventions, accompagnés des symptômes précurseurs, diagnostics et effets produits.

2.18.2 Mesure de la maintenabilité

L'aptitude d'un équipement à être maintenu se traduit par les temps plus ou moins importants d'intervention. Même s'ils ne génèrent pas systématiquement d'indisponibilité et des coûts indirects, ils engagent au moins des coûts directs qu'il convient de réduire par des aménagements améliorant la maintenabilité. La mesure de la maintenabilité découlera des temps d'intervention ou MTTR. Le retour d'expérience consiste à collecter dans les historiques les éléments quantitatifs des temps

d'interventions et remises en état à des fins préventives et correctives. Les temps de modifications et aménagements pour améliorer la sûreté de fonctionnement s'y ajoutent et se justifient par comparaison aux gains de disponibilité escomptés. Les temps d'intervention (ou TTR) génèrent des coûts directs (le coût des moyens mis en œuvre pendant le TTR) ainsi que des coûts indirects liés à l'indisponibilité du bien pendant le TTR.

Les leviers d'amélioration de la maintenabilité peuvent être : une meilleure accessibilité des composants, des méthodes d'intervention plus performantes, l'adaptation de la gestion et de la disponibilité des pièces de rechange, la prévoyance d'éléments d'échange standard, la généralisation de la standardisation des composants, de protections d'environnement (intempéries et autres risques de corrosions ...), la formation des utilisateurs et des agents de maintenance, etc.

2.18.3 Mesure de la disponibilité

La disponibilité d'un bien d'équipement est en général représentée par le « temps de bon fonctionnement » (ou TBF dont la moyenne devient le MTBF). Elle s'exprime par le rapport :

Temps de bon fonctionnement entre défaillances (TBF)

$$\frac{\text{Nombre de défaillances pendant une période donnée (N)}}{\text{ }} \quad (2.20)$$

Ceci nous amène à suivre des indicateurs de défaillances et à gérer leurs évolutions, Bien entendu, ceci revient à collecter des indicateurs d'indisponibilité dans le but de les réduire en nombre et en fréquence et de viser un TBF requis par des objectifs d'utilisation et/ou production.

On aura préalablement défini les différents temps relatifs aux états des équipements et composants. La norme NF X 60-500 propose quelques définitions et les visualise sur un diagramme pratique. Nous ne ferons que citer ici les termes indispensables à la gestion de la disponibilité et les plus courants :

- temps effectif de disponibilité,
- temps de disponibilité requis,
- temps de fonctionnement,
- temps d'indisponibilité après défaillance,
- temps d'indisponibilité pour maintenance (déclinée en corrective et préventive),
- temps de remise en service,

D'autres méthodes de mesure de la disponibilité sont utilisées en tenant compte directement des données de production ; il s'agit du Taux de Rendement Synthétique (TRS) qui permet de mesurer l'efficacité de l'utilisation des équipements producteurs en comparant le temps utile de production au temps théorique d'utilisation possible. Le calcul du temps d'utilisation possible tiendra donc compte des temps optimisables et par exemple :

- des temps de fermeture de l'entreprise,
- des temps de mise en service de l'équipement,
- des temps de sous-charge par faiblesse du carnet de commandes ou par saturation des stocks,

- des temps d'essais d'outillages,
- des temps d'engagement (Par opposition aux temps d'arrêts),
- des temps d'arrêts propres (Pannes, nettoyages, changements de séries, de matière, de réglages, etc.),
- des temps d'arrêts induits (Décisions qualité, manutentions, absences de personnel, de composants, pannes d'énergie et utilités, etc.),
- des temps de rebuts et dysqualités.

Le taux de rendement global (TRG) mesure pour sa part le ratio entre les temps utiles de réalisation de productions et le temps maximal durant lequel les équipements auraient pu être utilisés. Associé au TRS, le suivi du TRG permet d'optimiser l'utilisation globale des équipements d'une entreprise. En voici les deux expressions :

$$\text{TRS} = \frac{\text{Quantité de pièces conformes} \times \text{Temps unitaire de fabrication}}{\text{Temps d'engagement de l'équipement de production}} \quad (2.21)$$

$$\text{TRG} = \frac{\text{Quantité de pièces conformes} \times \text{Temps unitaire de fabrication}}{\text{Temps d'utilisation possible de l'équipement de production}} \quad (2.22)$$

2.18.3.1 Composantes du TRS

L'indication TRS met en évidence l'efficacité de la TPM comme outil d'amélioration de compétitivité de l'entreprise.

- Forme générale de l'indicateur TRS

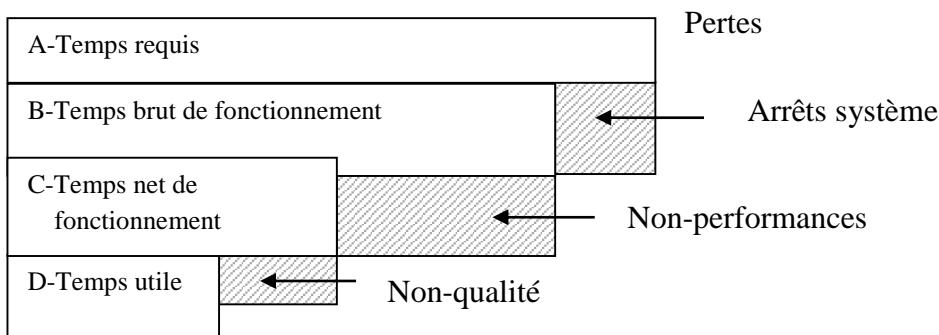


Figure 2.12 Composantes du TRS [53]

La formule du Taux de Rendement Synthétique est :

$$\text{TRS} = \frac{D}{A} = \frac{B}{A} \times \frac{C}{B} \times \frac{D}{C}$$

Taux brut de fonctionnement Taux de performance Taux de qualité

(2.23)

Du temps requis, enlevons les pertes par arrêt (Pannes, réglages...) ; il reste le temps brut de fonctionnement, duquel nous soustrayons la non-performance (marche à vide, diminution d'allure..);

il reste le temps net de fonctionnement ; en retirant la non-qualité (défaux, pertes au démarrage), il reste le temps utile.

Le TRS est égal au temps utile divisé par le temps d'ouverture (D/A).

2.18.4 Mesure de la sécurité

La sécurité et la protection de l'environnement sont des préoccupations majeures de l'industriel à tous les niveaux de son entreprise. Malheureusement le retour d'expérience en matière de sécurité est très mal structuré et limité, quand il existe, à l'entreprise elle-même. Il mériterait cependant une transparence totale au niveau national, « comptabilisation » des accidents du travail (avec et sans arrêts), imposée par la législation, ne donne aucun éclairage sur les mesures de prévention prises ou à prendre pour réduire les taux consciencieusement affichés à l'entrée des usines.

Les associations de professionnels de la maintenance telle que l'AFIM et l'CNMI notamment, étudient, avec les organismes nationaux et européens de tutelle et normatifs, les moyens de susciter une véritable gestion des risques et pas seulement la comptabilisation des accidents.

Les nombres d'accidents demeurent des indicateurs indispensables mais pas du tout suffisants car la révélation des accidents, de leur fréquence et de leur gravité est un constat de carence tardif. Il faut donc impérativement que les non-conformités, anomalies technologiques et de comportement devant les risques potentiels, soient révélées à des fins de prévention. Il est vrai que la crainte de la sanction, de la réprimande du chef d'entreprise à la sanction pénale (La mise en situation dangereuse pour autrui est condamnable), est un frein à la transparence des dysfonctionnements. La formation technique mais aussi civique à la gestion des risques devrait faire partie des recommandations des spécialistes actuellement réunis.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons mis en évidence les principaux facteurs et les bonnes pratiques qui caractérisent un management moderne de la maintenance ainsi que ses principales méthodes d'optimisation.

Une attention particulière y a été consacrée au management de la maintenance à l'aide des 5M et aux conditions de l'externalisation de cette fonction. Nous y avons aussi abordé l'optimisation de la gestion des pièces de rechange qui s'avère être un levier clé de performance des activités de la maintenance, sans oublier le management environnemental, le volet sécuritaire et la formation continue. Nous y avons rappelé également la dualité « maintenance-fiabilité », les ratios normalisés utilisés en maintenance ainsi que les techniques du management de la lubrification.

Chapitre 3

**Application du management de la maintenance
à une entreprise Algérienne :
cas de l'entreprise MANTAL**

Introduction

L'industrie textile a été une activité essentielle pour tous les pays en voie de développement qui souhaitaient initier un processus industriel. Elle a été une activité importante également pour répondre aux besoins de création d'emplois, par ses avantages comparatifs à l'exportation ou à la délocalisation d'activités industrielles à partir des pays développés. Certains pays asiatiques en ont même fait la base de leur développement industriel puisque ils sont partis de l'exploitation d'une main d'œuvre disponible à bas prix pour arriver à maîtriser progressivement et contrôler l'amont de la filière. L'entreprise Algérienne de production MANTAL, champs de notre étude et investigation, semble suivre progressivement la même voie avec la fabrication de ses produits de qualité.

3.1 Présentation de l'entreprise MANTAL

3.1.1 Historique de l'entreprise MANTAL

L'entreprise « Manufacture de Tissage d'Articles Lourds » en abrégé « MANTAL », est une entreprise par actions. Elle est spécialisée dans la fabrication de couvertures en acrylique. Les moyens de production sont modernes, le système de la filature est l'OPEN-END, dernier né de la filature gros fil. L'entreprise possède un tissage de génération 1992. Elle fut créé le 08 mars 1998 par décision de filialisation, après la scission de l'entreprise « COUVERTEX » dont le siège social était à Tissimsilt et qui comprenait 03 autres unités, en plus de celle de Tlemcen. Ces 03 unités sont :

- l'unité de Tissemsilt
- l'unité de Bab Ezzouar à Alger
- et l'unité d'Ain Djasser à Batna

L'historique de cette unité remonte à 1922 lorsqu'elle s'appelait « Manufacture de Tapis d'Orient (MTO) et se spécialisait dans la production de la draperie et la couverture militaire sous l'appellation de « Manufacture de Textile Oranais» et ce jusqu'à sa faillite et sa fermeture en 1955. Quatre années plus tard (1959), une association de patronats Européens a décidé la réouverture de l'usine pour la production de file artisanale et cela sous l'appellation de SOCALTEX

Après l'indépendance, le 08 Mai 1963, elle sera nationalisée sous la dénomination de MNTA et MLFF et dirigée par un comité de gestion jusqu'à Mai1968 où elle sera rattachée à la société « SONITEX » qui englobait toutes les usines spécialisées dans le textile d'Algérie.

Après la première restructuration des entreprises du 04 décembre 1982, elle devint une unité de l'entreprise «ELATEX» dont le siège social était à Tebessa et ce jusqu'au 20 Octobre 1987 où elle devient une unité de l'entreprise COUVERTEX, après la deuxième restructuration des entreprises.

L'entreprise était constituée de deux unités de productions :

- l'unité à « El Hartoun » (Tlemcen) avec les fonctions suivantes :

- la teinture de la matière première suivant les coloris demandés par les clients.
- la production du filé de trame utilisée pour la production de la couverture.

- l'autre unité à « Bab El Khemis » (Tlemcen) ayant pour mission :

- le tissage et la production du tissu couverture.
- Le finissage, grattage, lustrage, coupage, pliage, et emballage du produit fini avant son stockage et sa commercialisation.

Le 01/01/2012, elle fut rattachée à l'entreprise TEXALG EPE/SPA et prit la dénomination de « Complexe industriel TEXALG/MANTAL SPA »



Photo 3.1 Siège site 1 : 45 Bd Mohamed V Tlemcen



Photo 3.2 Site 2 : 4 et 5 rue Aspirant Benaouda Tlemcen



Photo 3.3 Site 3 : 45 Boulevard Mohamed V Tlemcen

3.1.2 Implantation de l'entreprise MANTAL

Implantée à Tlemcen en zone urbaine, l'entreprise occupe une superficie totale de 34 200 m² dont 11 996 m² couvertes. L'usine est composée de quatre (04) ateliers :

- atelier de teinturerie
- atelier de filature
- atelier de tissage
- atelier de finition

Les quatre ateliers furent rénovés de 1990 à 1992. MANTAL possède un seul siège et plusieurs sites :
Siège site 1 : 45 Bd Mohamed V Tlemcen

usine teinture, filature, site 2 : 4 et 5 rue Aspirant Benaouda Tlemcen

usine tissage finition, site 3 : 45 Boulevard Mohamed V Tlemcen

3.1.3 Activités et missions de l'entreprise MANTAL

Le domaine d'activité de l'entreprise est la fabrication de la couverture acrylique 100% grattée, tondue et lustrée et avec une capacité installée de 600. 000 couvertures en trois équipes, elle fonctionne avec un effectif de 351 travailleurs.

La mission de l'entreprise est de produire à moindre coût avec une meilleure qualité et de mettre à la disposition du client un produit compétitif dans les meilleurs délais. En plus, elle s'attèle à regagner un niveau de gestion et d'exploiter assurant sa prospérité, du moins sa pérennité dans le contexte de la globalisation de l'économie. Actuellement, MANTAL fonctionne avec 02 équipes dans l'atelier de finissage, et avec 03 équipes dans l'atelier de tissage et filature.

3.1.4 Gamme de production de l'entreprise MANTAL

La production de l'entreprise MANTAL couvre les gammes suivantes :

Article	Type	Dimension (M)
Couverture Taggart	Jacquard	2,00×2,40
Couverture Pomaria	Jacquard	1,80×2,40
Couverture Agadir	Jacquard	1,60×2,40
Couverture Alia	Ratière	2 ,00×2,40
Couverture Mansourah	Ratière	1,80×2,40
Couverture Souad	Ratière	1,60×2,40

Tableau 3.1 Gamme de production de l'entreprise MANTAL

3.1.5 Evolution de la production de l'entreprise MANTAL

Le tableau suivant nous donne l'évolution de la production des gammes de couvertures de l'entreprise MANTAL durent les années 2013, 2014, 2015 et 2016

Années Articles	2013	2014	2015	2016
Couverture Taggart	0	90.500	93.500	10.300
Couverture Pomaria	120.000	26.255	29.300	166.000
Couverture Alia	120.000	144.000	120.000	1800000

Tableau 3.2 Evolution des gammes de production de l'entreprise MANTAL

3.1.6 Implantation des équipements au sein des ateliers de l'entreprise MANTAL

3.1.6.1 Implantation des équipements au sein de l'atelier de filature

Les équipements sont implantés de la manière suivante :

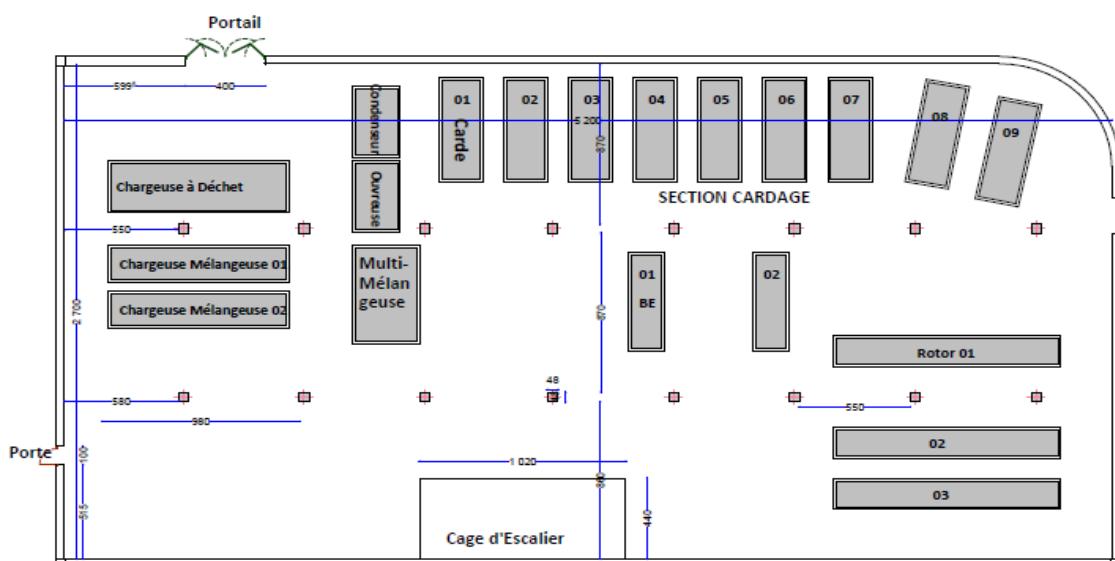


Figure 3.1 Implantation des équipements dans l'atelier de « Filature » [14]



Photo 3.4 Chargeuse peseuse

La chargeuse peseuse est destinée à ouvrir et à mélanger et peser toutes fibres textiles présentées à son alimentation,



Photo 3.5 Chargeuse à déchet

La chargeuse à déchet est destinée à recycler la matière première des cardes et le banc d'étirage pour la remettre en début de chaîne de production



Photo 3.6 Mélangeuse de flocons

Dans le cas des fibres en bourre (Flocons), le mélange commence par l'intermédiaire d'ouvreuses en superposant les balles d'origines différentes les unes à côté des autres, l'ouvreuse prend la même quantité bien déterminée de chaque balle et l'envoie vers la machine suivante dans le circuit.



Photo 3.7 Multi mélangeuse



Photo 3.8 Cardes à chapeaux



Photo 3.9 Banc d'étirage

Ayant un nombre de 8 chambres, à l'intérieur, les matières de chaque lot ou balle arrivent en petites portions. Quand le remplissage est effectué, les rouleaux se mettent en marche et la matière est délivrée par aspiration dans le canal de mélange situé au-dessus des rouleaux ouvreurs. De cette façon, on obtient un mélange très homogène.

Le cardage peut être défini comme le processus de parallélisations des fibres en une mèche uniforme.

Ce processus s'obtient en peignant la fibre entre des surfaces recouvertes de pointes se déplaçant l'une par rapport à l'autre à très faible distance. C'est là qu'interviennent les garnitures de carte.

Le banc d'étirage sert à obtenir un ruban de fibre plus régulier grâce à l'opération de doublage qui sert à diluer les défauts de plusieurs rubans. Les rubans de carte au nombre de 6 sont réunis à l'entrée d'un système de laminage, l'ensemble est étiré à travers des paires de cylindres tournants à des vitesses croissantes pour diminuer la section. Au cours de l'étirage, les fibres glissent les unes contre les autres et ce glissement favorise leur alignement.



Photo 3.10 Rotors

Les fibres proviennent des rubans, elles sont introduites dans un dispositif qui les individualisent et les transfèrent vers un rotor tournant à une très grande vitesse où il y'a formation du filé.

3.1.6.2 Implantation des équipements au sein de l'atelier de tissage

Les équipements sont implanté selon la figure suivante :

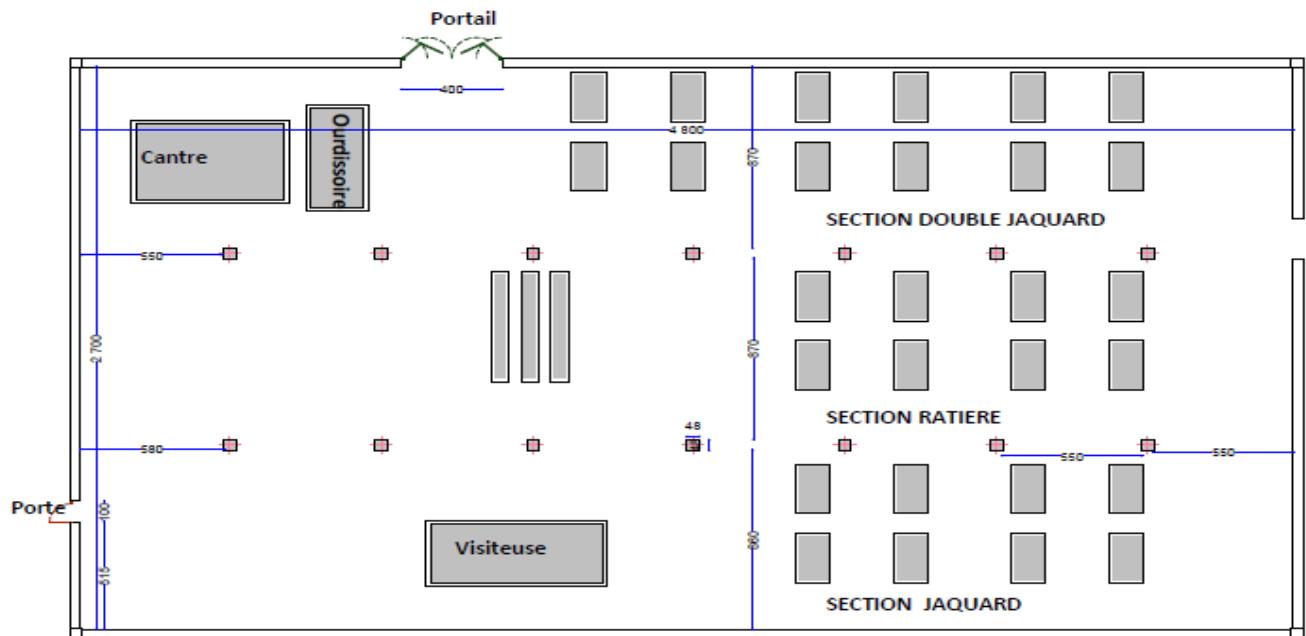


Figure 3.2 Implantation des équipements dans l'atelier de « Tissage » [14]



Photo 3.11 Ourdissoir

L'ourdissoir sert à dévider les bobines de fils sur l'ensouple pour le tissage. Pour ce faire, les fils de chaîne sont enroulés sous une même tension et de manière parallèle selon un ordre précis.



Photo 3.12 Simple jacquard

Le métier à tisser simple jacquard fonctionne comme suit : une série de fils dits « fils de chaîne » sont tendus dans le sens de la longueur sur le métier, et une autre série de fils, dits « fils de trame », croisent perpendiculairement les précédents grâce à une navette.

Les fils de trame forment ainsi la lisière. Selon la façon dont s'entrecroisent les fils de chaîne et de trame, on obtient des tissages et donc des effets différents. Le métier à tisser simple jacquard donne que des motifs rectangulaires.



Photo 3.13 Double jacquard

Le métier à tisser double jacquard a le même principe que le simple jacquard, mais ce dernier peut créer des motifs beaucoup plus complexes et multicolores.



Photo 3.14 Ratier

Le métier à tisser ratier à le même principe que le simple et le double jacquard mais elle ne permet pas la création des motifs.



Photo 3.15 Visiteuse métreuse

La visiteuse métreuse permet la mesure et le coupage du tissu

3.1.6.3 Implantation des équipements au sein de l'atelier de finissage

L'implantation des équipements de l'atelier de finissage est relatée sur la figure suivante :

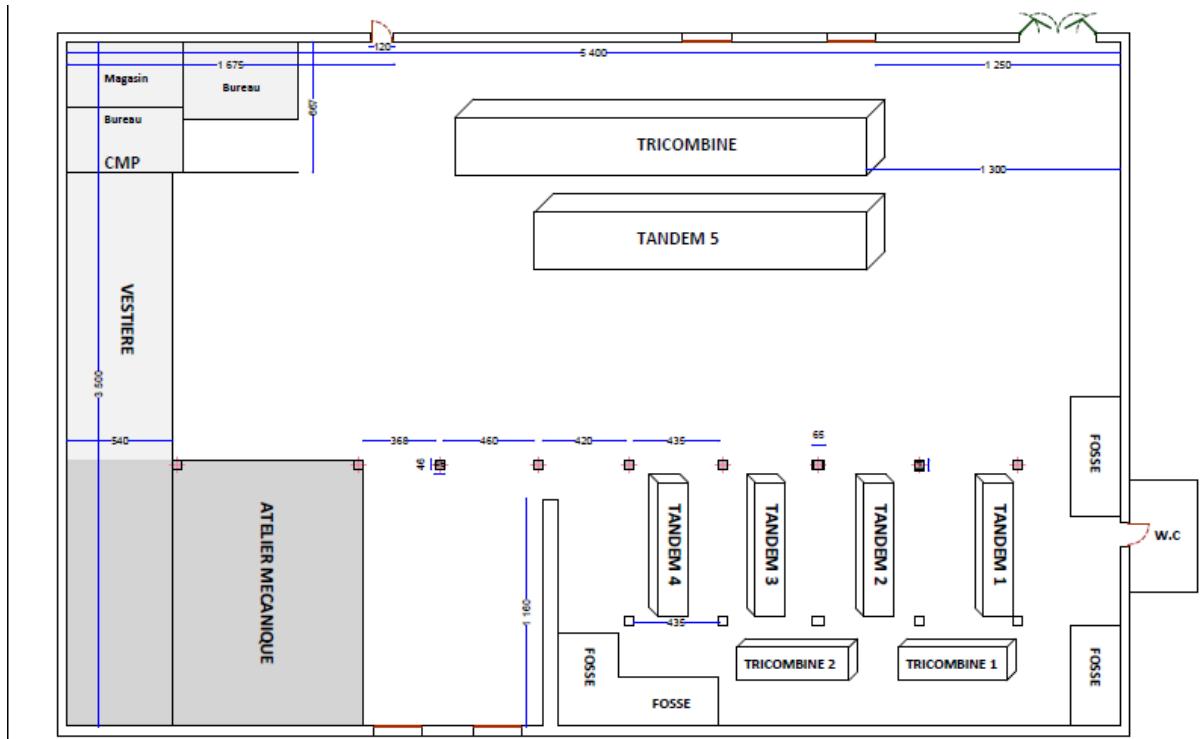


Figure 3.3 Implantation des équipements de l'atelier « Finissage » [14]



Le tandem comporte (2) laineuses, cette dernière et destinée au lainage d'une bande continue de matière textile, comprenant un tambour commandé monté sur le bâti de la machine, muni de rouleaux de grattage disposés de façon planétaire, elle permet le grattage de la première face du tissus, la deuxième face est grattée par la deuxième laineuse.

Photo 3.16 Tandem



Photo 3.17 Tri-combine (Vue de face)



Photo 3.18 Tri-combine (Vue de profil)

La tri-combine se compose d'une défenseuse, une ébourifeuse et une lustreuse. Elle permet d'avoir les propriétés souhaitées en terme de rigidité, lissage, douceur, et protection de surface ou couleur.

3.1.6.4 Implantation des équipements au sein de l'atelier de teinturerie

La figure suivante montre la dispersion des équipements dans l'atelier de teinturerie

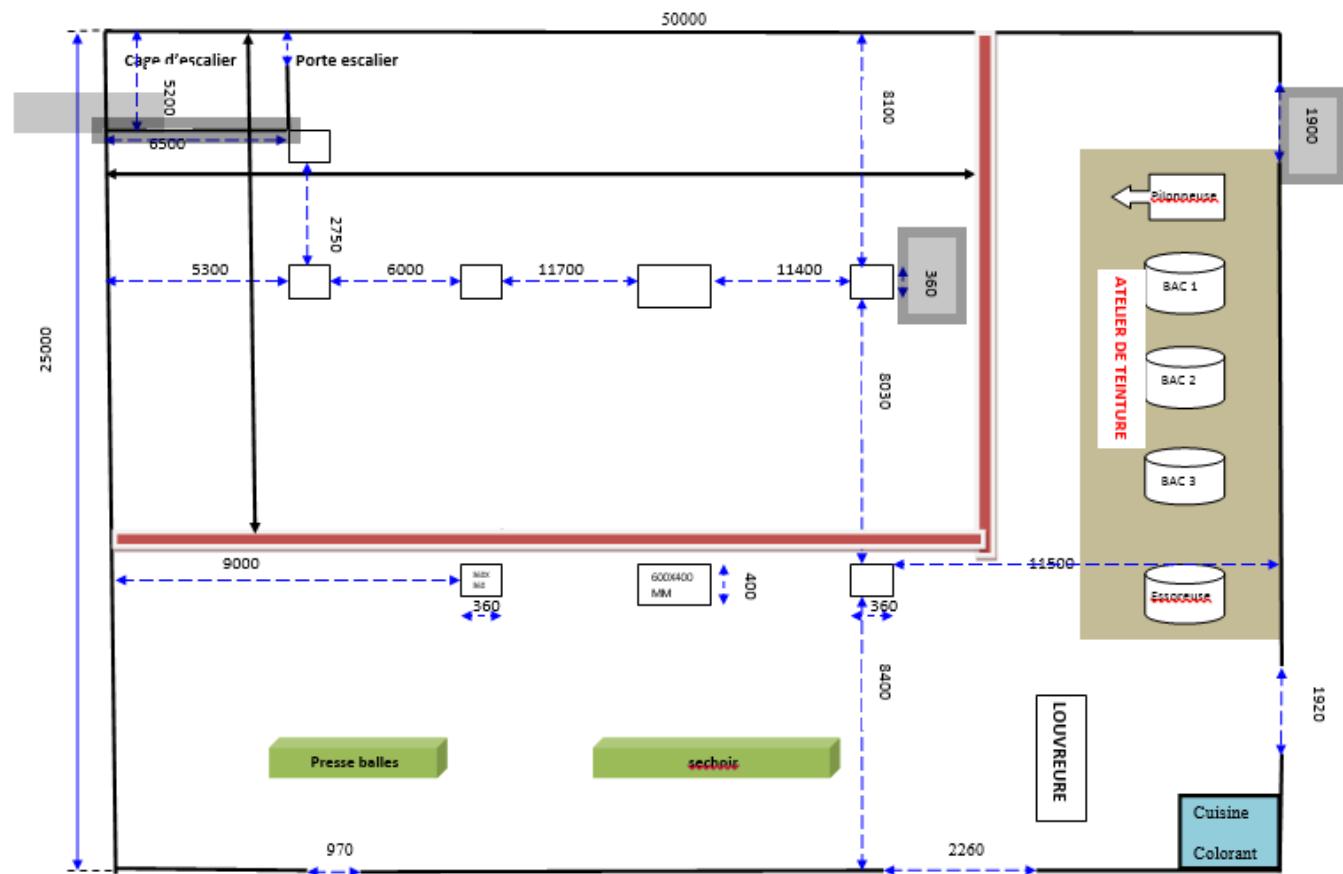


Figure 3.4 Plan de l'atelier de « teinturerie » [14]



Photo 3.19 Pillonneuse

La pilonneuse permet l'ouvraison de la matière première et cela dans le bac 1.



Photo 3.20 4 Bac + Bac 5 (Essoreuse)

Le bac 2, 3 et 4 sert aux fixateurs colorants.
Le bac 5 sert à l'essorage de la matière première.



Photo 3.21 Ouvreur

L'ouvreur permet l'ouvraison de la matière première.



Photo 3.22 Séchoir

Le séchoir consiste à sécher la matière premières et d'avoir un taux d'humidité le plus bas possible.



Le presse bal permet le compactage de la matière.

Photo 3.23 Presse bal

3.1.7 Organigramme général de l'entreprise MANTAL

L'organigramme disponible au sein de l'entreprise est le suivant :

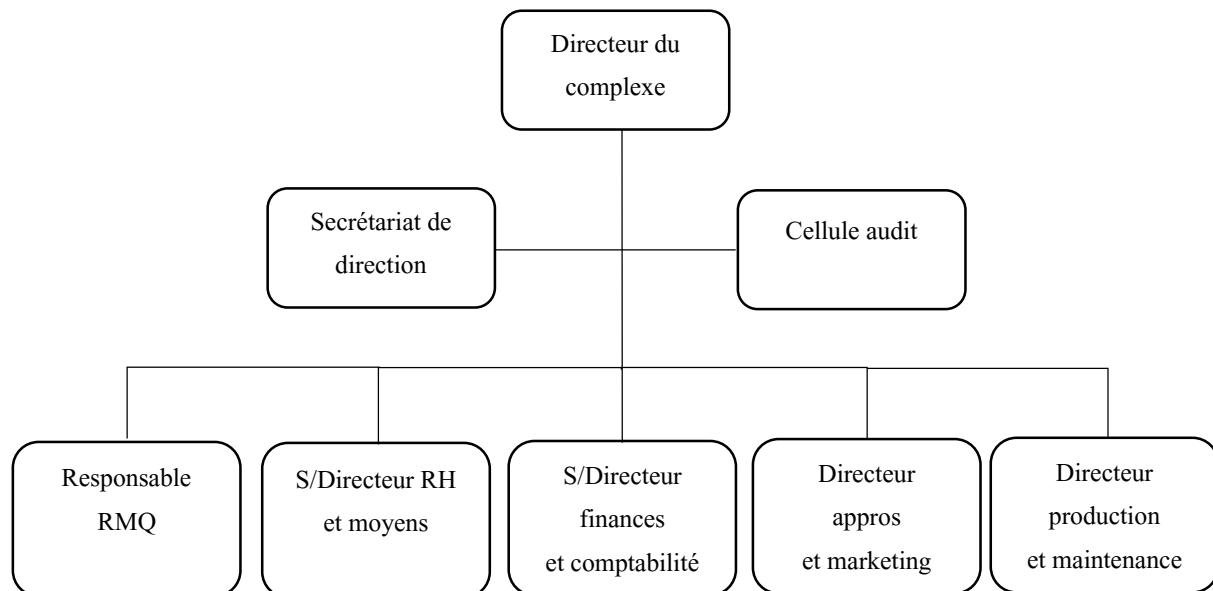


Figure 3.5 Organigramme de l'entreprise MANTAL

Nous avons constaté que l'organigramme de l'entreprise MANTAL n'avait pas été actualisé depuis l'année 2002 jusqu'à ce jour, pour cela, nous l'avons actualisé :

3.1.7.1 Organigramme de l'entreprise MANTAL

Grâce à nos investigations, nous avons pu établir et actualisé l'organigramme de l'entreprise suivant :

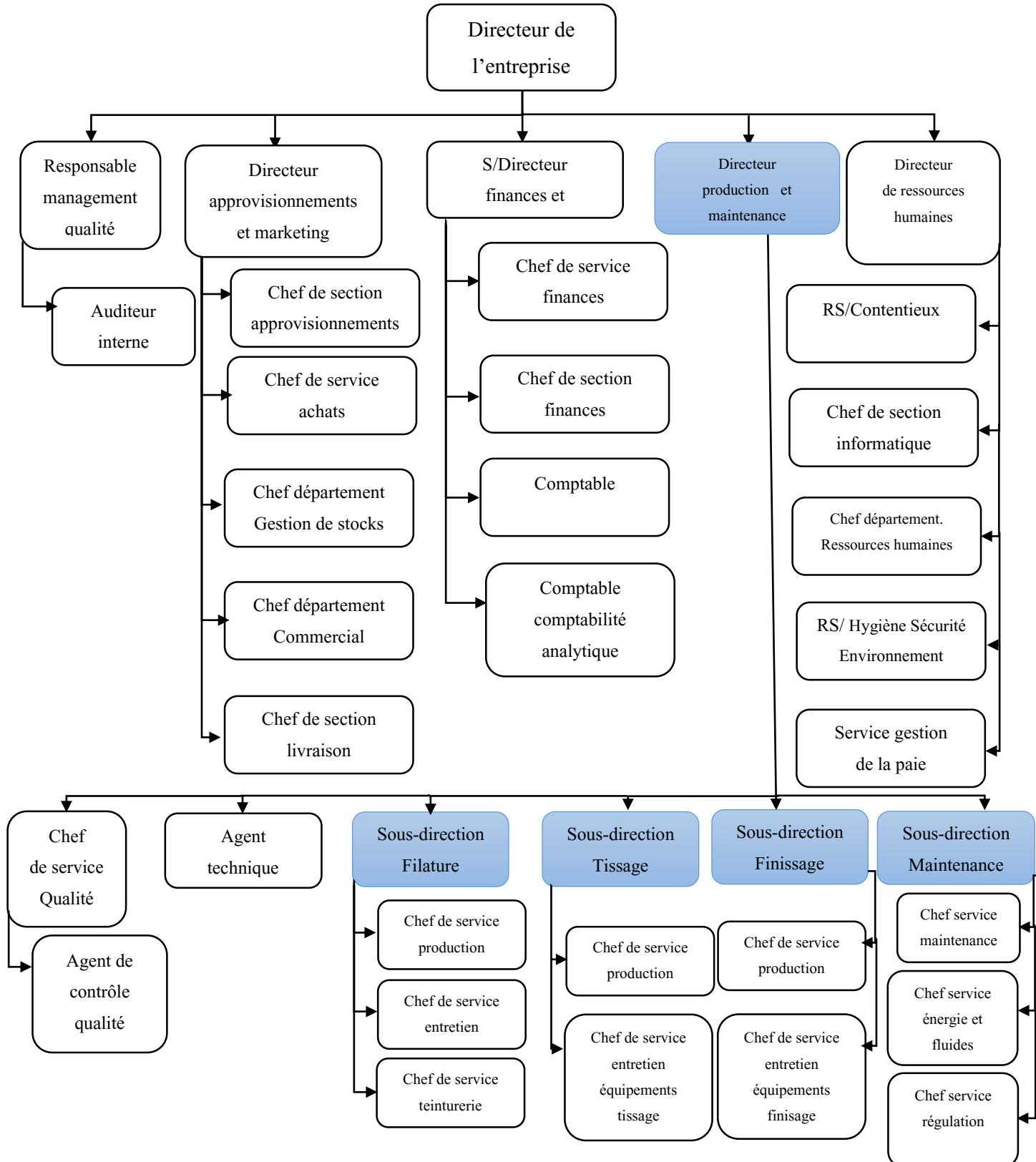


Figure 3.6 Organigramme actualisé et détaillé de l'entreprise MANTAL

3.1.8 Equipements fonctionnels de l'entreprise MANTAL

3.1.8.1 Equipements de l'atelier de filature

L'atelier de filature comprend les équipements suivants :

Nombre	Equipements	Codes
02	Chargeuse mélangeuse	NF.FM
01	Chargeuse à déchet	NF.AS
01	Multi mélangeuse-Ouvreuse	NF.LVS/BEC-1200/VFO-1200
09	Carde à chapeau	NF.DK 740
02	Banc d'étirage	NF.720
03	Machine à filer OPEN END	NF.RL10

Tableau 3.3 Equipements de l'atelier de filature

3.1.8.2 Equipements de l'atelier de tissage

L'atelier de tissage comprend les équipements suivants :

Nombre	Equipements	Codes
01	Ourdissoir	TO.GI 60CC
08	Métier à tisser Ratière	TR.SM 93
08	Métier à tisser Simple jacquard	TJ.SM 93
12	Métier à tisser Double jacquard	TDJ.SM 93
01	Visiteuse métreuse	TVM.M36E

Tableau 3.4 Equipements de l'atelier de tissage

3.1.8.3 Equipements de l'atelier de finition

L'atelier de tissage comprend les équipements suivants :

Nombre	Equipements	Codes
08	Laineuse	FN.TRI 424
02	Ebourifeuse	FN.PR1
12	Machine à coudre	CF.KI 418
01	Empaqueteuse	CF.90/831
02	Tondeuse-lustreuse	FN.PPC2

Tableau 3.5 Equipements de l'atelier de tissage

3.1.8.4 Atelier de teinture

L'atelier de teinture comprend les équipements suivants :

Nombre	Equipements	Codes
01	Pilonneuse	CK.KI 400
03	Bac de teinture	CL.KD 123
01	Essoreuses	NN.KF 205
01	Loup ouvreur	CN.KN 126
02	Séchoir	CK.95/744
01	Presse balle	CN.25/44

Tableau 3.6 Equipements de l'atelier de teinture

3.2 Evolution du chiffre d'affaire de l'entreprise

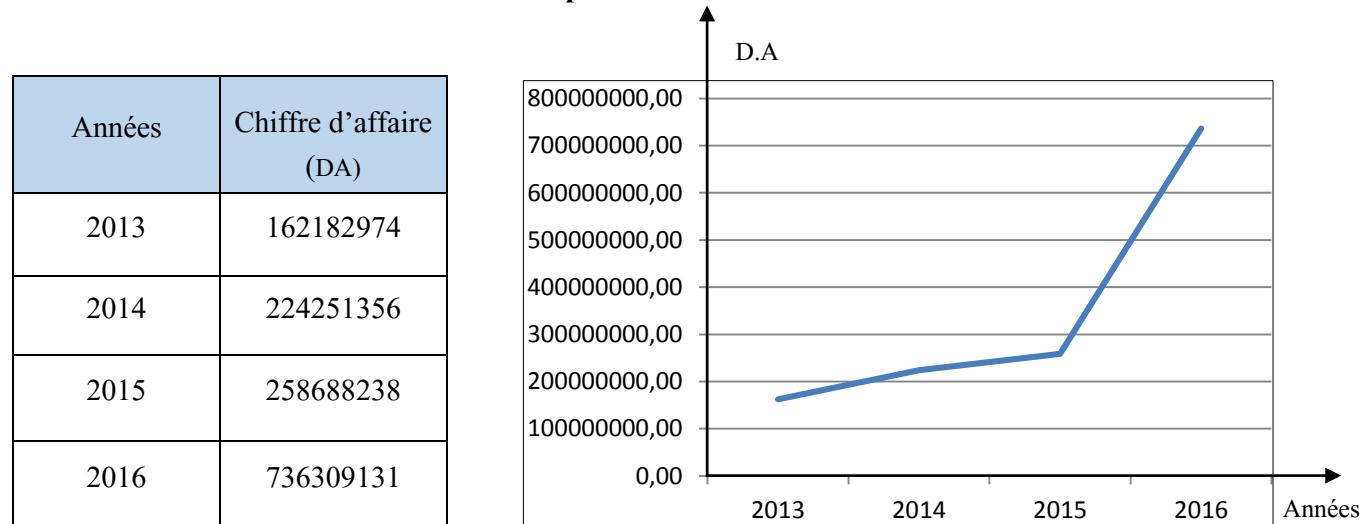


Figure 3.7 Courbe d'évolution du chiffre d'affaire de l'entreprise

3.3 Cartographie des processus de l'entreprise MANTAL

La maintenance au sein de l'entreprise MANTAL est décentralisée.

Chaque atelier dispose de sa propre équipe de maintenance, ce qui lui permet de procéder directement aux interventions aussi bien préventives que curatives, sans solliciter la sous-direction de la maintenance.

Dans le cas d'une intervention au niveau des 3 ateliers : filature, tissage et finissage, l'opérateur intervient, en renseignant la fiche I M 4.9 D.2 (Annexe 7), et la transmet à la sous-direction de la maintenance, qui l'utilise pour :

- élaborer un tableau de bord
- évaluer les couts de maintenance

La sous-direction de maintenance n'intervient que pour les menues réparations de mobilier, éclairage, plomberie etc., des différents ateliers, sans pour autant intervenir sur les équipements de production.

Les interventions de la sous-direction de la maintenance sont déclenchées par les divers ateliers, qui délivrent un bon de travail IM49D3 (Annexe 5) et le lui transmettent.

Les équipes de la sous-direction de la maintenance procèdent alors aux réparations nécessaires.

3.4 Identification des processus de l'entreprise MANTAL

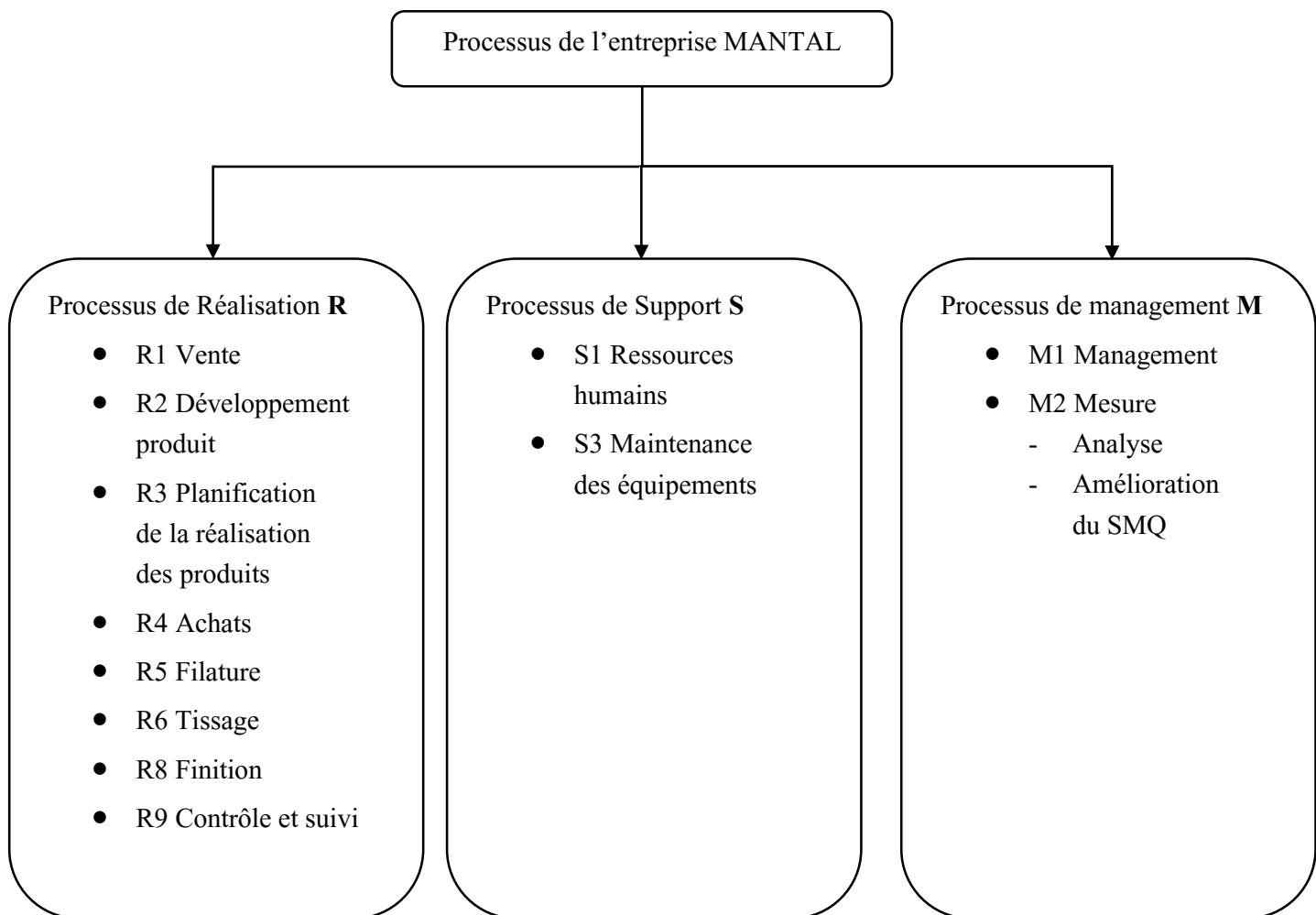


Figure 3.8 Processus de l'entreprise MANTAL [14]

3.5 Description des différentes étapes de fabrication des couvertures textiles

L'industrie textile rassemble de très nombreux métiers tout au long d'une chaîne de transformation allant des matières premières au produit fini. La première étape consiste en la transformation de la matière première issue de fibres acryliques en fils. L'acrylique est une fibre qui sert à imiter ou remplacer les laines. Il s'agit d'une fibre très légère, agréable à porter qui ne craint pas les intempéries.

3.5.1 Etapes de fabrication de la couverture

3.5.1.1 Opération de teinture

Une teinture est un colorant absorbé par le support et qui se mélange à sa couleur initiale. Le principe de la teinture nécessite un produit colorant, un fixateur et de l'eau. La teinture implique l'usage d'un certain nombre de produits chimiques et de produits auxiliaires qui se retrouvent en général dans les rejets. Les impacts environnementaux considérés à cette étape sont des rejets des bains de teinture ; des bains de lavage et rinçage après teinture, des eaux de nettoyage du matériel.

On imprègne la matière textile d'une substance colorée qu'on prépare par mélange de colorant, d'eau tiède et l'acide acétique. C'est à l'œil nu que le teinturier estime les proportions de ces colorants dont le mélange permet d'obtenir la teinte voulue.

La masse du colorant a un effet sur le degré de saturation de la couleur obtenue. Pour chaque colorant la masse est pesée, l'ensemble du mélange des colorants est dissous dans le bain de teinture à chaud. Ce bain, contenu dans une cuve en inox, acidifié à (PH= 6) avec de l'acide acétique est chauffé par un système à vapeur, les balles de fibres teintes sont rincées, essorés et mis à sécher dans un séchoir à air chaud. Si la couleur ne correspond pas à celle attendue, le teinturier la corrige en ajoutant dans le bain un peu de colorant qui fait défaut. Ceci peut être reproduit plusieurs fois jusqu'à l'obtention de la couleur désirée. Une fois ces opérations terminées, on comprime la fibre dans une presse pour faire une balle compressée afin de faciliter sa manipulation et son transport vers l'atelier de filature. Les fibres sont triées par calibre, nettoyées pour éliminer les particules de saleté et mélangées aux fibres provenant de différentes balles pour améliorer la cohérence du mélange. Le tri et le nettoyage sont réalisés sur des machines appelées ouvreuses.

3.5.1.2 Opération de filature

La fabrication d'un fil nécessite le décorticage et le nettoyage de la matière première, le desserrement et le redressement des fibres (Cardage, peignage) puis enfin la filature. La réalisation d'un fil est une succession d'étapes dépendant de la qualité du fil souhaité et du type des fibres à travailler.

La filature est l'opération de transformation de la matière première (Fibre acrylique) en fil, elle se déroule selon les étapes suivantes :

- les balles sont ouvertes et battues dans une nettoyeuse-batteuse pour retirer les corps étrangers contenus dans la fibre acrylique,
- le cardage consiste à séparer les fibres les unes des autres, à les peigner, à les redresser et à les nettoyer, et permet d'obtenir un ruban de carte d'une largeur d'environ un mètre,

- l'étirage, ou doublage, permet d'harmoniser l'épaisseur du ruban de cardé par étirage des fibres entre différents rouleaux de caoutchouc tournant de plus en plus rapidement,
- enfin, plusieurs rubans, parallèles et torsadés, sont étirés et tordus ensemble pour donner le fil solide définitif. La torsion apportée au fil est plus ou moins grande selon l'usage auquel on le destine.

3.5.1.3 Opération de tissage

La couverture est obtenue par tissage, résultat de l'entrecroisement, dans un même plan, de fils disposés dans le sens de la chaîne et de fils disposés, perpendiculairement aux fils de chaîne, dans le sens de la trame. Le liage obtenu entre ces fils de chaîne et de trame se définit comme étant une armure.

Le tissage s'accompagne d'étapes précises dont les plus importantes sont :

- le bobinage, les fils sont disposés sur les bobines,
- l'ourdissage, préparation de la chaîne sur le métier à tisser,
- le rentrage, les fils de chaîne sont enfilés dans des tiges métalliques (les lisses) puis dans les dents du peigne.

3.5.1.4 Opération de finissage

C'est l'opération qui sert à donner aux textiles les propriétés d'usage final souhaitées (Toucher, brillance, souplesse ...) en passant par différentes opérations (Tondage, ébouriffage et lustrage).

La figure suivante montre les différentes étapes de fabrication des couvertures textiles :

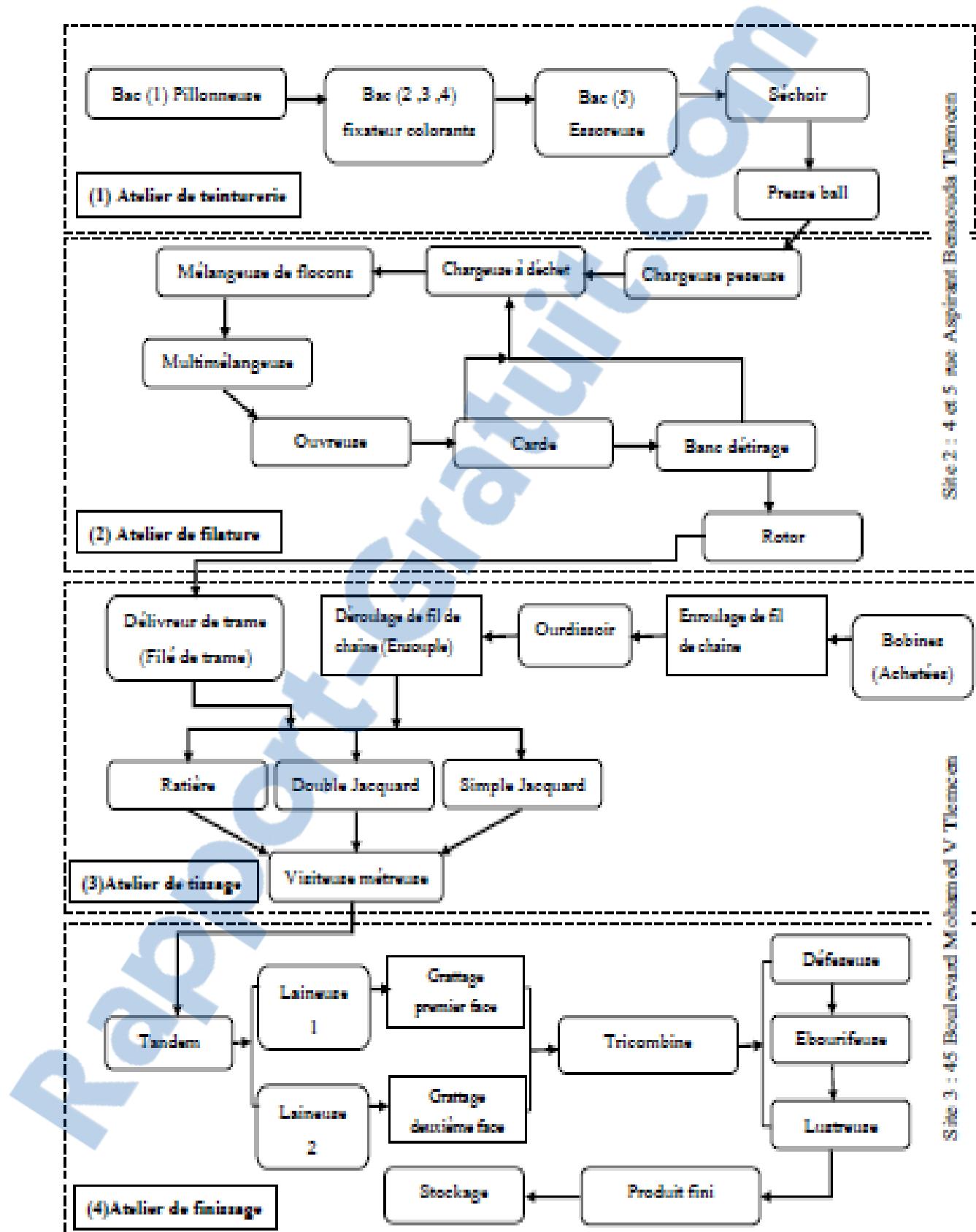


Figure 3.9 Etapes de fabrication de l'entreprise MANTAL

3.6 Abaque d'aide à la décision de Noiret

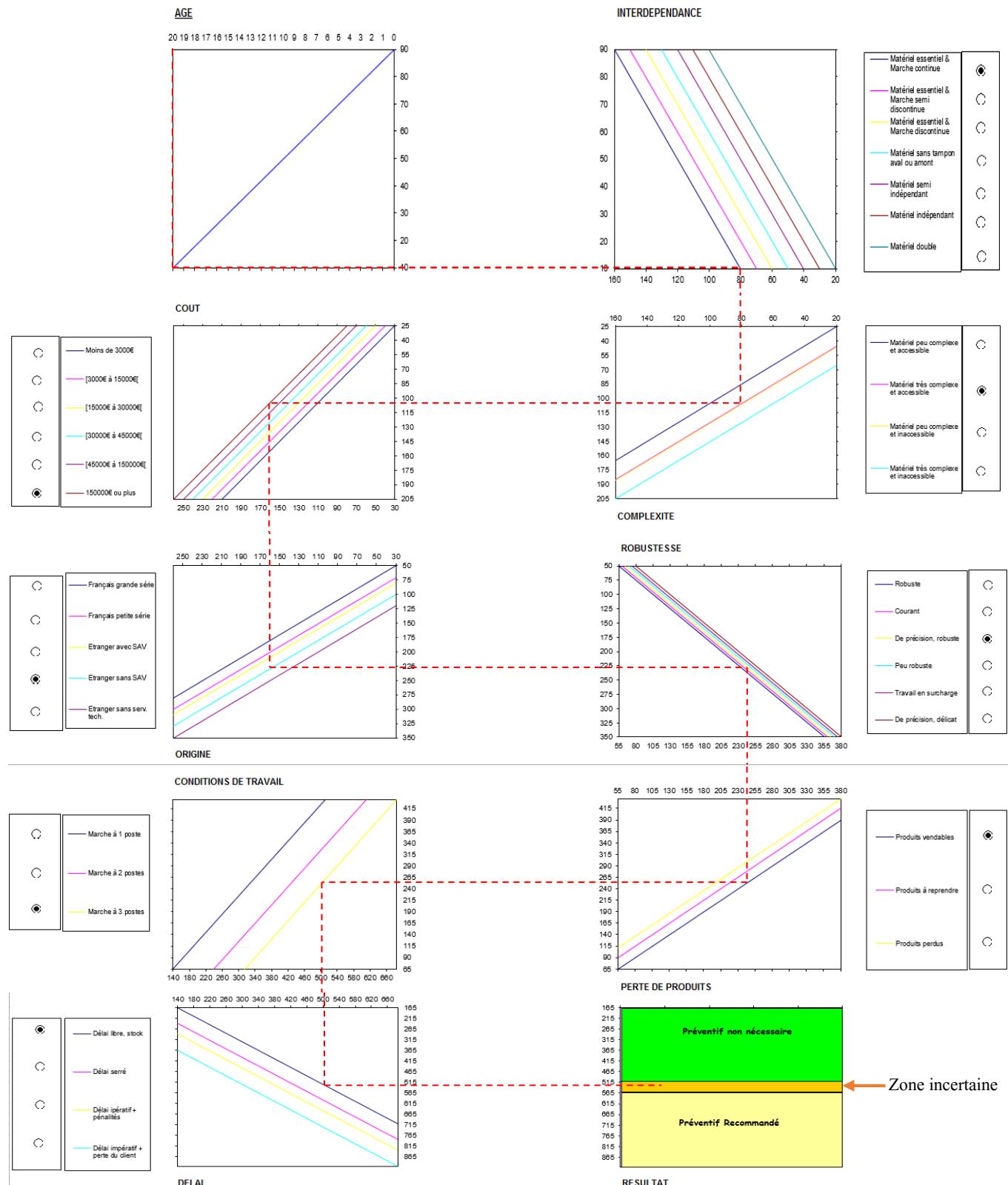


Figure 3.10 Abaque d'aide à la décision de Noiret [58]

L'abaque multicritère de Noiret nous permet d'opter pour une stratégie préventive ou corrective à appliquer aux équipements.

Dans notre exemple d'outil d'aide à la décision, 9 facteurs de choix adaptés à l'environnement industriel sont successivement pris en compte pour prédéterminer la criticité relative de chacun des équipements et le niveau de préventif à leur apporter. Notre application à la maintenance de l'entreprise MANTAL nous a guidé vers la zone incertaine en matière de choix du mode de maintenance à (Corrective ou Préventive), ce qui nous amené à pousser notre investigation à effectuer un audit maintenance pour poursuivre notre étude.

3.7 Audit de la fonction maintenance et axes d'amélioration

3.7.1 Résultats du questionnaire d'audit de la fonction maintenance

Un questionnaire d'audit comporte 12 rubriques et 120 questions à été réalisé pour évaluer le fonctionnement de la maintenance dans l'entreprise MANTAL

Dans le tableau suivant nous avons reporté les scores du questionnaire de l'audit maintenance :

A- ORGANISATION GENERALE	0%	25%	50%	75%	100%	Score MANTAL
1- Avez-vous défini par écrit et fait approuver l'organisation de la Fonction maintenance ?	0	-	-	-	30	30
2- Les responsabilités et les tâches définies dans l'organisation sont-elles vérifiées périodiquement pour adaptation ?	0	-	-	-	10	10
3- Les responsabilités et tâches des contremaîtres ou agents de maîtrise sont-elles clairement définies ?	0	-	-	-	20	20
4- Le rapport personnel exécutant/agents de maîtrise d'encadrement est-il approprié ? 100 % = 10 à 13 75 % 9 à 7 ou 14 à 16 50 % = moins de 17 à 20 25 % = plus de 20	0	5	10	20	30	30
5- L'activité de chaque agent de maîtrise (contremaître ou responsable de section) est-elle encadrée par un budget de fonctionnement ?	0	-	5	-	10	10
6- Y a t-il quelqu'un désigné pour assurer la coordination des approvisionnements, des travaux, des études d'installation et de la formation ?	0	5	10	15	20	20
7- Existe-t-il des fichiers de fonction (domaine de responsabilité et domaine d'initiative) pour chacun des postes d'exécutant ?	0	-	10	-	20	20

8- Les agents exploitant le matériel disposent-ils de consignes écrites pour réaliser les tâches de maintenance (surveillance, contrôles de fonctionnement, ...) de premier niveau ?	0	5	10	20	20	20
9- Vous réunissez-vous périodiquement avec l'exploitant pour examiner les travaux à effectuer ?	0	-	5	-	20	20
10- Est-ce que les objectifs du service sont écrits et le contrôle effectué hebdomadairement ?	0	5	10	20	30	30
11- Etes-vous consulté par l'exploitant ou les services d'ingénierie à l'occasion de l'étude ou de l'installation de nouveaux équipements ?	0	10	15	20	30	30

B- METHODES DE TRAVAIL	0%	25%	50%	75%	100%	Score MANTAL
1- Pour les interventions importantes en volume d'heures et/ou répétitives, privilégie-t-on la préparation du travail ?	0	5	10	15	30	30
2- Utilisez-vous de supports imprimés pour préparer les travaux ou établir des devis (liche de préparation ou fiche de devis) ?	0	-	10	-	20	10
3- Disposez-vous de modes opératoires écrits pour les travaux complexes ou délicats ?	0	-	10	-	20	10
4.- Avez-vous une procédure écrite (et appliquée) définissant les autorisations du travail (consignation, déconsignation) pour les travaux à risques ?	0	-	-	-	30	30
5- Conservez-vous et classez-vous de manière particulière les dossiers de préparation ?	0	2	5	8	10	10
6- A-t-on des actions visant à standardiser les organes et pièces ?	0	8	15	22	30	15
7- Avez-vous des méthodes d'estimation des temps autres que l'estimation globale ? (travaux types, bloc de temps, ...)	0	-	5	-	10	10
8- Utilisez-vous la méthode PERT (ou une démarche analogue pour la préparation des travaux longs, importants, nécessitant beaucoup de coordination ?	0	5	10	15	20	0
9- Avez-vous recours à des méthodologies formalisées de dépannage ?	0	10	15	20	30	15

	0	8	15	22	30	30
10- Réservez-vous les pièces en magasin, faites-vous préparer des kits (pièces, outillage) avant vos interventions ?	0	-	10	15	20	20

C-SUIVI TECHNIQUE DES EQUIPEMENTS	0%	25%	50%	75%	100%	Score MANTAL
1- Disposez-vous d'une liste récapitulative (inventaire) par emplacement des équipements de votre unité ?	0	8	12	22	30	12
2- Est-ce chaque équipement possède un numéro d'identification unique autre que le numéro chronologique d'immobilisation ?	0	5	10	15	20	20
3- Sur le site, tout équipement a-t-il son numéro d'identification clairement signalé ?	0	4	8	12	15	15
4- Les modifications, nouvelles installations ou suppressions d'équipement sont-elles enregistrées systématiquement ?	0	4	8	12	15	15
5- Un dossier technique est-il ouvert pour chaque équipement ou installation ?	0	8	12	22	30	30
6- Possédez-vous un historique des travaux pour chaque équipement ?	0	8	15	22	30	30
7- Disposez-vous des informations concernant les heures passées, les pièces consommées et les coûts équipement par équipement ?	0	10	20	30	40	10
8- Y a-t-il un (ou plusieurs) responsable(s) de la tenue de l'historique des travaux ?	0	5	10	15	20	20
9- Assurez-vous un suivi formel des informations relatives aux comptes rendus de visites ou inspections préventives ?	0	-	15	-	30	30
10- Les historiques sont-ils analysés une fois par an ?	0	5	10	15	20	20

D- GESTION PORTEFEUILLE DE TRAVAUX	0%	25%	50%	75%	100%	Score MANTAL
1- Avez-vous un programme établi de maintenance préventive ?	0	10	20	30	40	40
2- Disposez-vous de fiches (ou check-lists) écrites de maintenance préventive ?	0	5	10	15	20	20
3- Existe-t-il un responsable de l'ensemble des actions de maintenance préventive (en termes de suivi et d'adaptation) ?	0	-	-	-	10	10
4- Les utilisateurs (ou opérateurs) des équipements ont-ils des responsabilités en matière de réglage et maintenance de 'routine' ?	0	5	10	15	20	20
5- Avez-vous un système d'enregistrement des demandes de travaux ?	0	10	20	30	40	40
6- Y a-t-il une personne particulièrement responsable de l'ordonnancement des travaux ?	0	5	10	15	20	20
7- Avez-vous défini des règles permettant d'affecter les travaux selon les priorités ?	0	8	15	22	30	30
8- Connaissez-vous en permanence la charge de travail en portefeuille ?	0	5	10	15	30	15
9- Existe-t-il un document bon (ou demande) de travail permettant de renseigner et de suivre toute intervention et utilisé systématiquement pour tout travail ?	0	5	10	15	30	15
10- Les agents de maîtrise se rencontrent-ils périodiquement pour débattre des priorités, problèmes de planning, personnel, etc. ?	0	8	15	22	30	8
11- Disposez-vous d'un planning hebdomadaire de lancement des travaux ?	0	-	15	-	30	30

E- TENUE DU STOCK DE PIECES DE RECHANGE	0%	25%	50%	75%	100%	Score MANTAL
1-Disposez-vous d'un magasin fermé pour stocker les pièces de rechange ?	0	-	-	-	20	20
2- Disposez-vous de libre-service pour les articles de consommation courante ?	0	-	5	-	10	5

3- Tenez-vous à jour des fiches de stock (manuelles ou informatisées) ?	0	8	15	22	30	15
4- Eliminez-vous systématiquement les pièces obsolètes ?	0	-	5	-	10	10
5- Suivez-vous la consommation des articles par équipement ?	0	-	5	-	10	5
6- La valeur et le nombre d'articles en stock est-il facilement disponible ?	0	-	-	-	20	20
7- Les pièces sont-elles bien rangées et identifiées ?	0	-	-	-	20	20
8- A-t-on bien défini le seuil de déclenchement et les quantités à réapprovisionner pour chaque article en stock ?	0	5	10	15	20	10
9- Les pièces interchangeables sont-elles identifiées ?	0	8	15	22	30	15
10- Les procédures d'approvisionnement (délai administratif interne) sont- elles suffisamment souples pour stocker au maximum chez le fournisseur ?	0	10	15	20	30	10

F-ACHAT ET APPROVISIONNEMENT DES PIECES ET MATIERES	0%	25%	50%	75%	100%	Score MANTAL
1- A-t-on une procédure formalisée et adaptée d'émission des demandes d'achat et de passation des commandes ?	0	-	10	-	20	10
2- Y a-t-il une personne dans le service plus particulièrement chargée du suivi des demandes d'achat ?	0	5	10	15	20	10
3- Toute demande de pièce à coût élevé requiert-elle l'accord du responsable du service ?	0	-	15	-	30	15
4- Les délais d'émission d'une commande, sont à votre avis, relativement courts ?	0	-	15	-	30	15
5- A-t-on des marchés négociés pour les articles standard ou les consommables ?	0	8	15	22	30	15
6- Pour les articles spécifiques, passez-vous généralement par les fournisseurs autres que le constructeur de l'équipement ?	0	-	15	-	30	15
7- Disposez-vous d'un processus d'homologation des fournisseurs ?	0	5	10	15	20	20

8- Lors des différentes négociations avec les fournisseurs, y a-t-il une grande cohésion entre le service achat et le service maintenance ?	0	5	10	15	20	20
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	---	----	----	----	-----------

G- ORGANISATION MATERIELLE ET ATELIER DE MAINTENANCE	0%	25%	50%	75%	100%	Score MANTAL
1- L'espace atelier-maintenance est-il suffisant pour les travaux qui vous sont demandés ?	0	-	15	-	30	30
2- Votre atelier pourrait-il être mieux situé par rapport aux équipements que vous avez à entretenir ?	40	30	20	10	0	10
3- Les bureaux de la maîtrise d'encadrement sont de « plain-pied » sur l'atelier ?	0	-	10	-	20	20
4- Votre atelier dispose-t-il de chauffage et d'air conditionné ?	0	2	5	8	10	10
5- Le magasin d'outillage et de pièce de rechange est-il au voisinage de votre atelier ?	0	5	10	15	20	20
6- Y a-t-il un responsable du magasin ?	0	2	5	8	10	10
7- Le magasin outillages et pièces est-il affecté exclusivement à la maintenance et aux travaux neufs que vous assurez ?	0	-	10	-	20	20
8- Chaque exécutant dispose-t-il d'un poste de travail bien identifié ?	0	-	10	-	20	20
9- Les moyens de manutention d'atelier sont-ils adaptés ?	0	5	10	20	30	20

H- OUTILLAGES	0%	25%	50%	75%	100%	Score MANTAL
1- Disposez-vous d'un inventaire des outillages et équipements de tests en votre possession ?	0	5	10	12	20	20
2- Cet inventaire est-il mis à jour régulièrement ?	0	4	8	12	15	15
3- Disposez-vous de tous les outillages spéciaux et équipements de test dont vous avez besoin ?	0	8	15	22	30	15
4- Exécutez-vous votre maintenance préventive à l'aide des équipements de tests en votre possession ?	0	7	13	18	25	25

5- Les outillages et équipements de test sont-ils facilement disponibles et en quantité suffisante ?	0	7	13	18	25	25
6- Les étalonnages des appareils de mesure sont-ils bien définis (vérifications et tolérances) et effectués ?	0	-	8	-	15	15
7- Avez-vous défini par écrit le processus de mise à disposition et d'utilisation des outillages ?	0	-	-	-	10	10
8- Chaque exécutant dispose-t-il d'une boîte à outils personnelle ?	0	-	15	-	30	30
9- Disposez-vous de suffisamment de moyens de manutention sur site (palans, treuil, nacelle, échelle,...) ?	0	10	15	20	30	15

I- DOCUMENTATION TECHNIQUE	0%	25%	50%	75%	100%	Score MANTAL
1- Disposez-vous d'une documentation technique générale suffisante : (mécanique de construction, électricité, code environnement et nuisances, réglementations, ...) ?	0	5	10	20	20	10
2- Pour tout équipement (ou installation), disposez-vous des plans d'ensembles et schémas nécessaires ?	0	10	20	30	40	10
3- Les notices techniques d'utilisation et de maintenance ainsi que les listes de pièces détachées sont-elles disponibles pour les équipements majeurs ?	0	8	15	22	30	8
4- Les plans des installations sont-ils facilement accessibles et utilisables ?	0	8	15	22	30	15
5- Les plans et schémas sont-ils mis à jour au fur et à mesure où des modifications sont apportées ?	0	8	15	22	30	30
6- Enregistre-t-on les travaux de modification des équipements et classe-t-on les dossiers de préparation correspondant (préparation et mise à jour de documentation) ?	0	5	10	15	20	20
7- Les contrats de maintenance (constructeurs ou sous-traitants) sont-ils facilement accessibles ?	0	5	10	15	20	20
8- Les moyens de reprographie, classement et archivage sont-ils suffisants ?	0	-	5	-	10	5

J- PERSONNEL ET FORMATION	0%	25%	50%	75%	100%	Score MANTAL
1- Le climat de travail est-il de manière générale positive ?	0	10	20	30	40	30
2- Les agents de maîtrise encadrent-ils correctement les travaux effectués par les personnels exécutants sous leur responsabilité ?	0	8	15	22	30	22
3- Les problèmes sont-ils souvent examinés en groupe impliquant les exécutants (cercle de qualité, groupes de progrès, ...) ?	0	8	15	22	30	30
4- Existe-t-il des entretiens annuels d'appréciation du personnel d'encadrement et exécutant ?	0	5	10	15	20	15
5- La maîtrise et les exécutants sont-ils suffisamment disponibles ? (dépassement d'horaire pour terminer un travail, travail les jeudis,...)	0	8	15	22	30	30
6- Considérez-vous globalement que la compétence technique de votre personnel soit satisfaisante ?	0	15	25	35	50	15
7- Dans le travail au quotidien, estimatez-vous que le personnel a l'initiative nécessaire ?	0	8	15	22	30	30
8- Les agents de maîtrise assurent-ils régulièrement le perfectionnement de leur personnel dans les domaines techniques ?	0	-	15	-	30	30
9- Vos agents de maîtrise reçoivent-ils une formation aux nouvelles technologies par l'intermédiaire de stages, visites chez les constructeurs, à des expositions ?	0	-	15	-	30	30
10- Votre personnel reçoit-il régulièrement une formation à la sécurité ?	0	8	15	22	30	30
11- La formation du personnel est-elle programmée et maîtrisée par le service maintenance ?	0	5	10	15	20	20
12- Les qualifications et habilitation du personnel sont-elles suivies rigoureusement ?	0	5	10	15	20	15
13- Avez-vous des pertes importantes de temps productif dues à des retards, absences,... ?	30	22	15	8	0	30

14- Les relations de votre personnel avec les services « client » sont-elles bonnes ?	0	-	5	-	10	10
---------------------------------------------------------------------------------------	---	---	---	---	----	-----------

K- SOUS-TRAITANCE	0%	25%	50%	75%	100%	Score MANTAL
1- Avez-vous un processus d'évaluation formelle des sous-traitants ?	0	-	-	-	10	10
2- Les descriptifs de travaux et cahier des charges sont-ils soigneusement élaborées ?	0	10	20	30	40	10
3- La sélection des sous-traitants s'effectue-t-elle sur des critères de technicité et de compétence ?	0	5	10	15	20	10
Avez-vous localement la possibilité de recours à des multiples entreprises sous-traitantes pour les domaines qui vous concernent ?	0	5	10	15	20	10
5- Sous-traitez-vous les tâches pour lesquelles vous considérez ne pas disposer d'une technicité suffisante ?	0	8	15	22	30	30
6- Vos contrats avec les sous-traitants incluent-ils des clauses de résultat ?	0	5	10	15	20	10
7- Développez-vous l'assurance de la qualité et le partenariat avec vos sous-traitants ?	0	8	15	22	30	30
8- Créez-vous et mettez-vous à jour un dossier par affaire selon une procédure de constitution prédéterminée ?	0	5	10	15	20	10
9- Le suivi des travaux du sous-traitant et la réception de ceux-ci sont-ils effectués par une personne de votre service nommément désignée et selon des procédures rigoureuses ?	0	8	15	22	30	30
10- Disposez-vous d'une documentation propre à faciliter la maintenance de vos équipements par des entreprises extérieures ?	0	8	15	22	30	30
L- CONTROLE DE L'ACTIVITE	0%	25%	50%	75%	100%	Score MANTAL
1-. Disposez-vous d'un tableau de bord vous permettant de décider des actions correctives à entreprendre ?	0	10	20	30	40	40
2- Existe-t-il des rapports réguliers de suivi des heures et coûts de main-d'œuvre et pièces ?	0	10	20	30	40	30

3- Les performances du service sont-elles suivies (manque à gagner, sécurité d'exploitation, disponibilité des équipements et délai de réponse) ?	0	10	20	30	40	30
4- L'efficacité de la potentielle maintenance est-elle contrôlée ?	0	8	15	22	30	30
5- Maîtrisez-vous votre charge de travail ?	0	8	15	22	30	30
6- Disposez-vous des coûts de maintenance équipement par équipement ?	0	8	15	22	30	30
7- Le service maintenance dispose-t-il d'un outil de gestion informatisé de l'activité (autre que la seule gestion des pièces de rechange) ?	0	-	15	-	30	30
8- Disposez-vous des informations de synthèse dans un délai suffisamment court ?	0	8	15	22	30	15
9- Emettez-vous régulièrement (tous les mois et annuellement) un compte rendu d'activité ?	0	8	15	22	30	15

Tableau 3.7 Scores du questionnaire de l'audit maintenance de l'entreprise MANTAL

Rubriques	Score	Max possible	Pourcentage (%)
A- Organisation générale	240	250	96
B- Méthode de travail	180	250	72
C- Suivi technique des équipements	202	250	80.8
D- Gestion du portefeuille de travaux	248	300	82.66
E- Stock pièces de rechanges	130	200	65
F- Achats et approvisionnement des pièces	120	200	60
G- Organisation matérielle	160	200	80
H- Outils	170	200	85
I- Documentation technique	118	200	59
J- Personnel et formation	337	400	84.25
K- Sous-traitance	180	250	72
L- Contrôle d'activité	250	300	83.33
Score total	2335	3000	77.83

Tableau 3.8 Détermination du score total et du pourcentage moyen pour la fonction maintenance de l'entreprise MANTAL

3.7.2 Profil de l'audit maintenance

En se basant sur le questionnaire d'audit de la fonction maintenance, nous avons pu évaluer le score dans chaque rubrique et mis en évidence les axes à améliorer (Axes de progrès) en maintenance.

Le niveau global de performance selon les 12 axes de progrès (rubriques) est de 77.83 %.

Pour identifier et dégager les points sur lesquels une amélioration est à engager, nous avons tracé un cercle de rayon égal au pourcentage moyen calculé

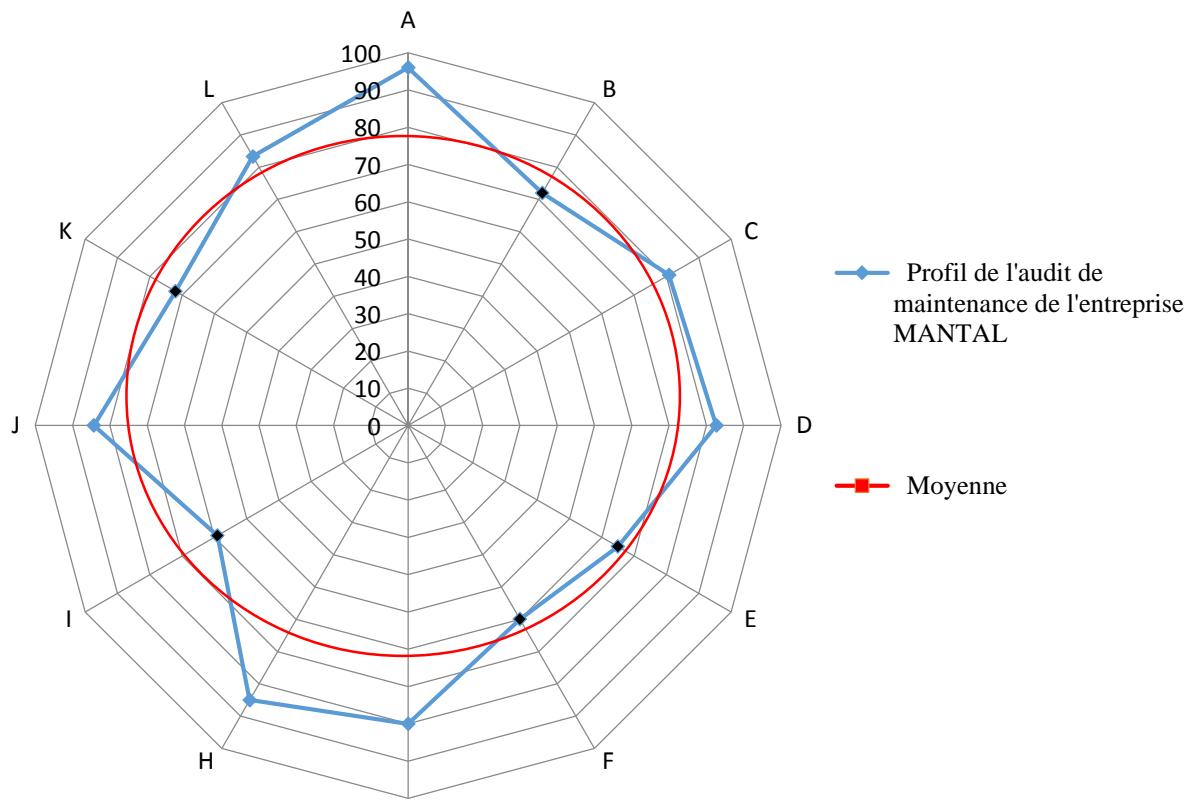


Figure 3.11 Profil et moyenne du score du questionnaire de l'audit maintenance de l'entreprise MANTAL

Tous les 5 points à l'intérieur du cercle sont des points où des progrès peuvent et doivent être réalisés suivant l'ordre qui est dans le tableau suivant :

Niveau de priorité	Axes de progrès	Niveau de performance (%)
1	I- Documentation technique	59
2	F- Achat et approvisionnement des pièces et matières	60
3	E- Tenue du stock de pièces de rechange	65
4	B- Méthodes de travail	72
5	K- Sous-Traitance	72

Tableau 3.9 Axes d'amélioration en maintenance pour l'entreprise MANTAL

3.8 Politique de formation de l'entreprise

- Formation comptabilité système (IFRS-IAS)
- Formation informatique (ISSEC)
- Force de vente /Marketing (ISSEC)
- Actions commerciales (ISSEC)
- Gestion de stock (ISSEC)
- Droit commercial (ISSEC)
- Management de la qualité (ISSSEC)
- Gestion des crises (ISSEC)

3.9 Politique qualité de l'entreprise MANTAL

L'entreprise MANTAL, poursuit l'amélioration continue de son système de Management de la Qualité, certifié selon le référentiel ISO 9001 /2008.

L'amélioration concerne ses produits, ses processus ainsi que toutes ses activités.

Cette politique qualité a pour objectif, la satisfaction des clients mais aussi l'affirmation de sa notoriété, la confirmation de son développement et la nécessité de pérennité de l'entreprise, de ses activités et de ses emplois. Pour faire face à ces exigences liées à l'environnement dans lequel elle évolue, l'entreprise MANTAL a redéfini les axes de sa politique de développement qui sont centrés sur les lignes directrices suivantes :

- valorisation et maîtrise des coûts de la qualité pour rendre les produits plus compétitifs,
- renforcement de la part du marché par des offres qualitatives et quantitatives des produits,
- optimisation et maîtrise des achats et services par le développement des relations avec les fournisseurs,
- exploitation optimale de ses ressources humaines et son développement par des opérations de communication, de sensibilisation, de formation et par d'autres actions adéquates,
- amélioration continue du système de management de la qualité et ses processus,

A cet effet, la direction de MANTAL s'engage à décliner des objectifs qualité en adéquation avec la présente politique, à assurer la disponibilité des ressources pour un fonctionnement efficace du système de management de la qualité, et évaluer périodiquement cette efficacité par des revues de processus et au cours de revues de direction.

3.10 Politiques et procédures en matière d'hygiène, sécurité et environnement de l'entreprise**3.10.1 Effluents**

Les effluents rejetés par MANTAL englobent :

- les eaux usées sanitaires qui seront évacuées et dirigées vers le réseau d'assainissement de la ville. En règle générale, les eaux usées sanitaires ne représentent pas un problème à proprement dit si l'on adopte une bonne gestion accompagnée d'un suivi approprié. La quantité rejetée par chaque personne est de 10 litres/jour environ soit un volume de 2600 litres/jour.

- les huiles de vidanges des groupes électrogènes, compresseurs et machines hydrauliques récupérées dans des fûts pour être vendues à des organismes de récupération agréés comme NAFTAL.

3.10.2 Rejets solides

Ce sont :

- les rejets liés aux activités de bureaux (Papier, carton, cartouches etc ...)
- les rejets alimentaires (Bouteilles plastiques, canettes etc ...)
- les matériaux d'entretien (Pièces usagées, emballages plastiques, carton etc ..)
- les métaux ferreux engendrant des déchets solides qui renferment des substances que l'on peut recycler (Chute de tôle, cuivre, aluminium)
- les rejets en bois
- le rejet des câbles
- le rejet des équipements de protections individuelles.
- le rejet de fils acryliques recyclables

3.10.3 Electricité utilisée

Hormis l'éclairage de l'usine, la plus grosse consommation en électricité de l'établissement se résume essentiellement au fonctionnement des machines de l'usine durant sa phase de fabrication des couvertures ; laquelle doit assurer une consommation énergétique de l'ordre de 767947 KW, l'entreprise est alimenté à partir du réseau public SONELGAZ.

3.11 Rejets pour l'ensemble de l'entreprise MANTAL

3.11.1 Effluents liquides

Ainsi donc, les principaux effluents liquides liés à l'exploitation de l'établissement sont :

- les eaux usées provenant de l'entretien des locaux et des sanitaires. Celles-ci sont normalement dirigées vers le réseau d'assainissement de la ville.
- les eaux pluviales non contaminées par les traces de produits chimiques seront normalement dirigées vers le réseau unitaire de la commune.
- Des effluents de nettoyage général des machines et du sol seront dirigés vers le réseau d'assainissement de la ville.
- Les huiles usagées de vidanges des groupes électrogènes, compresseurs ...,
- les huiles des machines hydrauliques, sont stockées dans des fûts et récupérées par NAFTAL
- l'atelier teinturerie utilise des eaux qui comportent différents produits chimique, nécessaires pour les teintures de la matière première acrylique.

En fin de cycle, les eaux chargées de produits chimiques sont acheminées vers une cuve de décantation. Lors de cette décantation, les produits chimiques se déposent au fond de la cuve, constituant une vase, qui sera vendue à l'entreprise NAFTAL, et les eaux sont réinjectées dans le circuit de la teinture.

3.11.2 Déchets solides

Globalement, et en situation normale, les pertes de nature solide se résument comme suit :

- aux déchets métalliques (Chutes de tôles, ...)
- aux déchets divers ; matière plastique, carton ou autres provenant de l'administration et de l'usine
- aux déchets de bois.
- aux produits d'entretien des installations mécaniques (pièce de rechange).
- aux déchets de fils acryliques récupérables.

L'évacuation de ces différents effluents nécessite certaines précautions, pour ne pas les rejeter directement au milieu récepteur naturel.

3.11.3 Emissions de gaz

Les sources d'émission de gaz au niveau de MANTAL sont celles de la chaudière et du séchoir de gaufrage.

- Les émissions d'oxyde d'azote NO (NO + N02) sont négligeables étant donné que le gaz naturel est un combustible faiblement polluant.
- Les Composés Organiques Volatiles (COV) sont émis par les camions lors des livraisons et expédition des matières premières et produits finis.

3.12 Risques et nuisance de l'entreprise MANTAL

3.12.1 Odeurs

Les produits utilisés ne sont pas des composés odorants, ni susceptibles de générer des odeurs néfastes dans le cadre de leurs utilisations normales. Les produits chimiques sont stockés dans un endroit fermé et loin des ateliers.

3.12.2 Bruits

Le niveau maximal compatible avec la protection de l'ouïe est de :

- 85 dB(A) pour le niveau d'exposition quotidienne
- 135 dB(A) pour le niveau de pression acoustique de crête.

Les principales sources de bruit relevées chez MANTAL sont :

Localisation du bruit	Valeurs en dB	
	Minimum	Maximum
Atelier de teinture	77,9	86,9
Atelier de filature	82.2	90.2
Atelier de tissage	78.4	90.2
Atelier de finition	75.8	88.4

Tableau 3.10 Sources de bruit au sein des ateliers de MANTAL

Ces équipements devront être conçus pour ne pas générer un niveau maximal de bruit n'excédant pas 90 dB pour un observateur placé à un mètre des machines.

Cependant, le niveau du bruit au voisinage de l'usine sera bien inférieur à la limite légale autorisée, soit 90dB.

Faisons remarquer que la localisation de l'entreprise font que les bruits inhérents à l'activité industrielle projetée ne sont gênants que pour le personnel et les usagers de l'usine, lesquels se trouvent en fait protégés par des équipements de protection individuelle préconisés par les procédures de sécurité et de la protection des personnes.

3.12.3 Manutentions

De nombreuses charges lourdes sont portées manuellement, et/ou il y a un nombre excessif de manipulations et mouvements avec torsion du dos, rotation pour le déplacement, flexion pour le soulèvement : dépose de lourds cylindres, d'ensouples pour alimenter le métier à tisser, port de multiples bobines de fils et leurs cartons, postures contraignantes pour charger ou décharger les cantres pour dérouler les bobines, ou pour tirer la matière en cas de bourrage.

Tous ces éléments, y compris une position debout prolongée, sont à l'origine d'accidents de travail concernant la colonne vertébrale (Dorsalgies, lombosciatiques) et le vieillissement progressif des structures ostéoarticulaires des membres supérieurs (Tendinites de l'épaule, épicondylite du coude, syndrome du canal carpien au poignet).

3.12.4 Risques thermiques

Du fait de certains procédés, les locaux des ateliers de fabrication sont exposés à l'humidité et aux températures élevées qui peuvent entraîner des céphalées, hypersudation, tachycardie, hypotension, crampes musculaires, troubles circulatoires et provoquer des malaises dû à la déshydratation.

Au-delà de 25 °C, l'inconfort se fait ressentir avec, de plus, toutes les conséquences psychologiques que cela peut avoir sur la précision des gestes, la vigilance et donc la sécurité (Diminution des capacités de réaction, irritabilité, agressivité).

3.12.5 Autres risques

D'autres risques ne sont pas spécifiques au métier du textile, mais communs à toute activité industrielle : chutes de plain-pied sur sol glissant ((Huile, graisse, eau), inégal ou encombré (Notamment de pièces de machine), projections de corps étranger dans les yeux, électrisation/électrocution par présence de circuits défectueux ou mal protégés.

3.13 Analyse des effets de l'entreprise MANTAL sur l'environnement

3.13.1 Impact sur le paysage

Les sites de MANTAL sont implantés en zone urbaine au milieu des habitations et en bordure de la route double voies (Boulevard de l'ALN) dans la région Sud-est de Tlemcen.

Les limites des sites sont clôturées par des murs en maçonnerie sur une hauteur de 3 mètres s'intégrant dans le paysage. Les bâtiments et autres structures internes de l'entreprise MANTAL ne sont pas visibles depuis l'extérieur.

3.13.2 Impact sur l'air ambiant

Le caractère complexe de la nature même de l'activité industrielle soumise à une réglementation très rigoureuse font que pratiquement les rejets de poussières dégagées après filtration obéiront aux normes d'émission dans l'air ; de plus ; elles ne présenteront aucune vulnérabilité à l'atmosphère lointaine et proche de la zone en question.

On peut mentionner éventuellement :

-les émissions diffuses :

- ✓ les poussières émises au niveau des aires de stationnement des camions, mais elles restent confinées dans l'enceinte et représentent des quantités bien inférieures à celles prévalant à l'extérieur de l'usine
- ✓ l'émission de poussières dûs à l'atelier de filature
- ✓ l'émission de poussières dûs à l'atelier de finissage.

-les rejets canalisés :

Plusieurs types de rejet canalisé provenant des équipements tel que : compresseurs, groupe électrogène, chaudière et four de gaufrage.

La substance sélectionnée comme agent traceur du risque correspond au monoxyde de carbone.

3.13.3 Impact par le bruit

Le niveau sonore, dû principalement aux mouvements des machines et à d'autres mécanismes mécanique et automatique durant leur fonctionnement normal, demeure en deçà des limites tolérables, le confinement des machines à l'intérieur des bâtiments et la clôture des sites font que le bruit ne sera pas perceptible par les riverains.

3.13.4 Impact par les odeurs

Les odeurs sont faiblement ressenties dans l'atelier de teinture, uniquement durant les opérations de manipulation des produits chimiques.

Pour les autres ateliers de fabrication aucune odeur n'a été ressentie en l'absence de produits chimiques utilisés, en plus ses bâtiments sont bien aérés par l'emploi de ventilateurs et d'extracteurs de poussières.

3.14 Evolution des rejets de l'entreprise MANTAL

Années	2013	2014	2015	2016
Feuillard polypropylène	2500 Kg	2496 Kg	2493 Kg	2482kg
Déchets solides de l'atelier de filature	2896 Kg	2811 Kg	2775 Kg	1875 Kg
Déchets solides de l'atelier de tissage	1000 Kg	800 Kg	788 Kg	704 Kg
Déchets solides de l'atelier de Finissage	1080 Kg	1054 Kg	1050 Kg	1049 Kg

Tableau 3.11 Evolution des rejets de l'entreprise MANTAL

3.15 Avantages de l'entreprise

3.15.1 Critères techniques

Ce qui caractérise l'entreprise, c'est la présence :

- d'un terrain vague non exploité situé au sud et qui pourra servir d'extension
- la route nationale double voies passe à proximité des sites
- la disponibilité d'eau (Réseau AEP de la ville et la présence d'eau souterraine).

3.15.2 Critères économiques

Parmi ces critères favorables, on peut citer :

- la création d'emplois directs qui sera réalisé en rapport avec l'augmentation de la production
- la création de la valeur ajoutée et de taxes diverses
- la génération d'une valeur en devise et le renforcement de l'action nationale en matière d'exportation hors hydrocarbures
- la disponibilité de la couverture dans la région

L'ensemble de ces paramètres déterminants et indicatifs constituent autant de raisons évidentes pour garantir la réussite d'une telle entreprise de fabrication qui mérite d'être encouragé ci l'impact sur l'environnement est maîtrisé.

3.15.3 Critères environnementaux

L'entreprise est relativement peu polluante de par la nature même de l'activité, et pourra s'intégrer harmonieusement dans le paysage. Les mesures nécessaires seront prises pour minimiser l'impact sur l'environnement dans la conception des procédés de fabrication.

Il est important de connaitre le statut sécuritaire de l'unité de fabrication des couvertures textiles de MANTAL pour identifier les points à risques qui expliquent la complexité des problèmes. C'est ainsi qu'avant de prendre une décision sur la planification et la construction ou la modification une quelconque installation pouvant affecter même sensiblement l'environnement et la santé du personnel et des riverains, on doit apprécier le plus tôt possible sa compatibilité avec les exigences de la

protection de l'environnement. De plus, MANTAL appliquera strictement ses propres politiques et procédures en matière d'Hygiène, de Sécurité et d'Environnement.

L'établissement ne peut en aucun cas être la cause d'une modification du paysage ou de l'environnement. Les contraintes sont, de ce fait, faibles. Bien au contraire, l'établissement pourra contribuer à la lutte contre la pollution déclarée par les autorités en procédant, par exemple :

- au tri des déchets solides (plastiques, cartons, papiers, rejets métalliques et les déchets d'alimentations)
- à la collecte des huiles usagées récupérées lors des vidanges
- à la décantation des eaux de lavage boueuses avant leur élimination dans le réseau d'assainissement
- à l'épuration des eaux de lavage des équipements de teinture avant rejet dans le milieu récepteur
- à l'isolation et à l'insonorisation de l'atelier des machines
- l'entretien des ventilateurs et extracteur de poussières des bâtiments

Malheureusement, ces réflexes exigés de la part de l'entreprise n'auront de sens que si les différents partenaires en aval des chaînes de traitement des déchets contribuent eux aussi et de manière efficace à la protection de l'environnement.

D'autre part, suite à nos entretiens avec le directeur général de l'entreprise, nous avons appris par ce dernier que l'entreprise MANTAL envisage de se lancer prochainement dans les certifications OHSAS 18001 et ISO 14001.

3.16 Vérification et contrôle des appareils de mesure de l'entreprise MANTAL

3.16.1 Etalonnage des appareils de mesure de l'entreprise MANTAL

L'étalonnage des appareils de mesure de l'entreprise MANTAL est effectué par des laboratoires comme le laboratoire d'ALPEC (Es-senia-Oran). Exemple d'étalonnage d'un manomètre à cadran :

- plage de mesure du manomètre : 16Bar
- graduation du manomètre : 0.5 Bar
- date d'étalonnage : 08/02/2017
- validité recommandée du certificat : 07/02/2018

3.16.2 Méthode d'étalement

La méthode d'étalement consiste à comparer les indications données par l'instrument de mesure aux valeurs fournies par un étalon placé dans le comparateur de pression.

La vérification s'est effectuée sur (05) points de mesure de la pression, le nombre de points de vérification (05) a été fixé en commun accord avec l'utilisateur.

Une étiquette ALPEC mentionnant la date de l'étalement et celle de la prochaine intervention est apposée sur l'appareil à l'issue du présent étalement.

- **Références :** l'étalement des équipements utilisés ont été établis auprès du laboratoire allemand DKD.

- **Equipement de référence**

- comparateur de pression CPP1OO-X / N° série : 70772
- Capteur de référence type CPT6400 / N° série : 6104408
- Indicateur de précision CPH6400 /N° série : 6400.364

- **Conditions ambiantes** : température : 18 ± 3 °C, humidité : 60 ± 20 %,
Pression atmosphérique : 1012 ± 2 mbar
- **Condition d'essais** : les essais de vérification sont effectués dans une salle du laboratoire où les facteurs d'influence et les perturbations extérieures sont quasi nuls.
- **Résultats de mesure**

Pression relative AST en bar	Moyenne lecture Etalon En bar		Ecart En bar		U (k=2) En bar	
	Montée	Descente	Montée	Descente	Montée	Descente
0.0	0.00	-0.02	0.00	0.02	0.16	0.16
4.0	1.77	1.80	2.23	2.20	0.16	0.16
8.0	6.85	6.86	1.15	1.14	0.16	0.16
12.0	10.11	10.11	1.89	1.89	0.16	0.16
16.0	14.15	14.17	1.85	1.83	0.16	0.16

Tableau 3.12 Etalonnage d'un manomètre à cadran de l'entreprise

3.17 Evaluation et analyse des performances de la maintenance

3.17.1 Evaluation et analyse des performances des équipements de l'atelier de filature

3.17.1.1 Opérations dans l'atelier de filature durant l'année 2013

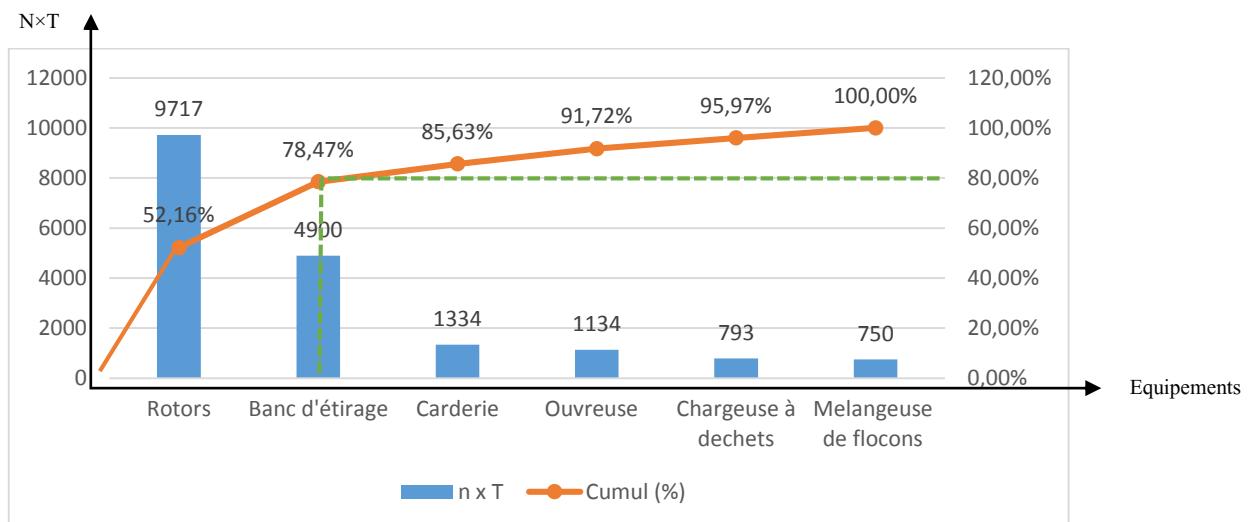
Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance

(Préventive+ Curative) de l'atelier de filature de l'année 2013

Atelier de filature 2013	Fréquence (N)	Durée d'intervention T (H)	N x T	N x T (%)	Cumul (%)
Rotors	123	79	9717	52,16%	52,16%
Banc d'étirage	70	70	4900	26,30%	78,47%
Carderie	29	46	1334	7,16%	85,63%
Ouvreuse	28	40,5	1134	6,09%	91,72%
Chargeuse à déchets	26	30,5	793	4,26%	95,97%
Mélangeuse de flocons	25	30	750	4,03%	100,00%
Total	301	296	18628	100,00%	

Tableau 3.13 Opérations de maintenance (Préventive+ curative) de l'atelier de filature, année 2013

Algérienne : Cas de l'entreprise MANTAL

Figure 3.12 Diagramme des pannes cumulées de l'atelier de filature, année 2013

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance préventive de l'atelier de filature de l'année 2013

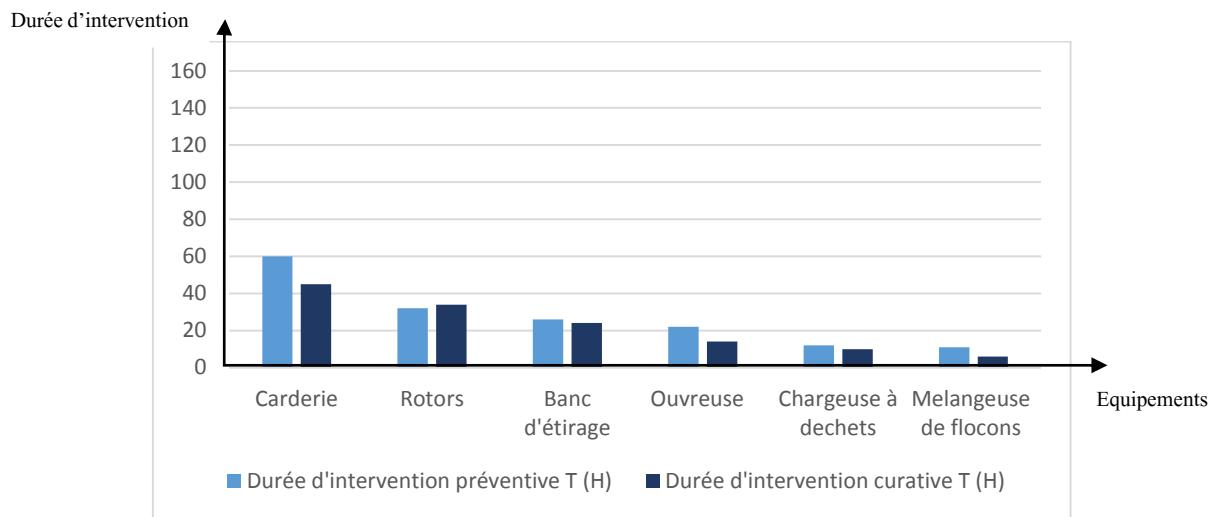
Interventions préventive	Fréquence (N)	Durée d'intervention préventive T (H)	N x T préventive	N x T (%)	Cumul (%)
Carderie	22	60	1320	23,20%	23,20%
Rotors	68	32	2176	38,25%	61,45%
Banc d'étirage	48	26	1248	21,94%	83,39%
Ouvreuse	21	22	462	8,12%	91,51%
Chargeuse à déchets	21	12	252	4,43%	95,94%
Mélangeuse de flocons	21	11	231	4,06%	100,00%
Total	201	163	5689	100,00%	

Tableau 3.14 Travaux relatifs à la maintenance préventive de l'atelier de filature, année 2013

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance curative de l'atelier de filature de l'année 2013

Interventions curative	Fréquence (N)	Durée d'intervention curative T (H)	N x T curative	N x T (%)	Cumul (%)
Rotors	55	45	2475	69,46%	69,46%
Banc d'étirage	22	34	748	20,99%	90,46%
Ouvreuse	7	24	168	4,72%	95,17%
Carderie	7	14	98	2,75%	97,92%
Chargeuse à déchets	5	10	50	1,40%	99,33%
Mélangeuse de flocons	4	6	24	0,67%	100,00%
Total	100	133	3563	100,00%	

Tableau 3.15 Travaux relatifs à la maintenance curative de l'atelier de filature, année 2013

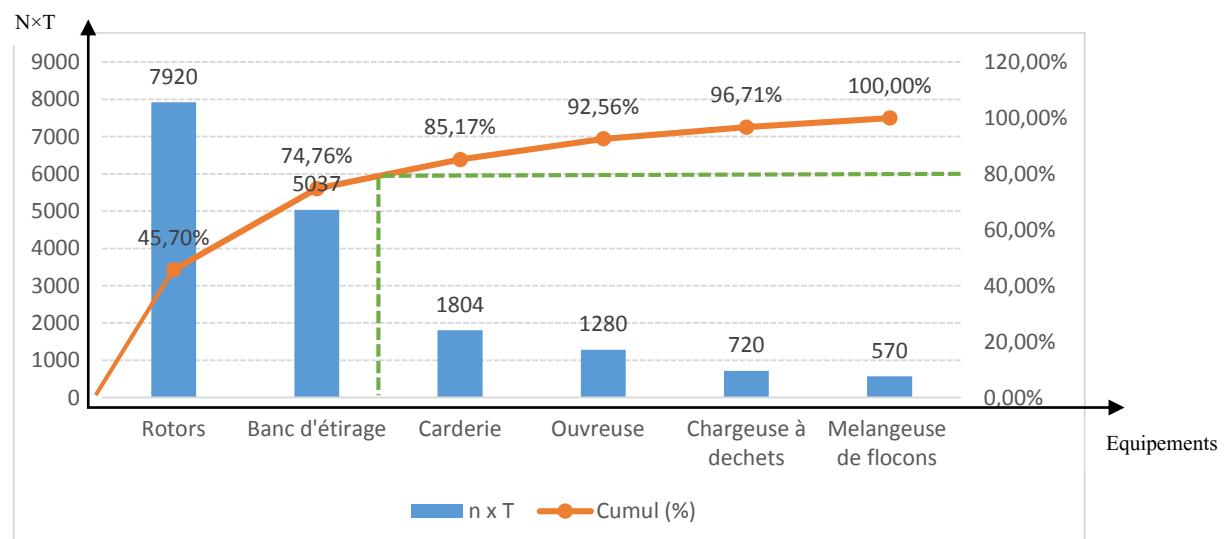
Figure 3.13 Durée des interventions en heures (Préventive +curative), année 2013

3.17.1.2 Opérations dans l'atelier de filature durant l'année 2014

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées opérations de maintenance

(Préventive+ Curative) de l'atelier de filature de l'année 2014

Atelier de filature 2014	Fréquence (N)	Durée d'intervention T (H)	N x T	N x T (%)	Cumul (%)
Rotors	110	72	7920	45,70%	45,70%
Banc d'étirage	69	73	5037	29,06%	74,76%
Carderie	41	44	1804	10,41%	85,17%
Ouvreuse	32	40	1280	7,39%	92,56%
Chargeuse à déchets	24	30	720	4,15%	96,71%
Mélangeuse de flocons	19	30	570	3,29%	100,00%
Total	295	289	17331	100,00%	

Tableau3.16 Opérations de maintenance (Préventive+ curative) de l'atelier de filature, année 2014Figure 3.14 Diagramme des pannes cumulées de l'atelier de filature, année 2014

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance préventive de l'atelier de filature de l'année 2014

Interventions préventive	Fréquence (N)	Durée d'intervention préventive T (H)	N x T préventive	N x T (%)	Cumul (%)
Carderie	25	60	1500	23,08%	23,08%
Rotors	68	40	2720	41,85%	64,93%
Banc d'étirage	42	31	1302	20,03%	84,97%
Ouvreuse	22	26	572	8,80%	93,77%
Chargeuse à déchets	17	15	255	3,92%	97,69%
Mélangeuse de flocons	15	10	150	2,31%	100,00%
Total	189	182	6499	100,00%	

Tableau 3.17 Travaux relatifs à la maintenance préventive de l'atelier de filature, année 2014

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance curative de l'atelier de filature de l'année 2014

Interventions curative	Fréquence (N)	Durée d'intervention curative T (H)	N x T curative	N x T (%)	Cumul (%)
Rotors	42	30	1260	50,95%	50,95%
Banc d'étirage	27	22	594	24,02%	74,97%
Carderie	16	21	336	13,59%	88,56%
Ouvreuse	10	20	200	8,09%	96,64%
Chargeuse à déchets	7	9	63	2,55%	99,19%
Mélangeuse de flocons	4	5	20	0,81%	100,00%
Total	106	107	2473	100,00%	

Tableau 3.18 Travaux relatifs à la maintenance curative de l'atelier de filature, année 2014

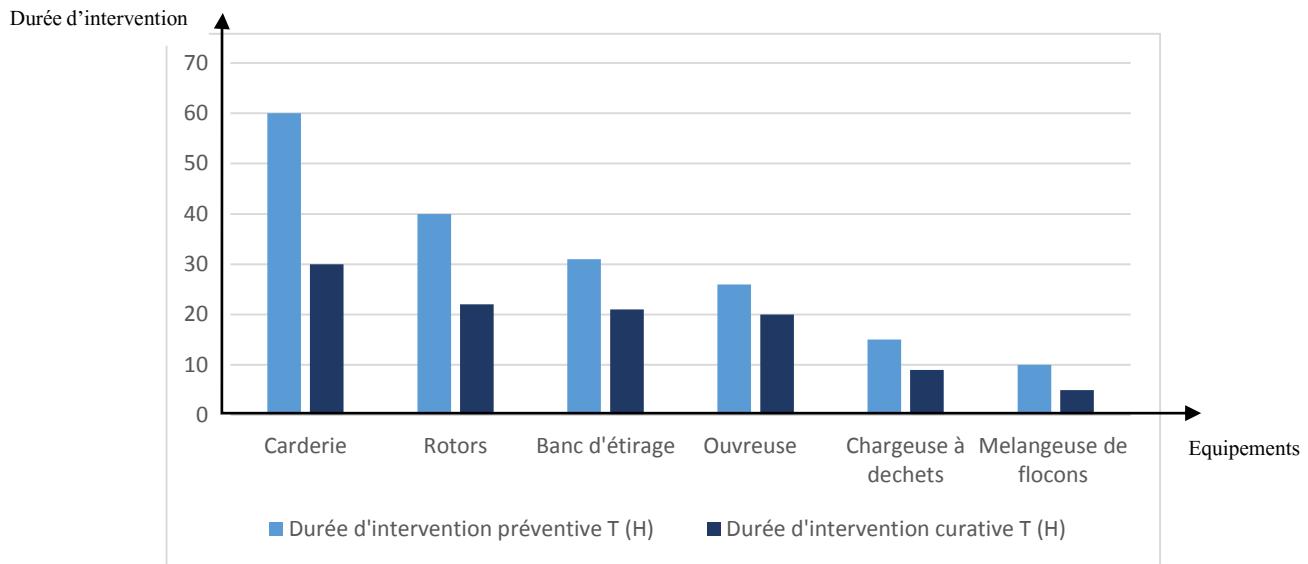


Figure 3.15 Durée des interventions en heures (Préventive+curative), année 2014

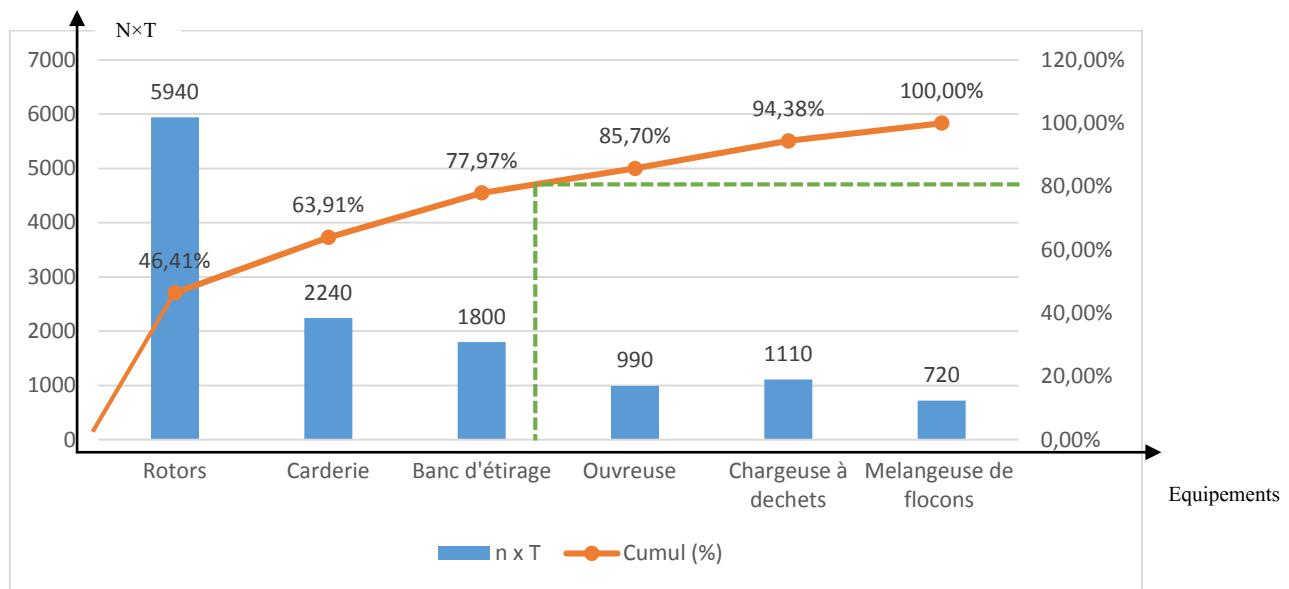
3.17.1.3 Opérations dans l'atelier de filature durant l'année 2015

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance

(Préventive+ Curative) de l'atelier de filature de l'année 2015

Atelier de filature 2015	Fréquence (N)	Durée d'intervention T (H)	N x T	N x T (%)	Cumul (%)
Rotors	99	60	5940	46,41%	46,41%
Carderie	32	70	2240	17,50%	63,91%
Banc d'étirage	45	40	1800	14,06%	77,97%
Ouvreuse	33	30	990	7,73%	85,70%
Chargeuse à déchets	37	30	1110	8,67%	94,38%
Mélangeuse de flocons	24	30	720	5,63%	100,00%
Total	270	260	12800	100,00%	

Tableau 3.19 Opérations de maintenance (Préventive+ curative) de l'atelier de filature, année 2015

Figure 3.16 Diagramme des pannes cumulées de l'atelier de filature, année 2015

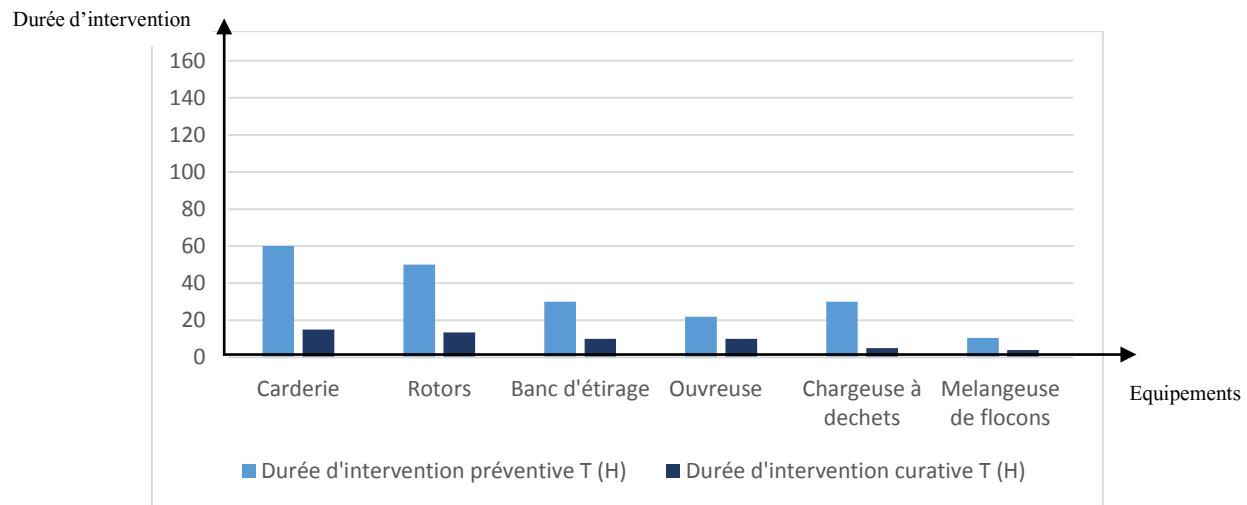
Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance préventive de l'atelier de filature de l'année 2015

Interventions préventive	Fréquence (N)	Durée d'intervention préventive T (H)	N x T	N x T (%)	Cumul (%)
Carderie	21	60	1260	23,35%	23,35%
Rotors	39	50	1950	36,14%	59,50%
Banc d'étirage	27	30	810	15,01%	74,51%
Ouvreuse	22	22	484	8,97%	83,48%
Chargeuse à déchets	22	30	660	12,23%	95,72%
Mélangeuse de flocons	22	10,5	231	4,28%	100,00%
Total	153	202,5	5395	100,00%	

Tableau 3.20 Travaux relatifs à la maintenance préventive de l'atelier de filature, année 2015

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance curative de l'atelier de filature de l'année 2015

Interventions curative	Fréquence (N)	Durée d'intervention curative T (H)	N x T curative	N x T (%)	Cumul (%)
Carderie	11	15	165	13,74%	13,74%
Banc d'étirage	18	13,5	243	20,23%	33,97%
Rotors	60	10	600	49,96%	83,93%
Ouvreuse	11	10	110	9,16%	93,09%
Chargeuse à déchets	15	5	75	6,24%	99,33%
Mélangeuse de flocons	2	4	8	0,67%	100,00%
Total	117	57,5	1201	100,00%	

Tableau 3.21 Travaux relatifs à la maintenance curative de l'atelier de filature, année 2015Figure 3.17 Durée des interventions en heures (Préventive+curative), année 2015

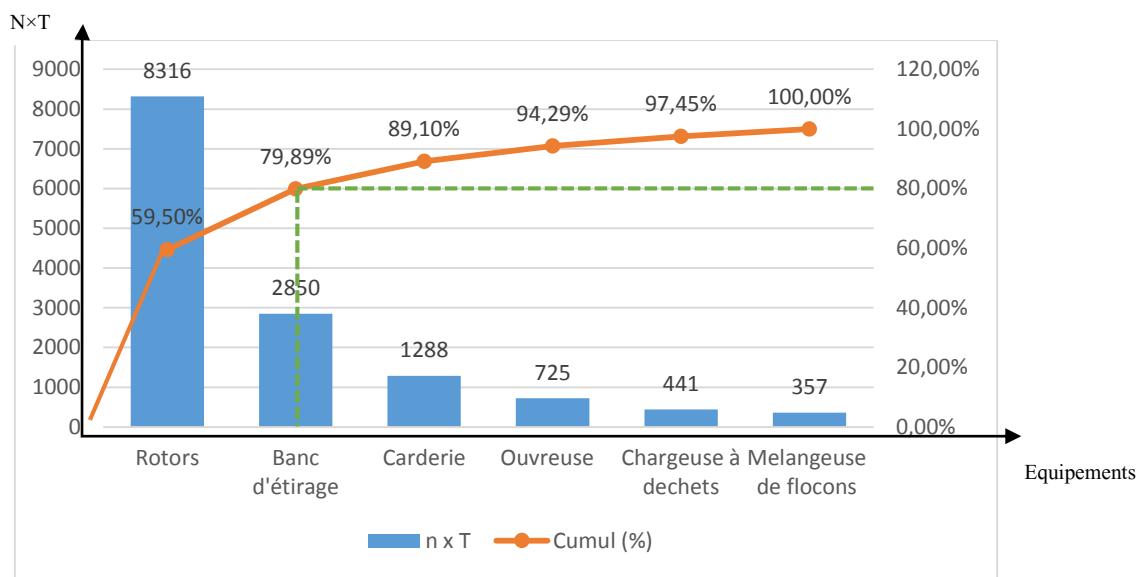
3.17.1.4 Opérations dans l'atelier de filature durant l'année 2016

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance

(Préventive+ Curative) de l'atelier de filature de l'année 2016

Atelier de filature 2016	Fréquence (N)	Durée d'intervention T (H)	N x T	N x T (%)	Cumul (%)
Rotors	108	77	8316	59,50%	59,50%
Banc d'étirage	57	50	2850	20,39%	79,89%
Carderie	28	46	1288	9,22%	89,10%
Ouvreuse	25	29	725	5,19%	94,29%
Chargeuse à déchets	21	21	441	3,16%	97,45%
Mélangeuse de flocons	21	17	357	2,55%	100,00%
Total	260	240	13977	100,00%	

Tableau 3.22 Opérations de maintenance (Préventive+ curative) de l'atelier de filature, année 2016

Figure 3.18 Diagramme de pannes cumulées de l'atelier de filature, année 2016

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance préventive de l'atelier de filature de l'année 2016

Interventions préventive	Fréquence (N)	Durée d'intervention préventive T (H)	N x T préventive	N x T (%)	Cumul (%)
Carderie	22	70	1540	24,18%	24,18%
Rotors	53	53	2809	44,11%	68,29%
Banc d'étirage	25	48	1200	18,84%	87,14%
Ouvreuse	21	16	336	5,28%	92,42%
Chargeuse à déchets	21	14	294	4,62%	97,03%
Mélangeuse de flocons	21	9	189	2,97%	100,00%
Total	163	210	6368	100,00%	

Tableau 3.23 Travaux relatifs à la maintenance préventive de l'atelier de filature, année 2016

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance curative de l'atelier de filature de l'année 2016

Interventions curative	Fréquence (N)	Durée d'intervention curative T (H)	N x T curative	N x T (%)	Cumul (%)
Rotors	55	18	990	80,10%	80,10%
Banc d'étirage	32	7	224	18,12%	98,22%
Ouvreuse	4	4	16	1,29%	99,51%
Carderie	6	1	6	0,49%	100,00%
Chargeuse à déchets	0	0	0	0,00%	100,00%
Mélangeuse de flocons	0	0	0	0,00%	100,00%
Total	97	30	1236	100,00%	

Tableau 3.24 Travaux relatifs à la maintenance curative de l'atelier de filature, année 2016

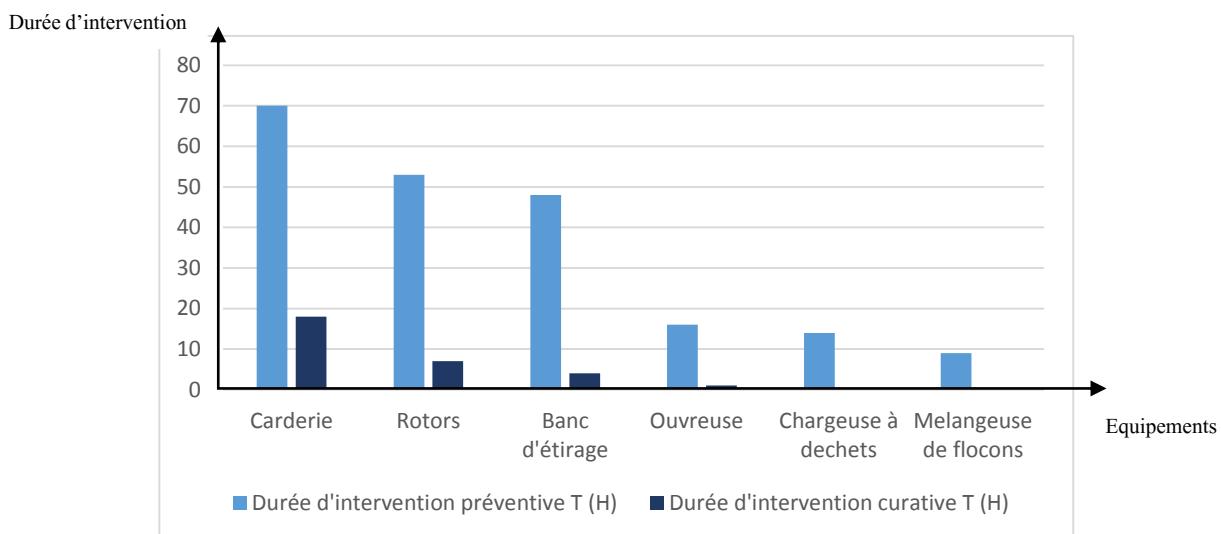


Figure 3.19 Durée des interventions en heures (Préventive +curative) année 2016

3.17.1.5 Evaluation des MTTR et MTBF et du taux de défaillance (λ) de l'atelier de filature

3.17.1.5.1 Evaluation des MTTR

Signifie la moyenne des temps techniques de réparation, il indique le temps moyen des différentes actions de maintenance prise pour un équipement.

Il s'exprime de la façon suivante :

$$MTTR = \sum \frac{\text{temps d'intervention pour panne}}{\text{nombres de pannes}} \quad (3.1)$$

3.17.1.5.2 Evaluation des MTBF

Signifie la moyenne des temps de bon fonctionnement, il indique la durée moyenne d'un équipement en bon fonctionnement (en production).

Il se calcule ainsi :

$$MTBF = \sum \frac{(\text{temps de fonctionnement}-\text{temps d'intervention pour panne})}{\text{nombres de pannes}} \quad (3.2)$$

3.17.1.5.3 Evaluation du taux de défaillance (λ)

C'est la probabilité de défaillance des équipements resté en bon état.

Il se calcule ainsi :

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \quad (3.3)$$

Année	2013	2014	2015	2016
Temps de fonctionnement (H)	7515	7515	7515	7537.5
Temps de pannes (H)	296	289	260	240
Nombre de pannes	310	295	270	260
MTBF	$MTBF = \frac{7515-296}{301} = 23.98$	$MTBF = \frac{7515-289}{295} = 24.49$	$MTBF = \frac{7515-260}{270} = 26.87$	$MTBF = \frac{7537.5-240}{260} = 28.06$
MTTR	$MTTR = \frac{296}{301} = 0.98$	$MTTR = \frac{289}{295} = 0.97$	$MTTR = \frac{260}{270} = 0.96$	$MTTR = \frac{240}{260} = 0.92$
Taux de défaillance (λ) $\lambda = \frac{1}{MTBF}$	$\lambda = \frac{1}{23.98} = 0.041$	$\lambda = \frac{1}{24.49} = 0.040$	$\lambda = \frac{1}{26.87} = 0.037$	$\lambda = \frac{1}{28.06} = 0.035$

Tableau 3.25 Evaluation des MTBF, MTTR, Taux de défaillance (λ) de l'atelier de filature

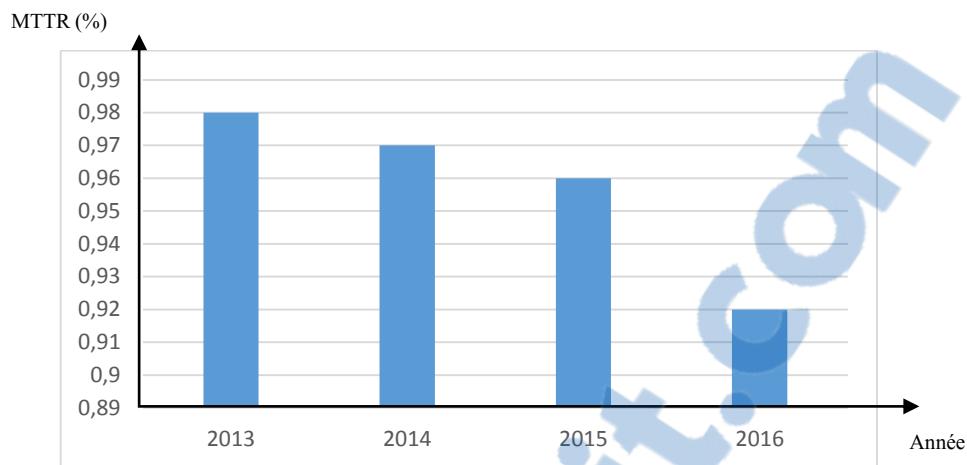
Algérienne : Cas de l'entreprise MANTAL

Figure 3.20 Evolution des MTTR de l'atelier de filature

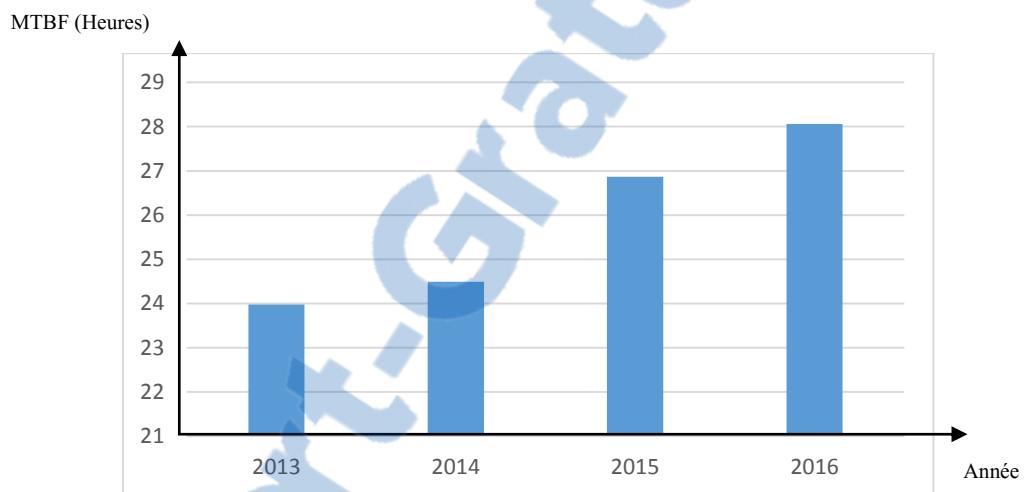
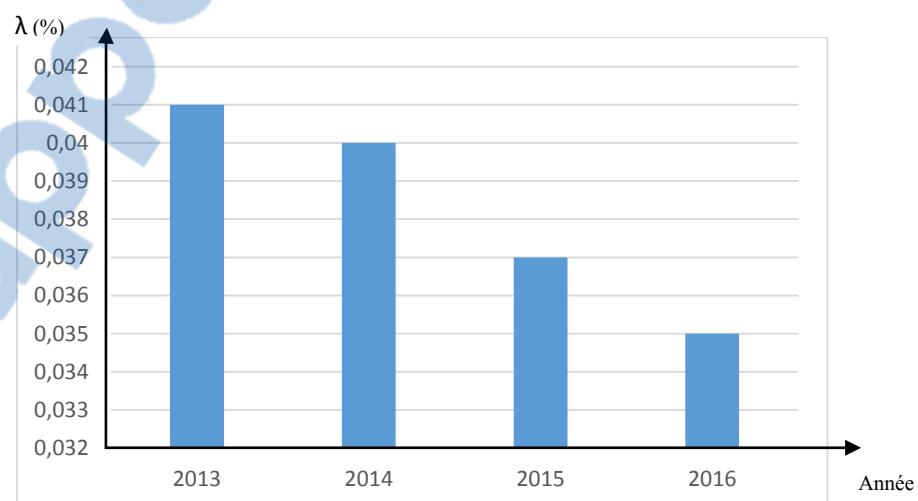


Figure 3.21 Evolution des MTBF de l'atelier de filature

Figure 3.22 Evolution du Taux de défaillance (λ) de l'atelier de filature

3.17.1.6 Evaluation du TRS de l'atelier de filature

Années	2013	2014	2015	2016
Temps d'ouverture (heures)	7515	7515	7515	7537.5
Temps d'arrêt (heures)	296	289	260	240
Taux d'arrêt %	3.93	3.84	3.45	3.18

Tableau 3.26 Taux d'arrêt de l'atelier de filature

Année	2013	2014	2015	2016
Maintenance préventive	163	182	202.5	210

Tableau 3.27 Maintenance préventive (Filature)

Année	2013	2014	2015	2016
Maintenance curative	133	107	57.5	30

Tableau 3.28 Maintenance curative (Filature)

Temps d'ouverture annuel pour les années 2013, 2014, 2015 : 7515 heures

Temps d'ouverture annuel pour l'année 2016 = 7537.5 heures

- Évaluation du TRS (Taux de Rendement Synthétique)

$$\text{TRS} = \text{TD} \times \text{TP} \times \text{TQ} \quad (3.4)$$

Avec :

TD : Taux de Disponibilité ou Taux brut de fonctionnement

$$\text{TD} = (\text{Temps requis} - \text{Temps d'arrêt curative}) / \text{Temps requis} \quad (3.5)$$

Temps requis : Temps d'ouverture - temps d'arrêt préventive (planifié) (3.6)

TP : Taux de Performance ou Taux net de fonctionnement

$$\text{TP} = (\text{Temps de cycle théorique} \times \text{Production réelle}) / \text{Temps de production réelle} \quad (3.7)$$

TQ : Taux de Qualité

$$\text{TQ} = (\text{Production réelle} - \text{Production rejetée}) / \text{Production réelle} \quad (3.8)$$

3.17.1.6.1 Evaluation du taux de disponibilité

Le temps d'arrêts des années 2013, 2014, 2015, 2016 sont évalués d'après les fiches historiques de maintenance.

Année	Taux de Disponibilité TD	TD en %
2013	$TD = \frac{7352 - 133}{7352} = 0.981$	98.1%
2014	$TD = \frac{7333 - 107}{7333} = 0.9854$	98.54%
2015	$TD = \frac{7312.5 - 57.5}{7312.5} = 0.9921$	99.21 %
2016	$TD = \frac{7327.5 - 30}{7327.5} = 0.9959$	99.59%

Tableau 3.29 Evolution du Taux de Disponibilité (TD) des équipements de l'atelier de filature

3.17.1.6.2 Evaluation du taux de performance

$$TP = (\text{temps de cycle} \times \text{Production réelle}) / \text{temps de production réel.} \quad (3.9)$$

$$\text{Temps de cycle} = 1 / \text{capacité de production maximum [Qté / heure]} \quad (3.10)$$

$$\text{Capacité de production maximum} = 86.41 \text{Kg/H}$$

$$\text{Temps de cycle} = \frac{1}{86.41} = 0.0115$$

$$\text{Temps de production réel} = \text{Temps requis} - \text{temps d'arrêt curative} \quad (3.11)$$

Année	Taux de Performance TP	TP en %
2013	$TP = \frac{0.0115 \times 493848}{7219} = 0.7867$	78.67 %
2014	$TP = \frac{0.0115 \times 500642}{7226} = 0.7967$	79.67%
2015	$TP = \frac{0.0115 \times 519762}{7255} = 0.8238$	82.38 %
2016	$TP = \frac{0.0115 \times 539905}{7297.5} = 0.8508$	85.08 %

Tableau 3.30 Evolution du Taux de Performance (TP) des équipements de l'atelier de filature

3.17.1.6.3 Evaluation du taux de qualité

$$TQ = (\text{production réelle} - \text{production rejetée}) / \text{production réelle} \quad (3.12)$$

Année	Taux de Qualité TQ	TQ en %
2013	$TQ = \frac{493848 - 2896}{493848} = 0.994$	99.41 %
2014	$TQ = \frac{500642 - 2811}{500642} = 0.994$	99.43%
2015	$TQ = \frac{519762 - 2775}{519762} = 0.994$	99.46%
2016	$TQ = \frac{539905 - 1875}{539905} = 0.996$	99.65%

Tableau 3.31 Evolution du Taux de Qualité (TQ) des équipements de l'atelier de filature

3.17.1.6.4 Evaluation du Taux de Rendement Synthétique

$$TRS = TD \times TQ \times TP \quad (3.13)$$

Année	2013	2014	2015	2016
TRS %	76.71%	78.03%	81.23%	84.39%

Tableau 3.32 Evolution du Taux de Rendement Synthétique (TRS) de l'atelier « Filature »

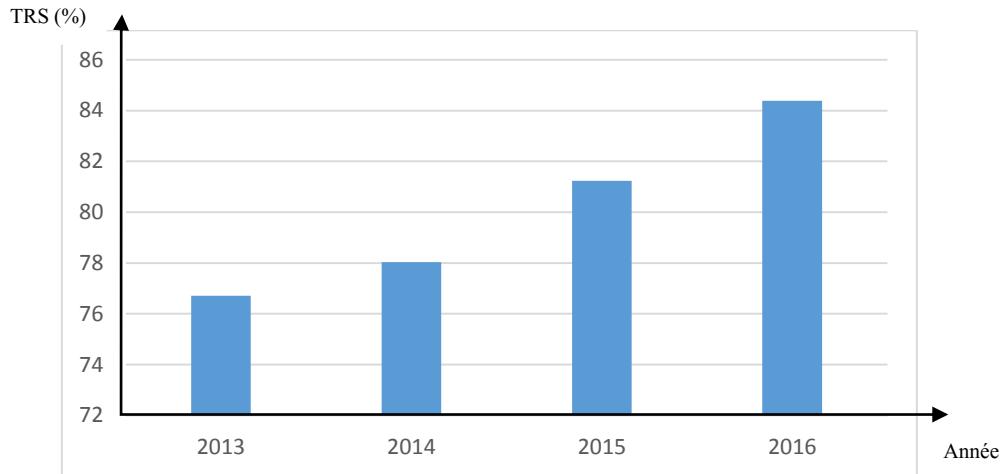


Figure 3.23 Évolution du Taux de Rendement Synthétique (TRS) de l'atelier « Filature »

3.17.2 Evaluation et analyse des performances des équipements de l'atelier de tissage

3.17.2.1 Opérations dans l'atelier de tissage durant l'année 2013

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance

(Préventive + Curative) de l'atelier de tissage de l'année 2013

Atelier de tissage 2013	Fréquence (N)	Durée d'intervention T (H)	N x T	N x T (%)	Cumul (%)
Double jaquard	125	155	19375	62,80%	62,80%
Simple jaquard	74	115	8510	27,59%	90,39%
Ratiere	44	55	2420	7,84%	98,23%
Ourdissoir	14	21	294	0,95%	99,19%
Compresseur	10	16	160	0,52%	99,71%
Noueuse	7	13	91	0,29%	100,00%
Total	274	375	30850	100,00%	

Tableau 3.33 Opérations de maintenance (Préventive+ curative) de l'atelier de tissage, année 2013

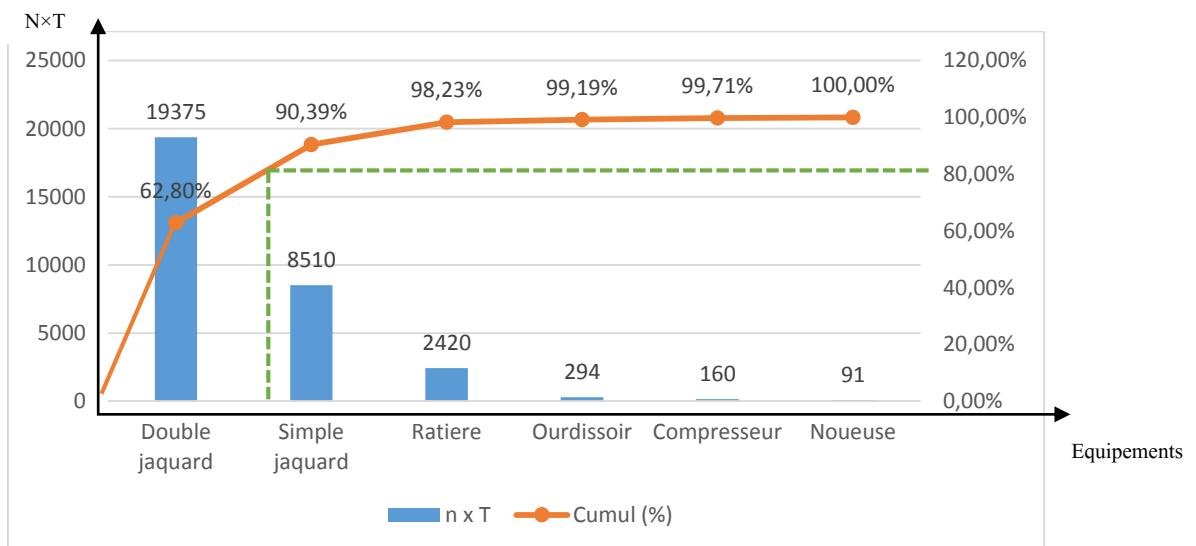


Figure 3.24 Diagramme des pannes cumulées de l'atelier de tissage, année 2013

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance préventive de l'atelier de tissage de l'année 2013

Interventions préventives	Fréquence (N)	Durée d'intervention préventive T (H)	N x T préventive	N x T (%)	Cumul (%)
Double jaquard	72	95	6840	60,45%	60,45%
Simple jaquard	44	73	3212	28,39%	88,84%
Ratiere	29	33	957	8,46%	97,30%
Ourdissoir	10	16	160	1,41%	98,71%
Compresseur	8	12	96	0,85%	99,56%
Noueuse	5	10	50	0,44%	100,00%
Total	168	239	11315	100,00%	

Tableau 3.34 Travaux relatifs à la maintenance préventive de l'atelier de tissage, année 2013

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance curative de l'atelier de tissage de l'année 2013

Interventions curatives	Fréquence (N)	Durée d'intervention curative T (H)	N x T curative	N x T (%)	Cumul (%)
Double jaquard	53	60	3180	66,19%	66,19%
Simple jaquard	30	42	1260	26,23%	92,42%
Ratiere	15	22	330	6,87%	99,29%
Ourdissoir	4	5	20	0,42%	99,71%
Compresseur	2	4	8	0,17%	99,88%
Noueuse	2	3	6	0,12%	100,00%
Total	106	136	4804	100,00%	

Tableau 3.35 Travaux relatifs à la maintenance curative de l'atelier de tissage, année 2013

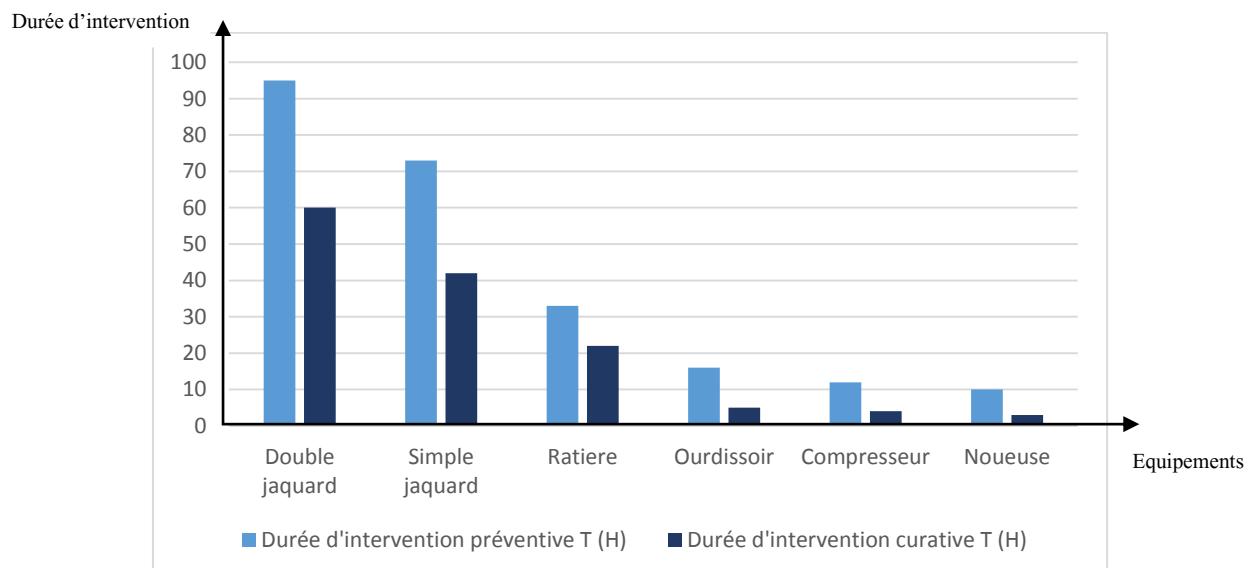


Figure 3.25 Durée des interventions en heures (Préventive +curative) année 2013

3.17.2.2 Opérations dans l'atelier de tissage durant l'année 2014

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance

(Préventive + Curative) de l'atelier de tissage de l'année 2014

Atelier de tissage 2014	Fréquence (N)	Durée d'intervention T (H)	N x T	N x T (%)	Cumul (%)
Double jaquard	120	147	17640	65,45%	65,45%
Simple jaquard	75	97	7275	26,99%	92,44%
Ratiere	39	44	1716	6,37%	98,81%
Ourdissoir	12	14	168	0,62%	99,43%
Compresseur	9	12	108	0,40%	99,83%
Noueuse	5	9	45	0,17%	100,00%
Total	260	323	26952	100,00%	

Tableau 3.36 Opérations de maintenance (Préventive+ curative) de l'atelier de tissage, année 2014

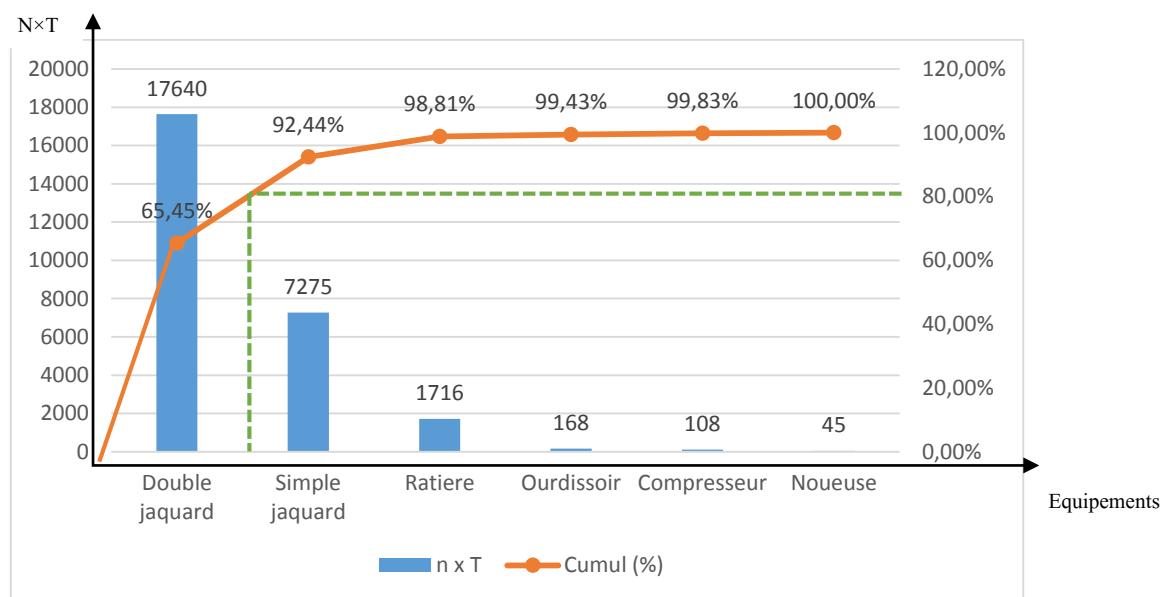


Figure 3.26 Diagramme des pannes de l'atelier de tissage, année 2014

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance préventive de l'atelier de tissage de l'année 2014

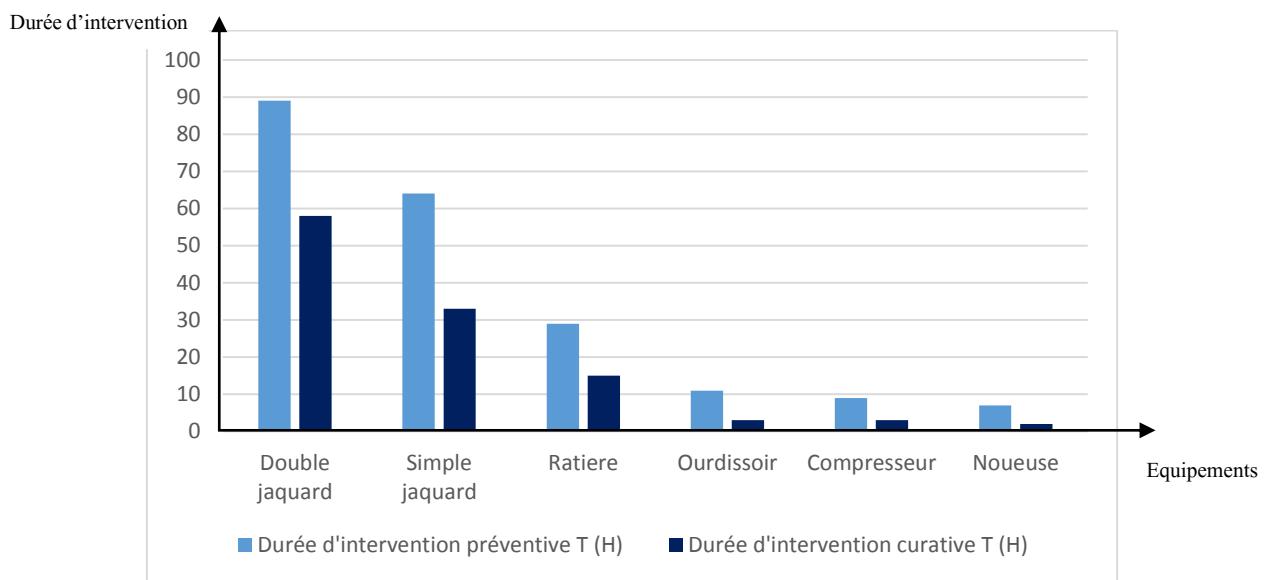
Interventions préventives	Fréquence (N)	Durée d'intervention préventive T (H)	N x T préventive	N x T (%)	Cumul(%)
Double jaquard	71	89	6319	66,26%	66,26%
Simple jaquard	39	64	2496	26,17%	92,44%
Ratiere	19	29	551	5,78%	98,22%
Ourdissoir	8	11	88	0,92%	99,14%
Compresseur	6	9	54	0,57%	99,71%
Noueuse	4	7	28	0,29%	100,00%
Total	147	209	9536	100,00%	

Tableau 3.37 Travaux relatifs à la maintenance préventive de l'atelier de tissage, année 2014

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance curative de l'atelier de tissage de l'année 2014

Interventions curatives	Fréquence (N)	Durée d'intervention curative T (H)	N x T curative	N x T (%)	Cumul (%)
Double jaquard	49	58	2842	65,29%	65,29%
Simple jaquard	36	33	1188	27,29%	92,58%
Ratiere	20	15	300	6,89%	99,47%
Ourdissoir	4	3	12	0,28%	99,75%
Compresseur	3	3	9	0,21%	99,95%
Noueuse	1	2	2	0,05%	100,00%
Total	113	114	4353	100,00%	

Tableau 3.38 Travaux relatifs à la maintenance curative de l'atelier de tissage, année 2014

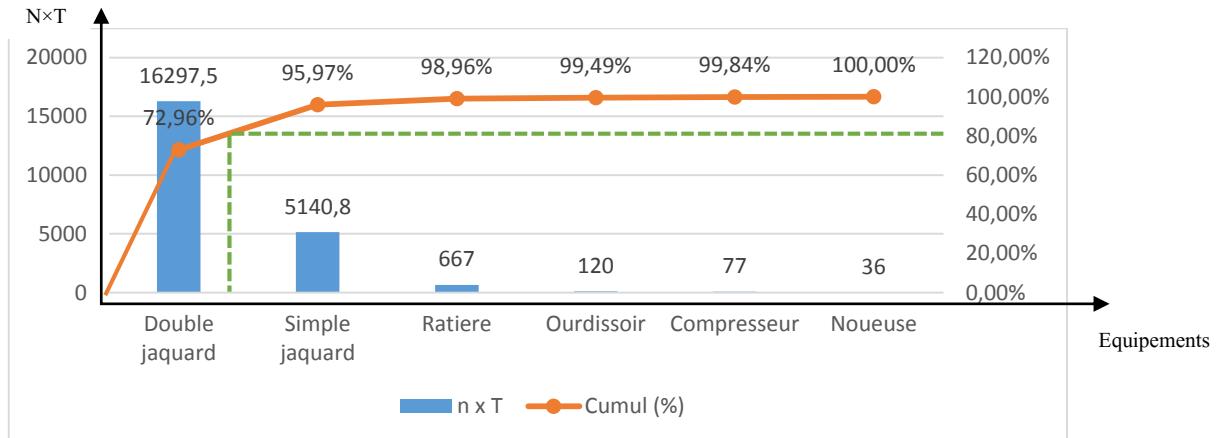
Figure 3.27 Durée des interventions en heures (Préventive +curative) année 2014

3.17.2.3 Opérations dans l'atelier de tissage durant l'année 2015

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance

(Préventive + Curative) de l'atelier de tissage de l'année 2015

Atelier de tissage 2015	Fréquence (N)	Durée d'intervention T (H)	N x T	N x T (%)	Cumul (%)
Double jaquard	123	132,5	16298	72,96%	72,96%
Simple jaquard	63	81,6	5140,8	23,01%	95,97%
Ratiere	23	29	667	2,99%	98,96%
Ourdissoir	10	12	120	0,54%	99,49%
Compresseur	7	11	77	0,34%	99,84%
Noueuse	4	9	36	0,16%	100,00%
Total	230	275,1	22338	100,00%	

Tableau 3.39 Opérations de maintenance (Préventive+ curative) de l'atelier de tissage, année 2015Figure 3.28 Diagramme des pannes de l'atelier de tissage, année 2015

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance préventive de l'atelier de tissage de l'année 2015

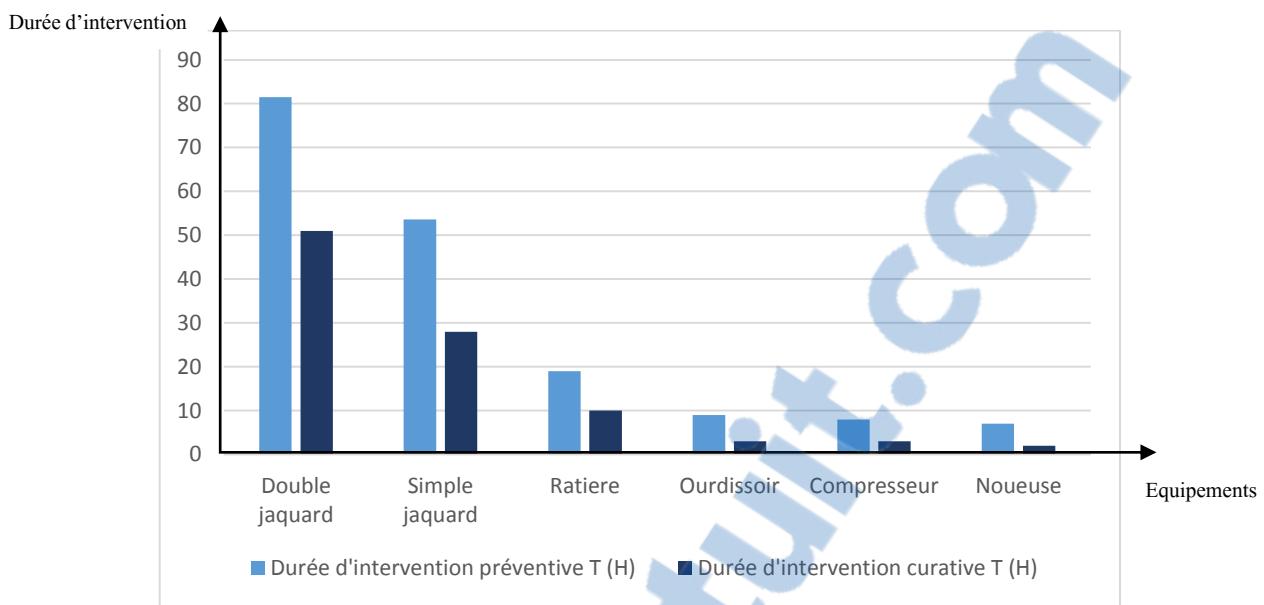
Interventions préventives	Fréquence (N)	Durée d'intervention préventive T (H)	N x T préventive	N x T (%)	Cumul(%)
Double jaquard	68	81,5	5542	74,06%	74,06%
Simple jaquard	30	53,6	1608	21,49%	95,55%
Ratiere	11	19	209	2,79%	98,34%
Ourdissoir	7	9	63	0,84%	99,18%
Compresseur	5	8	40	0,53%	99,72%
Noueuse	3	7	21	0,28%	100,00%
Total	124	178,1	7483	100,00%	

Tableau 3.40 Travaux relatifs à la maintenance préventive de l'atelier de tissage, année 2015

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance curative de l'atelier de tissage de l'année 2015

Interventions curatives	Fréquence (N)	Durée d'intervention curative T (H)	N x T curative	N x T (%)	Cumul (%)
Double jaquard	55	51	2805	72,56%	72,56%
Simple jaquard	33	28	924	23,90%	96,46%
Ratiere	12	10	120	3,10%	99,56%
Ourdissoir	3	3	9	0,23%	99,79%
Compresseur	2	3	6	0,16%	99,95%
Noueuse	1	2	2	0,05%	100,00%
Total	106	97	3866	100,00%	

Tableau 3.41 Travaux relatifs à la maintenance curative de l'atelier de tissage, année 2015

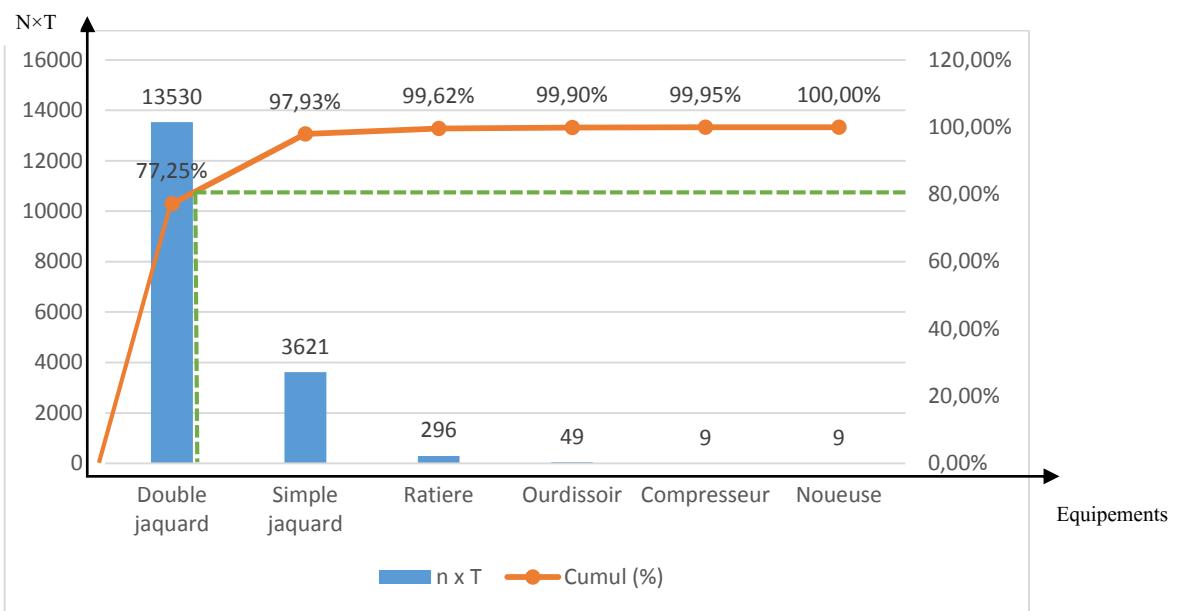
Figure 3.29 Durée des interventions en heures (Préventive +curative) année 2015

3.17.2.4 Opérations dans l'atelier de tissage durant l'année 2016

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance (Préventive + Curative) de l'atelier de tissage de l'année 2016

Atelier de tissage 2016	Fréquence (N)	Durée d'intervention T (H)	N x T	N x T (%)	Cumul (%)
Double jaquard	110	123	13530	77,25%	77,25%
Simple jaquard	51	71	3621	20,67%	97,93%
Ratiere	16	18,5	296	1,69%	99,62%
Ourdissoir	7	7	49	0,28%	99,90%
Compresseur	3	3	9	0,05%	99,95%
Noueuse	3	3	9	0,05%	100,00%
Total	190	225,5	17514	100,00%	

Tableau 3.42 Opérations de maintenance (Préventive+ curative) de l'atelier de tissage, année 2016

Figure 3.30 Diagramme des pannes de l'atelier de tissage, année 2016

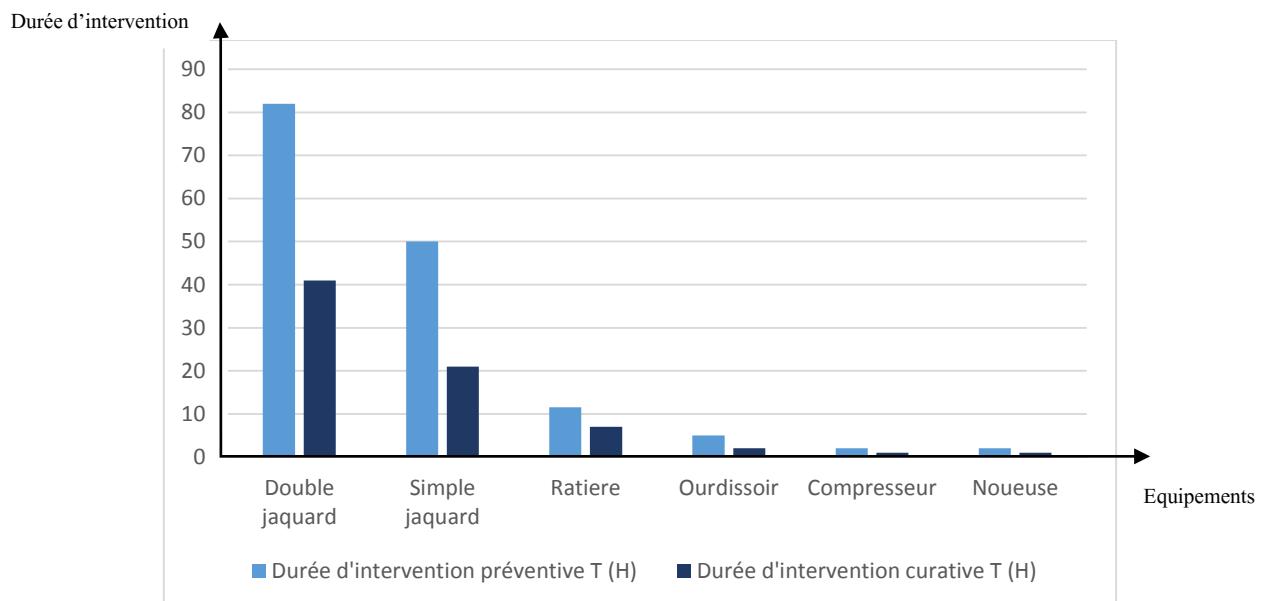
Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance préventive de l'atelier de tissage de l'année 2016

Interventions préventives	Fréquence (N)	Durée d'intervention préventive T (H)	N x T préventive	T x T (%)	Cumul (%)
Double jaquard	70	82	5740	77,69%	77,69%
Simple jaquard	30	50	1500	20,30%	98,00%
Ratiere	10	11,5	115	1,56%	99,55%
Ourdissoir	5	5	25	0,34%	99,89%
Compresseur	2	2	4	0,05%	99,95%
Noueuse	2	2	4	0,05%	100,00%
Total	119	152,5	7388	100,00%	

Tableau 3.43 Travaux relatifs à la maintenance préventive de l'atelier de tissage, année 2016

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance curative de l'atelier de tissage de l'année 2016

Interventions curatives	Fréquence (N)	Durée d'intervention curative T (H)	N x T curative	N x T (%)	Cumul (%)
Double jaquard	40	41	1640	77,03%	77,03%
Simple jaquard	21	21	441	20,71%	97,75%
Ratiere	6	7	42	1,97%	99,72%
Ourdissoir	2	2	4	0,19%	99,91%
Compresseur	1	1	1	0,05%	99,95%
Noueuse	1	1	1	0,05%	100,00%
Total	71	73	2129	100,00%	

Tableau 3.44 Travaux relatifs à la maintenance curative de l'atelier de tissage, année 2016Figure 3.31 Durée des interventions en heures (Préventive +curative), année 2016

3.17.2.5 Evaluation de MTTR et MTBF et du taux de défaillance (λ) de l'atelier de tissage

Année	2013	2014	2015	2016
Temps de fonctionnement (H)	7515	7515	7515	7537.5
Temps de pannes (H)	375	323	275.1	225.5
Nombre de pannes	274	260	230	190
MTBF	$MTBF = \frac{7515-375}{274} = 26.05$	$MTBF = \frac{7515-323}{260} = 27.66$	$MTBF = \frac{7515-275.1}{230} = 31.47$	$MTBF = \frac{7537.5-225.5}{190} = 38.48$
MTTR	$MTTR = \frac{375}{274} = 1.36$	$MTTR = \frac{323}{206} = 1.24$	$MTTR = \frac{275.1}{230} = 1.19$	$MTTR = \frac{225.5}{190} = 1.18$
Taux de défaillance (λ) $\lambda = \frac{1}{MTBF}$	$\lambda = \frac{1}{26.05} = 0.038$	$\lambda = \frac{1}{27.66} = 0.036$	$\lambda = \frac{1}{31.47} = 0.031$	$\lambda = \frac{1}{38.48} = 0.025$

Tableau 3.45 Evaluation des MTBF, MTTR, Taux de défaillance (λ) de l'atelier de tissage

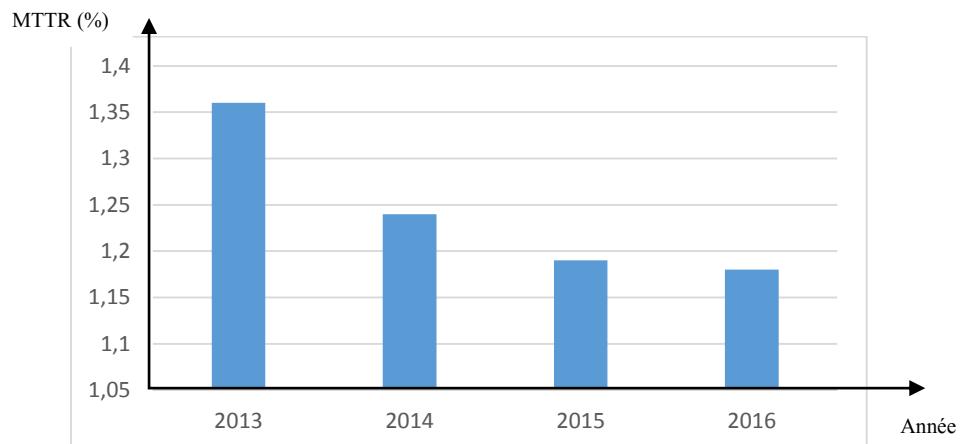


Figure 3.32 Evolution des MTTR de l'atelier de tissage

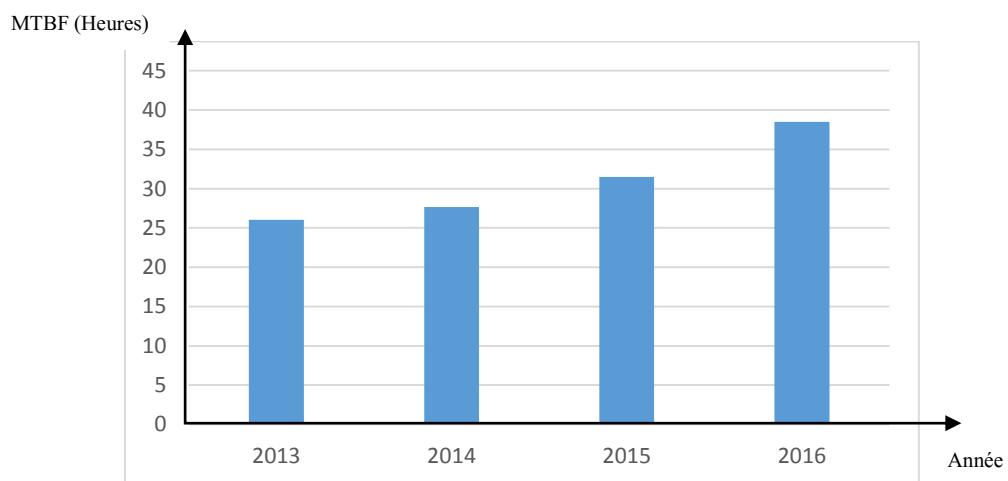


Figure 3.33 Evolution des MTBF de l'atelier de tissage

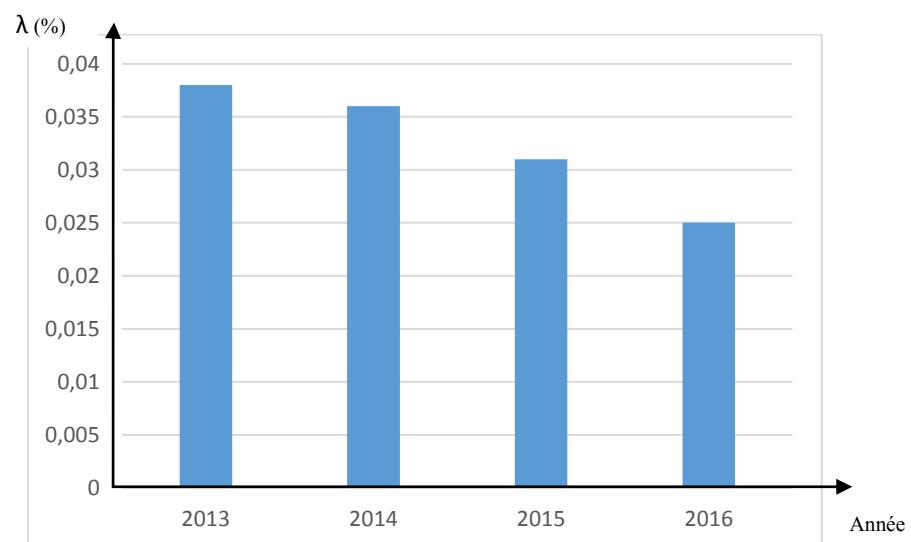


Figure 3.34 Evolution du Taux de défaillance (λ) de l'atelier de tissage

3.17.2.6 Evaluation du TRS de l'atelier de tissage

Années	2013	2014	2015	2016
Temps d'ouverture (Heures)	7515	7515	7515	7537.5
Temps d'arrêt (Heures)	375	323	275.1	225.5
Taux d'arrêt %	4.99	4.29	3.66	2.99

Tableau 3.46 Taux d'arrêt de l'atelier de tissage

Année	2013	2014	2015	2016
Maintenance préventive	239	209	178.1	152.5

Tableau 3.47 Maintenance préventive (Tissage)

Année	2013	2014	2015	2016
Maintenance curative	136	114	97	73

Tableau 3.48 Maintenance curative (Tissage)

Temps d'ouverture annuel pour les années 2013, 2014, 2015 : 7515 heures

Temps d'ouverture annuel pour l'année 2016 = 7537.5 heures

3.17.2.6.1 Evaluation du taux de disponibilité

Les temps d'arrêts durant les années 2013, 2014, 2015, 2016 sont évalués d'après les fiches historiques de maintenance

Année	Taux de Disponibilité TD	TD en %
2013	$TD = \frac{7276 - 136}{7276} = 0.9813$	98.13 %
2014	$TD = \frac{7306 - 114}{7306} = 0.9843$	98.43%
2015	$TD = \frac{7336.9 - 97}{7336.9} = 0.9867$	98.67 %
2016	$TD = \frac{7385 - 73}{7385} = 0.9901$	99.01%

Tableau 3.49 Evolution du Taux de Disponibilité (TD) des équipements de l'atelier de tissage

3.17.2.6.2 Evaluation du taux de performance

Temps de cycle= 1 / capacité de production maximum [Qté / heure]

Capacité de production maximum = 133.33 ML/H

$$\text{Temps de cycle} = \frac{1}{133.33} = 0.0075$$

Année	Taux de Performance TP	TP en %
2013	$TP = \frac{0.0075 \times 790006.9}{7140} = 0.8298$	82.98%
2014	$TP = \frac{0.0075 \times 798644.4}{7192} = 0.8328$	83.28%
2015	$TP = \frac{0.0075 \times 822571}{7239.9} = 0.8521$	85.21 %
2016	$TP = \frac{0.0075 \times 850440.1}{7312} = 0.8723$	87.23%

Tableau 3.50 Evolution du Taux de Performance (TP) des équipements de l'atelier de tissage

3.17.2.6.3 Evaluation du taux de qualité

Année	Taux de Qualité TQ	TQ en %
2013	$TQ = \frac{790006.9 - 1000}{790006.9} = 0.9987$	99.87 %
2014	$TQ = \frac{798644.4 - 800}{798644.4} = 0.9989$	99.89%
2015	$TQ = \frac{822571 - 788}{822571} = 0.9990$	99.90%
2016	$TQ = \frac{850440.1 - 704}{850440.1} = 0.9991$	99.91%

Tableau 3.51 Evolution du Taux de Qualité (TQ) des équipements de l'atelier de tissage

3.17.2.6.4 Evolution du taux de Rendement Synthétique de l'atelier de tissage

Année	2013	2014	2015	2016
TRS %	81.32%	81.88%	83.99%	86.28%

Tableau 3.52 Evaluation du Taux de Rendement Synthétique

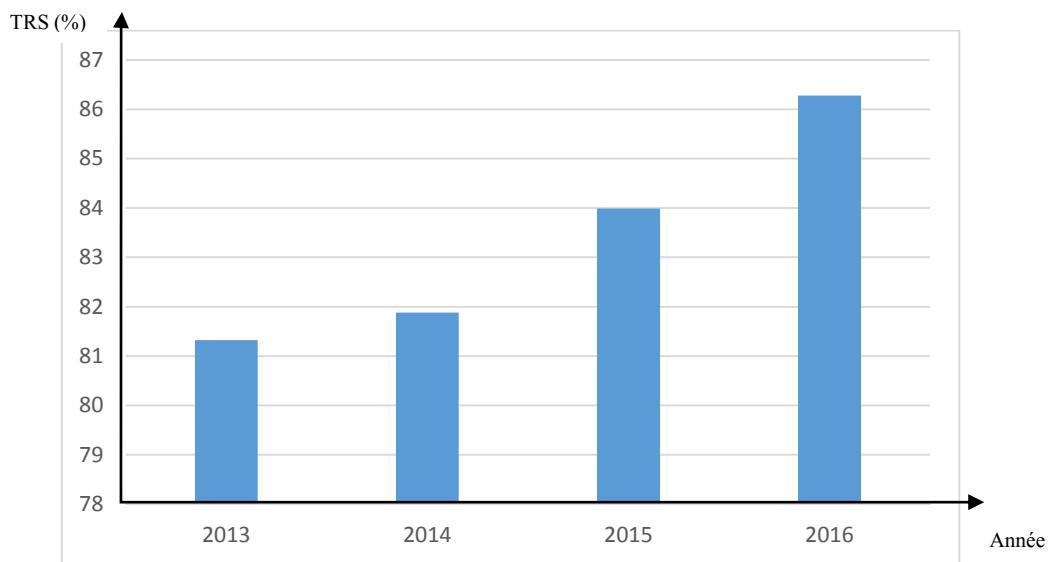


Tableau 3.35 Évolution du Taux de Rendement Synthétique (TRS) de l'atelier « Tissage »

3.17.3 Evaluation et analyse des performances de des équipements de l'atelier de finissage

3.17.3.1 Opérations dans l'atelier de finissage durant l'année 2013

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance

(Préventive + Curative) de l'atelier de finissage de l'année 2013

Atelier de finissage 2013	Fréquence (N)	Durée d'intervention T (H)	N x T	N x T (%)	Cumul (%)
Laineuses	51	67,15	3424,65	75,04%	75,04%
Machine à coudre	25	35,3	882,5	19,34%	94,37%
Compresseur	14	17,2	240,8	5,28%	99,65%
Lustreuse	2	8	16	0,35%	100,00%
Total	92	127,65	4563,95	100,00%	

Tableau 3.53 Opérations de maintenance (Préventive+ curative) de l'atelier de finissage, année 2013

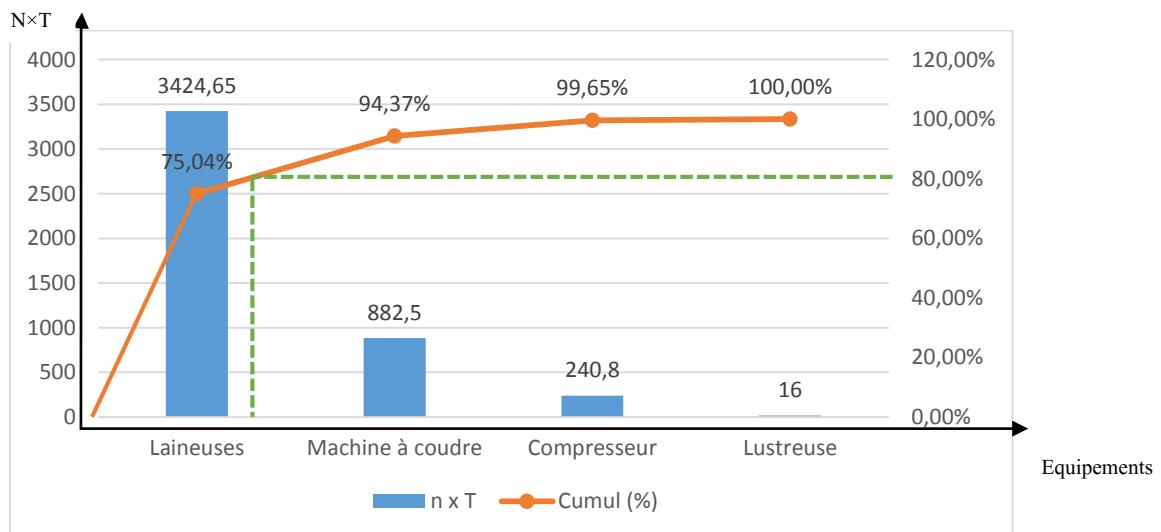


Figure 3.36 Diagramme des pannes de l'atelier de finissage, année 2013

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance préventive de l'atelier de finissage de l'année 2013

Interventions préventive	Fréquence (N)	Durée d'intervention préventive T (H)	N x T préventive	N x T (%)	Cumul(%)
Laineuses	34	37,15	1263,1	66,48%	66,48%
Machine à coudre	22	25	550	28,95%	95,42%
Compresseur	8	10	80	4,21%	99,63%
Lustreuse	1	7	7	0,37%	100,00%
total	65	79,15	1900,1	100,00%	

Tableau 3.54 Travaux relatifs à la maintenance préventive de l'atelier de finissage, année 2013

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance curative de l'atelier de finissage de l'année 2013

Interventions curative	Fréquence (N)	Durée d'intervention curative T (H)	N x T curative	N x T (%)	Cumul(%)
Laineuses	17	30	510	87,16%	87,16%
Machine à coudre	3	10,3	30,9	5,28%	92,45%
Lustreuse	1	1	1	0,17%	92,62%
Compresseur	6	7,2	43,2	7,38%	100,00%
Total	27	48,5	585,1	100,00%	

Tableau 3.55 Travaux relatifs à la maintenance curative de l'atelier de finissage, année 2013

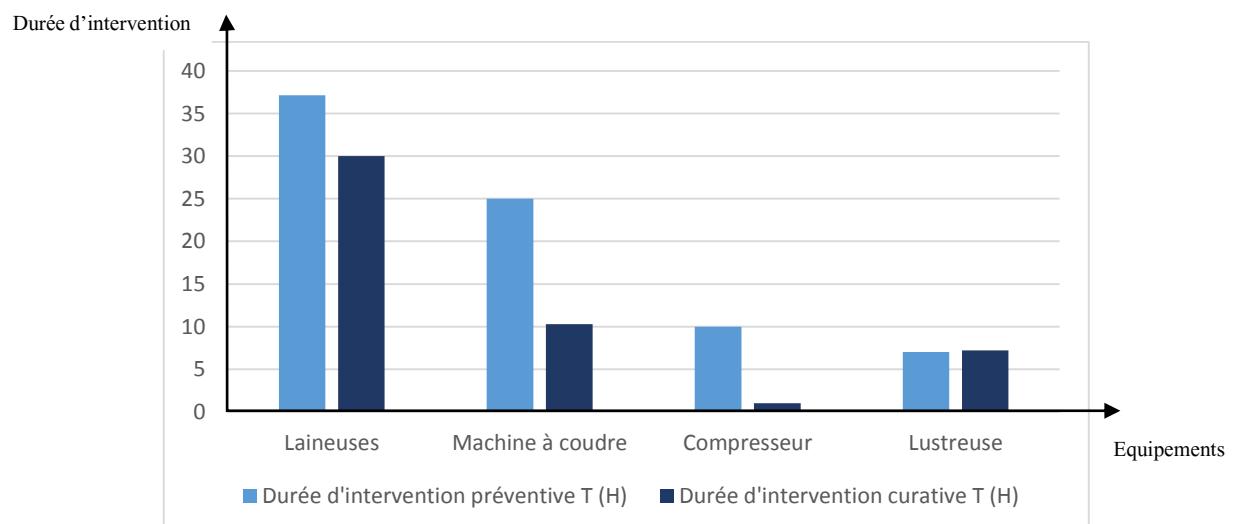


Figure 3.37 Durée des interventions en heures (Préventive +curative) année 2013

3.17.3.2 Opérations dans l'atelier de finissage durant l'année 2014

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance

(Préventive + Curative) de l'atelier de finissage de l'année 2014

Atelier de finissage 2014	Fréquence (N)	Durée d'intervention T (H)	N x T	N x T (%)	Cumul (%)
Laineuses	44	56,5	2486	74,05%	74,05%
Machine à coudre	23	33	759	22,61%	96,66%
Compresseur	7	11	77	2,29%	98,96%
Lustreuse	5	7	35	1,04%	100,00%
Total	79	107,5	3357	100,00%	

Tableau 3.56 Opérations de maintenance (Préventive+ curative) de l'atelier de finissage, année 2014

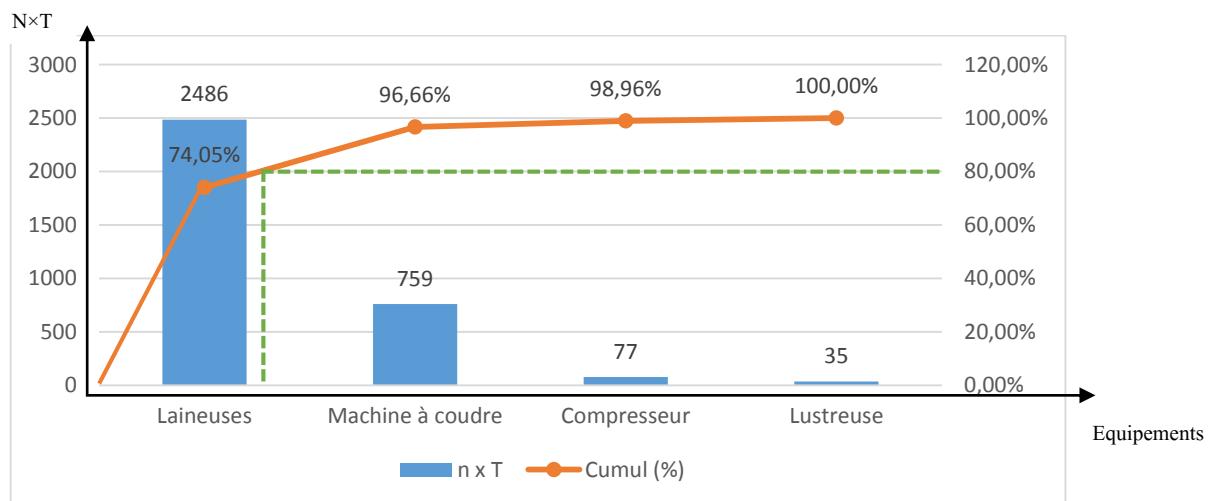


Figure 3.38 Diagramme des pannes de l'atelier de finissage, année 2014

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance préventive de l'atelier de finissage de l'année 2014

Interventions préventive	Fréquence (N)	Durée d'intervention préventive T (H)	N x T préventive	N x T (%)	Cumul (%)
Laineuses	28	33	924	63,55%	63,55%
Machine à coudre	20	20	400	27,51%	91,06%
Compresseur	7	18	126	8,67%	99,72%
Lustreuse	2	2	4	0,28%	100,00%
Total	57	73	1454	100,00%	

Tableau 3.57 Travaux relatifs à la maintenance préventive de l'atelier de finissage, année 2014

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance curative de l'atelier de finissage de l'année 2014

Interventions curative	Fréquence (N)	Durée d'intervention curative T (H)	N x T curative	N x T (%)	Cumul(%)
Laineuses	16	29	464	96,57%	96,57%
Lustreuse	3	2,5	7,5	1,56%	98,13%
Machine à coudre	3	3	9	1,87%	100,00%
Compresseur	0	0	0	0,00%	100,00%
Total	22	34,5	480,5	100,00%	

Tableau 3.58 Travaux relatifs à la maintenance curative de l'atelier de finissage, année 2014

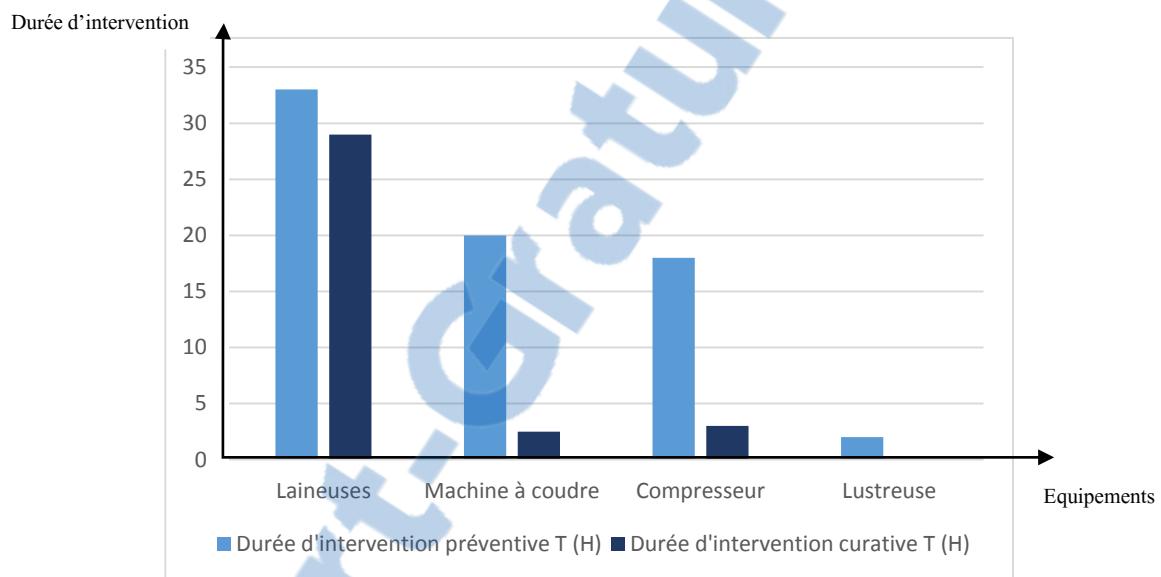


Figure 3.39 Durée des interventions en heures (Préventive +curative), année 2014

3.17.3.3 Opérations dans l'atelier de finissage durant l'année 2015

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance (Préventive + Curative) de l'atelier de finissage 2015

Atelier de finissage 2015	Fréquence (N)	Durée d'intervention T (H)	N x T	N x T (%)	Cumul (%)
Laineuses	45	47	2115	76,99%	76,99%
Machine à coudre	18	29	522	19,00%	96,00%
Compresseur	5	17	85	3,09%	99,09%
Lustreuse	5	5	25	0,91%	100,00%
Total	73	98	2747	100,00%	

Tableau 3.59 Opérations de maintenance (Préventive+ curative) de l'atelier de finissage, année 2015

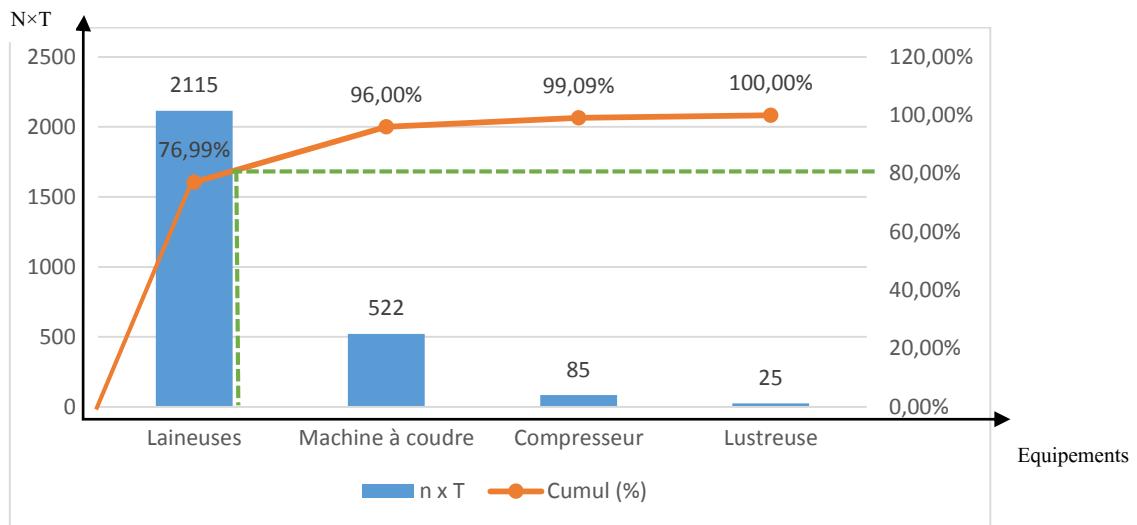


Figure 3.40 Diagramme des pannes de l'atelier de finissage, année 2015

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance préventive de l'atelier de finissage de l'année 2015

Interventions préventive	Fréquence (N)	Durée d'intervention préventive T (H)	N x T préventive	N x T (%)	Cumul (%)
Laineuses	27	31	837	69,17%	69,17%
Machine à coudre	15	19	285	23,55%	92,73%
Compresseur	5	17	85	7,02%	99,75%
Lustreuse	3	1	3	0,25%	100,00%
Total	50	68	1210	100,00%	

Tableau 3.60 Travaux relatifs à la maintenance préventive de l'atelier de finissage, année 2015

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance curative de l'atelier de finissage de l'année 2015

Interventions curative	Fréquence (N)	Durée d'intervention curative T (H)	N x T curative	N x T (%)	Cumul (%)
Laineuses	18	16	288	88,34%	88,34%
Machine à coudre	3	10	30	9,20%	97,55%
Lustreuse	2	4	8	2,45%	100,00%
Compresseur	0	0	0	0,00%	100,00%
Total	23	30	326	100,00%	

Tableau 3.61 Travaux relatifs à la maintenance curative de l'atelier de finissage, année 2015

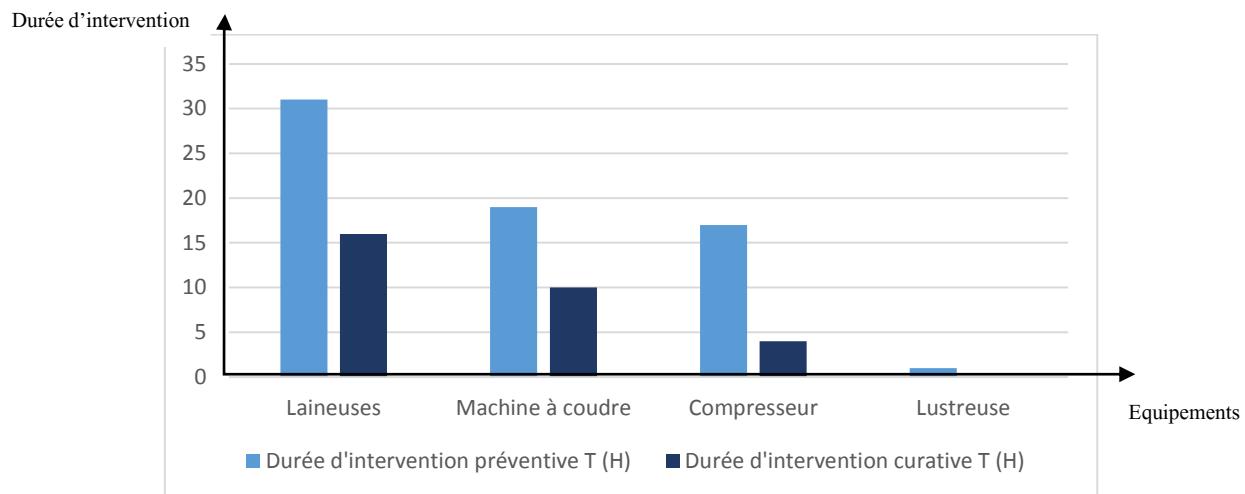


Figure 3.41 Durée des interventions en heures (Préventive +curative), année 2015

3.17.3.4 Opérations dans l'atelier de finissage durant l'année 2016

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance

(Préventive + Curative) de l'atelier de finissage 2016

Atelier de finissage 2016	Fréquence (N)	Durée d'intervention T (H)	N x T	N x T (%)	Cumul (%)
Laineuses	37	42	1554	76,25%	76,25%
Machine à coudre	17	22	374	18,35%	94,60%
Compresseur	5	16	80	3,93%	98,53%
Lustreuse	6	5	30	1,47%	100,00%
Total	65	85	2038	100,00%	

Tableau 3.62 Opérations de maintenance (Préventive+ curative) de l'atelier de finissage, année 2016

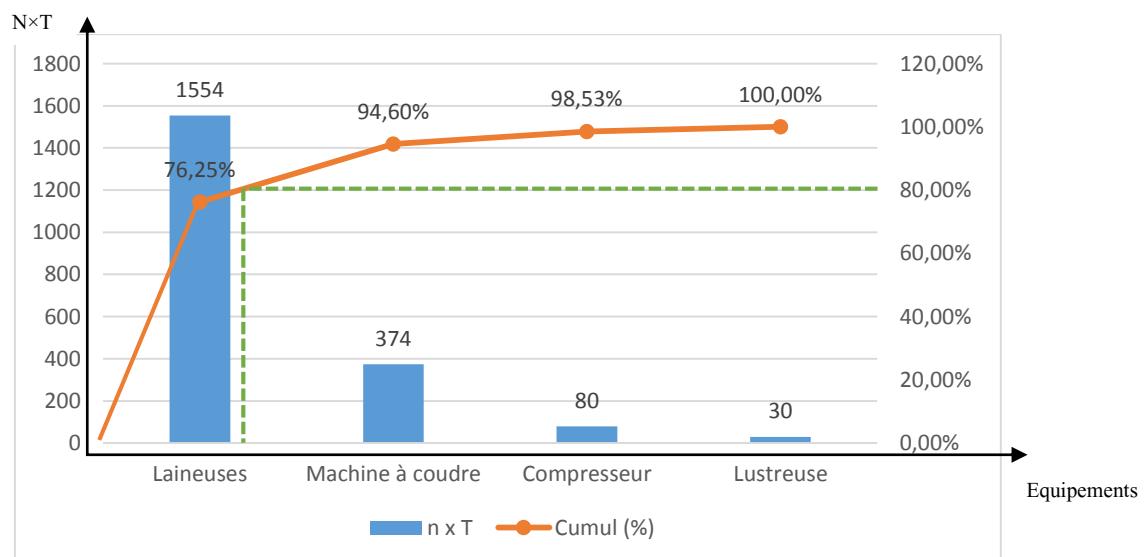


Figure 3.42 Diagramme des pannes de l'atelier de finissage, année 2016

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance préventive de l'atelier de finissage de l'année 2016

Interventions préventive	Fréquence (N)	Durée d'intervention préventive T (H)	N x T préventive	N x T (%)	Cumul (%)
Laineuses	22	28	616	67,69%	67,69%
Machine à coudre	14	15	210	23,08%	90,77%
Compresseur	5	16	80	8,79%	99,56%
Lustreuse	4	1	4	0,44%	100,00%
Total	45	60	910	100,00%	

Tableau 3.63 Travaux relatifs à la maintenance préventive de l'atelier de finissage, année 2016

Dans le tableau suivant, nous représentons les durées d'opérations de maintenance curative de l'atelier de finissage de l'année 2016

Interventions curative	Fréquence (N)	Durée d'intervention curative T (H)	N x T curative	N x T (%)	Cumul (%)
Laineuses	15	14	210	87,87%	87,87%
Machine à coudre	3	7	21	8,79%	96,65%
Lustreuse	2	4	8	3,35%	100,00%
Compresseur	0	0	0	0,00%	100,00%
Total	20	25	239	100,00%	

Tableau 3.64 Travaux relatifs à la maintenance curative de l'atelier de finissage, année 2016

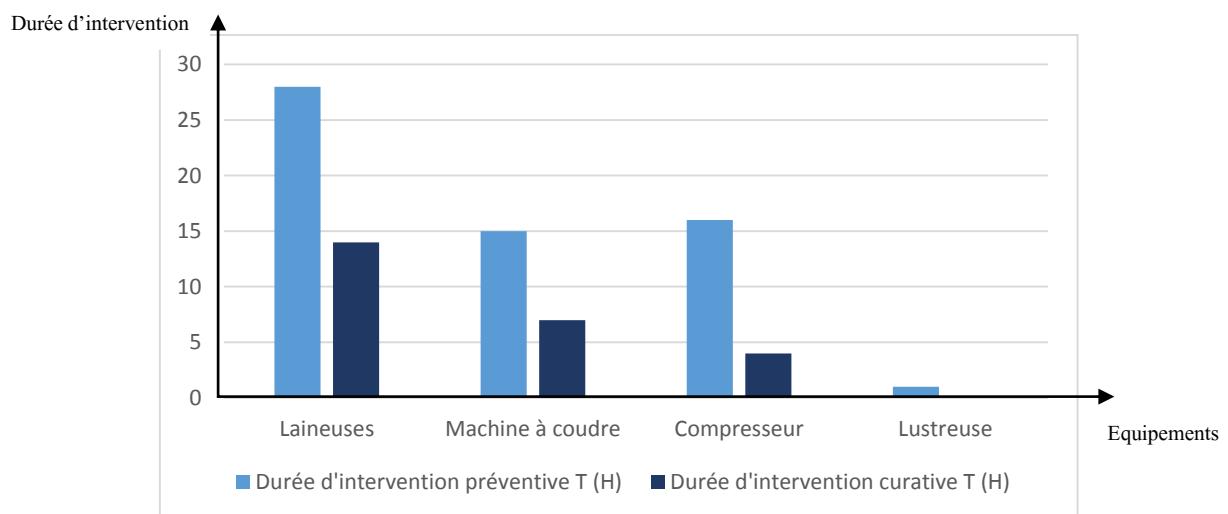


Figure 3.43 Durée des interventions en heures (Préventive +curative), année 2016

3.17.3.5 Evaluation des MTTR et MTBF et du taux de défaillance (λ) de l'atelier de finissage

Année	2013	2014	2015	2016
Temps de fonctionnement (H)	5025	5025	5025	5040
Temps de pannes (H)	127.65	107.5	98	85
Nombre de pannes	92	79	73	65
MTBF	$MTBF = \frac{5025-127.65}{92} = 53.23$	$MTBF = \frac{5025-107.5}{79} = 62.24$	$MTBF = \frac{5025-98}{73} = 67.49$	$MTBF = \frac{5040-85}{65} = 76.23$
MTTR	$MTTR = \frac{127.65}{92} = 1.387$	$MTTR = \frac{107.5}{79} = 1.360$	$MTTR = \frac{98}{73} = 1.342$	$MTTR = \frac{85}{65} = 1.307$
Taux de défaillance (λ) $\lambda = 1/MTBF$	$\lambda = \frac{1}{53.23} = 0.018$	$\lambda = \frac{1}{62.24} = 0.016$	$\lambda = \frac{1}{67.49} = 0.0148$	$\lambda = \frac{1}{76.23} = 0.0131$

Tableau 3.65 Evaluation de MTTR et MTBF et le taux de défaillance (λ) de l'atelier de finissage

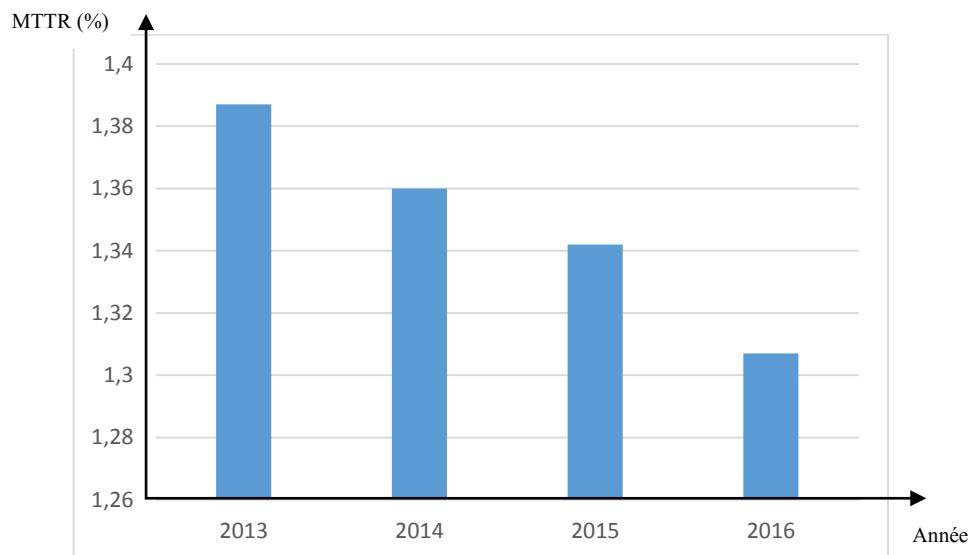


Figure 3.44 Evolution des MTTR de l'atelier de finissage

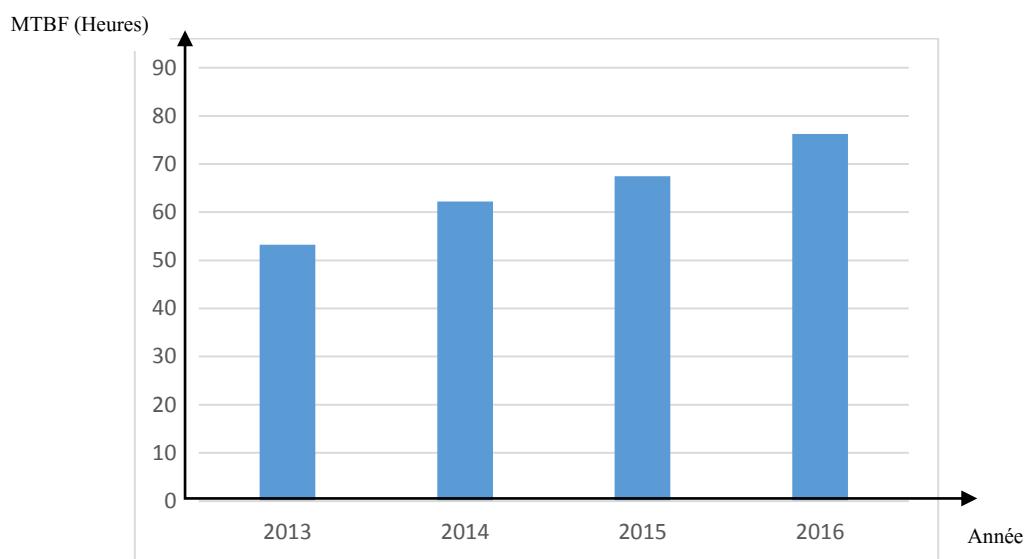


Figure 3.45 Evolution des MTBF de l'atelier de finissage

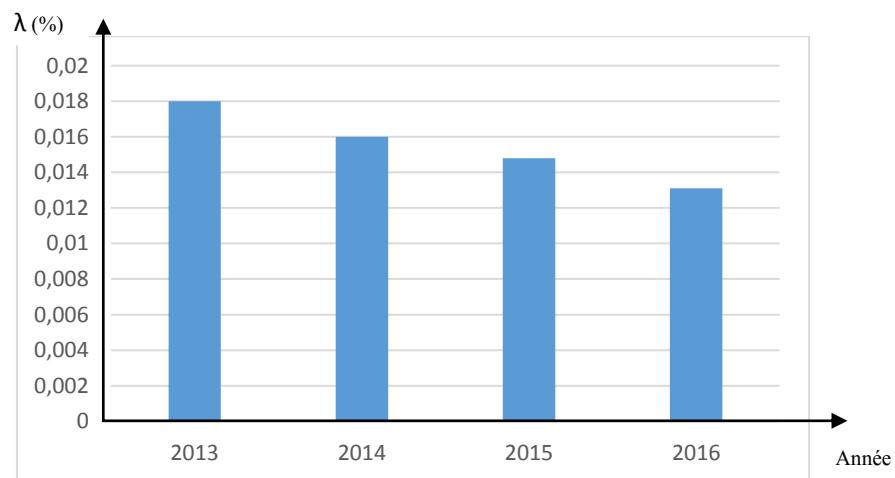


Figure 3.46 Evolution du Taux de défaillance (λ) de l'atelier de finissage

3.17.3.6 Evaluation du TRS de l'atelier de finissage

Années	2013	2014	2015	2016
Temps d'ouverture (Heures)	5025	5025	5025	5040
Temps d'arrêt (Heures)	127.65	107.5	98	85
Taux d'arrêt %	2.54	2.139	1.95	1.686

Tableau 3.66 Taux d'arrêt de l'atelier de finissage

Année	2013	2014	2015	2016
Maintenance préventive	79.15	73	68	60

Tableau 3.67 Maintenance préventive (Finissage)

Année	2013	2014	2015	2016
Maintenance curative	48.5	34.5	30	25

Tableau 3.68 Maintenance curative (Finissage)

Temps d'ouverture annuel pour les années 2013, 2014, 2015 = 5025 heures

Temps d'ouverture annuel pour l'année 2016 = 5040 heures

3.17.3.6.1 Evaluation du taux de disponibilité

Le temps d'arrêts durant les années 2013, 2014, 2015, 2016 sont évalué d'après les fiches historiques de maintenance

Année	Taux de Disponibilité TD	TD en %
2013	$TD = \frac{4945.85 - 48.5}{4945.85} = 0.9901$	99.01 %
2014	$TD = \frac{4952 - 34.5}{4952} = 0.9930$	99.30%
2015	$TD = \frac{4957 - 30}{4957} = 0.9939$	99.39%
2016	$TD = \frac{4980 - 25}{4980} = 0.9949$	99.49%

Tableau 3.69 Evolution du Taux de Disponibilité (TD) des équipements de l'atelier « Finissage »

3.17.3.6.2 Evaluation du taux de performance

Capacité de production maximum = 53 Couverture/H

$$\text{Temps de cycle} = \frac{1}{53} = 0.01886$$

Années	Taux de Performance TP	TP en %
2013	$TP = \frac{0.01886 \times 209212}{4897.35} = 0.8056$	80.56 %
2014	$TP = \frac{0.01886 \times 216303}{4917.5} = 0.8295$	82.95%
2015	$TP = \frac{0.01886 \times 220070}{4927} = 0.8424$	84.24%
2016	$TP = \frac{0.01886 \times 233090}{4955} = 0.8749$	87.49 %

Tableau 3.70 Evolution du Taux de Performance (TP) des équipements de l'atelier « Finissage »

3.17.3.6.3 Evaluation du taux de qualité

Années	Taux de Qualité TQ	TQ en %
2013	$TQ = \frac{209212 - 1049}{209212} = 0.9949$	99.49 %
2014	$TQ = \frac{216303 - 1050}{216303} = 0.9951$	99.51%
2015	$TQ = \frac{220070 - 1054}{220070} = 0.9952$	99.52%
2016	$TQ = \frac{233090 - 1080}{233090} = 0.9953$	99.53%

Tableau 3.71 Evolution du Taux de Qualité (TQ) des équipements de l'atelier « Finissage »

3.17.3.6.4 Evolution du Taux de rendement synthétique :

Années	2013	2014	2015	2016
TRS %	79.35%	81.96%	83.32%	86.63%

Tableau 3.72 Evolution du Taux de Rendement Synthétique (TRS) de l'atelier « Finissage »

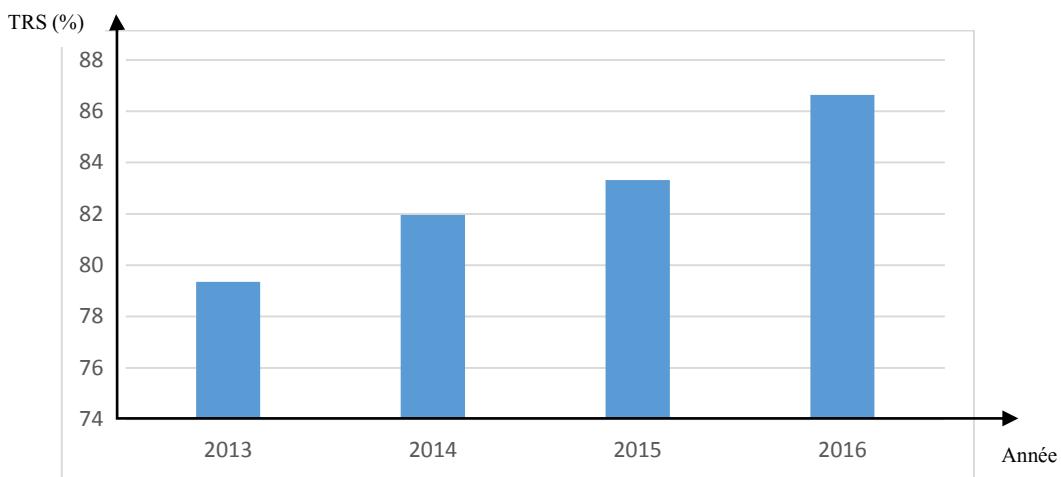


Figure 3.47 Évolution du Taux de Rendement Synthétique (TRS) de l'atelier « Finissage »

3.18 Approvisionnement et gestion de stock de l'entreprise MANTAL

La mission essentielle la structure approvisionnements et gestion de stock est de pourvoir gérer et fournir les besoins de l'entreprise en produits, matières de toute nature nécessaires à sa bonne exploitation, dans les meilleures conditions de coûts et de délais.

3.18.1 Processus de la fonction approvisionnement de l'entreprise MANTAL

Le processus d'approvisionnement suppose l'accomplissement des opérations suivantes :

- l'expression des besoins.
- l'élaboration du programme d'approvisionnement en tenant compte des niveaux de stocks souhaités en fin d'exercice et des commandes en cours.
- l'élaboration du programme d'intégration
- l'élaboration du programme d'évaluation de l'autorisation globale d'importation.
- le recueil d'informations sur la conjoncture commerciale internationale et son évolution.
- la préparation des cahiers des charges.
- les lancements des appels d'offres (ou consultations)
- la réception des offres (ces offres sont reçues par le secrétariat du comité des marchés).

La structure des approvisionnements actuelle de MANTAL est composée de 2 services :

- a) Service achats extérieures : coton, polyester, produits chimiques, produits auxiliaires, colorants, pièces de rechange et divers.
- b) Service achats locaux : produits chimiques, produits auxiliaires, colorants, pièces de rechange et fournitures consommables.

Les matières premières utilisées sont le coton naturel et les fibres synthétiques (Acrylique), ces deux types de matières sont importés.

3.18.2 Processus de la fonction gestion des stocks de l'entreprise MANTAL

Cette structure s'occupe de la gestion de 3 magasins :

magasin matières premières, magasin produits chimiques et du magasin de pièces de rechange et fournitures de bureaux. Le responsable de cette structure s'occupe aussi de la codification des pièces de rechange, et il permet aussi la collaboration entre le magasinier, le gestionnaire de stocks et l'acheteur.

Le service de production fait appel au gestionnaire de stock pour lui communiquer l'objectif de la production afin que le gestionnaire puisse établir des prévisions. Ce dernier vérifie l'état de stock avec le magasinier. Le gestionnaire remplit une demande d'achat selon l'objectif du service de production.

Dans le cas d'arrivée d'un produit, le service gestion de stocks est chargé d'approuver sa conformité, établit un bon de réception et une fiche de stocks ainsi qu'une fiche technique du produit réceptionné.

3.18.2.1 Codification du matériel de l'entreprise MANTAL

Chaque matériel est codifié selon une codification interne de la manière suivante :

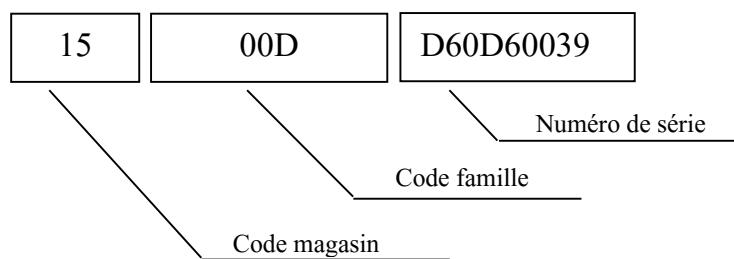


Figure 3.48 Méthode de codification du matériel de l'entreprise MANTAL [Document entreprise]

Famille	Référence de l'article	Désignation de l'article
Filature	1500AA08C90058	Anneau d'étanchéité
	1500AA08C90057	Baguette de nettoyage
Tissage	1500DD60D60043	Pignon 094.558.51
	1500DD60D60045	Roue 093.550.53
Lubrifiants	1200II50N50003	Huile Fodda 220
	1200II50N50004	Huile Fodda 68

Tableau 3.73 Tableau des codifications par famille du matériel de l'entreprise MANTAL

Désignation de la famille	Code famille	N° de compte
Filature	00A	P REC 322100
Tissage	00D	P REC 322100
Finissage	00E	P REC 322100
Teinturerie	00B	P REC 322100
Lubrifiants	00I	326. LUBR 321020

Tableau 3.74 Tableau des codifications de pièce de rechange de l'entreprise MANTAL

Signalons qu'un logiciel de gestion des stocks existe au niveau de l'entreprise ainsi qu'un guide pour son utilisation.

Les différents modes opératoires sont décrits de manière simple.

Le menu général du logiciel est constitué de 4 fonctions principales et d'une fonction secondaire.

Chaque fonction est composée de menus qui sont à leur tour composés de sous-menus.

Ces fonctions sont les suivantes :

- gestion fichiers (Gestion des bases) :

la fonction sélectionnée affiche à l'écran l'ensemble des bases gérées par ce menu (Familles, sous-familles, magasin, articles, clients, fournisseurs) ;

- mouvements :

un menu à l'écran propose 4 choix de traitement (Entrées, sortie, commandes, inventaire)

- éditions :

cette procédure édite les différents bons ou états à partir de mouvements saisis. Un menu offre un éventail de types d'édition.

- utilitaires :

la validation de cette fonction affiche un menu d'informations et de traitements de maintenance

- quitter (fonction secondaire) :

cette fonction a pour effet de verrouiller les fichiers de base, d'épurer le dossier des fichiers intermédiaires, de quitter le logiciel et de retourner au système.

3.19 Coûts des interventions de maintenance

3.19.1 Coûts des interventions de maintenance de l'atelier de filature

Années	Coûts de maintenance Préventive (D.A)	Coûts de maintenance curative (D.A)
2013	1007703,8	455053,16
2014	444355,16	224528
2015	316830,34	119197
2016	212440	100466
Total	1981329,3	899244,16

Tableau 3.75 Coûts des interventions de maintenance de l'atelier de filature

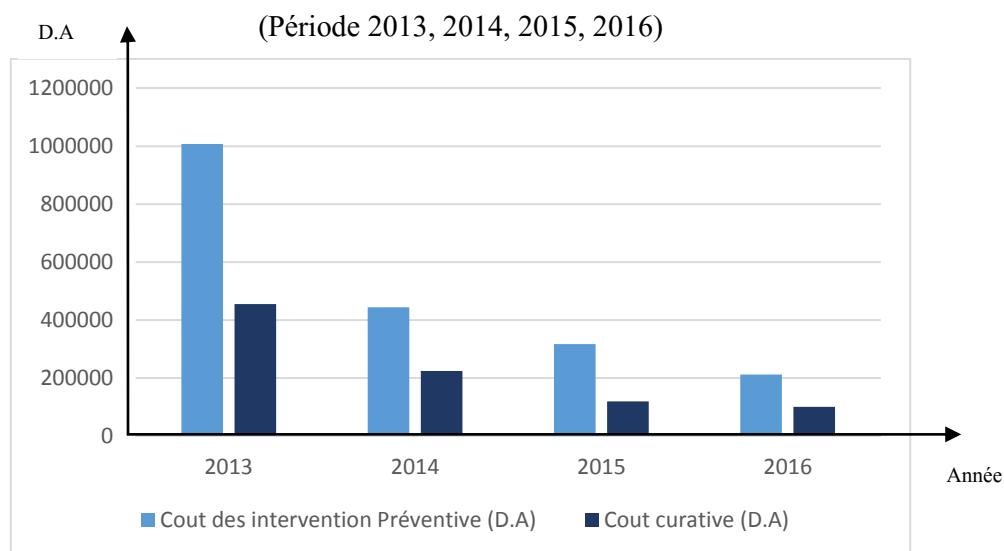


Figure 3.49 Evolution des coûts des interventions (préventive+ curative) de l'atelier de filature

3.19.2 Coûts des interventions de maintenance de l'atelier de tissage

Années	Coûts de maintenance Préventive (D.A)	Coûts de maintenance curative (D.A)
2013	629433,76	399786,76
2014	450851,5	311570,52
2015	300901,65	122795,24
2016	208911	110006,18
Total	1590097,91	944158,7

Tableau 3.76 Coûts des interventions de maintenance de l'atelier de tissage
(Période 2013, 2014, 2015, 2016)

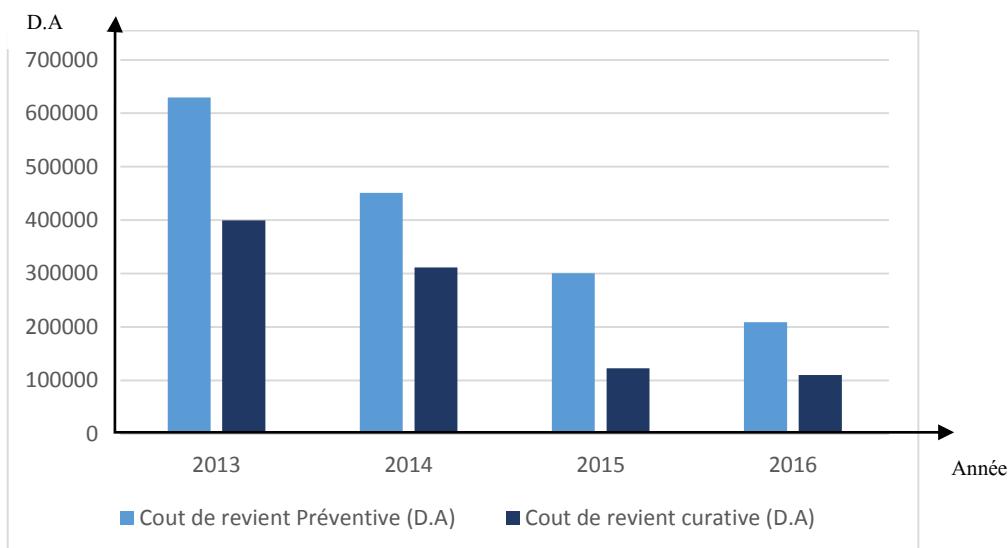


Figure 3.50 Evolution des coûts des interventions (préventive+ curative) de l'atelier de tissage

3.19.3 Coûts des interventions de maintenance de l'atelier de finissage

Années	Coûts de maintenance Préventive (D.A)	Coûts de maintenance curative (D.A)
2013	206816,19	46871,96
2014	191564,15	35195,64
2015	182517,4	29395
2016	63346,5	20446
Total	644244,24	131908,6

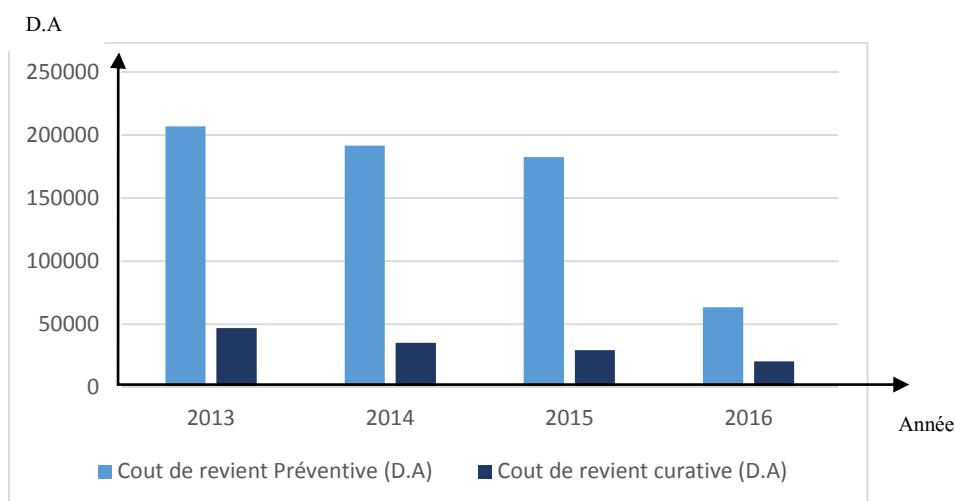
Tableau 3.77 Coûts des interventions de maintenance de l'atelier de finissage
(Période 2013, 2014, 2015, 2016)

Figure 3.51 Evolution des coûts des interventions (préventive+ curative) de l'atelier de finissage

3.20 Normes qualité et certifications de l'entreprise

Le complexe industriel TEXALG MANTAL Tlemcen possède un système de gestion de la qualité qui respecte les exigences de la norme ISO 9001:2008 relativement à la portée d'enregistrement suivante :

-n° de certificat : CERT-0092251 / date de certification initial : 6 novembre 2002

-n° de dossier : 014058 / date de certification actuelle : 26 novembre 2015

Date d'échéance du certificat : 14 septembre 2018

D'autre part, la Direction de l'entreprise MANTAL envisage de se lancer prochainement dans les certifications OHSAS 18001 et ISO 14001.

3.21 Accidents de travail et taux d'absentéisme au sein de l'entreprise MANTAL

Les tableaux suivants ainsi que les graphes suivants nous montrent la diminution du nombre d'accidents de travail et le taux d'absentéisme durant les années 2013, 2014, 2015 et 2016 :

Années	2013	2014	2015	2016
Accidents de travail au sein de l'entreprise	15	11	7	5
Accidents de travail au sein du service maintenance	3	3	2	0

Tableau 3.78 Nombre des accidents de travail durant les années 2013, 2014, 2015 et 2016

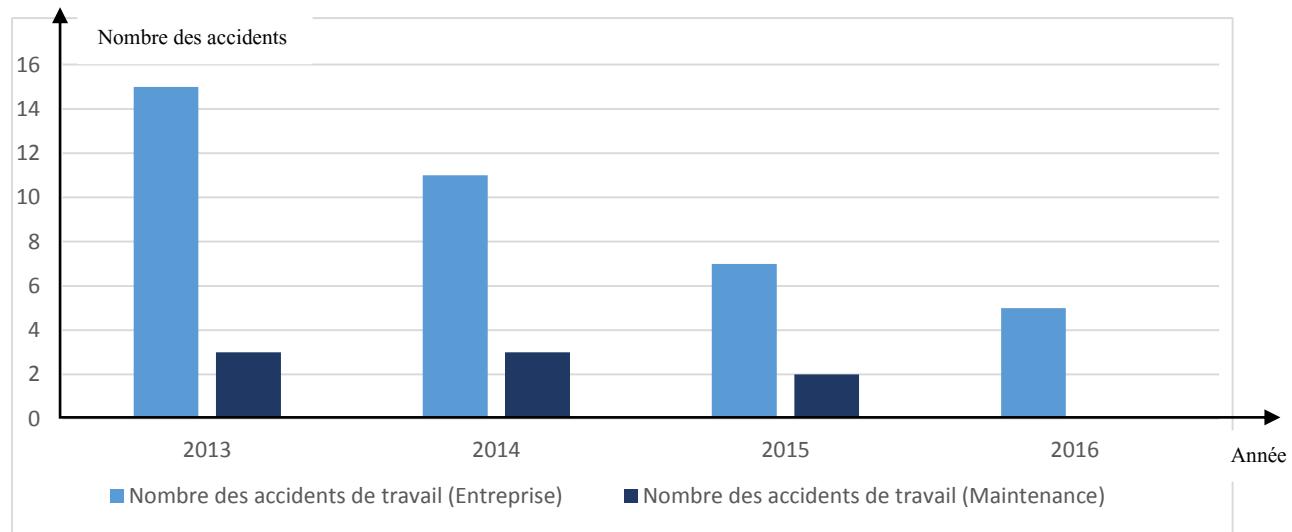


Figure 3.52 Accidents de travail (Entreprise et maintenance) durant les années 2013, 2014, 2015 et 2016

Le tableau suivant nous montre la diminution du taux d'absentéisme durant les (04) années consécutives 2013, 2014, 2015 et 2016 de l'entreprise MANTAL :

Années	2013	2014	2015	2016
Taux d'absentéisme (%)	4.15	3.99	2.63	4.65

Tableau 3.79 Absentéisme de l'entreprise MANTAL durant les années 2013, 2014, 2015 et 2016

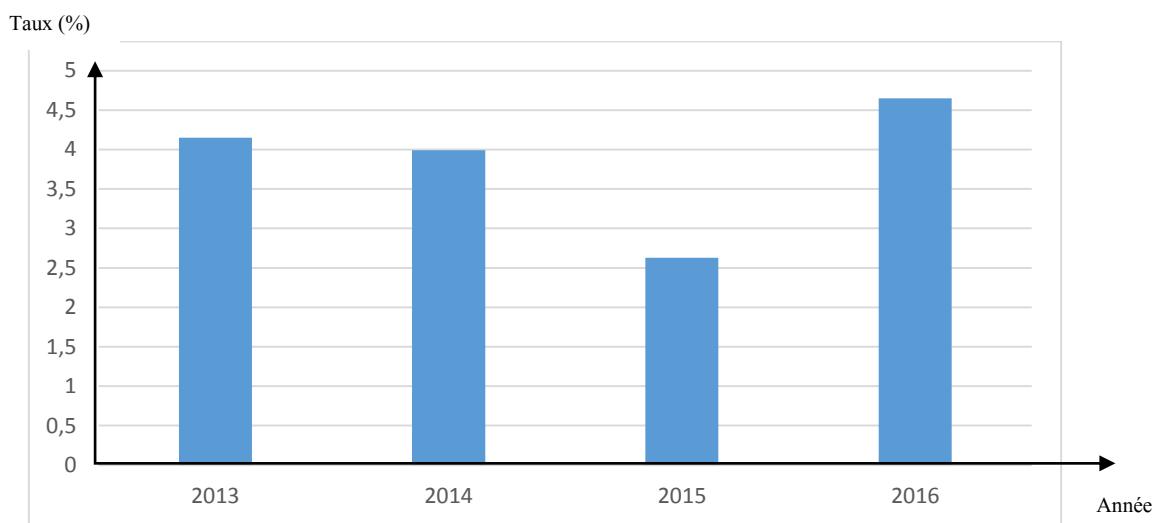


Figure 3.53 Histogramme des taux d'absentéisme de l'entreprise MANTAL durant les années 2013, 2014, 2015 et 2016

3.22 Analyse et interprétation des résultats

Les différents diagrammes de Pareto tracés nous renseignent sur la criticité des équipements des différents ateliers durant les années 2013 jusqu'à 2016.

En effet pendant les années 2013, 2014, 2015, nous remarquons, conformément à la loi 20/80 qu'au niveau de l'atelier de « filature », les rotors et le banc d'étirage sont toujours problématiques.

De même, durant les quatre années 2013, 2014, 2015 et 2016 l'équipement « double jacquard » devient à son tour problématique.

Nous constatons aussi, que durant cette même période, deux équipements de l'atelier « finissage » à savoir les deux laineuses sont concernées.

Tous ces équipements nécessitent une attention particulière et une maintenance préventive mieux élaborée.

D'autre part, nous remarquons une nette diminution des interventions (Préventive +Curative) durant la même période ainsi que celle des coûts de maintenance.

A noter également une nette augmentation des MTBF et une diminution des MTTR des équipements de tous les ateliers pendant la période considérée.

Enfin, le nombre d'accidents de travail ainsi que le taux d'absentéisme au sein de l'entreprise et la structure maintenance sont en nette diminution, ce qui nous indique un bon moral et une bonne ambiance de travail au sein de l'entreprise.

Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons pu cartographier les processus et la bonne organisation de l'entreprise. Après avoir utilisé l'abaque d'aide à la décision de Noiret et effectué un audit de la fonction maintenance, des axes d'améliorations ont été dégagés grâce au tracé du profil. Nous avons montré également les avantages et les points forts de l'entreprise et rappelé, les différentes politiques et procédures en matière d'hygiène, sécurité et environnement.

De même, nous avons mis en évidence les améliorations des performances de l'entreprise durant ces dernières années.

Conclusion générale et recommandations

Dans ce travail, nous avons proposé un support et un document utile pour la pratique du management de la maintenance qui reste toutefois une fonction primordiale et complexe de l'entreprise. En effet, la maintenance est un ensemble de tâches complexes qui, selon le type de processus, peut être déterminante pour la réussite d'une entreprise. Les fonctions qui la composent et les actions qui les réalisent doivent être soigneusement dosées pour que les performances globales de l'outil de production soient optimisées. Toute la difficulté tient à ce réglage qu'il faut ajuster en tenant compte de nombreux éléments, tels que le contexte économique et social, l'interaction avec les autres systèmes ou structures ainsi que les effets de chacune des activités.

Face au nouveau défi qui l'attend et suite à l'ouverture à l'économie de marché, l'entreprise Algérienne en général et l'entreprise MANTAL en particulier, doivent revoir et adapter leur stratégie à la nouvelle situation économique induite par les effets de la mondialisation et de la crise économique, accompagnée par la chute du prix du baril de pétrole. Dans ce cadre, la fonction maintenance doit être repensée et adaptée afin de permettre des gains de production à l'entreprise par une réduction maximale des temps d'immobilisation des équipements de production.

Ainsi, la maintenance apparaît amenée à prendre une importance croissante à mesure que les équipements deviennent de plus en plus sophistiqués, constituant à la fois une nécessité impérative et un moyen d'optimiser la disponibilité des équipements, et par conséquent l'efficacité de l'entreprise de production.

Dans le cadre de la relance de notre industrie, il est grand temps aussi de réhabiliter les formations techniques et les métiers de maintenance qui s'amenuisent dans le temps, sans omettre de valoriser la fonction maintenance avec la prise en compte du facteur humain ainsi que l'aspect socioculturel.

Aussi, la maintenance demeure toujours une fonction stratégique de l'entreprise et doit s'inscrire dans une optique de développement durable. Cette optique consiste à intégrer un équilibre judicieux de maintenance préventive, systématique ou conditionnelle, améliorative et corrective et invite inévitablement d'optimiser davantage le management de la maintenance grâce aux méthodes et outils modernes ainsi qu'aux nouveaux acquis de la technologie propre.

Après avoir évalué les MTBF et les MTTR des équipements dans les différents ateliers de l'entreprise, nous avons remarqué que ces indicateurs ont varié positivement (Augmentation des MTBF et diminution des MTTR) durant la période allant de l'année 2013 à 2016. De même, nous avons constaté que le TRS des équipements s'est amélioré et que les coûts des interventions en maintenance (Préventive+ Curative) ont diminué durant cette même période.

D'autre part, durant nos investigations, nous avons noté également, que le nombre d'accidents de travail au sein de l'entreprise et du service maintenance, ainsi que les quantités de rejets des déchets solides ont diminué sensiblement pendant ce temps.

L'évaluation et l'analyse des performances des équipements de l'entreprise MANTAL nous permet donc d'affirmer que le management de la maintenance au sein de cette dernière est pratiqué d'une manière efficace et rigoureuse. Cependant, nous avons saisi l'opportunité de notre passage à MANTAL pour proposer et formuler à cette occasion quelques modestes recommandations qui, à notre avis, ne serviront qu'améliorer davantage la compétitivité et la performance de l'entreprise, à savoir :

- une meilleure prise en charge de la vulnérabilité des équipements des infrastructures,
- opter davantage pour une maintenance préventive,
- évaluer les coûts indirects de maintenance,
- renforcer les statistiques liées à la maintenance et les données en matière de sécurité industrielle,
- développer la sous-traitance et la fabrication des pièces de rechange réalisables,
- créer un système de contrôle qualité des pièces de rechange achetées de l'étranger,
- maîtriser davantage les contrats de maintenance,
- intégrer la GMAO à l'entreprise dans la mesure du possible,
- valoriser les déchets de maintenance,
- adapter les formations en maintenance suivant les besoins réels de l'entreprise,
- œuvrer ensemble pour une amélioration continue en maintenance grâce aux techniques et outils disponibles.

Nous souhaiterions que le contenu de ce travail puisse être utilisé comme support et orientations pour le personnel de maintenance. Dans le même sillage et dans un esprit de continuité de ce travail, nous recommandons à nos camarades Etudiants, d'approfondir ce sujet en tenant compte du volet socioculturel dans le futur, tout en s'appuyant sur les spécificités de l'entreprise Algérienne et la culture locale.

Enfin, nous ne saurions terminer notre mémoire sans citer l'adage :

« Quand la maintenance tousse, c'est toute l'entreprise qui s'enrhume !».

Bibliographie

- 1) ARNOUX Henri – Environnement, sécurité et maintenance – Techniques de l'ingénieur - MT9555 – Paris 2006.
- 2) AUBERVILLE Jean-Marie - Maintenance industrielle-De l'entreprise de base à l'optimisation de la sûreté-Ellipse Paris 2004
- 3) BENALI L.-Maintenance Industrielle-5ème année ingénieurs en Génie Mécanique-OPU-Alger 2006.
- 4) BENSAADA S.-FELIACHI D.-La maintenance industrielle-OPU-Alger 2002
- 5) BENISSAD Smail-Cours de maintenance industrielle TEC 366-Publication de l'université Mentouri de Constantine 2005 - 2006.
- 6) BLONDEL François-Aide-mémoire-Gestion industrielle-2ème Edition-DUNOD-Paris 2006
- 7) BLONDEL François-Gestion de la production-DUNOD-Paris 1999.
- 8) BOITEL Daniel et HAZARD Claude - Guide pratique de la maintenance, entretien manuels d'enseignements - Edition Nathan cop Paris 1987.
- 9) BOUCLY François - Le management de la maintenance-Evolution et mutation- 1er tirage- AFNOR- Paris 1998.
- 10) BOUCLY François - Le management de la maintenance-Evolution et mutation- 2ème tirage- AFNOR- Paris 2007.
- 11) BRANDENBURG Hans-WOJTYNA jean pierre- L'approche processus-Mode d'emploi- Edition d'Organisation –Paris 2003.
- 12) COURTOIS Alain – PILLET Maurice – MARTIN – BONNEFOUS Chantal – Gestion de production – Edition d'Organisation – Paris 2003.
- 13) CUIGNET Renaud-Management de la maintenance-Améliorez les performances opérationnelles et financières de votre maintenance-DUNOD-Paris 2005
- 14) Documentation de l'entreprise MANTAL.

- 15) DESPUJOLS Antoine – Approche fonctionnelle de la maintenance – Techniques de l'ingénieur- MT9020-4 et 5 – Paris 2006.
- 16) DUCHENMIN Gilles – Maintenance des machines et des mateurs – Techniques de l'ingénieur – BM4188 – Paris 2006
- 17) DURET Daniel – PILLET Maurice – Qualité en production de l'ISO 9000 à Six Sigma – Edition d'organisation 2éme tirage - Paris 2005.
- 18) ERNOUL Roger – Le grand livre de la Qualité – AFNOR Editions – Paris 2010.
- 19) FRANCATEL Jean-Claude-Importance de la maintenance de la conception à l'exploitation d'un bien – DUNOD - Paris 2003.
- 20) GAUTHEY Olivier – Le retour d'expérience : état des pratiques industrielles - Les cahiers de la sécurité industrielle – Toulouse 2008.
- 21) GHOMARI S. -MAMI E.F. -Qualité et normes ISO - Actes de symposium international sur la qualité et maintenance au service de l'entreprise" Tome 1- Qualima 01 Université Aboubekr Belkaïd 21 et 22 novembre 2004.
- 22) GRATACAP Anne - MEDAN Pierre -Management.de la production- 2ème édition DUNOD- Paris 2001.
- 23) GRUSENMEYER C – Les accidents de travail liés à la maintenance - Etude bibliographique – Les notes scientifiques et techniques de l'INRS 248, INRS – Paris 2005.
- 24) GRUSENMEYER C – Les accidents de travail liés à la maintenance – Importance et caractérisation – Cahiers de notes documentaires – INRS – Paris 2005.
- 25) GUINET Renaud- Les 36 bonnes pratiques de la maintenance - Magazine Maintenance- Numéro 12 - sept/octobre 2004 -pp 48-51.
- 26) Hale A.R et HEMING B. – Evaluating safety in the management of maintenance activities in chemical process industry – Safety science – 28 : 21-44 – 1989.
- 27) HERNIAUX Gérard, NOYES Didier - Organiser et améliorer les processus – Introduction à la méthode EFPRO - INSEP Editions 1996.
- 28) HIDAOA Hors - Normes & Assurance Qualité ENVT - Cours HIDAOA poly.

- 29) INRS – Ventilation des espaces confinés – Rapport technique ED703 – Paris 2004.
- 30) KERFAL Houari - Assurance qualité en maintenance industrielle - Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Génie Mécanique - Université Aboubekr Belkaid -Tlemcen 2005.
- 31) KELADA Joseph - La méthode AMDEC - Ecole des hautes études commerciales 1998.
- 32) LALOUX Guillaume - Management de la maintenance selon l'ISO 9001 :2008 -Edition AFNOR - 2009.
- 33) LALOUX Guillaume - Recueil - Faire évoluer votre Maintenance - ING Expert - Marseille 2008.
- 34) LAVINA Yves-Amélioration continue en maintenance –DUNOD, Paris 2005
- 35) LAVINA Yves et PERRUCHE Eric –Maintenance et assurance de la qualité –Edition d'organisation, Paris 1998.
- 36) LAVINA Yves -Audit de la maintenance -Les éditions d'organisation Paris 2005.
- 37) LERAT PYTLAK Jérôme - Le passage d'une certification ISO 9001 à un management par la qualité totale - Thèse de doctorat. en science de gestion présentée et soutenue le 16 décembre 2002.
- 38) LONGIN Pierre - DENET Henri - Construisez votre Qualité - Toutes les dés pour une démarche qualité gagnante - DUNOD 2éme Edition - Paris 2008.
- 39) LYONNET Patrick - La maintenance - Mathématiques et méthodes – 3éme édition - Technique et documentation - Lavoisier - Paris 1992.
- 40) MAMI E.F- Panorama de la maintenance industriel en Algérie-3ème Congrès mondial de la maintenance-Bâle-2006.
- 41) MECHIN Bernard – Formation en maintenance – Techniques de l'ingénieur – MT9510-8 – Paris 2006
- 42) MEUNIER Arnaud – Gestion des pièces de rechange - Les leviers de l'optimisation – Revue maintenance & entreprise, Mars 2012-N° G25, p 32
- 43) MONCHY François - La fonction Maintenance - Formation à la gestion de la maintenance industrielle - Editions Masson - Paris 1996.

- 44) MONCHY François-Maintenance, Méthodes et organisation- 2ème édition-DUNOD-Paris 2003.
- 45) PRIEL Victor – LA MAINTENANCE – Techniques modernes de gestion – Entreprise Moderne d’Edition – Paris 1976.
- 46) PIERRE VERNIER Jean – Optimiser les stocks de pièces de rechange - Revue Maintenance magazine _ septembre/octobre_2004.
- 47) Richet Daniel - GABRIEL Marc - MALON Denis - BLAISON. G - Maintenance basée sur la fiabilité - Un outil pour la certification - Masson - Paris 1996.
- 48) SECK Ibrahima - Projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur de Conception - Maîtrise des Processus Maintenance et plan d'actions : cas des ICS Site Acides - Université CHEIKH ANT A Diop de Dakar - Ecole Supérieure polytechnique centre de THIES – Département de la Génie Mécanique –Dakar 2003.
- 49) SMIT K et SLATERUS W.H. - Gestion de l'information pour le management de la maintenance - Le modèle MIMM - AFNOR - Paris 1994.
- 50) SOURIS Jean Paul - Le Guide du parfait responsable Maintenance - Assurer l'efficacité, la qualité et la rentabilité de sa Maintenance industrielle – Editions LEXITIS - Paris 2010.
- 51) TAZI Dounia – La sous-traitance, externalisation de la maintenance et sécurité : une analyse bibliographique – Les cahiers de la sécurité industrielle – Toulouse 2010.
- 52) TOWNSEND A – Maintenance of process plant – Institution of chemical engineers – Rugby – Warwich shire – UK 1992.
- 53) VRIGNAT Pascal - Génération d'indicateurs de maintenance par une approche semi-paramétrique et par une approche markovienne - Thèse pour l'obtention du Doctorat - Ecole Doctorale Sciences et Technologies - Institut Prisme - Université d'Orléans France - Soutenue le 14 octobre 2010.
- 54) ZILLE Valérie - Modélisation et évaluation des stratégies de maintenance complexes sur des systèmes multi-composants - Thèse de Doctorat préparée dans le cadre d'un partenariat entre l'université de Technologie de Troyes et l'institut Charles Delaunay- Janvier 2009.

Webographie

- 55) <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00580848>
- 56) <https://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiJgu3x2JXWAhUBChoKHarsAkgQFggpMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.limag.refer.org%2FVolumes%2F2008DernEntrJuin.pdf&usg=AFQjCNHvMt4LIWVSjEVbW-9DUU0uxiWMFA>
- 57) http://comaintfo.fr/0Aw/51.pub/guideW/co/MA4_Relation_maint_prod.html
- 58) [https://www.google.dz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjki0Td3MjVAhVNkBQKHT0MBMoQFghLMAc&url=http%3A%2F%2Fkarimbourouni.com%2Fupload%2Ffiles%2F9_Polykopie%2520Maintenance%2520\(Janvier%25202013\).pdf&usg=AFQjCNGWsa_nGfZYMhhwbvBrb3iuUNj-Dw](https://www.google.dz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjki0Td3MjVAhVNkBQKHT0MBMoQFghLMAc&url=http%3A%2F%2Fkarimbourouni.com%2Fupload%2Ffiles%2F9_Polykopie%2520Maintenance%2520(Janvier%25202013).pdf&usg=AFQjCNGWsa_nGfZYMhhwbvBrb3iuUNj-Dw)
- 59) <http://www.lajauneetlarouge.com/article/maintenance-un-nouveau-regard-sur-la-normalisation#.WYsDITNJbIU>
- 60) <http://www.techniques-ingeneur.fr/base-documentaire/environnement-securite-th5/securite-des-systemes-industriels-42830210/methodes-de-maintenance-basees-sur-la-fiabilite-et-sureles-risques-se1650/methodes-rbi-rbm-et-rimap-se1650niv10010.html>
- 61) https://www.google.dz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiwl7j0PzVAhWI0RoKHd_wCgMQFgg-MAM&url=http%3A%2F%2Faco.afnor.org%2FCatalogues-thematiques-2017%2FAfnor_Competences_Catalogue_ArcSudEst_2017_BAT.pdf&usg=AFQjCNHxL7J0qeY3ny9B0RHOYNlIu5Kl6aw
- 62) <http://www.technologuepro.com/cours-maintenance-industrielle/La-maintenance-industrielle>.
- 63) http://www.ingexpert.com/maintexpert/php_theorie_maintenance__definitions.php
- 64) <http://www.logistiqueconseil.org/Articles/Entrepot-magasin/Gestion-des-stocks.htm>

Annexes

MANTAL SPA TLEM CEN			
Adresse BP 234 - Tlemcen 13000 RC 262069-B-98	Tél.: 043 26 47 01 I F 099813010274332		
	043 26 52 47 A. I. 13018120235		
	Fax 043 26 24 64		
ORDRE DE COMMANDE			
N°	4706		
Fournisseur			
Adresse			
DÉSIGNATION	UM	Quantité	Observations
Le Responsable de la Structure Utilisatrice :	Le Directeur Général :		
Tlemcen, le _____			

Annexe 1

Complexe Industriel
TEXALG/MANTAL

DEMANDE DE TRAVAIL IM 4.9.D.3

ATELIER		DESIGNATION DU TRAVAIL OU NATURE DE LA PANNE		
Machine №				
Date d'appel et heure				
Priorité		DEMANDEUR	FONCTION	SIGNATURE
Destination				

Annexe 2

TEXALG S. p. a.
Complex MANTAL TLEMCEN
 Service Utilisatrice.....
 Code Utilisateur.....

Demande d'Achat
IM 4,6 B.I

No 114747

Désignation	Référence	U.M.	Quantité		Observations
			Demandée	Livrée	
.....
.....
.....
.....
.....
Nom et Visa de l'Utilisateur (RS) Date:	Visa du CSG Date:			Dispatch l'Original pour le CSG La Copie pour le RS	

Annexe 3

TEXALG/MANTAL**FICHE D'INTERVENTION I M 4.9 D.2**

NATURE DE L'INTERVENTION.	MACHINE.	TYPE.	CODE.	LIEU.
PREVENTIF.	CURATIF.			

LANCE PAR Mr :	LE :	à :
----------------	------	-----

DISPOSITION DE SECURITE 1-FEU**2-ELECTRIQUE****3- MECANIQUE**

LE RESPONSABLE DE L'EXECUTION	VISA	DEBUT DES TRAVAUX	LE :	à :
		FIN DES TRAVAUX	LE :	à :

PERSONNEL EXECUTANT	Nbre	TEMPS (h)	TEMP\$(Hh)	TAUX HORAIRE	VALEUR TOTALE
MONTANT GLOBAL					

DESIGNATION DES OPERATIONS	PIECES REMPLACEES OU MATIERES UTILISEES	REFERENCE	Qte	PRIX UNIT.	PRIX TOTAL.
MONTANT					

CAUSE :

AVIS DE CONTROLE	
CONFORME :	NON-CONFORME :

Bulletin d'arrêt machine № :.....

Nº	Machine	Panne mécanique	Panne électrique	Manque pièce	Manque personnel	Rafles	Manque bobine	Manque tissu
01								
02								
03								
04								
05								
06								
07								
08								
09								
10								

Visa du chef de structure :

Signature :

Date :

Annexe 5

MANTAL /TLEMCEN

STRUCTURE DE LA MAINTENANCE
IM 4.9D1 FILATURE OPEN-ENDCOUT DE REVIENT DES
INTERVENTIONS
DE MAINTENANCE EN

D.A

janv-16

TAUX HORAIRE = 136,00 D.A

DATE	DESIGNATION DES OPERATIONS D'ENTRETIEN	TEMPS (heures)	INTERVENTIONS PREVENTIVES				INTERVENTIONS CURATIVES			
			coût M/œuvre	coût P.R/CONS	coût S/TRAIT	coût de REV	coût M/œuvre	coût P.R/CONS	coût S/TRAIT	coût de REV
03/01/2016	CURATIF/BANC D'ETIRAGE	ZINSER	30min	/	/	/	68,00	497,47	/	565,47
17/01/2016	Remplacement d'une Courroie T5-500	ZINSER	15min	/	/	/	34,00	202,56	/	1 059,64
19/01/2016	Remplacement De deux RevetementsØ28	ZINSER	30min				68,00	200,00	/	5 268,00
26/01/2016	Remplacement d'un Pignon Z19	ZINSER	30min	/	/	/	68,00	715,00	/	2 783,00
TOTAL			01H45min	/	/	/	238,00	438,11	/	9 676,11

MANTAL /TLEMCEN
 STRUCTURE DE LA MAINTENANCE
 IM 4.9D1 TISSAGE

**COUT DE REVIENT DES INTERVENTIONS
 DE MAINTENANCE EN D.A
 TAUX HORAIRE = 260,00 D.A**

févr-16

DATE	DESIGNATION DES OPERATIONS D'ENTRETIEN	TEMPS (heures)	INTERVENTIONS PREVENTIVES				INTERVENTIONS CURATIVES			
			coût M/ œuvre	coût P.R/ CONS	coût S/ TRAIT	coût de revient	coût M/ œuvre	coût P.R/ CONS	coût S/ TRAIT	coût de revient
	CURATIF/ SIMPLE- JAQUARD									
09/02/2016	Remplacement : D'Une Fausse Lisière A10557A/SJN°01	02H	/	/	/	/	1 040,00	445,65	/	1 485,65
09/02/2016	Remplacement : D'une Pince Gauche AN1203A/SJN°03	02H	/	/	/	/	520,00	372,97	/	7 892,97
15/02/2016	Remplacement : De Deux Guides Ruban EDB006C/SJ N°04	02H	/	/	/	/	520,00	509,00	/	1 029,00
TOTAL		06H	/	/	/	/	2080,00	8327,62	/	10 407,62

MANTAL /TLEMCEN

**COUT DE REVIENT DES
INTERVENTIONS**

**STRUCTURE DE LA MAINTENANCE
IM4.9D1 FINISSAGE**

**DE MAINTENANCE EN D.A
TAUX HORAIRE = 150,00 D.A**

mars-16

DATE	DESIGNATION DES OPERATIONS D'ENTRETIEN	TEMPS (heures)	INTERVENTIONS PREVENTIVES				INTERVENTIONS CURATIVES			
			PREVENTIF	coût M/ œuvre	coût P.R/ CONS	coût S/ TRAIT	coût de revient	coût M/ œuvre	coût P.R/ CONS	coût S/ TRAIT
MACHINE à COUDRE										
17/03/2016	Préventif VC1 du PFAFF (1 L L'HUILE CODEX 22)	30min	75,00	95,76	/	170,76		/	/	/
24/03/2016	Préventif VC1 du PFAFF (1 L L'HUILE CODEX 22)	30min	75,00	95,76	/	170,76		/	/	/
31/03/2016	Préventif VC1 du PFAFF (1,5 L L'HUILE CODEX 22)	30min	75,00	143,64	/	218,64		/	/	/
25/02/2016	Préventif VC1 du PFAFF (1,5 L L'HUILE CODEX 22)	30min	75,00	143,64	/	218,64		/	/	/
TOTAL			300,00	478,80	/	778,80		/	/	/
COMPRESSEUR										
17/03/2016	Préventif : VS2 des Deux Compresseurs.	20min	50,00	/	/	50,00		/	/	/
24/03/2016	Préventif : VS2 des Deux Compresseurs.	20min	50,00	/	/	50,00		/	/	/
31/03/2016	Préventif : VS2 des Deux Compresseurs.	20min	50,00	/	/	50,00		/	/	/
25/02/2016	Préventif : VS2 des Deux Compresseurs.	20min	50,00	/	/	50,00		/	/	/
TOTAL		01H	150,00	/	/	150,00		/	/	/

LISTE DES FAMILLES	
FAMIL.	L I B E L L E
00A	SECTION PREPARATION
00B	SECTION TEINTURERIE
00C	SECTION FILATURE
00D	SECTION TISSAGE
00E	SECTION FINITION
00F	ANNEXES
00G	UTILITAIRES
00H	BIEN SERVICE
00I	DIVERS
00J	PIECES DE REC.PARC AUTO
00N	MATIERES PREMIERES
00O	EMBALLAGE
00P	PRODUITS CONSOMMABLES
00Q	PRODUITS CHIMIQUES
00R	LUBRIFIANTS
00S	AUTRES PRODUITS (AUXILLAI)
00T	COLORANTS

Annexe 9

LISTE DES S/FAMILLES	
FAM S/FAM.	L I B E L L E
00A A01	LOUP CARDE
00A A02	LOUP BATTEUR
00A A03	LOUP OUVREUR
00A A04	EFFILOCHEUSE
00A A05	HACHOIR ROLANDO
00A A06	PRESSE
00A A07	CHARGEUSE
00A A08	CONDENSATEUR
00A A09	PULVERISATEUR
00B B01	AUTOCLAVE
00B B02	OURDISSOIR
00B B03	ESSOREUSE
00B B04	SECHOIR
00B B05	PONT ROULON
00B B06	RAMEUSE
00B B07	LAVEUSE
00B B08	FOULON
00C C01	CARDE OCTIR
00C C02	CARDE ALEXANDRE ET ANTOINE
00C C03	CARDE DUESBERG
00C C04	CARDE DK-740
00C C05	GARNITURES
00C C06	CONTINU A FILER
00C C07	BANC D'ETIRAGE
00C C08	ROTOR SPEENER
00C C09	CONES ET POUSEAUX
00C C10	BOBINOCR LOMBARDIA

Annexe 10

LISTE DES MAGASINS	
MAGAS.	L I B E L L E
992001	MATIERES PREM.AUTRES PROD
992002	PIECES/REC.EQUI.PIECES RE
992003	PIECES DE RECH.PARC-AUTO
992004	DIVERS PRODUITS
992005	ELECTRICITE

Annexe 11

LISTE DES ARTICLES							
MAGASIN	CODE ARTICLE	LIBELLE DE L' ARTICLE	REFERENCE	U/M	FAM	S/FAM	
992001	N1001	ACRYLIQUE TEINT 3/60		KG	00N	N01	
992001	N1002	MONTE FIBRE 3/60		KG	00N	N01	
992001	N1003	COURTAULD	5 DENIERS	KG	00N	N01	
992001	N1004	COURTAULD TEINT		KG	00N	N04	
992001	N1005	MONTEFIBRE		KG	00N	N01	
992001	N1006	FISSIPE		KG	00N	N01	
992001	N2001	DECHEIS DIVERS		KG	00N	N02	
992001	N4001	FILE DE TRAME		KG	00N	N04	
992001	O1001	GAINES TRANSPARENTE		S	000	001	
992001	O1002	SACHET BEBE TIGRE		P	000	001	
992001	O1003	SACHET PETIT M		KG	000	001	
992001	O2001	GAINES TRANSPARENTE		KG	000	002	
992001	O3001	FICELLE D'EMBALLAGE		KG	000	003	
992001	O4001	SCOTCH		KG	000	004	
992001	O5001	RUBAN		P	000	005	
992001	O6001	CORDE EN NYLON		KG	000	006	
992001	O7001	ETIQUETTE		P	000	007	
992001	P1001	RUBAN		ML	00P	P01	
992001	P1002	RUBANS ADHESIF		ML	00P	P01	
992001	P2001	ETIQUETTE BAUJA		E	00P	P02	
992001	P2002	ETIQUETTE BEBE TIGRE		E	00P	P02	
992001	P2003	ETIQUETTE ALIA		P	00P	P02	
992001	P3001	FIL A COUDRE		KG	00P	P03	
992001	Q100	ACIDE ACETIQUE		L	00Q	Q01	
992001	R1001	HUILE TASFAOUT	41-G	KG	00R	R01	
992001	R1002	HUILE BEIDA 22		KG	00R	R01	
992001	R1003	HUILE FUDDA 55/1		KG	00R	R01	

Annexe 12

PLANNING DE LA MAINTENANCE PREVENTIVE - FILATURE (OPEN-END)
ANNEE 2016

**PLANNING D'ENTRETIEN PREVENTIF
FILATURE OPEN-END
PPF / 01**

ANNEE 2016

MACHINE	CODE	OPERATIONS	PERIODICITE	QUOT	HEBDO	BIMENS	MENS	TRIM	SEME	AN
MELANGEUSE DE FLOCONS FMB	R1	-NETTOYAGE DES ORGANES SUIVANTS :----- *TABLIER TRANSPORTEUR *TABLIER DE PRESSION *ROULEAU OUVREUR	-----	-----	■					
	R2	-VERIFICATION DE LA TENSION DU TABLIER -----	-----	-----			■			
	R3	-CONTROLE DU NIVEAU D'HUILE DU REDUCTEUR -----	-----	-----		■				
	R4	-GRAISSEMENT DES ROULEMENTS DES MOTEURS DE L'OUVREUR ET D'ALIMENTATION -----	-----	-----						
	R5	-VIDANGE ET REMPLISSAGE DES REDUCTEURS -----	-----	-----						■
MULTIMELANGEUSE MPM	S1	-NETTOYAGE DES ORGANES TOURNANTS -----	-----	-----	■					
	S2	-NETTOYAGE DES CLAPETS -----	-----	-----	■					
	S3	-NETTOYAGE DES COURROIES ET DES CHAINES DE TRANSMISSION ---	-----	-----	■					
	S4	-CONTROLE DE LA TENSION DES COURROIES ET DES CHAINES -----	-----	-----		■				
	S5	-GRAISSEMENT DES ROULEMENTS DES MOTEURS -----	-----	-----						
	S6	-VIDANGE ET REMPLISSAGE DES REDUCTEURS -----	-----	-----						■
CONDENSEUR LVS	T1	-NETTOYAGE DES ORGANES TOURNANTS SUIVANTS :----- *TAMBOUR PERFORE *ROULEAU DETACHEUR	-----	-----	■					
	T2	-CONTROLE DE LA TENSION DES COURROIES -----	-----	-----	■					
	T3	-GRAISSEMENT DES ROULEMENTS DU MOTEUR PRINCIPAL -----	-----	-----						■

**PLANNING D'ENTRETIEN PREVENTIF
FILATURE OPEN-END
PPF/ 02**

ANNEE 2016

MACHINE	CODE	OPERATIONS	PERIODICITE	QUOT	HEBDO	BIMENS	MENS	TRIM	SEME	AN
OUVREUSE BEC ET VFO	J1 J2 J3 J4	-NETTOYAGE DES ORGANES TOURNANTS ----- -NETTOYAGE DES PALIERS DE ROULEMENTS ----- -CONTROLE DE LA TENSION DES COURROIES ET DES CHAINES DE TRANSMISSION ----- -GRAISSEAGE DES ROULEMENTS DE MOTEURS : ----- *DU ROULEAU OUVREUR • ROULEAU KREISHNER * ROULEAU ALIMENTAIRE	----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- -----	■ ■ ■ ----- -----	----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ■
LVS ET TVK 450	d1 d2 d3 d4	-NETTOYAGE DES PALIERS DES ORGANES TOURNANTS ----- -NETTOYAGE DES ORGANES TOURNANTS ----- -GRAISSEAGE DES ROULEMENTS DU MOTEUR PRINCIPAL ----- -GRAISSEAGE DES ROULEMENTS DU MOTO-VENTILATEUR -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	■ ■ ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ■ ■
EXACTAFED FBK 533	e1 e2 e3 e4	-NETTOYAGE DES ORGANES TOURNANTS ----- -NETTOYAGE DU PEIGNE D'ECHAPPEMENT D'AIR DE DENSIFICATION ----- -GRAISSEAGE DES ROULEMENTS DU MOTEUR DU CYLINDRE OUVREUR ET DU CYLINDRE D'ALIMENTATION ----- -VIDANGE DU REDUCTEUR ET REMPLISSAGE -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	■ ■ ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ■ ■

PLANNING D'ENTRETIEN PREVENTIF

FILATURE OPEN-END

PPF/02

ANNEE 2016

PLANNING D'ENTRETIEN PREVENTIF
FILATURE OPEN-END

ANNEE 2016

PPF/03

MACHINE	CODE	OPERATIONS	PERIODICITE	QUOT	HEBD	BIM	MENS	TRIM	SEM	AN
BANC D'ETIRAGE RIETER	a1	-NETTOYAGE DE LA MACHINE -----	-----	-----	■					
	a2	-GRAISSAGE DES ROULEMENTS A AIGUILLES DU CYLINDRE D'ALIMENTATION -----	-----	-----	■					
	a3	-GRAISSAGE DU GALET TENDEUR P/LA COMMANDE DU RATELIER -----	-----	-----	■					
	a4	-GRAISSAGE DU GALET TENDEUR P/LA COMMANDE INTERMEDIAIRE DU COTE DROIT DE LA MACHINE -----	-----	-----	■					
	a5	-GRAISSAGE DU GENERATEUR TACHYMETRIQUE P/MEMOIRE -----	-----	-----	■					
	a6	-GRAISSAGE DE L'ENGRENAGE DIFFERENTIEL -----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	■	
	a7	-GRAISSAGE DU PALIER INTERMEDIAIRE AVANT -----	-----	-----	■					
	a8	-GRAISSAGE DU GALET TENDEUR DE CHANGEMENT DE NUMERO -----	-----	-----	■					
	a9	-GRAISSAGE DU GALET TENDEUR P/ LA COMMANDE DU DIFFERENTIEL -----	-----	-----	■					
	a10	-GRAISSAGE DU GALET TENDEUR P/ LA COMMANDE DU CYLINDRE D'ENTREE -----	-----	-----	■					
	a11	-GRAISSAGE DES PALIERS DU TACHYMETRE -----	-----	-----	■					
	a12	-GRAISSAGE DES PALIERS DE L'ARBRE DE COMMANDE PRINCIPALE -----	-----	-----	■					
	a13	-GRAISSAGE DES PALIERS DU CYLINDRE CANNELE -----	-----	-----	■					
	a14	-GRAISSAGE DES PALIERS DES CYLINDRES SUPERIEURS -----	-----	-----	■					
	a15	-GRAISSAGE DU GALET TENDEUR POUR PRE-ETIRAGE -----	-----	-----	■					
	a16	-GRAISSAGE DU GALET TENDEUR P/LA TENSION DU CYLINDRE DE SORTIE -----	-----	-----	■					
	a17	-GRAISSAGE DES PALIERS DU PLATEAU TOURNANT -----	-----	-----	■					
	a18	-VIDANGE DU DEMULTIPLICATEUR A L'EMPOTEUR -----	-----	-----	-----	-----	■	-----	-----	■
	a19	-GRAISSAGE DES PALIERS DE L'ARBRE ARTICULE A L'EMPOTEUR -----	-----	-----	-----	-----	-----	■		
	a20	-GRAISSAGE DES PALIERS DE LA COMMANDE DU PLATEAU A POT -----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	■	
	a21	-GRAISSAGE DE LA ROUE INTERMEDIAIRE P/LA COMMANDE DES PLATEAUX -----	-----	-----	-----	-----	-----	■		
	a22	-GRAISSAGE DU PLATEAU A POT -----	-----	-----	-----	-----	-----	■		

PLANNING D'ENTRETIEN PREVENTIF
FILATURE OEN-END
PPF /03

ANNEE 2016

MACHINE	CODE	OPERATIONS	PERIODICITE	QUOT	HEBD	BIM	MENS	TRIM	AN
	b1	- NETTOYAGE DE LA MACHINE -----	-----		<input checked="" type="checkbox"/>				
	b2	GRAISSAGE DES ROULEMENTS DES CYLINDRES DE PRESSION-----	-----		<input checked="" type="checkbox"/>				
	b3	GRAISSAGE DES ROULEMENTS DES CYLINDRES D'ETIRAGE PRINCIPAL ET AUTO-REGULATEUR-----	-----		<input checked="" type="checkbox"/>				
	b4	GRAISSAGE DES ROULEMENTS DES CYLINDRES CALENDREURS -----	-----		<input checked="" type="checkbox"/>				
	b5	GRAISSAGE DES ROULEMENTS DES TASSEUSES -----	-----		<input checked="" type="checkbox"/>				
	b6	CONTROLE DU NIVEAU D'HUILE DES BOITES SUIVANTES *DES ASSIETTES DE POTS *ENGRENAGE D'ETIRAGE PRELIMINAIRE *ENGRENAGE D'ETIRAGE PRINCIPAL *ENGRENAGE DE LA TABLE D'ALIMENTATION	-----		<input checked="" type="checkbox"/>				
BANC D'ETIRAGE ZINSER	b7	- GRAISSAGE DE L'ENGRENAGE DE L'AUTO-REGULATEUR -----	-----		<input checked="" type="checkbox"/>				
	b8	GRAISSAGE DES ROULEMENTS DU MOTEUR PRINCIPAL-----	-----						<input checked="" type="checkbox"/>
	b9	VIDANGE ET REMPLISSAGE D'HUILE DES BOITES SUIVANTES *DES ASSIETTES DE POTS *ENGRENAGE D'ETIRAGE PRELIMINAIRE *ENGRENAGE D'ETIRAGE PRINCIPAL *ENGRENAGE DE LA TABLE D'ALIMENTATION	-----						<input checked="" type="checkbox"/>
	b10	- GRAISSAGE DES ROULEMENTS DU MOTO-VENTILATEUR-----	-----						<input checked="" type="checkbox"/>
	b11	GRAISSAGE DES ROULEMENTS DU L'AUTO-REGULATEUR-----	-----						<input checked="" type="checkbox"/>

**PLANNING D'ENTRETIEN PREVENTIF
FILATURE OPEN-END**

PPF/04

ANNEE 2016

MACHINE	CODE	OPERATIONS	PERIODICITE	QUOT	HEBD	BIM	MENS	TRIM	SEM	AN
				-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
ROTORSPINNER	C1	-NETTOYAGE DE LA MACHINE ET CONTROLE DES ORGANES TOURNANTS	-----	■						
	C2	-GRAISSAGE DE LA POULIE D'ECARTEMENT -----	-----	■						
	C3	-GRAISSAGE DES ROULEMENTS DES ORGANES TOURNANTS (se referer aux instructions du constructeur) -----	-----						■	
	C4	-GRAISSAGE DES PALIERS DES ROTORS -----	-----							■
	C5	-GRAISSAGE DES PALIERS DU VENTILATEUR D'ASPIRATION -----	-----				■			
	C6	-VIDANGE ET REMPLISSAGE DE LA BOITE DE COMMANDE DU GUIDE-FIL -	-----							
	C7	-GRAISSAGE DES ROULEMENTS DES MOTEURS DU BRISEUR , DES ROTORS D'ALIMENTATION ET DU VENTILATEUR D'ASPIRATION -----	-----							■
	C8	-GRAISSAGE DES TIGES FILETEES DES GLISSEURS DU MOTEUR -----	-----		■					
	C9	-GRAISSAGE DE LA CHAINE DE CHANGEMENT DU GUIDE-FIL -----	-----		■					
	C10	-GRAISSAGE DES PALIERS EN POLYAMIDE DES TRINGLES DU GUIDE-FIL --	-----	■						

PLANNING D'ENTRETIEN PREVENTIF
TISSAGE
PPT/ 01

ANNEE 2016

MACHINE	CODE	OPERATIONS	PERIODICITE	QUOT	HEBD	BIM	MENS	TRIM	SEM	AN
METIER A TISSER JACQUARD SM93	a1	- CONTROLE DES PINCES ; RUBANS ; ET DES PATINS OUVER-PINCE-----	-----	-----	-----	-----	■			
	a2	CONTROLE DU NIVEAU D'HUILE A L'INTERIEUR DE LA PRESENTATRICE--	-----	-----	-----	-----	■			
	b1	LUBRIFICATION DES GUIDES-CADRES LATERAUX (RATIERE)-----	-----	-----	-----	-----	■			
	b2	CONTROLE DU NIVEAU D'HUILE DES METIERS -----	-----	-----	-----	-----	■			
	b3	NETTOYAGE DES DIODES DU SELECTEUR -----	-----	-----	-----	-----	■			
	b4	CONTROLE DU JEU DE L'ENGRENAGE DE COMMANDE ET GRAISSAGE-----	-----	-----	-----	-----	■			
	b5	LUBRIFICATION DE LA TIRANTERIE DE LA RATIERE -----	-----	-----	-----	-----	■			
	b6	CONTROLE DE L'USURE DES CROCHETS DU GUIDE-RUBAN-----	-----	-----	-----	-----	■			
	b7	CONTROLE DES CONDITIONS DE COUPE DES COUTEAUX LATERAUX-----	-----	-----	-----	-----	■			
	b8	LUBRIFICATION DU DISPOSITIF DE RECHERCHE DE TRAME-----	-----	-----	-----	-----	■			
	b9	CONTROLE DE L'USURE DES TROUS D'ENTRAINEMENT DU PAPIER DU SELECTEUR-----	-----	-----	-----	-----	■			
	b10	GRAISSAGE MANUEL(indique auparagraphe 61tsd-52)-----	-----	-----	-----	-----	■			
	b11	CONTROLE DE L'ETAT DES AIGUILLES ET LA LIBRE ROTATION DES DES PETITES ROUES DU TEMPLET-----	-----	-----	-----	-----	■			
	C1	CONTROLE DE L'ENTREFER DU FREIN-EMBRAYAGE ET NETTOYAGE-----	-----	-----	-----	-----	■			
	C2	CONTROLE DES DENTS D'ENTRAINEMENT DU DESSIN DU SELECTEUR de La RATIERE -----	-----	-----	-----	-----	■			
	d1	-CONTROLE DES COURROIES TRAPEZOÏDALES DU MOTEUR -----	-----	-----	-----	-----	-----	■		
	d2	-CONTROLE S'IL Y A USURE DANS LE DEROULEUR DE CHAINE ET SON NETTOYAGE -----	-----	-----	-----	-----	-----	■		
	d3	-CONTROLE DE L'USURE DE LA COURROIE DE COMMANDE DE LA PRESENTATRICE -----	-----	-----	-----	-----	-----	■		
	d4	-CONTROLE DE L'USURE DE LA COURROIE DE COMMANDE DU REGULATEUR DE TISSU DU SELECTEUR ET DU VARIATEUR DE DENSITE ---	-----	-----	-----	-----	-----	■		
	d5	-CONTROLE DE L'ETAT DES ENGRENAGES EXTERNES DU REGULATEUR DE TISSU -----	-----	-----	-----	-----	-----	■		

PLANNING D'ENTRETIEN PREVENTIF

TISSAGE

PPT/ 01

ANNEE 2016

MACHINE	CODE	OPERATIONS	PERIODICITE	HEBD	BIM	MENS	TRIM	SEM	AN
METIER A TISSEUR SM93	d6	-CONTROLE DE L'ETAT DES REVETEMENTS DES CYLINDRES DE L'ENROULEUR DE TISSU-----							<input checked="" type="checkbox"/>
	d7	-CONTROLE DE LA TENSION DE LA CHAINE DE L'ENROULEUR DE TISSU-----							<input checked="" type="checkbox"/>
	d8	-CONTROLE DES ROULEMENTS DE L'ENSEMBLE DU CONVOYEUR DE LISIERE-----							<input checked="" type="checkbox"/>
	e1	-VIDANGE DE LA BOITE DU JOINT DE CARDAN-----							<input checked="" type="checkbox"/>
	e2	-VIDANGE DU COUPLE CONIQUE-----							<input checked="" type="checkbox"/>
	e3	-CONTROLE DE L'ETAT DES FERRODOS DE L'EMBRAYAGE DE L'ENROULEUR DE TISSU-----							<input checked="" type="checkbox"/>
	e4	-CONTROLE DU GLISSEMENT DES FLASQUES MOBILES DU DEROULEUR DE CHAINE-----							<input checked="" type="checkbox"/>
	e5	-CONTROLE ET VIDANGE DE LA PRESENTATRICE -----							<input checked="" type="checkbox"/>
	e6	-VIDANGE DU VARIATEUR DE TRAME ET CONTROLE DE LA TENSION DE LA CHAINE-----							<input checked="" type="checkbox"/>
	e7	-VIDANGE D'HUILE DU REGULATEUR DE TISSU-----							<input checked="" type="checkbox"/>
	e8	-VIDANGE D'HUILE DU DEROULEUR DE CHAINE-----							<input checked="" type="checkbox"/>
	e9	-VIDANGE D'HUILE DE LA BOITE DE COMMANDE -----							<input checked="" type="checkbox"/>

PLANNING D'ENTRETIEN PREVENTIF

ANNEE 2016

TISSAGE

PPT/ 01

MACHINE	CODE	OPERATIONS	PERIODICITE	HEBD	BIM	MENS	TRIM	SEM	AN
METIER A TISSEUR RATIERE SM93	A1	- VERIFIER LE NIVEAU D'HUILE , LE REAJUSTER SI-NECESSAIRE -----	-----	■					
	B1	ENLEVER LES CAPOTS DE LA RATIERE ET VERIFIER QUE L'AUGET REPARTITEUR DISTRIBUE CORRECTEMENT L'HUILE SUR TOUTES LES CAMES , LES PIGNONS DE COMMANDE ET DEBOUCHER LES TROUS DE L'AUGET SI-NECESSAIRE-----	-----		■				
	B2	- CONTROLE DE LA CREPINE -----	-----	■					
	C1	VERIFIER TOUTES LES ARTICULATIONS DU TIRAGE DE LA RATIERE -----	-----		■				
	D1	EFFECTUER UNE VERIFICATION APPROFONDIE DE L'ETAT DES PIECES DE LA RATIERE-----	-----				-----	-----	-----

PLANNING D'ENTRETIEN PREVENTIF ANNEE 2016

TISSAGE PPT/ 01

MACHINE	CODE	OPERATIONS	PERIODICITE	QUOT	HEB	BIM	MEN	TRI	SEM	AN
JACQUARD	Gj	-GRAISSAGE ET LUBRIFICATION DE LA MECANIQUE JACQUARD -----	-----	----	■					
OURDISSOIR	H1	-VIDANGE DE LA VAPEUR D'EAU CONDENSEE DANS LE COMPRESSEUR	-----	---	■					
	H2	-LUBRIFICATION DE LA VIS DE MOUVEMENT DU CHARIOT PORTE PEIGNE .-----	-----	---	■					
	I	-CONTROLE DE LA TENSION DES CHAINES ET COURROIES -----	-----	-----		■				
	GR	-GRAISSAGE DE LA MACHINE -----	-----	-----	■					
	K1	-VIDANGE ET REMPLISSAGE DES REDUCTEURS -----	-----	-----						■
	K2	-VIDANGE ET REMPLISSAGE DU COMPRESSEUR -----	-----	-----						■
	K3	-VIDANGE ET REMPLISSAGE DES BOITES DES FREINS -----	-----	-----						■
VISITEUSE	J1	-VERIFICATION DU NIVEAU D'HUILE (MOTEUR) -----	-----	-----	■					
	J2	-VIDANGE ET REMPLISSAGE D'HUILE -----	-----	-----						■
NOUEUSE	S1	-NETTOYAGE ET GRAISSAGE DE LA MACHINE -----	-----	-----	■					
	S2	-NETTOYAGE ET GRAISSAGE DU CHARIOT -----	-----	---	■					
COMPRESSEUR	Y1	-NETTOYAGE -----	-----	---	■					
	Y2	-VIDANGE DE LA VAPEUR CONDENSEE -----	-----	---	■					
	Y3	-VERIFICATION D'HUILE -----	-----	---	■					
	P1	-VERIFICATION DES COURROIES DU MOTEUR -----	-----	-----				■		
	Z1	-VIDANGE D'HUILE DU COMPRESSEUR ET REMPLISSAGE -----	-----	---				■		

ANNEE 2016

PLANNING D'ENTRETIEN PREVENTIF

FINITION

PPFN/01

MACHINE	CODE	OPERATIONS	PERIODICITE	QUOT	HEBD	BIM	MEN	TRIM	SEM	AN
MACHINE A COUDRE PFAFF C	VC1 LC1 CC1	- VIDANGE ET REMPLISSAGE D'HUILE DES DEUX RESERVOIRS (chariot et mécanisme de tête).----- -LUBRIFICATION DU CHARIOT .----- -CONTROLE ET VERIFICATION DES ROULEMENTS ET DES COURROIES CRANTEES .-----	----- ----- -----							
COMPRESSEUR S	VS1 VS2	-VIDANGE ET REMPLISSAGE D'HUILE .----- -VIDANGE D'EAU ET NETTOYAGE .-----	----- -----							
INSTALLATION DE DEPOUSSIERRAGE D	GD1	-GRAISSAGE DES PALIERS DE ROULEMENTS .-----	-----	-----	----- -	-----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----

PLANNING D'ENTRETIEN PREVENTIF

ANNEE 2016

TISSAGE-FINISSAGE

PARTIE ELECTRIQUE

PLANNING D'ENTRETIEN PREVENTIF

ANNEE 2016

CHAUFFERIE PPCH/01

MACHINES	CODE	ORGANES	PERIODICITES	QUO	HEB	BIM	MEN	TRI	SEM	AN
CHAUDIERE STANDARD-FASEL	Wa	- PURGER LES INDICATEURS DE NIVEAU D'EAU-----		■						
	Wb	- PURGER LE REGULATEUR DE NIVEAU A FLOTTEUR-----		■						
	Wc	- EFFECTUER UNE OU PLUSIEURS PURGES DE DECONCENTRATION DE L'EAU DE CHAUDIERE EN FONCTION DE LA QUALITE DE L'EAU ANALYSEE (SI LA SALINITE AUGMENTE , REPETER LES PURGES).-----								
	Wd	- CONTRÔLER LA SECURITE DE MANQUE D'EAU ELECTRODES.-----		■						
	We	- CONTRÔLER LE FONCTIONNEMENT DU BOÎTIER DE SECURITE DU BRÛLEUR-----		■						
	Wf	- CONTRÔLER LA PROPRETE DE LA CELLULE PHOTO-ELECTRIQUE DU BRÛLEUR-----		■						
	Wg	- CONTRÔLER L'ETANCHEITE DES BRIDES , PRESSE - ETOUPE, TROU-D'HOMME,TROU DE VISITE, DE LA CHAUDIERE.-----		■						
	Wh	- CONTRÔLER LES PARAMETRES DU COMBUSTIBLE NECESSAIRES POUR UNE COMBUSTION CORRECTE-----		■						
	Wi	- CONTRÔLER LES QUALITES D'EAU D' ALIMENTATION ET DE CHAUDIERE,QUI DOIVENT ÊTRE EN CONFORMITE AVEC LES CARACTERISTIQUES DEMANDEES (DURETE T.H ,VALEUR P.H,TENEUR EN OXYGENE,T.A.C,TENEUR EN PHOSPHATE, TENEUR EN SILICE ETC)-----			■					
	Wj	-CONTRÔLE DU BON FONCTIONNEMENT DES MANOSTATS			■					
	Wk	- CONTRÔLE DU BON FONCTIONNEMENT DES POMPES ALIMENTAIRES-----			■					
	WI	- CONTRÔLE DU BON FONCTIONNEMENT DU PROGRAM- MATEUR-----			■					

Résumé

L'objectif de ce mémoire consiste dans un premier temps à développer et à instaurer une nouvelle vision sur la pratique du management et les techniques de la maintenance qui peuvent aider l'entreprise à être plus compétitive et d'explorer dans un deuxième lieu les méthodes et pratiques qui permettent d'optimiser davantage cette fonction.

L'expérience d'une entreprise Algérienne dans le domaine est présentée dans ce travail.

Mots clés :

Maintenance-Management-Qualité-Optimisation-Compétitivité

Abstract

The objective of this memory consists in the first time to develop and establish a new vision on the practice of management and technic of the maintenance, which can help the factory to be more competitive and to explore in the second point the methods is practices that permit to optimize more this function.

The experience of an Algerian factory in the field and presented in this work.

Key word:

Maintenance-Management-Quality-Optimization-competitivness.

ملخص

الهدف من هذه المذكرة في المقام الاول هو بناء رؤية جديدة لممارسة تسبيير وتقنية الصيانة التي يمكنها ان تساعد المؤسسة في تحسين قدراتها التنافسية واستكشاف اساليب و ممارسات لتحسين بكثرة هذه المهمة وهذا الهدف توفره هذه المؤسسة الجزائرية.

الكلمات المفتاحية:

صيانة - تسبيير - جودة - تحسين- منافسة