

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la  
Recherche Scientifique



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
Ecole Nationale Polytechnique

**Ecole Nationale Polytechnique**  
**Département de Génie Industriel**



**Mémoire de Projet de Fin d'Etudes d'Ingénieur**

*Thème :*

**Contribution à l'amélioration de la gestion de la fonction  
maintenance**

**Application : CATEL**

**Les câbleries de Télécommunications d'Algérie**

**Présenté par :**

M. Omar HAROUN

**Dirigé par :**

M. BOUZIANE (ENP)

M. HAZI (CATEL)

***Promotion : juin 2011***

E.N.P 10, avenue Hassen BADI EL-HARRACH, ALGER, 16200

### ملخص:

الهدف من هذا المشروع هو المساهمة في تحسين إدارة وظيفة الصيانة في المؤسسة الجزائرية لكابلات الإتصال (كاتل) عن طريق تشخيص معمق لوظيفة الصيانة و هذا لنتمكن من توضيح نقاط القوة و النقاط الواجب تحسينها لهذه الوظيفة الحيوية. تكملة لهذا التشخيص و بغرض ضمان متابعة فعالية الأداء لهذه المصلحة و زيادة نسبة توافر المعدات، مجموعة من إجراءات التحسين تم إقتراحها.

**الكلمات المفتاحية:** تكاليف الصيانة ، توافر المعدات ، تشخيص ، الصيانة الوقائية ، مؤشرات فعالية الأداء.

### Résumé :

L'objectif de ce projet est de contribuer à l'amélioration de la gestion de la fonction maintenance à CATEL (les Câbleries de Télécommunications d'Algérie).

A travers un diagnostic approfondi de la fonction maintenance, nous avons mis en évidence les points forts et les points à améliorer de cette fonction vitale.

Suite à ce diagnostic et pour assurer le suivi des performances du service et augmenter le taux de disponibilité des équipements, un ensemble d'actions d'amélioration sont proposées.

**Mots clés :** Coûts de la maintenance, disponibilité, diagnostic, maintenance préventive, indicateurs de performance.

### Abstract:

The objective of this project is to contribute to the improvement of the maintenance function management at CATEL (The Telecommunications Cable of Algeria).

Through a detailed diagnosis of the maintenance function, we emphasized the strengths areas and the areas to improve of this vital function.

Following the diagnosis and to monitor service performance and increase the availability rate of equipment, a set improvement actions have been proposed.

**Keywords:** Cost of maintenance, availability, diagnostics, preventive maintenance, performance indicators.

## ***Remerciements***

*Mes remerciements vont à tous ceux qui m'ont aidé à réaliser ce projet notamment monsieur BOUZIANE, monsieur HAZI, monsieur SOUILLAH et tout le personnel de l'entreprise CATEL ainsi que tous nos enseignants du département Génie Industriel.*

## *Dédicaces*

*A la mémoire de mon père, à ma mère*

*à ma grand-mère*

*à mes frères, MNOUAR, SMAIL et MOUSSA*

*à ma sœur SAMIA*

*à toute ma famille*

*à tous mes amis*

*et à tous ceux qui comptent pour moi.*

*Je dédie ce travail*

## Table des Matières

<b>Introduction générale :</b> .....	1
<b>CHAPITRE I : Présentation de l'entreprise &amp; Problématique</b> .....	2
1. Présentation de l'entreprise .....	3
1.1 Situation.....	3
1.2 Historique et état des lieux .....	3
1.3 Chronologie de création.....	4
1.4 Fiche technique de l'entreprise.....	5
1.5 Organisation générale de l'entreprise .....	5
1.6 Profil de l'entreprise .....	5
1.7 Démarche qualité .....	6
1.8 Gammes de produits .....	6
1.9 Les clients de CATEL .....	6
2. Positionnement du problème .....	7
<b>CHAPITRE II : La maintenance: Principaux Concepts</b> .....	8
1. La fonction maintenance .....	9
1.1 Définition de la maintenance .....	9
1.2 Objectifs de la maintenance.....	9
2. La maintenance dans l'entreprise .....	10
2.1 Les domaines d'action de la maintenance .....	11
2.2 Le management de la maintenance.....	11
2.2.1 Définition du management de la maintenance .....	11
2.2.2 Le rôle de management de maintenance .....	11
2.3 Méthodologie de maintenance.....	12
2.3.1 Maintenance corrective .....	13
2.3.2 Maintenance préventive .....	14
2.3.3 Périodicité de la maintenance préventive .....	16
3. Rôle de la maintenance des équipements industriels .....	16
4. Diagnostic de la fonction maintenance .....	17
4.1 La démarche de diagnostic .....	17
4.2 Diagnostic de service maintenance.....	18

<b>CHAPITRE III : Etude de l'existant : Etude de la fonction maintenance chez CATEL ...</b>		<b>20</b>
1.	Analyse de la fonction maintenance.....	21
1.1	Organisation générale .....	21
1.2	Etude des postes de travail.....	23
1.3	Etude des documents .....	25
1.4	Etude des procédures et flux d'information .....	27
1.5	Codification .....	33
1.5.1	Les équipements .....	33
1.5.2	Les pièces de rechange .....	34
1.5.3	Les documents .....	34
1.6	Magasin de pièces de rechange .....	34
1.7	Indicateurs de qualité .....	35
1.8	Interface maintenance / production .....	37
2.	Etude quantitative.....	39
2.1	Ratio de productivité global .....	39
2.2	Etude quantitative par ateliers .....	40
2.2.1	Les heures programmées .....	40
2.2.2	Les arrêts production .....	41
2.2.3	Les arrêts maintenance .....	42
2.2.4	Le nombre de panne .....	43
2.3	Analyse par corps de métier .....	44
3.	Evaluation de la criticité des équipements de l'isolation .....	45
3.1	Critères de classification.....	45
3.2	Evaluation de la criticité .....	47
3.3	Analyse des composants .....	50
4.	Conclusion de l'analyse .....	51
5.	Evaluation globale de la fonction maintenance.....	52
5.1	La démarche utilisée .....	52
5.2	Déroulement de la démarche .....	53
5.2.1	Le questionnaire .....	53
5.2.2	Analyse des résultats .....	54
5.2.3	Construction de la matrice de classement et de positionnement .....	55
5.2.4	Choix des axes prioritaires .....	56
5.3	Les points d'amélioration .....	59

<b>CHAPITRE IV : Plan d'action pour l'amélioration de la fonction maintenance</b> .....	61
1. Volet I : Les coûts de la maintenance.....	62
1.1 Les charges de l'entreprise .....	62
1.2 Les coûts relatifs à la fonction maintenance.....	63
1.2.1 Impotence de l'analyse des coûts .....	63
1.2.2 Estimation des coûts de la maintenance .....	63
1.2.3 Les coûts de maintenance.....	64
2. Volet II : renforcement du Tableau de bord maintenance.....	68
2.1 Rôle des indicateurs.....	69
2.2 Le choix des indicateurs .....	69
2.3 Composition des ratios .....	70
2.4 Classification des indicateurs .....	70
2.5 Exemples de ratios normalisés .....	70
2.5.1 Les ratios économiques .....	70
2.5.2 Les ratios techniques .....	71
2.6 Le tableau de bord de CATEL.....	72
2.6.1 La collecte des données.....	72
2.7 Les indicateurs de performance .....	73
2.7.1 Système actuel de l'entreprise.....	73
2.7.2 Le choix des indicateurs .....	73
3. Volet III : Codification .....	75
4. Volet IV : Criticité des équipements .....	78
5. Volet V : Procédure de maintenance corrective.....	79
6. Volet VI : Ordonancement des opérations de maintenance .....	80
7. Volet VII : L'auto-maintenance .....	83
8. Volet VIII : Gestion de PDR .....	84
9. Volet IX : Les ressources humaines .....	86
10. Volet X : Amélioration de la sous-traitance.....	87
<b>Conclusion générale</b> .....	89
<b>Bibliographie</b> .....	91
<b>Annexes</b> .....	93

## Liste des figures

<b>Figure II.1</b> : Modèle entrée-sortie de la maintenance dans l'entreprise.....	10
<b>Figure II.2</b> : Principaux domaines d'action de la fonction maintenance .....	11
<b>Figure II.3</b> : Rôle de la maintenance dans la maximisation du profit.....	12
<b>Figure II.4</b> : Maintenance Préventive & Maintenance corrective.....	13
<b>Figure II.5</b> : Les étapes de processus de maintenance corrective .....	13
<b>Figure II.6</b> : Relation F.M.D .....	17
<b>Figure III.7</b> : Organigramme générale de l'entreprise.....	21
<b>Figure III.8</b> : Organigramme de la direction technique.....	22
<b>Figure III.9</b> : Actions préventives 2010.....	32
<b>Figure III.10</b> : Cause des écarts .....	32
<b>Figure III.11</b> : Taux de respect de planning d'entretien préventif.....	35
<b>Figure III.12</b> : Taux d'arrêt des équipements de production .....	36
<b>Figure III.13</b> : Comparaison entre les enregistrements de la production et les enregistrements de la maintenance. ....	38
<b>Figure III.14</b> : Comparaison entre les heures programmées pour la production et les heures réalisées. ....	40
<b>Figure III.15</b> : Distribution des heures programmées par ateliers .....	41
<b>Figure III.16</b> : Distribution des arrêts de production sur les ateliers .....	42
<b>Figure III.17</b> : Arrêts techniques par rapport aux arrêts totaux. ....	42
<b>Figure III.18</b> : Distribution des arrêts technique sur les ateliers.....	43
<b>Figure III.19</b> : Evolution de taux d'arrêt technique de l'isolation par rapport au total des arrêts techniques.....	43
<b>Figure III.20</b> : Distribution de nombre de panne sur les ateliers.....	44
<b>Figure III.21</b> : Distribution de nombre de panne selon le type d'intervention. ....	44
<b>Figure III.22</b> : Distribution des arrêts techniques selon le type d'intervention. ....	45
<b>Figure III.23</b> : Répartition de nombre d'intervention.....	48
<b>Figure III.24</b> : Répartition des temps d'arrêts .....	48
<b>Figure III.25</b> : Répartition de criticité technique ( $I_f * I_g$ ) .....	49
<b>Figure III.26</b> : répartition de la criticité totale ( $I_f * I_g * I_e$ ) .....	49
<b>Figure III.27</b> : Boucle de suivi.....	53
<b>Figure III.28</b> : Positionnement en performance du service maintenance .....	54
<b>Figure III.29</b> : Matrice de positionnement.....	55
<b>Figure IV.30</b> : Les coûts généraux de l'entreprise .....	63
<b>Figure IV.31</b> : Représentation graphique du coût de défaillance minimum .....	67
<b>Figure IV.32</b> : Mécanisme de retour d'expérience .....	81
<b>Figure IV.33</b> : Structure d'un graphe de GANT .....	82
<b>Figure IV.34</b> : Politique d'approvisionnement des pièces de rechanges .....	85
<b>Figure IV.35</b> : L'arbre de décision de la sous-traitance.....	89



## Liste des tableaux

<b>Tableau I.1:</b> Quelques dates clés .....	4
<b>Tableau I.2:</b> Fiche technique de CATEL .....	5
<b>Tableau III.3:</b> Description des postes de travail .....	24
<b>Tableau III.4:</b> Tableau des documents utilisés par le service maintenance .....	26
<b>Tableau III.5:</b> Logigramme des procédures d'entretiens .....	28
<b>Tableau III.6:</b> Interventions préventives 2010 .....	31
<b>Tableau III.7:</b> Nomenclature des équipements .....	34
<b>Tableau III.8:</b> Le temps d'attente moyen par intervention .....	38
<b>Tableau III.9:</b> Ratio de productivité .....	39
<b>Tableau III.10 :</b> Les temps de production programmés par atelier .....	40
<b>Tableau III.11 :</b> Les arrêts par ateliers .....	41
<b>Tableau III.12 :</b> Nombre de panne par atelier .....	43
<b>Tableau III.13 :</b> La fréquence des pannes : $I_f$ .....	47
<b>Tableau III.14 :</b> La gravité des pannes : $I_g$ .....	47
<b>Tableau III.15 :</b> Le taux de déchet : $I_e$ .....	47
<b>Tableau III.16 :</b> Répartition des temps d'arrêts et de nombre d'intervention par équipement de l'atelier isolation .....	48
<b>Tableau III.17 :</b> Taux de déchet par équipement .....	48
<b>Tableau III.18 :</b> taux de déchets engendrés par les arrêts techniques .....	49
<b>Tableau III.19 :</b> Criticité globale des équipements .....	49
<b>Tableau III.20 :</b> Décomposition en organes de la T4 .....	50
<b>Tableau III.21 :</b> Synthèse de l'évaluation de questionnaire .....	54
<b>Tableau III.22 :</b> Les axes d'amélioration .....	56
<b>Tableau IV.23 :</b> Le tableau de bord .....	69
<b>Tableau IV.24 :</b> Les indicateurs économiques .....	73
<b>Tableau IV.25 :</b> Les indicateurs techniques .....	74
<b>Tableau IV.26 :</b> Codification des équipements .....	77
<b>Tableau IV.27 :</b> Les niveaux d'urgence des interventions .....	79
<b>Tableau IV.28 :</b> Analyse de retour d'expérience .....	81
<b>Tableau IV.29 :</b> Démarche d'implantation de l'auto-maintenance .....	83
<b>Tableau IV.30 :</b> Plan d'action pour améliorer la gestion de PDR .....	84
<b>Tableau IV.31 :</b> Axes d'amélioration des compétences .....	86

## Liste des abréviations

<b>AMDEC</b>	: Analyse des modes de défaillance et de leurs effets et de leurs criticités.
<b>AFNOR</b>	: Association de normalisation française.
<b>BMC</b>	: Bon de mise en consommation.
$C_c$	: Dépenses de consommables.
$C_e$	: Dépenses externalisés.
$C_f$	: Dépenses fixes de service maintenance.
$C_{mo}$	: Dépenses de la main-d'œuvre.
<b>Cp</b>	: Coût liée aux pertes production.
<b>DA</b>	: Demande d'achat.
$D_M$	: Dépense de la maintenance.
<b>DT</b>	: Demande de travail.
$I_c$	: Indice de criticité.
$I_e$	: Indicateur économique.
$I_f$	: Indice de fréquence.
<b>IP</b>	: Indicateurs de performance.
<b>IQ</b>	: Indicateur de qualité.
<b>LTT</b>	: Lignes Télégraphiques & Téléphoniques.
<b>MBF</b>	: Maintenance basée sur la fiabilité.
<b>MDT</b>	: Temps de disponibilité.
<b>MTTR</b>	: Moyenne des temps de réparation.
<b>OT</b>	: Ordre de travail.
<b>PDR</b>	: Pièces de rechanges.
<b>TPM</b>	: Total Productive Maintenance.
<b>TRS</b>	: Taux de rendement synthétique.
<b>TTR</b>	: Temps technique de réparation.

### **Introduction générale :**

La volonté de CATEL de maintenir sa place de leader sur le marché Algérien lui a permis d'adopter une politique d'innovation à travers l'installation d'un nouvel atelier de câbles spéciaux, d'une part, et de se lancer dans une démarche d'amélioration et de perfectionnement de son organisation actuelle, d'autre part. Pour cela et sous la demande de l'entreprise, deux projets de fin d'étude sont effectués afin de contribuer à l'amélioration de la productivité du processus de fabrication de l'entreprise.

L'idée de ce projet s'inscrit dans une démarche d'amélioration des procédures de travail de la fonction maintenance. Son objectif est d'offrir aux responsables de la maintenance à CATEL des méthodes qui les aideront à prendre des décisions de gestion à travers la mise en place d'indicateurs de performance et de fiches de suivi des travaux de maintenance. Le but est d'améliorer la productivité de l'installation industrielle et de passer d'un entretien dit « centre de coût » à une maintenance dite « centre de profit ».

Nous avons hiérarchisé ce travail comme suit :

**Le premier chapitre** portera sur la présentation de l'entreprise CATEL. Ceci nous permettra de cerner l'environnement dans lequel évolue le projet. C'est aussi dans ce chapitre que la problématique de notre étude est posée ;

**Le deuxième chapitre** présente des concepts liés au management de la maintenance; on y retrouve des notions relatives à la gestion de la fonction maintenance, d'une part, et à la démarche de diagnostic et la méthodologie utilisée, d'autre part ;

Une étude de l'existant et une évaluation globale du service à travers le questionnaire dont le but est de déterminer les points forts et les points à améliorer du service maintenance feront l'objet **du troisième chapitre;**

**Le quatrième chapitre** constitue le volet d'amélioration ; un ensemble d'action d'amélioration sont proposées.

Ces chapitres sont suivis d'une conclusion générale qui porte une synthèse de ce projet.

# ***CHAPITRE I : Présentation de l'entreprise & Problématique***

## **Introduction**

Dans ce premier chapitre, nous allons présenter l'entreprise CATEL, son mode de fonctionnement, sa position sur le marché algérien et ses gammes de produit, et nous allons expliquer par la suite la problématique traitée dans ce mémoire.

### **1. Présentation de l'entreprise**

#### **1.1 Situation**

Les Câbleries de Télécommunication d'Algérie « CATEL » est situé à une quinzaine de km à l'Est d'Alger, dans la zone industrielle de Oued Smar. Elle s'étend sur une superficie de 37.657m<sup>2</sup>. (Annexe I.1)

#### **1.2 Historique et état des lieux**

L'usine a été créé en 1928 sur décision de la société française « Lignes Télégraphiques & Téléphoniques » de France. Sa nationalisation par l'état algérien est intervenue en 1968. Depuis, elle a été rattachée à la SN METAL et puis en 1969 à la SONELEC.

L'entreprise nationale des industries du câble ENICAB a rattaché en 1983 les activités de l'Ex LTT et a donné naissance, après sa restructuration en 1977, à la société CATEL qui a pour principal activité : Le tréfilage, la production et la commercialisation des Câbles de Télécommunications en cuivre. Elle a créé en 2005 en partenariat avec le Holding MATELEC Sal, la société CATEL FIBROPTIC, spécialisée dans la production et la commercialisation des câbles à fibres optique.

En 2007, elle a ouvert son capital au même Holding qui actuellement en détient 60%. Les 40% des actions restantes sont détenues par la SGP Cabeleq. Le capital actuel de CATEL est de 1.002.800.000 DA soit approximativement 10.000.000 € et celui de CATEL FIBROPTIC est de 250.000.000 DA soit approximativement 2.493.000 €.

La gamme de produits de CATEL est variée allant des câbles de télécommunications aux câbles de signalisation en passant par les aériens, les câbles résistants aux feu, les câbles d'instrumentation...

### 1.3 Chronologie de création

*Tableau I.1: Quelques dates clés*

1928	Création de l'unité câblerie téléphonique de Oued Smar par la société française « Lignes Télégraphiques et Téléphoniques Nord Africaines » période coloniale.
1929	Construction du premier câble téléphonique souterrain d'Afrique du Nord entre Oran, Alger et Constantine. L'effectif de l'usine étant de 1500 travailleurs.
1933	Périodes difficiles pour LTT engendrées par la grande crise mondiale. L'effectif est passé de 1500 à 800 en 1950 puis passé à 350 en 1965, après le recouvrement de l'indépendance en Algérie.
1968	Nationalisation de l'usine par le gouvernement Algérien mettant un point final à la présence industrielle de LTT en Afrique de Nord et rattachement de l'unité à la société nationale SN METAL.
1969	Transfert de l'usine de la SN METAL à la société nationale SONELEC.
1983	Restructuration organique de la SONELEC et naissance de l'entreprise UNICAB.
1989	ENICAB accède à l'autonomie et devient une EPE (Entreprise Publique Economique).
1998	Restructuration par scission de l'ENICAB et naissance de de trois société dotées de statue de SPA dont CATEL au capital de 50MDA.
2003	Notification par le CNCI du plan de mise à niveau. Obtention de la certification à la norme ISO 9001 version 2000.
2004	Augmentation du capital social de l'entreprise qui passe de 50MDA à 180MDA.
2005	Création d'une joint-venture avec le Holding MATELEC Sal, pour la production de câbles à fibres optiques.
2007	Juillet : Augmentation du capital social de l'entreprise qui passe de 180MDA à 367MDA. Décembre : Augmentation du capital social de l'entreprise pour atteindre 1.002MDA. Reconduction de la certification à la norme ISO 9001 version 2000.
2009	Certification du câble de signalisation ZPAU par SGS Qualitest.
2010	Certification de CATAL à la norme ISO 9001 version 2008. Certification des câbles de télécommunications à conducteur en cuivre et à fibre optique par LABEL Qualité France.
2011	Reconduction de la certification de CATEL à la norme ISO 9001 version 2008 Engagement de l'entreprise dans la certification SME 14001.

## 1.4 Fiche technique de l'entreprise

*Tableau I.2: Fiche technique de CATEL.*

Raison social	Les câbleries de télécommunications d'Algérie "CATEL".
Activité principale	Fabrication et commercialisation de câbles de télécommunication.
Statut juridique	Société par action « SPA »
Capital social	1.002.800.000 DA
Effectif	330
Superficie de l'entreprise	37.657m <sup>2</sup>
Certification	ISO 9001 version 2000 (obtention en 2003, reconduction en 2007) ISO 9001 version 2008 (obtention en 2010, reconduction en 2011)

## 1.5 Organisation générale de l'entreprise

« CATEL » est composé d'une direction générale sous la tutelle du président directeur général du groupe, assistée par le secrétariat, un assistant juridique, un responsable management qualité et le service contrôle de gestion et audit interne. Cette direction générale comprend cinq (07) directions (**site1**):

- Direction des études du contrôle et de développement.
- Direction de la production.
- Direction technique.
- Direction marketing et commerciale.
- Direction approvisionnement.
- Direction de l'administration et des RH.
- Direction finances et comptabilité.

## 1.6 Profil de l'entreprise

Armée d'une longue expérience dans le métier du câble, CATEL est la référence nationale dans la production de câble de télécommunication.

L'entreprise offre, par le biais de sa filiale CATEL FIBROPTIC, des câbles à fibre optique de haute qualité et réalisés selon les normes CEI et les recommandations UIT-T.

CATEL a pour objet :

- La recherche, le développement et la production des câbles de télécommunications et des accessoires de raccordements ;
- La latitude d'engager toute opération commerciale, financière, industrielle et mobilière liée à son objet.

### **1.7 Démarche qualité**

Convaincue que la qualité est plus qu'un concept mais une valeur commune, CATEL s'est engagée à déployer tous les moyens humains, matériels, technologiques et organisationnels pour la promotion des valeurs de l'entreprise et le perfectionnement du système de Management de la Qualité.

CATEL est certifiée ISO 9001 Version 2000 depuis 2003 et considère que la qualité est une exigence de pérennité et un devoir à l'égard de ses partenaires.

### **1.8 Gammes de produits [CAT.2011]**

La société « CATEL » insiste sur la diversification de ses produits, elle a tout au long de son existence œuvrée pour la création et la commercialisation de nouveaux produits qui sont répartis selon quatre segments comme suite (Annexe I.2):

### **1.9 Les clients de CATEL**

Le portefeuille clients de la société CATEL est constitué principalement d'Algérie Télécom, d'institutions de l'Etat, ESTEL (Filiale SNTF/Siemens Rail) et de la SONATRACH. Il englobe également plusieurs clients nationaux et étrangers, citons entre autres: INFRATELE, RETELEM, THALES, MARTEC, SNEF, Global Telecom System, Filphone, Beta Télécommunications et autres.



## 2. Positionnement du problème

Actuellement en Algérie, le secteur des télécommunications est considéré comme le deuxième secteur stratégique après les hydrocarbures vu l'importance des investissements dans le domaine des N-TIC.

CATEL est un acteur majeur dans la fourniture des câbles de télécommunications et des câbles spéciaux sur le marché algérien, ses partenaires sont répartis sur des secteurs stratégiques (l'armée, les télécommunications, le transport,...). Elle les accompagne dans de grands projets nationaux tels que le projet backbone en fibre optique d'Algérie télécom et le renouvellement de la signalisation des lignes électrifiées et non électrifiées des chemins de fer algériens.

Son plan de développement mobilise d'importants moyens financiers pour le renouvellement et la valorisation de son potentiel de production. Plusieurs nouveaux types de câbles sont prévus d'être produits et particulièrement les câbles pour application spéciale : contrôle et mesure, industrie, pétrochimie, hydraulique...

Le problème de productivité chez CATEL se voit à travers la variété de gammes de produits de l'entreprise (plus de 100 références de câbles). Cette variété traduit la complexité qui caractérise le système de production de l'entreprise.

Pour faire face à cette complexité, CATEL doit maîtriser les performances de son outil de production en optimisant les coûts et les délais du processus de production.

Dans cette optique, CATEL s'est lancée dans un programme d'amélioration continue, notamment par le biais d'une certification à la norme ISO 9001 version 2008.

Afin d'assurer un produit de qualité associé aux meilleurs délais et coûts de production, la disponibilité des équipements de production est devenu d'un enjeu crucial pour CATEL.

L'entreprise nous sollicite dans le cadre de ce projet pour **contribuer à l'amélioration de son service maintenance en effectuant un diagnostic de toute la fonction et arriver à identifier les actions d'amélioration appropriées.**

***CHAPITRE II : La maintenance:  
Principaux Concepts***

## Introduction

Dans ce chapitre, nous allons voir la pratique de la maintenance, à travers les définitions et l'explication des concepts liés au management de la maintenance.

La démarche de diagnostic sera traitée par la suite.

### 1. La fonction maintenance

#### 1.1 Définition de la maintenance

La maintenance est « *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* » (norme NF X60-010).

Maintenir, c'est effectuer des opérations (dépannage, graissage, visite, réparation, amélioration, etc.) qui permettent de conserver le potentiel du matériel pour assurer la continuité et la qualité de la production.

- "*maintenir*" contient la notion de "prévention" sur un système en fonctionnement ;
- "*rétablir*" contient la notion de "correction" consécutive à une perte de fonction ;
- "*état*" ou "*conditions données*" implique la prédétermination d'objectifs à atteindre, avec quantification des niveaux caractéristiques. (Goundiam.2009)

La définition AFNOR "*oublie*" l'aspect économique, lacune comblée dans le document d'introduction X 60 - 000 : « *bien maintenir, c'est assurer ces opérations au coût global optimal* » Depuis 2001, la norme AFNOR NF X 60 – 010 a été remplacée par une nouvelle définition, désormais européenne (NF EN 13 306 X 60 – 319) ; « *ensemble de toutes action techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise* ».

#### 1.2 Objectifs de la maintenance (Priel.2005)

Ce sont les buts fixés et acceptés pour les activités de maintenance.

Ces buts peuvent comprendre par exemple la disponibilité, les coûts, la qualité du produit, la protection de l'environnement, la sécurité, ... Ils doivent être exprimés à l'aide d'indicateurs permettant la mesure objective de la performance. Ces objectifs peuvent être :

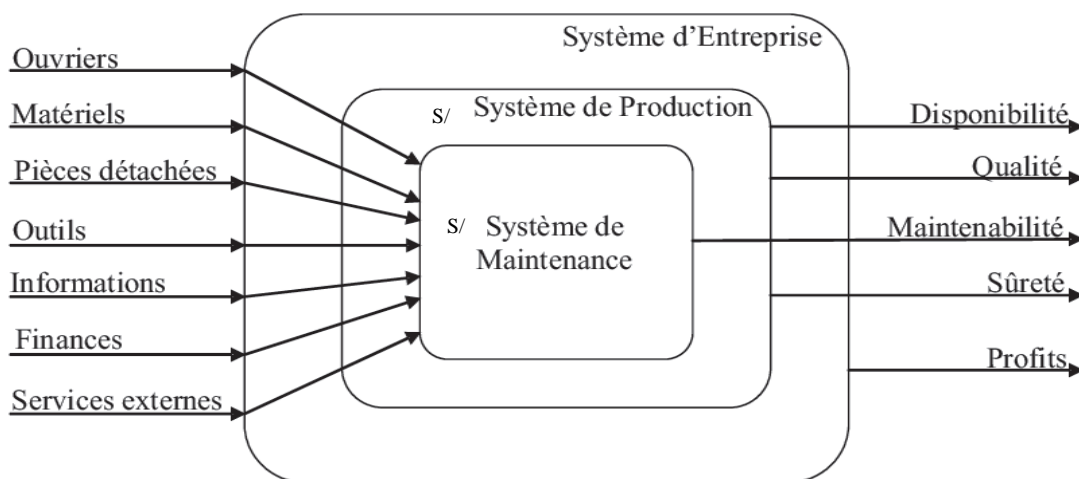
- Maintenir et améliorer la qualité des produits fabriqués ;
- Assurer, par une disponibilité élevée, une production maximale des équipements;
- En cas de défaillance, assurer une grande rapidité d'intervention ;

- Améliorer les conditions de travail et la sécurité des installations ;
- Réduire les coûts des incidents de fonctionnement ;
- Minimiser l'ensemble des coûts d'intervention ;
- La mise en place de ces objectifs nécessite une bonne organisation du service maintenance.

Les bénéfices que permet obtenir un bon service maintenance peuvent être classés dans les groupes suivants : bénéfices financiers, avantages du point de vue de l'organisation, avantages technique, considérations humaines et relations avec les clients.

## 2. La maintenance dans l'entreprise

La maintenance au départ était exclusivement de la réparation (maintenance curative), et qui a évolué de façon drastique et les pratiques sont actuellement très diversifiées dans l'entreprise. La maintenance constitue actuellement une partie toute entière de l'entreprise avec des besoins (pour sa réalisation) et des retombées (résultats attendus). Ainsi, la maintenance au sein de l'entreprise se retrouve comme sur la figure II.1. (Tsang,2002)



**Figure II.1 :** Modèle entrée-sortie de la maintenance dans l'entreprise

Cette Figure montre que la manière de fonctionnement du processus de maintenance influencera sur le système de production en termes de disponibilité, volume, qualité et coût de production, aussi bien qu'en termes de sûreté de fonctionnement. Ceux-ci, à leur tour détermineront la rentabilité de l'entreprise. Cependant, ce modèle a négligé le rôle de la maintenance dans la sauvegarde de l'environnement, bien qu'il est de la responsabilité de toute organisation de maintenance, de veiller à améliorer la performance (disponibilité, productivité, etc.) du processus productif, assurer la sécurité des biens et des utilisateurs qui sont en contact avec ce processus,

conserver la durabilité de son bon état de fonctionnement et assurer une propreté irréprochable de son environnement. Cette mission est confiée au management de la maintenance.

## 2.1 Les domaines d'action de la maintenance (Boland et poschan.1982)

Les activités rentrant dans le cadre de la maintenance sont au moins aussi diverses que les pratiques, les implications de la fonction maintenance peuvent être regroupées comme sur la figure II.2 qui est très explicite en regard des activités relatives à ce domaine.

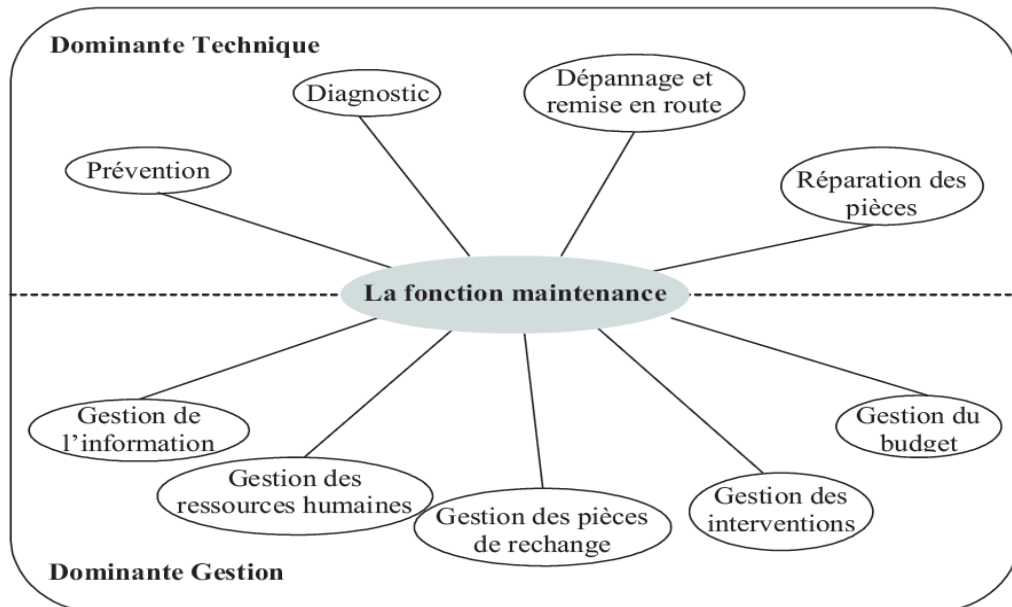


Figure II.2 : Principaux domaines d'action de la fonction maintenance

## 2.2 Le management de la maintenance

### 2.2.1 Définition du management de la maintenance

La norme européenne EN 13306 de la terminologie de maintenance définit le management de maintenance comme étant :

*"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 et le contrôle de la maintenance, l'amélioration des méthodes dans l'entreprise y compris dans les aspects économiques"* (AFNOR, 2001)

### 2.2.2 Le rôle de management de maintenance

L'importance du management de maintenance pour la survie de l'entreprise, est stratégique étant donné qu'il est directement lié à la rentabilité de l'entreprise, à travers le résultat et le coût de fonctionnement d'équipement dont la fiabilité et la disponibilité sont extrêmement cruciales. En

effet, un management efficace de la maintenance peut augmenter la performance d'équipement et la capacité de l'usine, qui peuvent à leur tour augmenter le volume des ventes et le revenu et ainsi maximiser le profit et offrir un avantage compétitif à l'entreprise. Cette relation entre la maintenance et le profit de l'entreprise est illustrée par la Figure II.3.

Cette Figure montre qu'une maintenance réussie réduit les coûts de production et augmente le revenu. La réduction du coût de production est assurée par la diminution du coût direct et du coût indirect de la maintenance. Le coût direct de maintenance est réduit par l'augmentation de la vie utile des équipements et par la réduction du coût de main d'œuvre, des matières, des pièces de rechange, de l'énergie et des services externes utilisés pour réaliser les différentes tâches de maintenance. Le coût indirect de la maintenance, est réduit par la diminution du temps d'arrêt imprévu des équipements, ce qui aura pour résultat, l'augmentation du temps productif et ainsi du volume de production. En conséquence, le profit augmentera avec la diminution des coûts de maintenance et l'augmentation des volumes de production.

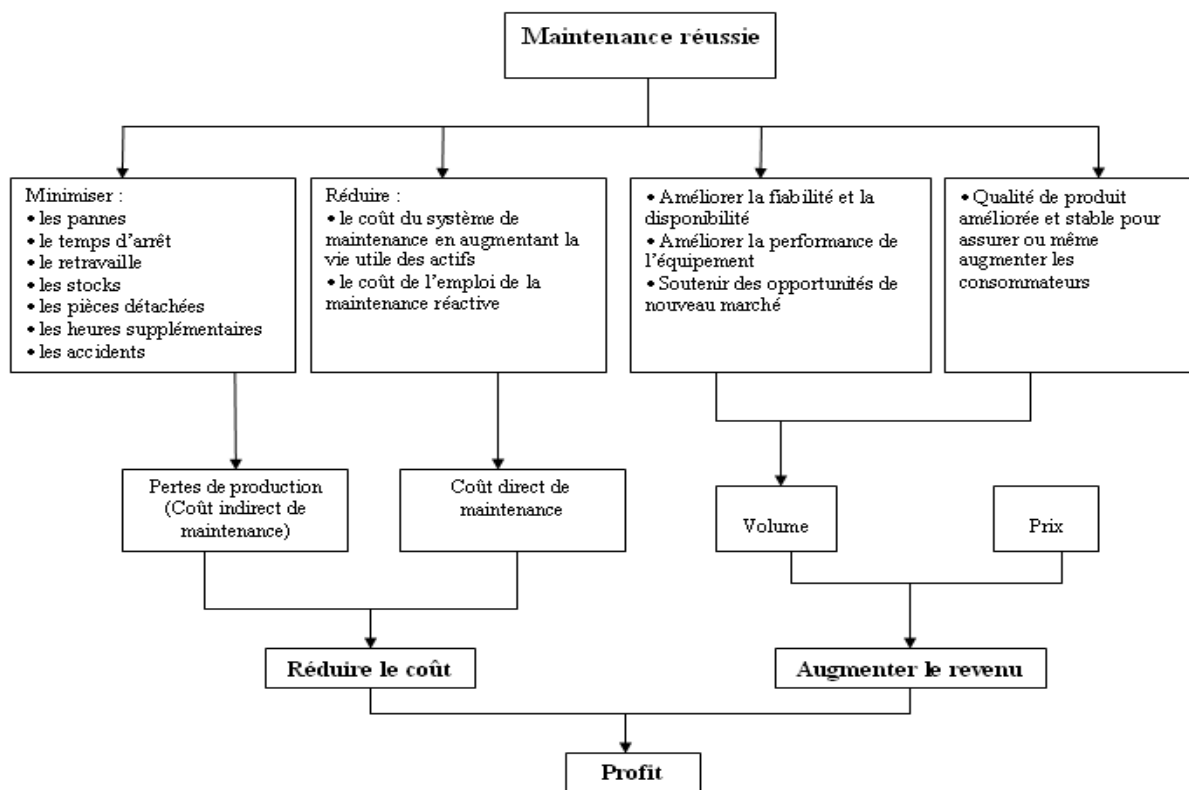


Figure II.3 : Rôle de la maintenance dans la maximisation du profit

### 2.3 Méthodologie de maintenance

Il y a deux approches de base pour la maintenance d'un bien la première est réalisée après la détection d'une panne, c'est la maintenance corrective, la seconde est destinée à être effectuée avant l'occurrence de la défaillance du bien, c'est la maintenance préventive. Dans la norme

européenne EN 13306, nous retrouvons les définitions relatives aux différents types de maintenance. Ces derniers sont présentés dans la Figure II.4.

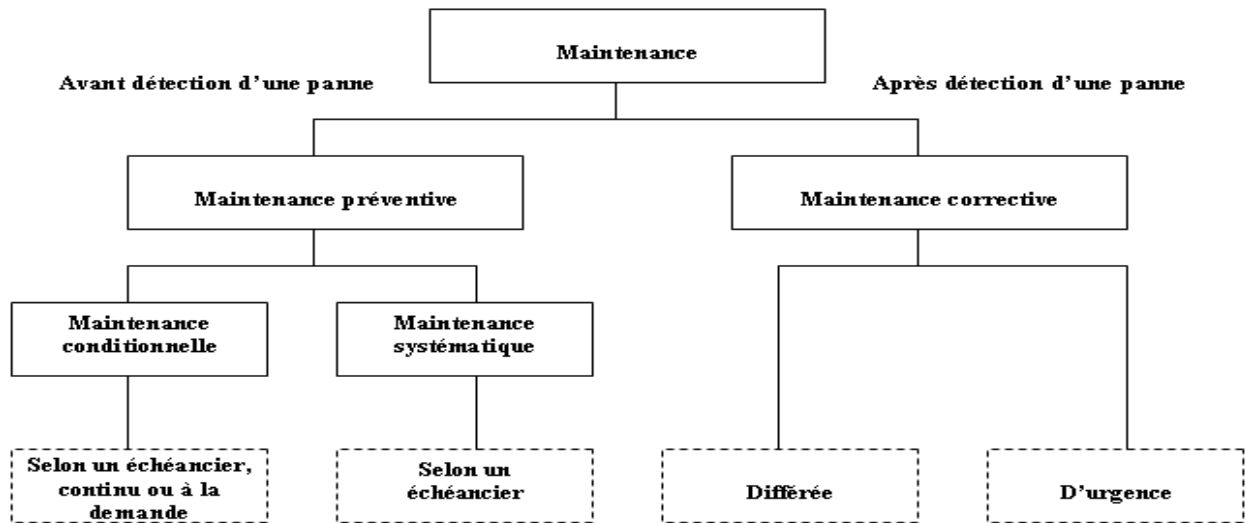


Figure II.4 : Maintenance Préventive & Maintenance corrective

### 2.3.1 Maintenance corrective

La maintenance corrective vise à rétablir le bien considéré dans l'état d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement et/ou partiellement. Elle comprend en particulier

- le diagnostic de la défaillance (détection, localisation, analyse) ;
- l'action corrective ou palliative immédiate (fonction requise totale ou marche dégradée) ;
- l'action corrective différée avec ou sans amélioration ;
- un essai de fonctionnement.

La maintenance corrective est, par définition, imprévisible mais pas forcément imprévue. Le schéma de la Figure II.5 montre les différentes étapes qui constituent le processus de la maintenance corrective. (AFNOR, 2002)

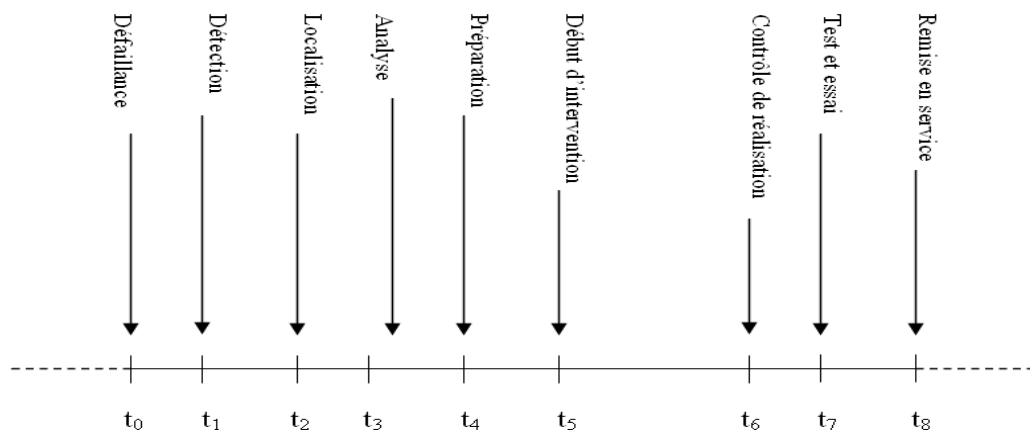


Figure II.5 : Les étapes de processus de maintenance corrective

Cette dernière Figure montre qu'entre le moment de l'occurrence de la défaillance  $T_0$  et le moment du début de l'intervention  $T_5$ , la durée ( $T_5 - T_0$ ) est consacrée au diagnostic (détection, localisation et analyse) et à la préparation pour l'intervention. La minimisation de cette durée est très importante pour améliorer l'efficacité de la maintenance et la productivité.

La maintenance corrective n'est pas forcément celle qui est la moins coûteuse, d'abord parce que, pour une même intervention, elle peut forcer à engager des moyens exceptionnels justifiés par la criticité de la défaillance, d'autre part parce que l'interruption non programmée du service ou de la production, peut avoir des conséquences préjudiciables pour l'entreprise

Donc, la maintenance corrective peut être justifiée quand l'impact de la défaillance est sans importance ou l'investissement dans des mesures préventives, excède les avantages prévus d'une fiabilité améliorée ou d'une disponibilité plus élevée. (AFNOR, 2002).

La norme FD X 60-000 a distingué trois types de maintenance corrective, à savoir :

- **Maintenance corrective "acceptée" :**

La recherche permanente du meilleur rapport, usage/coût, peut conduire à accepter la défaillance d'un équipement avant d'envisager des actions de maintenance. Dans ce cas, seulement la maintenance de routine est assurée sur cet équipement jusqu'à ce qu'il échoue.

- **Maintenance corrective "palliative" :**

Action de maintenance corrective destinée à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou partie d'une fonction requise. Appelée couramment "dépannage", la maintenance palliative est principalement constituée d'actions à caractère provisoire qui doivent être suivies d'actions curatives.

- **Maintenance corrective "curative" :**

Action de maintenance corrective ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifié pour lui permettre d'accomplir une fonction requise. Le résultat des actions réalisées doit présenter un caractère permanent.

### 2.3.2 Maintenance préventive

La maintenance préventive vise à remplacer le bien ou le faire retourner aux bonnes conditions de fonctionnement avant que la défaillance ne se produise. Les formes les plus communes de cette politique sont la maintenance systématique et la maintenance conditionnelle.



- **La maintenance préventive systématique :**

La maintenance préventive systématique s'applique à des mécanismes de dégradation dont l'évolution est globalement connue. Ceci explique qu'elle n'inclut pas d'observation préalable de l'état du bien (AFNOR, 2002).

Il y a deux sortes de maintenance préventive systématique, la première est de type bloc et la seconde, de type âge. La politique de remplacement de type âge suggère de remplacer l'équipement à la panne ou après T unités de temps de bon fonctionnement (par exemple, le changement de l'huile d'une voiture après tous les 4000 Km). La politique de type bloc suggère de remplacer l'équipement après la panne et après une période prédéterminée de temps T, 2T, etc. indépendamment de l'âge et de l'état du composant. Changer l'huile d'une voiture après chaque deux mois est un exemple d'une politique de remplacement de type bloc.

Dans la maintenance systématique, l'action de maintenance est effectuée sur l'article selon un programme qui peut être basé sur l'usage ou sur le temps écoulé, indépendamment de l'état réel de cet article. Ce programme est rarement optimal, puisque il est souvent élaboré sur la base de la recommandation du fournisseur faite avec, le cas échéant, une connaissance locale des conditions réelles d'utilisation, ou de l'expérience antérieure limitée. Les programmes de maintenance préventive qui réduisent au minimum la consommation de ressource ou maximisent la disponibilité, peuvent être déterminés par l'utilisation des modèles quantitatifs de décision. Les paramètres décrits dans ces modèles sont l'information effective comme la distribution du temps jusqu'à défaillance, coûts intermédiaires (inspection, réparation ou remplacement) et la conséquence de la défaillance.

- **La maintenance conditionnelle**

La maintenance conditionnelle ou prévisionnelle représente une démarche d'optimisation de la maintenance préventive systématique. Elle est basée sur la mesure objective des paramètres de dégradation du bien. Elle repose sur l'extrapolation de mesures et courbes de tendance en fonction de l'usage du bien. Les courbes sont issues de mesures successives comparées à celle du retour d'expérience. Pour mieux tenir compte de la dégradation réelle du matériel ou de l'équipement, des mesures périodiques ou continues de paramètres observables et significatifs de l'état de dégradation du bien permettent d'espacer ou de supprimer des tâches répétitives, coûteuses et parfois non justifiées.

Le concept de maintenance conditionnelle suppose que la procédure en trois étapes décrite ci-après soit suivie dans son intégralité et de façon systématique (AFNOR, 2002) :

- Mesures ou observations : Elles doivent être reproductibles dans le temps et réalisées périodiquement ou en continu. Cette condition indispensable peut demander l'usage d'un appareillage approprié (mesureur à poste fixe ou portable).
- Traitement des mesures : C'est la validation et la représentation formalisées des mesures permettant l'analyse.
- Analyse : C'est la réflexion menée en particulier sur un graphe décrivant l'évolution des paramètres relevés. Toute tendance doit trouver son explication et conduire à l'établissement d'un diagnostic. Les interventions de maintenance seront planifiées en fonction de la prévision d'atteinte des seuils prédéterminés par retour d'expérience ou de leur franchissement. Le franchissement du seuil peut être mis en évidence par l'information donnée par un capteur ou par tout autre moyen.

### 2.3.3 Périodicité de la maintenance préventive

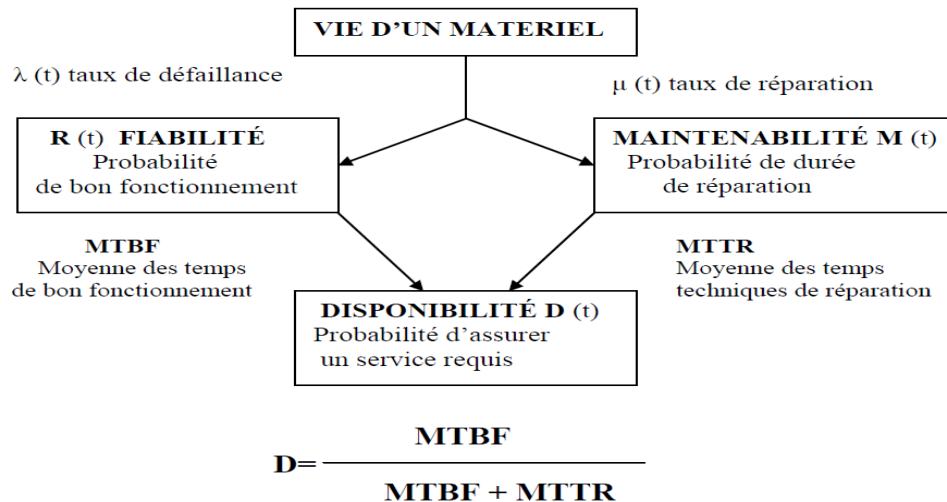
Par principe la visite systématique est déclenchée juste avant l'apparition de la défaillance, la périodicité de la visite est:  $T = k * MTBF$ ,  $k$  coefficient d'optimisation ou paramètre économique. Plus on choisit  $k$  petit, moins il y a de maintenance corrective résiduelle, mais si on intervient plus souvent, on augmente les coûts directs et le gaspillage. On devra définir une politique de maintenance et fixer le seuil de correctif résiduel entre 5% et 10%. (Héng.2002)

## 3. Rôle de la maintenance des équipements industriels

La connaissance du matériel, de ses faiblesses, dégradations et dérives, complétées jour après jour, permet des corrections, des améliorations et, sur le plan économique, des optimisations ayant pour objet de rendre minimal le ratio :

$$\frac{\text{Dépenses de maintenance} + \text{coûts d'arrêts fortuits}}{\text{Service rendu}}$$

Le dernier rôle à jouer par la maintenance est de déterminer le moment économique de cessation du soin à apporter à cette machine, et de participer au choix de son remplacement ; car une machine « meurt » inexorablement, et l'acharnement thérapeutique, même technique, coûte cher.



**Figure II.6 : Relation F.M.D**

Ces trois concepts sont envisagés soit de façon prévisionnelle (avant usage) soit de façon opérationnelle (pendant ou après usage). (Goundiam.2009)

## 4. Diagnostic de la fonction maintenance

Le terme diagnostic vient du mot *diagnosticos* qui signifie apte à discerner.

Le diagnostic est une étape importante dans le processus de résolution d'un problème, son objectif est de définir les causes des symptômes confirmés, donc de déterminer les points faibles et les points forts d'une entreprise, d'une section ou d'une fonction.

Un diagnostic de la fonction maintenance :

- Permet d'engager immédiatement des actions d'amélioration,
- Les points relevés lors de diagnostic portent des informations suffisantes pour remédier les points défaillants.
- Bâtir une véritable stratégie d'amélioration de la fonction maintenance. (Thibaut.1989)

### 4.1 La démarche de diagnostic (Ramdani et Kaita.2004), (Zarezi.2007)

Le diagnostic généralement passe par les 5 étapes suivantes :

- 1<sup>er</sup> étape : Identification de problème :

Les dirigeants de l'entreprise font appel à un diagnostic à chaque fois qu'ils détectent des problèmes qui affectent l'efficacité ou l'efficience de l'entreprise, ces problèmes peuvent être d'ordre productif, financier ou social.

Le diagnostic est utilisé aussi dans les projets de changements et d'amélioration des procédures en place.

- 2<sup>ème</sup> étape : Choix de la méthodologie de diagnostic :

Le choix de la méthodologie se fait selon le type de problème à traiter.

- 3<sup>ème</sup> étape : Collecte des données :

Le diagnostiqueur doit collecter toutes les données qui lui semblent nécessaires.

- 4<sup>ème</sup> étape : Le diagnostic :

Analyse des données et informations permettant de bien identifier l'entreprise. Cette analyse permettra de déceler les sources de dysfonctionnement.

- 5<sup>ème</sup> étape : Recommandations :

L'élaboration d'un rapport final contenant les recommandations et définitions des moyens et méthodes pour remédier aux anomalies.

## 4.2 Diagnostic de service maintenance

*Etape 1 : Identification des problèmes :*

La fonction maintenance pose un certain nombre de dysfonctionnement à savoir :

- La perte de capacité du aux arrêts des équipements
- Le non maitrise des coûts de maintenance
- Le problème d'indisponibilité des actifs de production.

*Etape 2 : Méthodologie :*

La méthodologie que nous avons suivie pour la réalisation du diagnostic consiste à faire un état des lieux à travers une étude de l'existant de la fonction.

Cette étude commence par une étude qualitative de service maintenance et de son organisation, on fera par la suite une étude quantitative pour donner un aperçu sur la distribution des dysfonctionnements sur les ateliers.

Par la suite, nous avons élaboré un questionnaire à travers lequel on a évalué l'environnement de la fonction maintenance et la relation de service avec les autres structures de l'entreprise.

Les résultats des analyses nous permettront d'identifier les points forts et les points d'amélioration et de faire un classement des axes de progrès selon la criticité de ces derniers.

*Etape 3 : La collecte des données :*

Pour avoir une information fiable, nous nous sommes basés sur plusieurs sources de recueil, les données proviennent des différents services (Qualité, Production, Technique,...).

Pour la collecte de ces informations, nous avons utilisé :

➤ *Les interviews :*

Il s'agit d'entretiens et rencontres effectués avec les personnes qui sont liés directement ou indirectement au service maintenance.

➤ *L'observation :*

Il s'agit des remarques, notes et constatations faites sur le terrain durant les interventions et les travaux des agents de maintenance, voir même toutes les opérations que sont en relation directe ou indirecte avec la maintenance.

➤ *Les documents :*

Nous avons utilisé les documents existants : instructions, diagrammes, schémas, procédures, organigrammes, documents comptables, rapports divers, document informatique...

## **Conclusion :**

Ce chapitre nous a servi à comprendre les notions et les définitions liées à la maintenance, en particulier les concepts en relations avec le management de cette fonction, ainsi que le diagnostic de toute la fonction maintenance qui se présente comme une démarche d'évaluation et de détection des anomalies et des dysfonctionnements.

Bien évidemment, ce chapitre traite des notions et des concepts entrants dans notre étude par la suite.

***CHAPITRE III : Etude de l'existant : Etude  
de la fonction maintenance chez CATEL***

## Introduction

Afin de pouvoir identifier les principaux dysfonctionnements du système maintenance au sein de CATEL, nous commençons par une étude conceptuelle de système actuel.

Une bonne compréhension de la situation de système existant nous permettra de faire une analyse complète et significative afin de pouvoir proposer les bons pratiques pour remédier aux anomalies.

### 1. Analyse de la fonction maintenance

A ce niveau, nous allons cerner la fonction maintenance en présentant les différentes composantes qui assurent le bon fonctionnement de ce service, déterminer les points forts et les points d'amélioration de service et faire par la suite une analyse pour aboutir à des solutions pouvant remédier aux faiblesses.

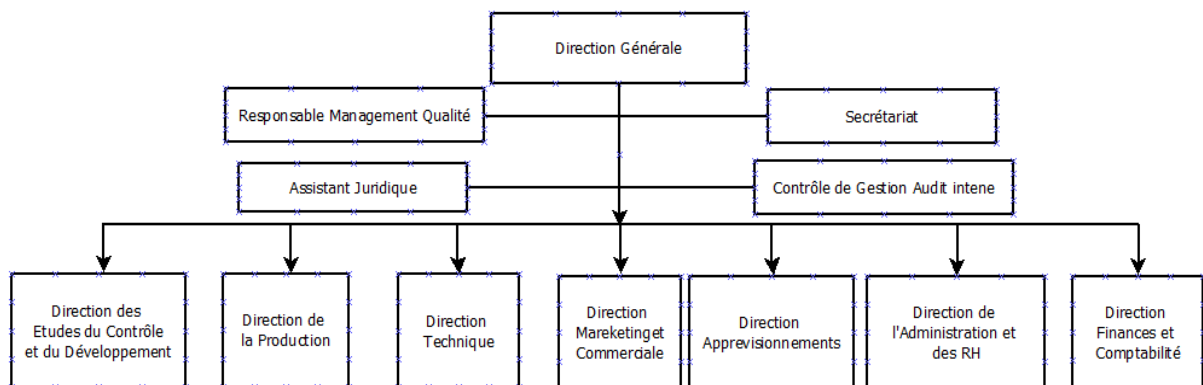
Afin de collecter les données pour faire une étude de l'existant, nous sommes basés sur le recueil de l'information à travers des requêtes à des interviews auprès des postes concernés par notre étude, les observations faites, les documents et supports de données de l'entreprise.

La méthode utilisée consiste à décrire en détail l'organisme suite à nos observations et les recommandations des responsables et cadres de service maintenance.

Nous avons choisi les axes pour l'étude de l'existant comme suite : l'organisation générale, poste de travail, procédures & flux informationnel, les documents, les indicateurs de qualité, codification, interface maintenance / production.

#### 1.1 Organisation générale

Les différentes responsabilités existantes chez CATEL sont distribuées selon l'ensemble des 07 directions.



*Figure III.7 : Organigramme générale de l'entreprise*

Les missions principales de la Direction Technique sont :

- Assurer la maintenance et le bon fonctionnement des équipements de production et des utilités.
- Le suivi de la réalisation de projet.
- La transformation et l'adaptation de l'outil de production.

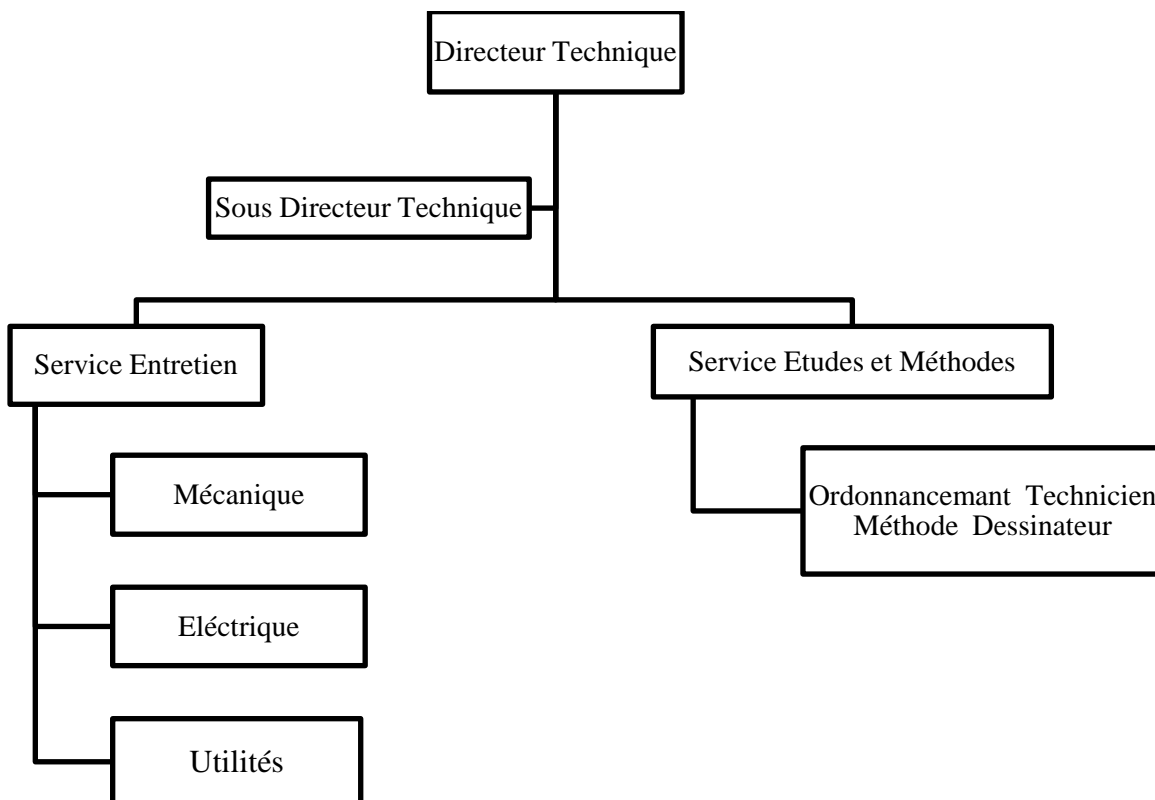
La direction technique se partage en deux services :

- Le service entretien.
- Le service études et méthodes.

Les missions assignées aux deux services sont complémentaires dans la mesure où, le service maintenance étant chargé principalement de l'entretien des équipements, il puise ses informations au niveau de service études et méthodes qui devra par ailleurs exploiter l'ensemble des données relatives aux interventions.

Au besoin, la Direction Technique prendra en charge la réalisation et / ou le suivi de projets liés :

- Au développement de produits nouveaux,
- A l'extension des capacités existantes,
- A la transformation ou à l'adaptation de l'outil de production.



*Figure III.8: Organigramme de la direction technique*



**Constat :**

L'étude de l'organisation générales nous a menée à constater et faire les remarques suivantes :

*Points forts :*

- L'existence des réunions entre la maintenance, production et la qualité.
- Motivation de personnel de service méthode pour la réorganisation de la maintenance.
- L'existence d'une bonne ambiance de travail et un dynamisme de l'équipe de service.

*Points d'amélioration :*

- L'entreprise utilise l'appellation « service entretien » au lieu de « service maintenance »
- L'organigramme de la direction technique contient trois services dont le troisième et le service travaux qui reste invalide sur le terrain.
- Le poste de sous-directeur technique n'apparaît pas sur l'organigramme fourni par l'entreprise.
- L'insuffisance de l'effectif de la maintenance cause une incapacité de satisfaire toutes les interventions en temps voulu et le non-respect de planning des interventions préventives.

**1.2 Etude des postes de travail**

À ce niveau de l'étude, nous allons décrire les différents postes qui sont en relation avec la fonction maintenance afin de définir les responsabilités et les missions qui caractérisent chaque poste.

La collecte des informations s'est effectuée à travers des rencontres avec les responsables des différents postes et les conclusions et observations faites durant la réalisation des opérations de maintenance.

**Tableau III.3: Description des postes de travail**

Poste	Effectif	Missions et Responsabilités
Directeur Technique	01	Il assure une bonne pratique des procédures de gestion de la fonction maintenance. Le suivi des travaux en relation avec la direction technique. Contribue à la réalisation des objectifs de production en assurant un taux de disponibilité des équipements convenable.
Sous-directeur technique	01	Assure la disponibilité des équipements. Eviter les gaspillages, il contribue à l'élaboration du budget de l'entreprise. Assure la mise en place des opérations de maintenance.
Chef de service entretien	/	Il assure le suivi des interventions. Il assure le bon fonctionnement des équipements de production.
Chef de service Etudes et Méthodes	/	Il assure le fonctionnement de bureau méthodes et études en faisant les analyses des pannes et l'exploitation des données des équipements afin d'améliorer la disponibilité.
Chef d'atelier (mécanique, électrique)	02	Il contribue à l'identification de type de panne. Gérer les opérations d'entretien des équipements. Gérer l'ensemble de personnel de l'atelier.
Gestion des pièces de rechange	01	Assurer le suivi et la gestion des pièces de rechange et des consommables.
Agent Ordonnancement	01	Chargé de suivi de pièces de rechange à travers l'élaboration des bons d'achats et la vérification de la conformité des PDR.
Cadres exécutants	04	Chargés d'effectuer des opérations de 3 <sup>ème</sup> et de 4 <sup>ème</sup> niveaux de maintenance.

**Constat:***Points forts :*

- L'existence des cycles de formation pour le personnel de service maintenance.
- Les âges varient entre 25 et 50 ans.

*Points d'amélioration :*

- L'absence des fiches de postes sur la majorité des postes.
- Les postes de chef de service entretien et celui de chef de service études et méthodes sont prévus mais non pourvus, les missions et responsabilités de ces deux postes sont prises par le sous-directeur technique.
- Insuffisance des programmes de formation.
- Surcharge de volume de travail.

**1.3 Etude des documents**

Les travaux qui s'effectuent sous la fonction maintenance sont enregistrés et classés à l'aide des fiches et registres afin d'assurer leurs traçabilités et de bien suivre le niveau d'avancement de ces derniers ainsi que le niveau des pièces de rechanges dans les stocks.

L'étude des fichiers nous permettra de faire le point sur le niveau de pertinence de ses fichiers.

En plus de ces fiches et afin d'assurer la circulation de l'information entre le service maintenance et les autres structures, CATEL utilise un ensemble de documents.

L'ensemble de ces documents sont présentés dans de le tableau suivant :

**Tableau III.4:** Tableau des documents utilisés par le service maintenance

<b>Code</b>	<b>document</b>	<b>Utilité</b>
/	Fiche de casier	Elle contient les informations des pièces et articles existants dans le casier.
/	Fiche de non-conformité	Elle enregistre les non-conformités qui causent des arrêts des équipements.
/	Feuille des arrêts machines	Ce document enregistre les arrêts machine de la production.
<b>DT</b>	Bon de travail	Il contient les informations sur la panne, sa nature, son origine et la durée de l'arrêt.
<b>BMC</b>	Bon de mise en consommation	Il traduit le bon de sortie magasin, il contient les informations concernant la consommation des pièces de rechange.
<b>DA</b>	Demande d'achat	Dans ce bon on trouve les caractéristiques des produits et pièces de rechange à commander.
<b>BMD</b>	Bon de mise à disposition pour la sous-traitance	Il contient la nature et la quantité des organes ou équipements destinés à la sous-traitance.
/	Bulletin de réception	Il correspond au bon d'entrée. Il contient les informations sur les pièces de rechange et les entées en stock.
/	Les Demandes à disposition de l'équipement	C'est la demande passée de service maintenance à la direction de la production afin de planifier les dates d'entretien préventif.

**Constat :***Points forts*

Le système de bons de travaux mis en place permet de suivre les interventions et de quantifier leurs durées ainsi que leurs consommations de PDR.

Les demandes de travaux sont enregistrées sur un fichier Excel, ce qui offre une base de données prête pour l'exploitation.

L'existence d'un plan annuel pour la maintenance préventive.

La demande de travail comporte les informations suivantes :

-Une rubrique demandeur : dont on trouve l'atelier et l'équipement concerné par la panne, la date souhaitée pour l'intervention, une estimation de délai, et un espace spécifique pour la description de l'anomalie par les agents de la production si c'est possible.

-Une rubrique pour mentionner l'heure d'arrêt et l'heure de reprise ainsi que le temps d'arrêt.

-Une troisième rubrique comporte le code de l'équipement, celui de l'atelier et le code de bon en marche ainsi que une case pour le coût de l'intervention.

*Points d'amélioration :*

Manque des informations nécessaires pour faire l'analyse de l'historique telles que les causes et les effets des défaillances dans la majorité des demandes de travail.

Le non enregistrement de certaines actions de maintenance qui s'effectuent d'une façon irrégulière (sans demande de travail).

La perte d'information due à la perte du bon surtout pour l'équipe de nuit.

Le non-respect de la codification (la case correspondante au code n'est pas remplie).

Les PDR utilisées pour l'intervention ne sont pas mentionnées sur les bons.

Le manque d'information concernant le nom de l'intervenant.

L'heure de la réception de demande de travail par le service maintenance n'est pas mentionnée sur le bon, ainsi que l'heure de début de l'intervention.

**1.4 Etude des procédures et flux d'information**

La description des procédures a pour objet de définir la disposition prise par l'entreprise pour effectuer la maintenance des équipements de production.

L'étude des procédures nous aide à comprendre et expliquer les relations entre les postes de travail concernés par la maintenance ainsi que la circulation de l'information.

**Tableau III.5: Logigramme des procédures d'entretiens**

Responsables	Phase de processus	Document
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chef de service utilisateur</li> <li>- Chef de service études et méthodes</li> <li>- Chef de service entretien/chef d'atelier concerné</li> <li>- Chef de service études et méthodes Agent méthodes.</li> <li>- Chef de service entretien/ Chefs d'ateliers/ Mécaniciens &amp; Electriciens.</li> <li>- Chef d'ateliers operateurs/ Chefs de services production.</li> <li>- Chef d'ateliers concerné.</li> <li>- Agent Méthodes.</li> </ul>	<pre> graph TD     P[Préventif] --&gt; EP[Examen planning Entretien préventif]     C[Curatif] --&gt; PA[Panne ou Anomalie]     PA --&gt; D[Diagnostic]     EP --&gt; R{Réalisable ?}     D --&gt; R     R -- Non --&gt; ST[Sous-traitance]     R -- Oui --&gt; PI[Préparation de l'intervention]     PI --&gt; AM[Action de maintenance]     AM --&gt; RT[Réception des travaux effectués]     RT --&gt; O{Ok ?}     O -- Non --&gt; AM     O -- Oui --&gt; ME[Mise à disposition de l'équipement]     ME --&gt; EM[Enregistrement de l'action de maintenance]     </pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Demande de travail.</li> <li>-Planning d'entretien préventif.</li> <li>-Demande de travail.</li> <li>- BMD pour sous-traitance.</li> <li>-BMC/DA/ Demande de mise à disposition de l'équipement.</li> <li>- Manuel de la machine/Demande de travail.</li> <li>- Demande de travail.</li> <li>Demande de travail/ dossier historique de la machine actualisé et classé.</li> </ul>

D'une façon générale, les différentes phases du processus de la maintenance sont expliquées dans le tableau qui mettra-en parallèle du logigramme de processus, les responsables et les documents concernés par chaque phase.

**a) Maintenance corrective :**

Une intervention de maintenance corrective se déclenche suite à l'arrêt d'un équipement de production.

Suite à cet arrêt, le chef d'atelier de production concerné prépare une demande de travail (DT) sur laquelle il mentionne l'unité de production, l'équipement en arrêt, l'heure d'arrêt (heure et minute) et le type de la panne (mécanique ou électrique) si c'est possible. La demande sera transmise par la suite au chef de service entretien qui détermine à l'aide des chefs d'ateliers le type de l'anomalie.

Dans le cas d'une anomalie major dont l'intervention est irréalisable par les moyens de l'entreprise, le sous-directeur technique prépare un BMD pour la sous-traitance à l'extérieur.

Par contre si l'intervention est réalisable par les moyens de l'entreprise, le chef de service entretien et les chefs d'ateliers sélectionnent l'effectif (nombre et qualification) nécessaires pour l'intervention.

Le chef de service études et méthodes et l'agent méthodes lancent des BMC, DA nécessaires pour l'intervention en cours.

Après la mise en marche de l'équipement, le chef de l'atelier de production mentionne sur la demande de travail l'heure de reprise.

A la fin de l'intervention, la demande de travail sera transmette à l'agent méthode pour l'enregistrement et l'actualisation de dossier historiques de l'équipement.

**Constats :**

*Points forts :*

Les interventions sont enregistrées grâce au système de bons de travaux.

*Points d'amélioration :*

Manque d'information concernant le type de l'anomalie constatée telle que les causes et les effets des défaillances.

Le temps de l'intervention de l'opération de la maintenance est calculé comme suit :

$$\text{Temps d'intervention} = \text{heure de reprise} - \text{heure de réception de la demande.}$$

L'heure de réception de bon n'est pas mentionnée sur la demande de travail ainsi que l'heure de début d'intervention, l'estimation de l'heure de réception se fait d'une façon intuitive, voir même

confondue avec l'heure d'arrêt, dans ce cas le temps d'intervention (TTR) sera confondu avec le temps d'indisponibilité (MDT) qui est le temps d'arrêt technique de l'équipement de production, il inclut le temps qui s'écoule entre l'arrêt de l'équipement et le début du diagnostic sur cet équipement.

La transmission de la demande de travail s'effectue manuellement entre les intervenants, ce qui crée des temps non négligeables contribuant à l'augmentation des temps techniques d'arrêt.

La finalité des interventions est l'archivage et l'enregistrement des temps d'arrêts des équipements dans les dossiers historiques, l'analyse ou l'exploitation de cet historique n'est fait en aucun cas.

L'absence d'un chef de service entretien et un chef de service études et méthodes fait augmenter le volume et la charge de travail.

L'installation de la nouvelle unité de production des câbles spéciaux occupe la majorité de personnel de service maintenance ce qui contribue à l'augmentation du temps d'attente entre l'arrêt machine et l'intervention.

#### **b) Maintenance préventive :**

Les dates des interventions préventives sont définies, pour chaque équipement, dans un planning d'entretien préventif.

Ces interventions concernent généralement les opérations de graissage et de changement des organes (roulements, croies, ...).

Les plans d'interventions sont réalisés à l'aide des documents machines livrés par le constructeur.

Afin de fixer une date pour l'entretien préventif, le service méthodes et études prépare une Demande à disposition de l'équipement sur laquelle il mentionnera la date prévisionnelle, elle sera transmise à la production afin de fixer la date de réalisation de l'entretien.

Le tableau suivant représente les opérations d'entretien préventif effectuées pour l'année 2010.

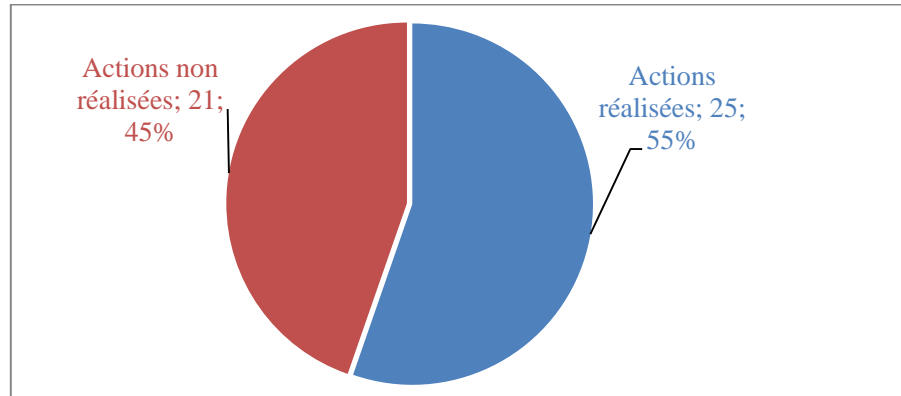


**Tableau III.6: Interventions préventives 2010**

Actions réalisées	Date prévisionnelle	Date de réalisation	Ecart	Observations
1-Tréfileuse MT200 (T6)	17/01/2010	12/06/2010	146	Effectif affecté pour le montage des nouvelles installations (T3, GMM , Q1, Q2)
2- Pompe+Tr. De refroid. (Utilités)	28/01/2010	17/03/2010	48	
3-Enrouleur TW1601(Rosendahl)	01/02/2010	07/04/2010	65	
4- Tréfileuse MT200 (T5)	07/02/2010	03/08/2010	177	Effectif affecté pour le montage des nouvelles installations (T3, GMM , Q1, Q2)
5- Recuseur RT202 (T6)	14/02/2010	08/06/2010	114	Effectif affecté pour le montage des nouvelles installations (T3, GMM , Q1, Q2)
6- Compresseur GA375	23/02/2010	15/10/2010	234	Attente d'acquisition de nouveaux compresseurs.
7- Câbleuse SSZ 42 (Rosendahl)	01/03/2010	10/08/2010	162	Indisponibilité de l'équipement.
8- Recuseur VG30 (T4)	04/03/2010	24/08/2010	173	Effectif affecté pour le montage des nouvelles installations (T3, GMM , Q1, Q2)
9- Assembleuse TSZ 25 (Rosendahl)	30/03/2010	15/08/2010	138	Indisponibilité de l'équipement.
10- Chenille BA 100 (Rosendahl)	06/04/2010	20/06/2010	75	
11- Corrigator. + Imprimante (RAS008 /CFO)	08/04/2010	21/03/2010	-18	
12-Chenille tournante (De-Angeli)	18/04/2010	13/11/2010	209	Effectif affecté pour le montage des nouvelles installations (M120, RAX054, Renvideuse, Déplacement atelier mécanique)
13- Compresseur GA75	25/04/2010	16/10/2010	174	Attente d'acquisition de nouveaux compresseurs.
14- Guipeur GSZ 230R (Rosendahl)	28/04/2010	15/08/2010	109	Indisponibilité de l'équipement.
15- Recuseur RT202 (T5)	02/05/2010	03/08/2010	93	Effectif affecté pour le montage des nouvelles installations (M120,RAX054, Renvideuse, Déplacement atelier mécanique)
16- Enrouleur + Dérouleur (RAS011/CFO)	09/05/2010	20/09/2010	134	Indisponibilité de l'équipement.
17- Twister 714N (Frisch)	26/05/2010	07/07/2010	42	
18- Tréfileuse M30 (T4)	20/06/2010	02/03/2010	-110	Anticipation (bruit anormal)
19- Tête à rubaner tangentielle (Pourtier III)	18/07/2010	23/11/2010	128	Effectif affecté pour le montage des nouvelles installations (Pourtier I, Pourtier II, Pourtier IV, De-Angeli)
20- Tête à 09 bobines (Pourtier III)	18/07/2010	16/12/2010	151	Effectif affecté pour le montage des nouvelles installations (Pourtier I, Pourtier II, Pourtier IV, De-Angeli)
21- Mise en fût WF800 (Ebaucheuse)	15/09/2010	06/04/2010	-162	Manque de cuivre
22- Chenille de sortie (RAS008/CFO)	12/10/2010	02/03/2010	-224	
23- Bobinoir EKP50 (T6)	19/10/2010	03/06/2010	-138	Manque de cuivre
24- Chenille d'entrée (RAS008/CFO)	14/11/2010	16/02/2010	-271	
25- Tête à rubanage tangentielle (Pourtier II)	22/11/2010	05/09/2010	-78	

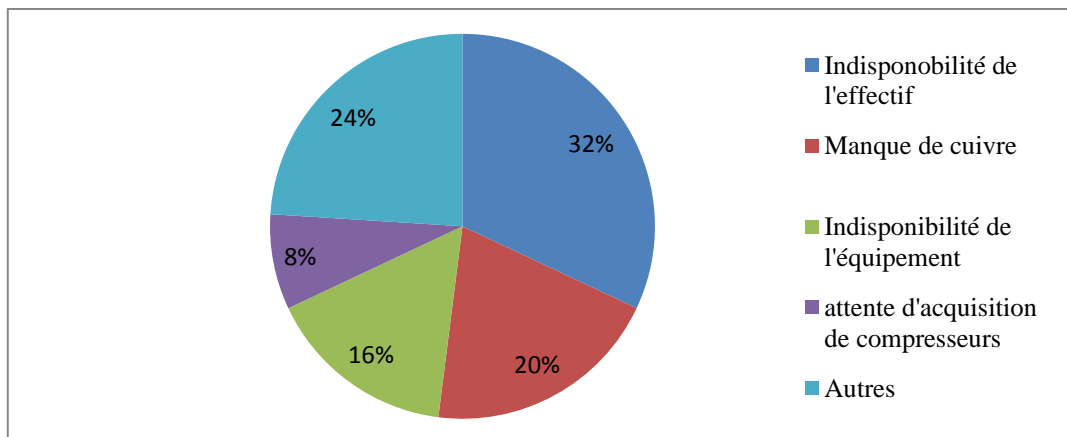
**Constats :***Points forts :*

- L'existence d'un planning périodique basé sur les documents de constructeur.
- L'existence des rapports d'intervention préventive.

*Points d'amélioration :***Figure III.9:** Actions préventives 2010

Sur les 55% d'actions préventives réalisées, aucune d'entre elles n'a été réalisée dans sa date prévisionnelle.

Une analyse des causes sur les actions réalisées nous a permis d'obtenir le résultat suivant :

**Figure III.10:** Cause des écarts

A cette période (2010), l'effectif de maintenance est affecté pour le montage et l'installation des nouveaux équipements, cette indisponibilité cause 32% des écarts entre les dates prévisionnelles et les dates de réalisations (des retards).

Le manque de cuivre engendre des arrêts de la production, ce qui donne au service maintenance le temps pour effectuer des interventions préventives avancées.

La charge de travail sur les équipements de production qui fonctionnent 3x8h est à l'origine de 16% des écarts à cause de l'indisponibilité des équipements pour les entretiens préventifs.

**Remarque :**

- Les plans d'entretien préventif sont standards, aucune mise à jour des plans n'est effectuée.
- L'existence des écarts entre les dates d'entretien préventif et les dates d'exécution des opérations : ces écarts peuvent aller de quelques jours jusqu'à six mois pour quelques opérations.
- La surcharge de volume de travail : par exemple pour l'opération de graissage, qui est l'une des interventions les plus fréquentes, il existe un seul graisseur pour l'ensemble des équipements.
- L'absence d'un plan annuel d'intervention et d'ordonnement des différents travaux est à l'origine d'une mauvaise coordination entre l'exécution des tâches de la maintenance et l'installation des nouveaux équipements.
- La complexité des interventions préventives pour quelques équipements nécessite l'allocation des longues durées.
- Non existence de suivi et d'analyse des rapports d'intervention.
- Non existence des fiche d'entretien pour les opérateurs de production (règles des 5S) afin d'impliquer le personnel de la production dans les opérations d'entretien.

**c) Sous-traitance**

CATEL fait appel à la sous-traitance pour les interventions qui demande des moyens et des capacités dont l'entreprise ne dispose pas.

Ces moyens peuvent être humains (qualification, effectif) ou techniques (pour les interventions de 4<sup>ème</sup> ou de 5<sup>ème</sup> niveaux de la maintenance qui peuvent toucher à la sécurité des travailleurs).

## **1.5 Codification**

Le code est une valeur attribuée à un objet afin de le déterminer et d'éviter les ambiguïtés.

### **1.5.1 Les équipements**

Les équipements et moyens de production de l'entreprise ne sont pas soumis à une codification, ils sont identifiés par leurs noms de marque.

Les équipements sont classés selon leurs ateliers respectifs comme suite :



- Les entrées / sorties des pièces sont faites par les bons de mise en consommation et les bons de réception respectivement.
- L'espace de stockage est organisé et les pièces sont classées par corps de métier.
- L'existence d'un logiciel pour l'enregistrement et la gestion de PDR.
- L'approvisionnement se fait par point de commande : il existe pour chaque article un stock min qui déclenche la nouvelle commande.

#### Points d'amélioration :

- Le logiciel utilisé n'est pas suffisamment exploité vu le manque des informations concernant la consommation de PDR par équipement et par atelier.
- Les bons de mise en consommation ne sont pas entièrement remplis.

## 1.7 Indicateurs de qualité

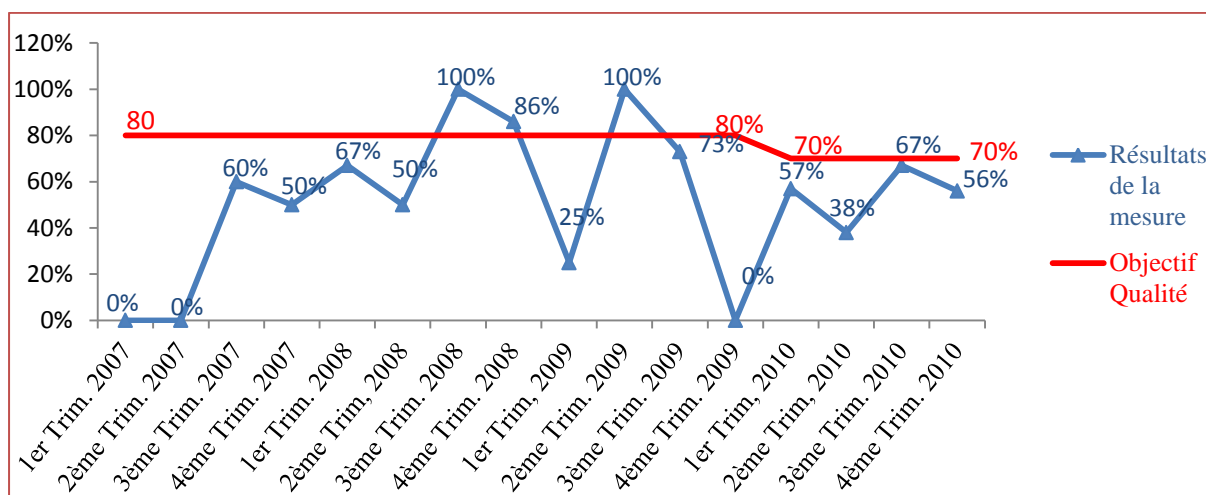
Afin d'assurer la qualité et le suivi des opérations de service maintenance, CATEL utilise dans son tableau de bord deux type d'indicateurs de performance :

#### Le taux du respect du planning d'entretien préventif : (IQ 22)

C'est le ratio expliqué par le rapport entre le nombre d'opérations préventives effectuées par rapport au nombre d'opérations programmées pour une période donnée.

$$IQ\ 22 = \frac{\text{Nombre d'opérations préventives effectuées}}{\text{Nombre d'opérations programmées}} \times 100$$

Voici l'évolution et les résultats de mesure du taux de respect de planning prévisionnel pour la période allant de 2007 à 2010.



**Figure III.11 : Taux de respect de planning d'entretien préventif**

L'objectif qualité a été atteint en trois périodes seulement en quatre ans ce qui à pousser l'entreprise à revoir l'objectif qualité.

Cet objectif est passé de 80% à 70% à la fin 2009, malgré cette diminution le résultat de la mesure était toujours en dessous de l'objectif qualité.

**Constats :**

*Points forts :*

- Cet indicateur permet aux responsables de l'entreprise de suivre la réalisation des entretiens préventive.

*Points d'amélioration :*

- Le planning de maintenance préventive était réalisé à 100% en deux occasions seulement (période 2007/2010).

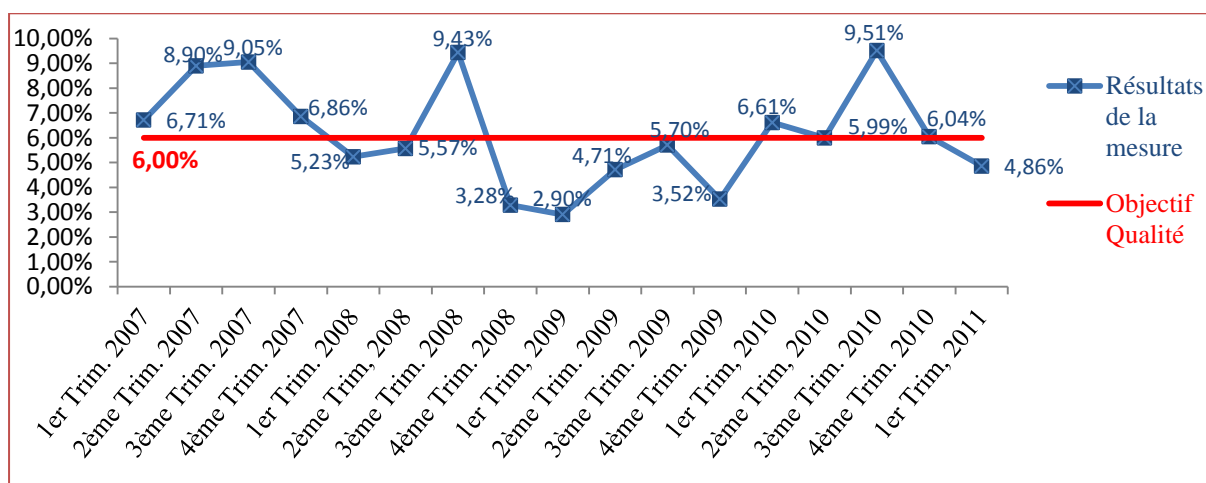
- Cet indicateur prend en considération la quantité des travaux d'entretien préventif effectués, d'autre aspect influençant la qualité des interventions préventives ne sont pas pris en compte :

- ❖ Le respect de temps estimé pour l'intervention.
- ❖ Le respect des dates d'entretien préventif.
- ❖ L'effet des entretiens préventifs et leurs contributions à l'amélioration de la disponibilité des équipements.

Taux d'arrêt des équipements de production: (IQ 23)

Cet indicateur de performance de la qualité est le ratio exprimé par le rapport entre le temps des arrêts techniques de tous les équipements de la production (mécaniques ou électriques) et les temps programmés pour la production. Il est calculé mensuellement sur la base des temps d'arrêts mentionnés sur les DT. L'objectif qualité de taux d'arrêt des équipements de production est fixé à 6%.

L'évolution de cet indicateur pour la période de 2007 à 2010 est illustrée sur le graphe :



**Figure III.12:** Taux d'arrêt des équipements de production

**Constats :***Points forts :*

- Le suivi de l'évolution des interventions.

*Points d'amélioration :*

- L'analyse de taux d'arrêt ne montre que la tendance de ce ratio par rapport à l'objectif qualité n'est pas stable.

- Chaque année on remarque un pic au 3<sup>ème</sup> trimestre, cette période correspond à la période de reprise de la production en mois de septembre après l'arrêt d'un mois (Août).

Analyse :

La majorité des interventions préventives sont programmées pour le mois d'Août suite à la réduction de la production, le personnel de maintenance effectue les opérations préventives sans faire les essais ou la mise en marche de l'équipement à cause de l'absence de personnel de la production.

D'autre part les équipements reprennent la production au début de septembre sans rodage suite aux entretiens et les rénovations préventives.

Cette situation contribue à l'augmentation de taux d'arrêt pour le 3<sup>ème</sup> trimestre.

**1.8 Interface maintenance / production**

La production enregistre les arrêts production dus aux arrêts machines à l'aide des Feuilles d'arrêts machines, par contre le service maintenance utilise les demandes de travail pour l'enregistrement de ces données.

La production compte les arrêts machines dès la détection de l'anomalie et l'arrêt de l'équipement, par contre le service méthode considère comme début de l'arrêt le moment de la réception de demande de travail.

Production : mesure MDT : Temps moyen d'indisponibilité (Mean Down Time)

Maintenance : mesure TTR : les temps techniques de réparation (Time of Technical Repair)

$$\text{MDT} = \text{Attente} + \text{TTR}.$$

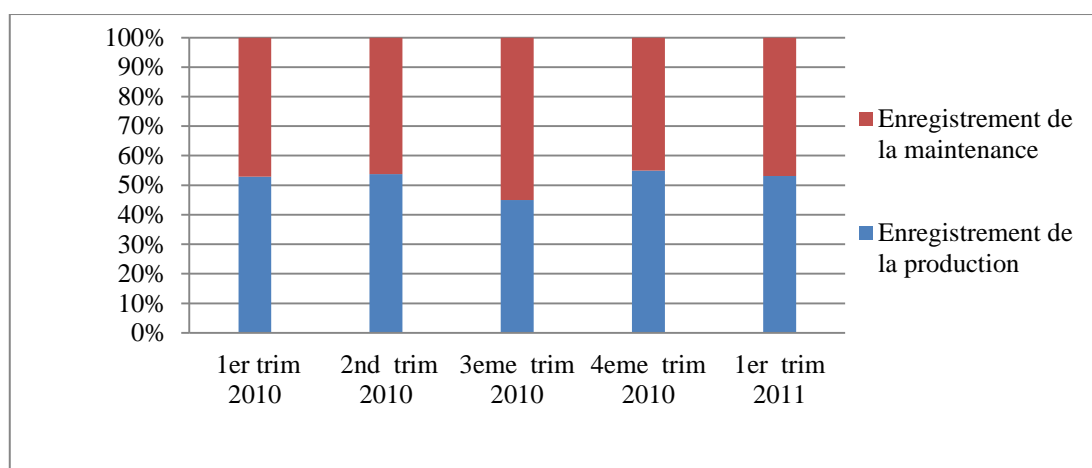
La différence des deux mesures correspond au temps passé entre la détection de la panne et l'arrivée de la demande de travail au service maintenance (Attente).

On verra par la suite dans l'étude quantitative que le nombre moyen d'arrêt par jour est de 4.55 panne par jour, cet indicateur nous permettra de calculer le temps moyen d'attente par intervention.

**Tableau III.8:** Le temps d'attente moyen par intervention

	Enregistrement de la production (h)	Enregistrement de la maintenance (h)	Attente / intervention
<b>1<sup>er</sup> trim. 2010</b>	2 561	2 280	56min
<b>2<sup>nd</sup> trim. 2010</b>	2 624	2 254	1h 13min
<b>3<sup>ème</sup> trim. 2010</b>	2 200	3 454	3h 41min
<b>4<sup>ème</sup> trim. 2010</b>	2 825	2 317	1h 41min
<b>1<sup>er</sup> trim. 2011</b>	1 572	1 390	36min

Le diagramme suivant est une comparaison entre les arrêts techniques production et les arrêts techniques maintenance:



**Figure III.13 :** Comparaison entre les enregistrements de la production et les enregistrements de la maintenance.

#### Constats :

L'historique des deux services montre une différence entre les deux mesures, les écarts sont considérables pour quelques périodes.

La plus grande différence est enregistrée pour le 3<sup>ème</sup> trimestre, en effet pour cette période la production est à l'arrêt pendant le mois d'août<sup>1</sup>, d'autre part la plupart des interventions préventives sont programmées pour ce mois, les durées de ces interventions ne sont pas enregistrées par la production.

Pour cette raison et afin de calculer le temps moyen d'attente par intervention, nous allons prendre que le 1<sup>er</sup>, 2<sup>ème</sup>, 4<sup>ème</sup> trimestres 2010 et le 1<sup>er</sup> trimestre 2011 :

L'usine fonctionne sous un régime 3x8 donc elle est ouverte 24h et 22 jours par mois, le nombre moyen de panne par jour est de 4.55 pannes / jour.

<sup>1</sup> La production est réduite pour le mois d'août.



On trouvera une moyenne de 1h 07min d'Attente par intervention.

## 2. Etude quantitative

L'étude quantitative a pour objectif la visualisation et la quantification du niveau de disponibilité et le degré d'exploitation des équipements de la production.

Les informations recueillies proviennent de différentes sources :

- L'historique des interventions de maintenance.
- L'historique des enregistrements de la production.
- Recours simultanément aux entretiens et au recueil de documents.
- Les interviews avec le personnel (en faisant une diversification entre les informateurs afin de dissocier les informations fiables des discours).

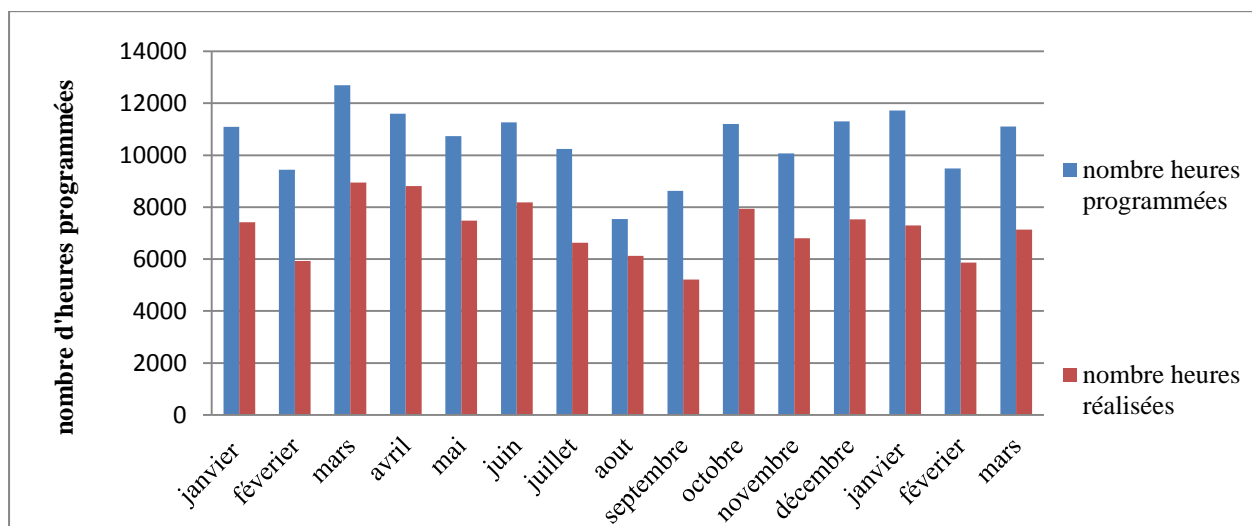
### 2.1 Ratio de productivité global

A partir des programmes de production et des fiches de suivi, on a calculé le ratio de la productivité pour chaque mois pour la période allant de janvier 2010 jusqu'à Mars 2011.

Sachant que : Ratio de productivité = nombre d'heures réalisées / nombre d'heures programmées

*Tableau III.9: Ratio de productivité*

Année	Mois	Nombre heures programmées	Nombre heures réalisées	Ratio de productivité
2010	Janvier	11088	7418	67%
	Février	9440	5933	63%
	Mars	12696	8944	70%
	Avril	11592	8814	76%
	Mai	10736	7483	70%
	Juin	11264	8181	73%
	Juillet	10240	6627	65%
	Aout	7544	6125	81%
	Septembre	8624	5208	60%
	Octobre	11208	7940	71%
	Novembre	10072	6805	68%
	Décembre	11298	7527	67%
2011	Janvier	11720	7291	62%
	Février	9496	5862	62%
	Mars	11104	7137	64%



**Figure III.14 :** Comparaison entre les heures programmées pour la production et les heures réalisées.

Cette figure montre que, pour la période janvier 2010 à mars 2011, la production n'a jamais atteint les objectifs de planification à cause de plusieurs facteurs, le taux moyen d'exploitation de parc immobilier est de 67%.

Les causes des arrêts production sont de deux types :

- Arrêts indépendants de process : il s'agit des arrêts dus à l'absentéisme, les anomalies mécaniques et/ ou électriques, rupture de MP, coupure d'énergie et les arrêts engendrés par l'indisponibilité des utilités.
- Arrêts dépendants de process : ce sont les arrêts dus au changement de série, réglage machine, soudure ou casse fil, manque bobines et autres.

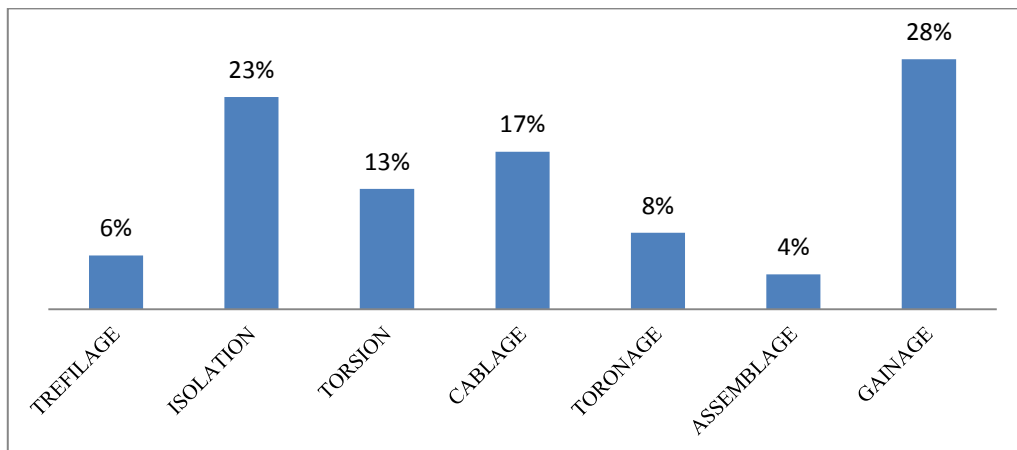
## 2.2 Etude quantitative par ateliers

### 2.2.1 Les heures programmées

Les données de tableau sont le cumul des relevés des mois allant de janvier 2010-mars2011 :

**Tableau III.10 :** Les temps de production programmés par atelier

Ateliers	Heures programmées	Pourcentage
TREFILAGE	9 456	6%
ISOLATION	36 752	23%
TORSION	21 176	13%
CABLAGE	26 840	17%
TORONAGE	13 528	8%
ASSEMBLAGE	6 272	4%
GAINAGE	44 098	28%
TOTAL	158122 h	100%



**Figure III.15 :** Distribution des heures programmées par ateliers

Cette distribution montre que les ateliers isolation et gainage sont les plus sollicités, elles représentent plus de 50% des heures programmées pour la production.

### 2.2.2 Les arrêts production

Les heures d'arrêts de la production sont distribuées sur par ateliers comme suite :

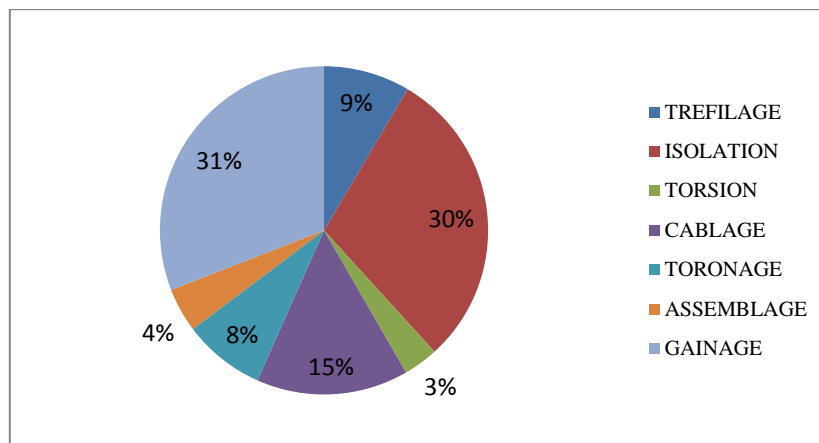
**Tableau III.11 :** Les arrêts par ateliers.

Atelier	Heures programmées	Heures d'arrêt	pourcentage	Distribution des arrêts
TREFILAGE	9 456	4 331	46%	9%
ISOLATION	36 752	15 106	41%	30%
TORSION	21 176	1 743	8%	3%
CABLAGE	26 840	7 612	28%	15%
TORONAGE	13 528	4 114	30%	8%
ASSEMBLAGE	6 272	2 210	35%	4%
GAINAGE	44 098	15 712	36%	31%

Comme nous l'avons vu précédemment, 33% des heures programmées pour la production sont des heures d'arrêts.

Ces arrêts provoquent des pertes considérables pour l'entreprise à savoir :

- La non-réalisation des objectifs de la production,
- Le non-respect des délais,
- Des pertes de produit : si un arrêt se produit lors de la fabrication d'un toron, c'est tout le toron qui est rejeté.

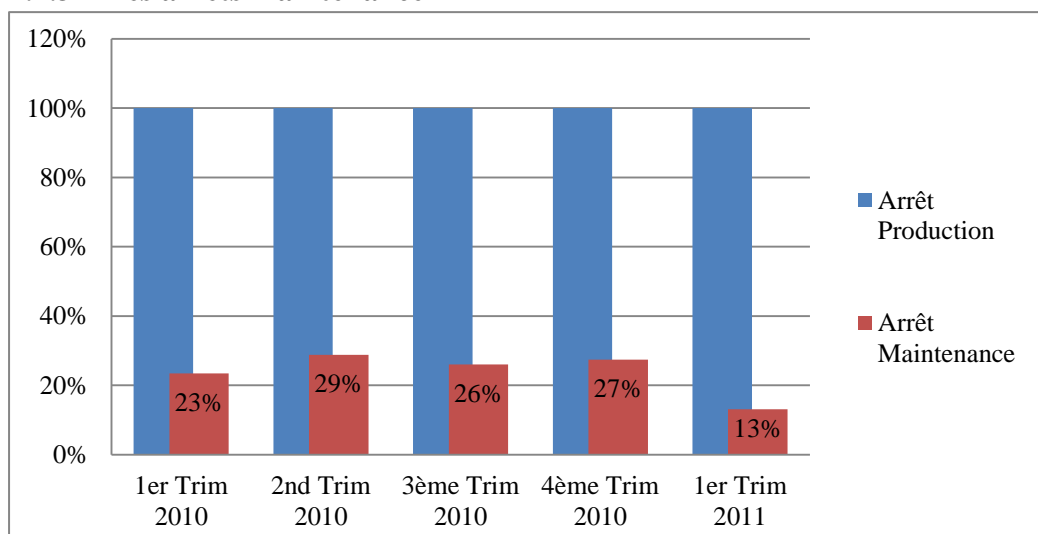


**Figure III.16 :** Distribution des arrêts de production sur les ateliers

Les ratios des heures d'arrêts par rapport aux heures programmées sont élevés pour les ateliers de tréfilage et d'isolation.

Les ateliers isolation et gainage présentent plus de 60% des arrêts de production.

### 2.2.3 Les arrêts maintenance

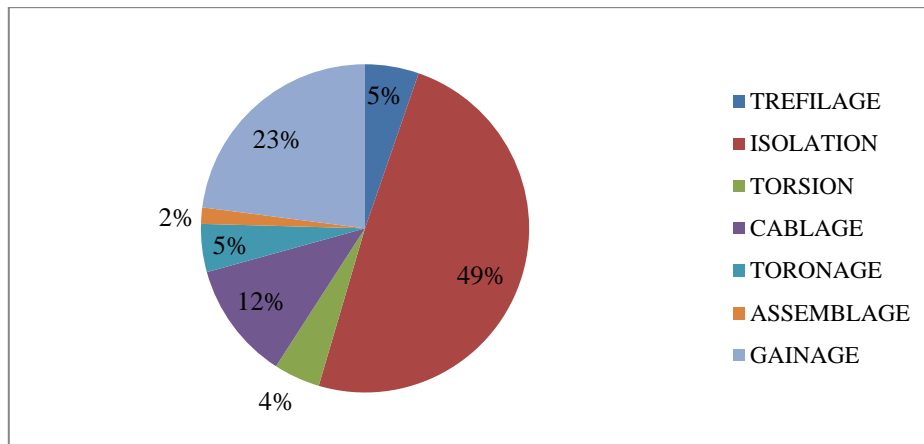


**Figure III.17 :** Arrêts techniques par rapport aux arrêts totaux.

Plus de 23% de temps de production perdu est causé par des pannes et anomalies techniques incontrôlées et qui sont souvent répétitives, ce qui correspond à une moyenne de 2356 heures de disfonctionnement sur tous les équipements par trimestre.

La moyenne d'indisponibilité d'un équipement par jour est de 79min/équipement/jour.

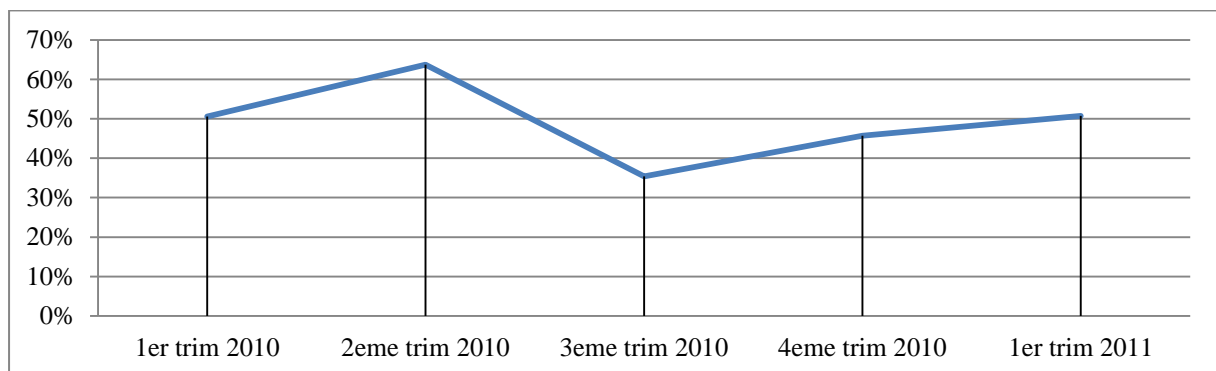
La répartition des temps d'arrêt technique sur les ateliers pour la période [01/2010 03/2011] est comme suite :



**Figure III.18 :** Distribution des arrêts technique sur les ateliers

L'atelier de l'isolation est à l'origine de 49% de temps perdu à cause des pannes des équipements.

Sur les cinq trimestres, l'atelier de l'isolation présente le taux d'arrêt maintenance le plus élevé.



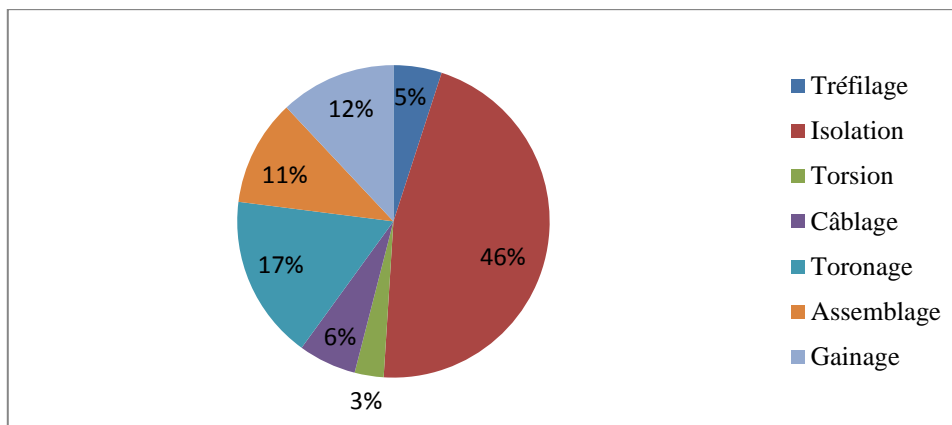
**Figure III.19 :** Evolution de taux d'arrêt technique de l'isolation par rapport au total des arrêts techniques.

#### 2.2.4 Le nombre de panne

Le tableau suivant montre le nombre des arrêts par atelier pour la période allant de janvier 2010 à mars 2011:

**Tableau III.12 :** Nombre de panne par atelier

Atelier	Nombre de pannes	Pourcentage
Tréfilage	61	5%
Isolation	622	46%
Torsion	39	3%
Câblage	78	6%
Toronage	232	17%
Assemblage	164	11%
Gainage	165	12%



*Figure III.20 : Distribution de nombre de panne sur les ateliers.*

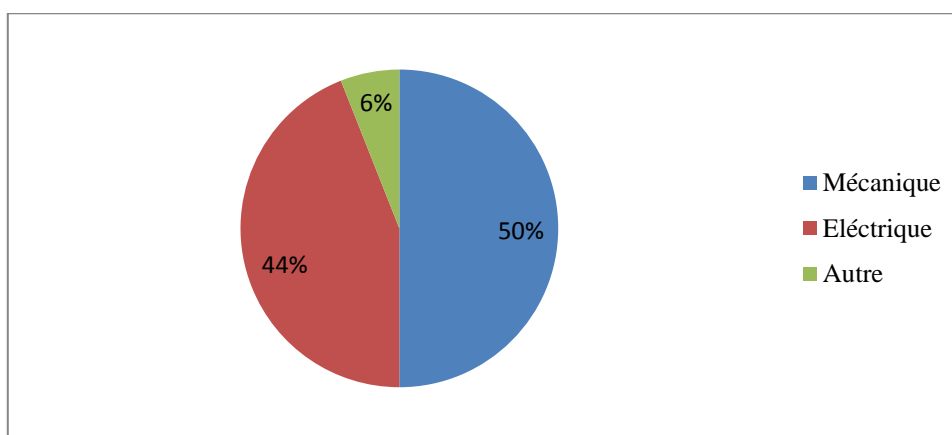
D'après ces données on constate que le nombre d'arrêt machines est très élevé, le nombre de panne relevé est de 1361 pannes, ce qui correspond à 4.55 pannes par jour, ou bien une panne chaque 5 heures 17minutes.

En termes de pourcentage, l'atelier de l'isolation présente environ 46% de nombre de panne.

### 2.3 Analyse par corps de métier

Les interventions d'entretiens sont de deux types, mécaniques et électriques.

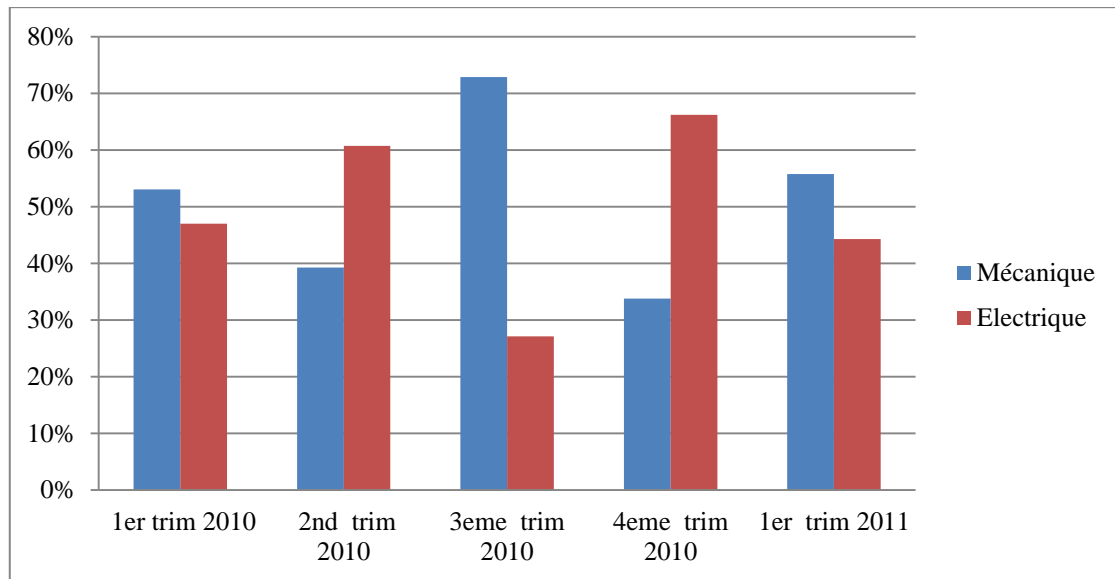
La distribution de nombre de pannes selon le type de l'anomalie est comme suit :



*Figure III.21 : Distribution de nombre de panne selon le type d'intervention<sup>2</sup>.*

Ainsi la distribution des temps d'arrêts techniques des équipements selon les trimestres est montrée sur la figure suivante :

<sup>2</sup> Autre : concerne toutes les interventions de graissage et de plomberie



**Figure III.22 :** Distribution des arrêts techniques selon le type d'intervention.

On constate une moyenne de 52% d'arrêts dues aux problèmes électriques et 48% de ces arrêts sont d'origine mécanique.

Cette analyse vient de montrer que l'atelier de l'isolation provoque plus de 47% des arrêts machine et 46% des interventions effectuées. Par la suite nous allons faire une analyse sur les équipements afin de classer ces derniers selon un ordre de criticité.

### 3. Evaluation de la criticité des équipements de l'isolation

#### 3.1 Critères de classification

Pour l'évaluation de la criticité on prend comme paramètre les temps d'arrêt techniques par machine. Le classement des équipements selon ce paramètre se fait sur la base de temps d'arrêt moyen par équipement par jour pour la période allant de janvier 2010 jusqu'au mars 2011.

Selon les responsables de l'entreprise, ce paramètre n'est pas un indicateur pertinent pour la détermination de la criticité des équipements, ça a été justifié par la présence des grosses pannes sur quelques équipements.

En effet, si nous avons pris en compte que le seul facteur « temps d'arrêts techniques », nous aurions pu tomber sur un cas extrême où une machine serait tombée exceptionnellement en panne une seule fois durant la période prise en compte mais dont l'arrêt aurait duré suffisamment longtemps pour paraître dans le peloton de tête des équipements critiques et ainsi fausser notre étude (Sali et Lammali.2007)

Nous avons pris comme deuxième paramètre la fréquence de panne sur chaque équipement, qui est le nombre de panne moyen par mois par équipement.

Ces deux paramètres portent un aspect purement technique, une dimension économique de l'indice de criticité le rend plus significatif.

La non-disponibilité des données concernant la consommation de pièce de rechange par équipement, et l'absence de suivi des coûts de maintenance nous a laissé chercher de côté de la production afin de déterminer un indicateur d'un caractère économique.

Pour cela, nous avons choisi de faire une évaluation selon le taux de déchet engendré par équipement sur toute la période de notre étude.

On prend pour la collecte des données la période allant de janvier 2010 jusqu'au mars 2011.

Pour confronter les trois paramètres, « temps d'arrêts techniques moyen par jour », « nombre de pannes moyen par mois » et « taux moyen de déchet par mois » nous avons construit trois échelles :

- une échelle de fréquence qui prend en compte le nombre de pannes moyen par mois à laquelle nous avons adjoint un indice de fréquence ( $I_f$ ) ;
- une échelle de gravité qui traduit les temps d'arrêt moyen par jour en un indice de gravité ( $I_g$ ).
- une échelle d'efficacité qui prend en compte l'aspect économique, elle traduit le taux moyen de déchet par mois ( $I_e$ ), il représente le taux de non-qualité.

Nous avons ensuite multiplié les trois indices pour avoir l'indice de criticité  $I_c$ . Et ainsi hiérarchiser les équipements selon leur taux de criticité.



**Tableau III.13 : La fréquence des pannes :  $I_f$** 

$I_f$	Nombre de panne moyen par mois
1	NPM=0
2	$0 < \text{NPM} < 1$
3	$1 < \text{NPM} < 2$
4	$2 < \text{NPM} < 3$
5	$3 < \text{NPM} < 4$
6	$4 < \text{NPM} < 5$
7	NPM > 5

**Tableau III.14 : La gravité des pannes :  $I_g$** 

$I_g$	Temps d'arrêt moyen par jour (min/jour)
1	TAM = 0
2	$0 < \text{TAM} < 10$
3	$10 < \text{TAM} < 30$
4	$30 < \text{TAM} < 60$
6	$60 < \text{TAM} < 100$
8	$100 < \text{TAM} < 120$
10	$120 < \text{TAM} < 150$
12	TAM > 150

**Tableau III.15 : Le taux de déchet :  $I_e$** 

$I_e$	Taux de déchet moyen par mois
1	TDM = 0%
2	$0\% < \text{TDM} < 1\%$
3	$1\% < \text{TDM} < 2\%$
4	$2\% < \text{TDM} < 3\%$
5	$3\% < \text{TDM} < 4\%$
6	TDM > 4%

### 3.2 Evaluation de la criticité

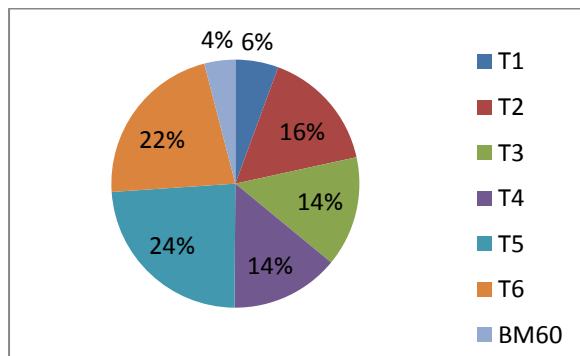
Le calcul des trois paramètres  $I_f$ ,  $I_g$  et  $I_e$  nous permettra de déterminer l'indicateur de criticité qui est le produit des trois indicateurs.

Le tableau suivant montre la distribution des arrêts et de nombre de panne de l'isolation sur les différents équipements :

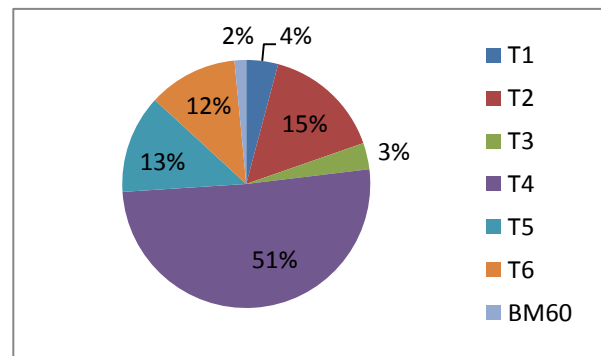
**Tableau III.16 : Répartition des temps d'arrêts et de nombre d'intervention par équipement de l'atelier isolation**

L'équipement	Temps d'arrêt(h)	pourcentage	Nombre d'intervention	pourcentage
T1	196	4%	25	6%
T2	732	16%	71	16%
T3	163	3%	64	14%
T4	2402	51%	63	14%
T5	607	13%	106	24%
T6	550	12%	98	22%
BM60	72	2%	18	4%

Les données de tableau sont représentées sur les figures suivantes :



**Figure III.23 : Répartition de nombre d'intervention**



**Figure III.24 : Répartition des temps d'arrêts**

Le tableau suivant représente le taux de déchet par équipement de l'isolation :

**Tableau III.17 : Taux de déchet par équipement**

T1	T2	T3	T4	T5	T6	BM60
3,71%	1,53%	1,49%	2,46%	1,14%	1,29%	1,48%

Les indices de criticités sont représentés sur le tableau suivant :

Remarque : il serait plus significatif de représenté la contribution des arrêts mécaniques et électriques dans ces déchets.

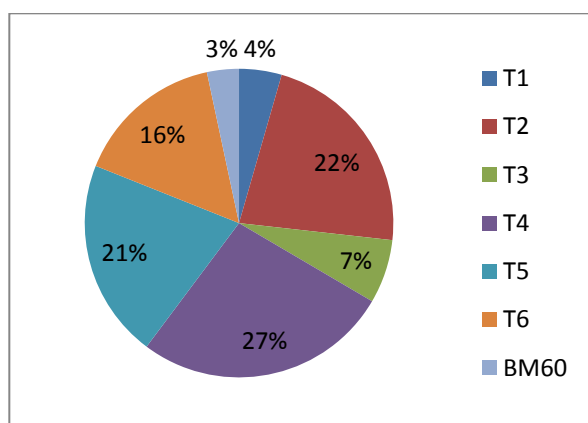
Les données disponibles sont celles de l'an 2011 : les résultats sont comme suite :

**Tableau III.18 : taux de déchets engendrés par les arrêts techniques<sup>3</sup>**

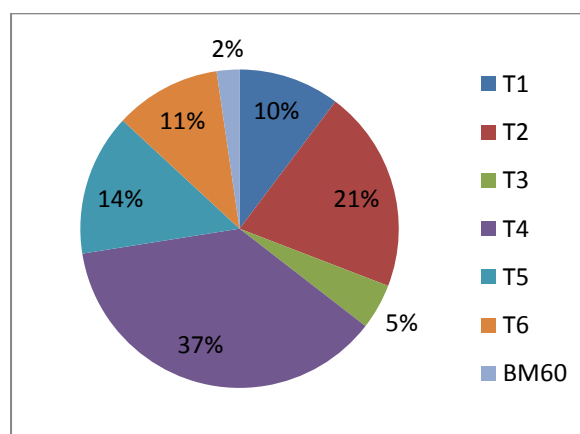
T1	T2	T3	T4	T5	T6	BM60
8%	16%	7%	26%	5%	5%	11%

**Tableau III.19 : Criticité globale des équipements**

Equipement	$I_f$	$I_g$	$I_e$	$I_c$	Pourcentage
T1	4	3	10	120	10%
T2	10	6	4	240	21%
T3	3	6	3	54	5%
T4	12	6	6	432	37%
T5	8	7	3	168	14%
T6	6	7	3	126	11%
BM60	3	3	3	27	2%



**Figure III.25 : Répartition de criticité technique ( $I_f \cdot I_g$ )**



**Figure III.26 : répartition de la criticité totale ( $I_f \cdot I_g \cdot I_e$ )**

*Commentaire :*

La répartition des temps d'arrêts montre que 51% de ces arrêts sont causés par l'équipement T4, les autres arrêts sont partagés sur le restes d'équipements : T1 (4%), T2 (15%), T3 (3%), T5 (13%), T6 (12%) et BM60 (3%).

D'autre part le nombre d'intervention ne montre aucune dominance particulière d'un équipement par rapport aux autres.

<sup>3</sup> Ces données correspondent au premier trimestre 2011 uniquement.

L'indice de criticité total prend les trois paramètres en compte pour aboutir à un seul critère pour tous les équipements.

Les équipements sont classés par un ordre décroissant de criticité (Annexe III.6), cette classification prend en considération les deux paramètres  $I_f$  et  $I_g$  vu que la pesée des déchets se fait uniquement pour les équipements de l'isolation, nous recommandons par la suite de calculer le poids de déchets pour tous les équipements.

La machine échantillon issue d'une classification ABC est la T4 qui a un indice de criticité de 432 qui représente 37% de criticité total de tout l'atelier de l'isolation.

Afin de faire une analyse des modes et causes de défaillance de cette machine, nous avons consulté l'historique de l'équipement pour la période de notre étude : janvier 2010- mars 2011.

### 3.3 Analyse des composants

Afin de pouvoir élaborer des actions de maintenance dans le but d'augmenter la disponibilité des équipements (T4 dans notre cas), nous avons consulté l'historique de l'équipement.

Les actions de la maintenance sont enregistrées dans un document Excel rempli à partir des DT, le tableau suivant résume une partie des opérations effectuées sur la T4 :

**Tableau III.20 : Décomposition en organes de la T4**

Organe	Nombre d'opération	Temps passé (h)	Remarque
Tréfileuse	19	218	La durée de l'arrêt n'est pas mentionnée sur 5 opérations.
Extrudeuse	13	582	1 intervention est enregistrée sans mentionner durée de l'opération.
Refroidisseur	6	19	/
Bobinoir	10	119	98 heures de préventive.

L'équipement T4 se compose des organes suivant : la tréfileuse, l'extrudeuse, le refroidisseur et le bobinoir.

*Remarque :*

Les données de tableau sont établies à partir des remarques et observations notées sur quelque DT, l'absence de l'information concernant l'origine des pannes et leurs causes ne nous permet pas d'approfondir cet étude pour aller jusqu'à la décomposition des organes en sous-organes afin de proposer des actions de maintenance préventive.

L'analyse de l'échantillon établi montre :

- Un manque d'information sur les bons.

- Un temps de maintenance préventive élevé : l'opération de préventive sur la tréfileuse de 02 mars 2010 a duré 202 heures, ce qui représente 92% de temps des opérations enregistré sur la tréfileuse.

A noter aussi que 98 heures d'opérations enregistrées sur le bobinoir sont des opérations de maintenance préventive (83%).

Dans le chapitre suivant, nous allons planifier et suggérer des actions visant à l'amélioration et la réorganisation des procédures de travail afin de concevoir une démarche de réalisation des opérations assurant à la fois le recueil des données pertinentes, le retour de l'expérience et l'analyse et le suivi des travaux à travers les indicateurs de performance de tableau de bord.

#### **4. Conclusion de l'analyse :**

Cette étude a montré que l'atelier de l'isolation est le centre principal de perte de disponibilité car elle présente les taux les plus élevés relatifs aux arrêts techniques et aux nombres de pannes.

Il serait plus significatif d'accomplir cette étude par une analyse par les coûts, et par consommation de pièces de rechange.

La consommation de pièce de rechange n'est pas enregistrée par équipement ou par atelier ce qui rend difficile de quantifier toutes les pièces de rechange et de déterminer leurs finalités.

A mentionner aussi qu'aucun système pour le calcul des coûts de la maintenance n'est mis en place, ce qui ne nous a pas permis d'effectuer une analyse par les coûts.

L'historique des équipements présente des insuffisances à savoir le manque de données en termes de quantité (perte des bons) ou en termes de qualité des informations recueillies.

Afin d'évaluer les autres dysfonctionnements de la fonction maintenance, et les interactions existantes avec les autres structures de l'entreprise, nous allons procéder par la suite une analyse basée sur le questionnaire.

## 5. Evaluation globale de la fonction maintenance

Après l'étude de l'existant, un diagnostic global pour évaluer l'efficacité de service maintenance est nécessaire afin de déterminer des axes d'amélioration.

### 5.1 La démarche utilisée

Le diagnostic se base sur un ensemble de questions qui ont pour but l'analyse des performances de service maintenance à travers l'évaluation de niveaux des activités en relation avec la maintenance.

La démarche se résume par les étapes suivantes :

#### *Étape 1 : Élaboration du questionnaire :*

Les questions seront distribuées sur les axes suivants :

1. Définition des missions et responsabilités
2. Méthodes de travail
3. Préparation de la réalisation des opérations
4. Réalisation des opérations de Maintenance
5. Gestion et tenue des pièces de rechange
6. Contrôle des coûts globaux
7. Interfaces de la Maintenance avec les autres services
8. Ressources humaines et animation
9. Stratégie d'utilisation des prestataires extérieurs
10. Système d'information et utilisation de l'informatique

Le choix de ces axes et questions est justifié comme suite :

- Les questions de ce questionnaire encerclent toutes les activités de service maintenance.
- Les axes d'évaluation représentent les bonnes pratiques fondamentales du service, ce sont celles qu'il convient de développer ou de consolider en premier lieu.

Chaque question comporte 5 options de réponse

#### *Étape 2 : Feuille de synthèse.*

C'est un tableau qui classe les axes selon leurs moyens selon un ordre croissant afin de visualiser les axes qui nécessitent des améliorations immédiates.

#### *Étape 3 : Construction de la matrice de classement et de positionnement.*

Cette étape permet de classer et d'évaluer les questions selon des quatre structures suivantes :

Organisation ; suivi des coûts ; planification et l'efficacité.

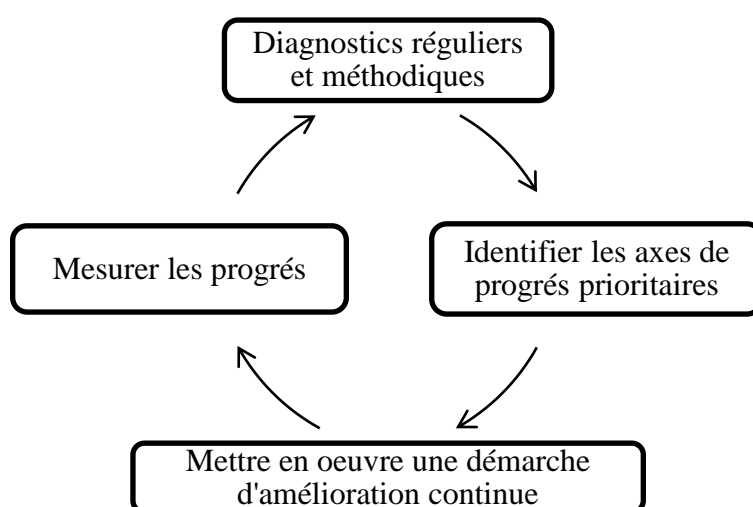
**Étape 4 : Choix des axes d'amélioration prioritaires.**

Selon les priorités (le classement des axes) on détermine les axes à améliorer.

**Étape 5 : Synthèse des axes à améliorer:**

A cette étape, on énumère les points faibles des axes sélectionnés précédemment et élaborer des améliorations tout en respectant les quatre aspects caractérisant chaque axe.

Afin d'assurer le suivi et l'amélioration continue de la démarche, un système périodique de contrôle doit être mis en place,



**Figure III.27 : Boucle de suivi**

## 5.2 Déroulement de la démarche

### 5.2.1 Le questionnaire : [annexe II.1]

L'évaluation de chaque question se fait selon les critères suivants :

Si l'action ou le moyen n'existent pas → 0%

Si l'action ou le moyen sont remplies en partie → 25%

Si La fonction, l'action, le moyen sont opérationnels mais ne donnent pas encore satisfaction → 50%

Si l'action ou le moyen sont en place mais ils donnent satisfaction → 75%

Si l'action ou la fonction sont efficace, donnent satisfaction et sont suivis → 100%

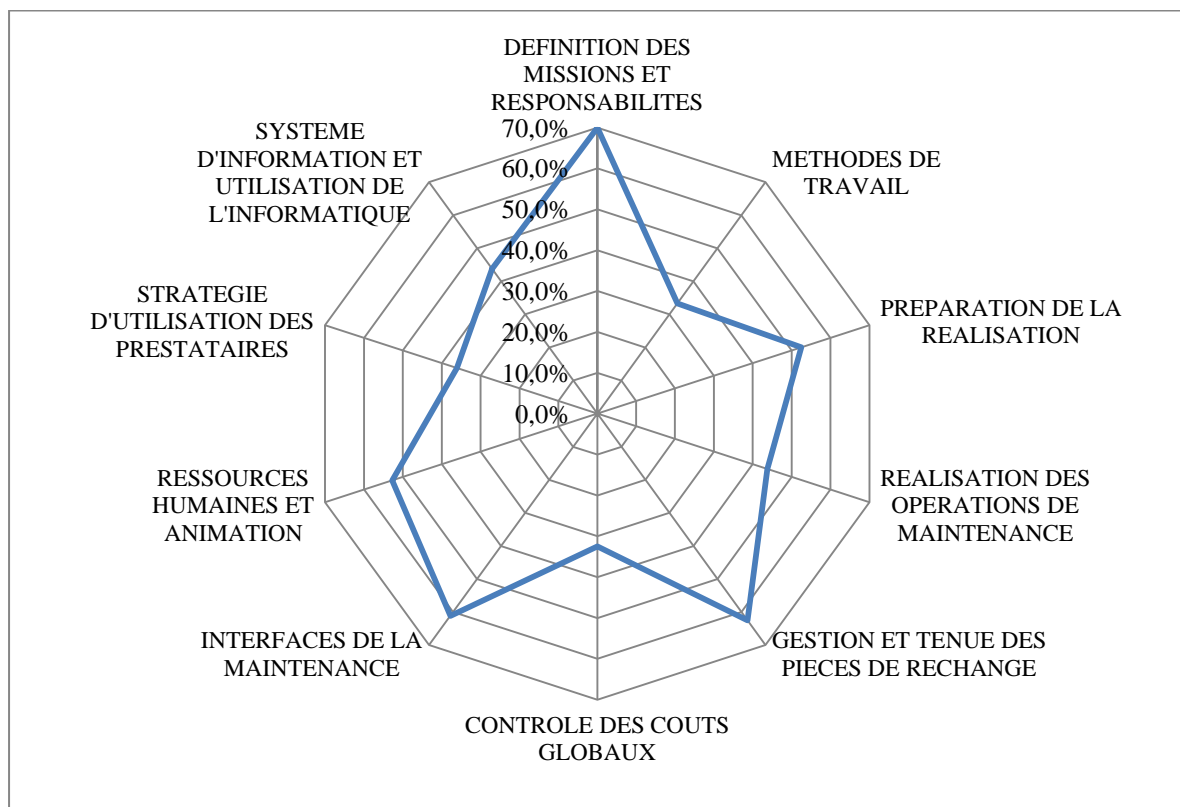
*Remarque :*

Le questionnaire a été rempli suite aux interviews, rencontres, les documents et des constatations personnelles sur le terrain.

### 5.2.2 Analyse des résultats

*Tableau III.21 : Synthèse de l'évaluation de questionnaire*

Axe	Points	Max	%
Définition des missions et responsabilités	700	1000	70,0%
Méthodes de travail	300	900	33,3%
Préparation de la réalisation	525	1000	52,5%
Réalisation des Operations de maintenance	350	800	43,8%
Gestion et tenue des pièces de rechange	625	1000	62,5%
Contrôle des couts globaux	325	1000	32,5%
Interfaces de la maintenance	550	900	61,1%
Ressources humaines et animation	475	900	52,8%
Stratégie d'utilisation des prestataires	325	900	36,1%
Système d'information et utilisation de l'informatique	350	800	43,8%
<b>Total</b>	<b>4525</b>	<b>9200</b>	<b>49,2%</b>



*Figure III.28 : Positionnement en performance du service maintenance*

La performance globale de service maintenance est évaluée à 49.2%, les axes qui ont une moyenne inférieure à cette moyenne sont de nombre de 6.



### 5.2.3 Construction de la matrice de classement et de positionnement

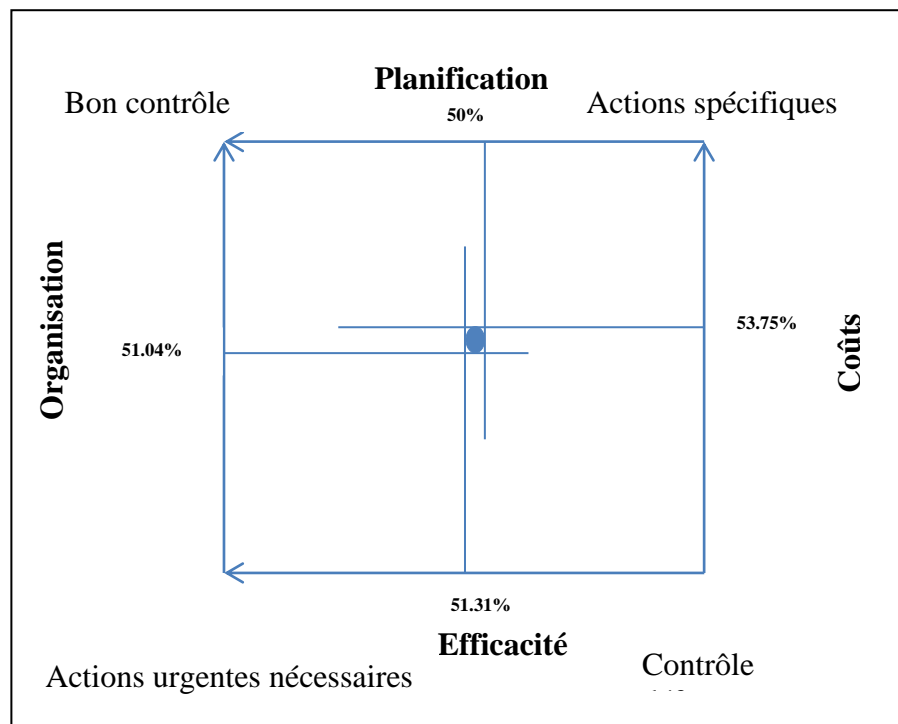
- **Matrice de classement : [Annexe II.2]**

Cette matrice nous permet de quantifier le taux de performance selon les 4 axes :

- Efficacité,
- Organisation,
- Les coûts,
- Et la planification.

Le résultat de cette évaluation nous permettra de positionner la maintenance à un moment donné et de savoir quelles sont les modifications et les améliorations à apporter en priorité.

- **Matrice de positionnement :**



*Figure III.29 : Matrice de positionnement*

La maintenance a un niveau de développement moyen, elle occupe une position centrale sur la matrice de positionnement, d'où la nécessité des actions d'amélioration afin d'atteindre le bon contrôle global.

Les quatre axes ont un niveau de performance relativement moyen, ce qui est un résultat moyennement acceptable mais les améliorations sont possibles voir recommandées.

### 5.2.4 Choix des axes prioritaires

- Les axes de progrès

*Tableau III.22 : Les axes d'amélioration*

Priorité	Axe de progrès	Niveau de performance
1	Contrôle des coûts globaux	32,5%
2	Méthode de travail	33,3%
3	Stratégie d'utilisation des prestataires	36,1%
4	Système d'information et utilisation de l'informatique	43,8%
5	Réalisation des opérations de maintenance	43,8%
6	Préparation de la réalisation	52,5%
7	Ressources humaines et animation	52,8%
8	Interfaces de la maintenance	61,1%
9	Gestion et tenue des pièces de rechange	62,5%
10	Définition des missions et responsabilités	70,0%

Le classement des axes montre que les axes : contrôle des coûts globaux, méthodes de travail, stratégie d'utilisation des prestataires, système d'information et utilisation de l'information, réalisation des opérations de la maintenance et préparation de la réalisation sont respectivement les plus faibles, ils ont des niveaux de performances inférieures à la moyenne.

Ces axes sont prioritaires pour les actions d'amélioration.

*Contrôle des coûts globaux :*

Le suivi des coûts de la maintenance se fait à travers l'évaluation des coûts directs liés à la consommation de pièce de rechange, et les frais de la sous-traitance, les autres coûts directs ne sont pas pris en charge.

Le coût de PDR est calculé dans sa globalité, le système de gestion ne permet pas de contrôler ou de calculer la consommation par atelier ou par équipement.

Il n'existe aucune mesure d'évaluation des coûts indirects liée à la maintenance qui engendrent des pertes de production.

Le tableau de bord qualité de la maintenance utilise des indicateurs de qualité pour le suivi des interventions préventives et pour l'évaluation de taux d'arrêts machines, ces indicateurs ne permettent pas le suivi des dépenses et coûts de la maintenance.

La performance de cet axe est évaluée à 23.5%.

*Méthode de travail :*

Cet axe est évalué à 33.3% (une note moyennement faible). Les indicateurs de qualité montrent que le taux d'arrêts machine est souvent inférieur à l'objective qualité. Ces arrêts sont généralement liés à l'indisponibilité de l'effectif (dans certains cas, le maintenancier est appelé à intervenir sur 3 équipements à la fois).

Le bureau méthode assure la réalisation et la planification des plans de maintenance préventive, le taux de réalisation de préventif reste inférieur à l'objective qualité.

Pour réaliser les objectifs de la production, les responsables se voyaient obliger de maintenir et d'utiliser les équipements afin de satisfaire la demande, de cet effet les équipements sont livrés à la maintenance pour la révision à des dates relativement écartées des dates fixées par le bureau méthode.

Les plans de maintenance préventive ne sont pas mis à jour par des méthodes d'analyse statistique comme MBF, AMDEC ou l'exploitation de l'historique.

Les rapports des entretiens ne comportent pas des analyse cause à effet, une telle analyse est une bonne stratégie pour remédier à des anomalies répétitives.

*Stratégie d'utilisation des prestataires :*

L'entreprise fait appel à la sous-traitance dans le cas d'une anomalie major ou pour l'installation des nouveaux équipements qui demande des compétences dont l'entreprise ne dispose pas.

La procédure utilisée ne permet pas de conserver les connaissances acquises lors des opérations de la sous-traitance.

Manque d'une procédure pour la sélection des sous-traitants.

Ces insuffisances font que le taux de performance de cet axe ne dépasse pas 36.1%.

*Système d'information et utilisation de l'informatique:*

L'utilisation de l'informatique se limite à l'archivage des données historiques des interventions, cette opération se base sur les demandes de travail qui sont parfois mal remplies. On constate aussi un manque d'information sur ces demandes comme le nom de l'intervenant, le temps d'essai et le coût de l'intervention.

La maintenance n'utilise pas la GMAO, la seule base de données qui existe est les enregistrements des pannes et interventions sur des supports informatiques (Excel). Les informations de cette base de données sont les temps d'arrêts par interventions et par équipements, et le type de la panne (mécanique ou/ et électrique).

Ces données sont utilisées pour le calcul de taux d'arrêt technique.

Ces données ne sont exploitées ni pour l'élaboration des plans de maintenance préventives (MBF) ni pour l'analyse des cause (cause-mode-effet).

*Réalisation des opérations de maintenance :*

Cet axe représente des insuffisances notamment le manque de procédure de développement et d'analyse des opérations et d'interventions réalisées, le non-respect de plan préventive, ainsi la lenteur des interventions sont causée principalement par l'accumulation des travaux.

*Préparation de la réalisation :*

Les différents niveaux de la maintenance sont pris en charge par le service, la production ne prend pratiquement pas en charge le niveau 1 de la maintenance.

Les modes d'analyse des causes et mode de défaillance sont moyennement maîtrisés par le service méthode, mais leurs applications sur le terrain restent invalides.

• **Points faibles de service maintenance**

*Axe : Organisation :*

- Surcharge de travail sur le personnel.
- Absence d'une procédure d'évaluation et de gestion des compétences.
- Absence d'une démarche d'analyse des durées d'intervention.
- Les fiches de postes ne sont pas présentes sur la majorité des postes.
- Le service maintenance n'utilise pas des applications et modèles pour la planification et la simulation des interventions.
- Absence d'une politique de classification des équipements critiques.

*Axe : Efficacité :*

- Les plan de maintenance préventive sont élaborés à partir des documents de fournisseur, la maintenance ne met pas à jour ces plans.
- Les objectifs de la maintenance ne sont pas définis sur des procédures écrites.
- La maintenance n'utilise pas des indicateurs de qualité et de mesure des coûts liés à la maintenance.
- L'utilisation de l'informatique par le service maintenance se limite à l'archivage des interventions sur un support Excel.
- Le taux de formation de personnel au concept de résolution de problème reste minime.

*Axe : Planification :*

- Absence des modes opératoires et des gammes d'intervention.
- L'accumulation de report perturbe les plans de charge.

- La coordination entre les agents de la production et ceux de la maintenance reste insuffisante.

*Axe : Contrôle des coûts globaux :*

- L'absence d'une politique du suivi des coûts de maintenance.

- Les pertes de production indirectement liées à la maintenance ne sont pas calculés (ces pertes peuvent être : le coût de personnel de production chômé à cause des arrêts)

- Les dépenses et coûts de la maintenance ne sont pas suivis avec des indicateurs de performances.

- Le budget annuel de la maintenance est estimé d'une façon intuitive.

### **5.3 Les points d'amélioration**

La liste de synthèse des points à améliorer issues de diagnostic global est comme suite :

*Axe efficacité :*

1) Elaboration d'une politique de maintenance préventive plus efficace basée sur l'analyse de l'historique et des méthodes de types MBF ou AMDEC.

2) Les méthodes d'analyse et de diagnostic ne sont pas bien maîtrisées par le personnel.

3) L'évaluation du personnel ne s'effectue pas à travers une politique de management des compétences.

4) Le suivi des coûts de la maintenance n'est pas évalué à travers des indicateurs de performance.

*Axe organisation :*

5) Absence d'une analyse des écarts entre les dates prévues et les dates de réalisation de la maintenance préventive.

6) La production ne prend pas en charge le niveau 1 de la maintenance.

7) L'informatisation de service maintenance reste insuffisante (manque des applications et des logiciels spécifiques pour l'analyse AMDEC, ...)

8) La politique de gestion des équipements est jugé insuffisante de point de vu efficacité.

*Axe planification :*

9) Planning de maintenance préventive non respecté.

10) Absence des gammes opératoires pour la majorité des interventions.

11) Absence des plans d'actions et de planification des tâches à réalisées basés sur des méthodes de gestion de type diagramme de GANT, PERT/CPM.

12) La politique de gestion des PDR reste à améliorer.

*Axe contrôle des coûts globaux :*

- 13) Absence d'une politique d'analyse des coûts de la maintenance.
- 14) Le tableau de bord qualité n'utilise pas des indicateurs pour le suivi des coûts de la maintenance.
- 15) Des pertes financières non mesurées.

## **Conclusion**

Le diagnostic de la fonction maintenance nous a permis de faire une évaluation de système de management de maintenance actuelle, et de révéler par la suite les principales anomalies et les classer selon un ordre hiérarchique pour permettre de prioriser les actions d'amélioration.

Pour remédier à ces lacunes, nous allons proposer dans le chapitre suivant des plans d'action et des démarches pouvant constituer un appui pour la fonction maintenance.

***CHAPITRE IV : Plan d'action pour  
l'amélioration de la fonction maintenance***

## **Introduction**

Suite aux résultats et constats de diagnostic, nous allons dans le présent chapitre proposer des plans d'action dont le principal objectif est d'améliorer les performances de système de management de la maintenance chez CATEL.

Les actions que nous allons proposer constitueront un appui sur le système d'information à travers les fiches de suivi et d'enregistrement, d'autre part ils servent comme outil d'aide à la décision.

### **1. Volet I : Les coûts de la maintenance**

Le diagnostic a montré que les coûts de la maintenance ne sont pas évalués, l'estimation de budget annuel du service se fait d'une façon intuitive.

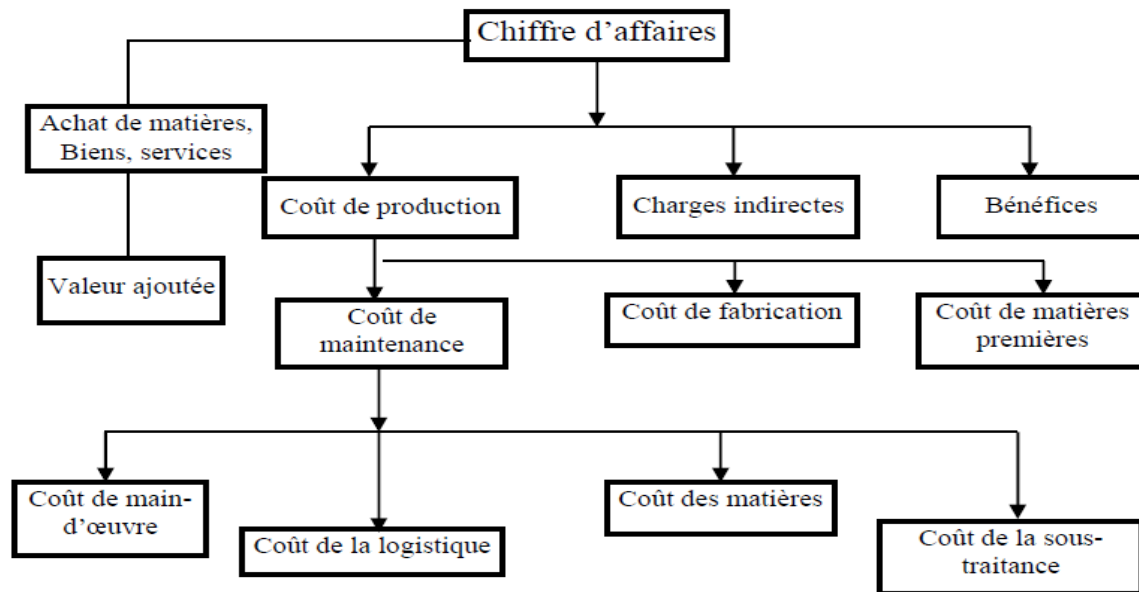
Dans ce présent chapitre, nous allons proposer une démarche de calcul des coûts de la maintenance et des indicateurs de performance permettant le suivi et l'analyse des travaux et dépenses liés à la maintenance.

#### **1.1 Les charges de l'entreprise**

L'entreprise dispose d'un capital sous forme de fonds propres et de fonds empruntés, qu'elle transforme en biens immobilisés (locaux, matériels de production, équipements divers). Ces biens permettent de fabriquer des produits à partir du coût total de production, majoré des charges de ventes, des charges diverses et du bénéfice.

Le coût de production se compose du coût des matières premières, du coût de fabrication et du coût de maintenance. Le coût de maintenance se compose du coût de main-d'œuvre, du coût des pièces de rechange et du coût des travaux sous-traités. Le schéma suivant permet de mieux comprendre la structure des coûts en général.





*Figure IV.30 : Les coûts généraux de l'entreprise*

## 1.2 Les coûts relatifs à la fonction maintenance

### 1.2.1 Impotence de l'analyse des coûts

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

- Etablissement d'un budget prévisionnel annuel,
- Suivi des dépenses et respect du budget,
- Niveau de maintenance préventive à mettre en œuvre,
- Vérifier l'efficacité des actions de maintenance,
- Décider du recours ou non à la sous-traitance et à la main d'œuvre externe,
- Problème du renouvellement du matériel :
  - ❖ Remplacement : achat à l'identique ou non
  - ❖ Réfection mineure : remise à niveau
  - ❖ Réfection majeure : reconstruction

### 1.2.2 Estimation des coûts de la maintenance

Les coûts de maintenance, aide à la gestion, n'auront pas une précision comptable, mais seront estimés :

- par des agents de maîtrise
- au bureau des méthodes

- à partir d'éléments collectés jour par jour sur des documents internes du service (OT, bons de sortie magasin...)

### 1.2.3 Les coûts de maintenance

Les coûts de la maintenance sont répartis en coûts directs et coûts indirects :

Les coûts directs sont les coûts directement imputables à la maintenance.

Les coûts indirects sont les coûts engendrés par les arrêts des équipements de fabrication ou les pertes de production, ils correspondent aux coûts de l'indisponibilité.

#### a) Les coûts directs de la maintenance

Nous noterons  $D_M$  cumul des « dépenses directes » relatives à un « état » périodique (mensuel, annuel...) et  $C_M$  coûts directs relatifs à une intervention.

#### Coûts de main d'œuvre :

C'est le produit : temps passés x taux horaire

a) Temps passés : ils sont normalement saisis sur les demandes de travail honnêtement complétés, ou fournis par le chef d'équipe, ce temps correspond au TTR.

b) Taux horaires : ils sont fournis par le service « comptable ». Relatifs à une qualification professionnelle, ils intègrent, outre le salaire horaire, l'ensemble des charges sociales afférentes au niveau de qualification.

#### Frais généraux du service maintenance :

Ce sont les frais fixes du service, calculés au mois et ramenés à l'heure. Ils contiennent :

- Les appointements des cadres, employés de bureau...
- Les loyers, assurance, impôts directs...
- Les frais de climatisation, éclairage, téléphone, véhicules de service....

#### Les coûts de possession de stocks, des outillages, des machines :

Ils sont caractérisés par un taux d'amortissement, évaluation des pertes et dépréciations dues au stockage et frais de magasinage.

#### Consommation de matière, de fournitures :

Ce sont les frais de fournitures utilisées pendant les opérations de maintenance, ils se traduisent par des factures d'achats, frais de transport, coût de passation de Commande

#### Consommation des rechanges :

Ce sont les frais de consommation de pièces de rechange.

#### Coûts des contrats de maintenance :

La maintenance de certains équipements est parfois externalisée : le montant du contrat est négocié, généralement à l'année.

### **Coûts des travaux sous-traités :**

Ce sont les frais relatifs aux travaux de la maintenance réalisés à l'extérieur de l'entreprise.

Les coûts de la maintenance peuvent être regroupés comme suite :

$C_{mo}$  : dépenses de la main-d'œuvre.

$C_c$  : dépenses de consommables.

$C_f$  : dépenses fixes de service maintenance.

$C_e$  : dépenses externalisés.

Pour une période donnée :  $D_M = C_{mo} + C_e + C_c + C_f$

### **b) Les coûts d'indisponibilité**

Les coûts d'indisponibilité correspondent aux coûts indirects de la maintenance, ils prendront en compte en particulier :

Les coûts de perte de production incluant les coûts de non-production (dépenses fixes non couvertes et dépenses variables non réincorporées),

La perte de production  $C_p$  se calcule comme suite :

$$C_p = \Omega \times T$$

$\Omega$  : le taux horaire exprimé en unité monétaire (DA) / heure, déterminé pour l'équipement considéré.

$T$  : le temps de l'indisponibilité de l'équipement pendant une période. A défaut, le temps d'arrêt de production peut être utilisé.

### **Distinction :**

$C_p = \Omega \cdot T_m$ : imputable à la maintenance.

$C_p = \Omega \cdot T_i$ : imputable à la fabrication et à la maintenance

*Il est important, pour un responsable de maintenance, de pouvoir justifier, par la distinction ci-dessus, des pertes « non imputables à la maintenance » d'un process....*

Les coûts de la non-qualité de production provoquée par la défaillance des équipements productifs (coûts des rebus et retouches).

Ce sont les pertes de production dues à des arrêts maintenance, elles sont estimées par la production ( $C_{nq}$ ).

Le surcoût de production (personnel, coût des moyens de remplacement mis en œuvre, stock supplémentaire de pièces en attente en cas de défaillances).

Le coût des opérateurs  $C_{oi}$  inoccupés sur machine est donné par la formule :

$$C_{oi} = UTA \times T$$

T (h) : temps d'arrêt de l'équipement.

UTA (DA/h) : le prix d'une minute de travail d'un opérateur sur machine.

Le manque à gagner de production (mévente et baisse du chiffre d'affaires).

Les pénalités commerciales.

Les conséquences sur l'image de marque de l'entreprise (non chiffrables directement).

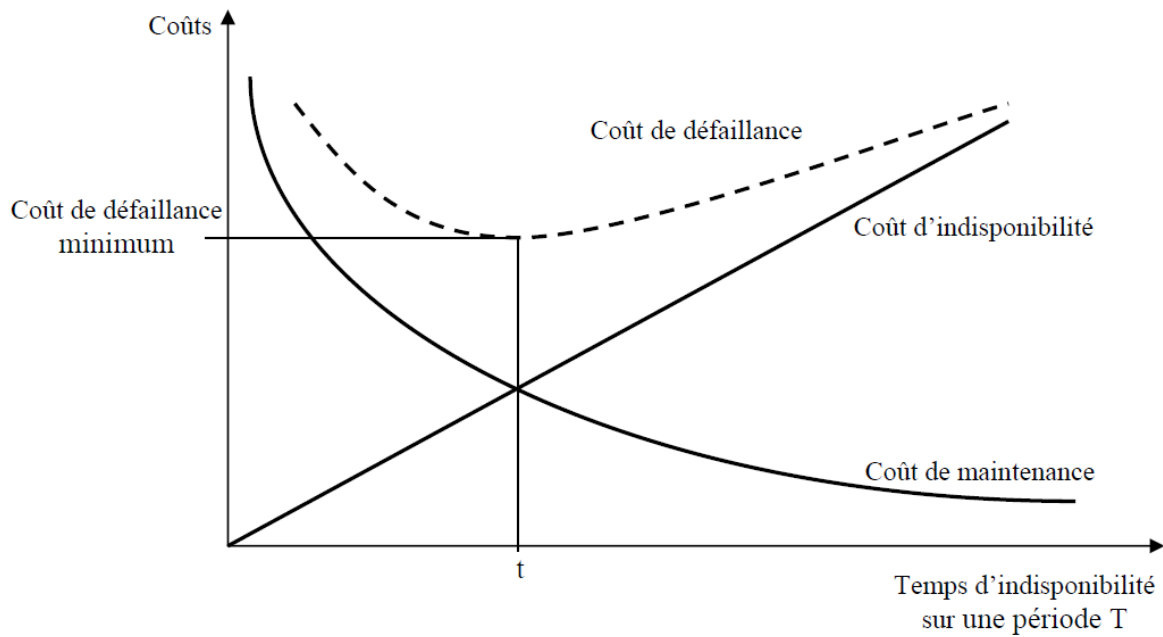
### c) Les coûts de défaillances

Les coûts de défaillances intègrent les coûts de maintenance corrective et les coûts d'indisponibilité consécutifs à la défaillance des biens d'équipement.

Le coût de défaillance est très difficile à déterminer avec précision, d'ailleurs tous les spécialistes sont unanimes sur ce sujet. Certains paramètres sont subjectifs (baisse de qualité, climat de travail) d'autres sont sujets de discussion. Doit-on prendre en compte les pertes de production lorsque les produits existent en stock (stock disponible) ? De toute façon même une erreur appréciable sur ce coût de défaillance n'entraîne pas d'erreur d'analyse.

Par contre il serait intéressant de suivre son évolution : une diminution constitue un indicateur d'efficacité de la maintenance, une augmentation nécessite la recherche de remèdes adaptés à la situation. Son évolution est suivie par périodes. Si possible des périodes assez courtes de manière à agir en cas de dérive.

Chercher à supprimer les pannes, impliquerait la mise en œuvre de moyens très importants, donc à rendre exorbitants les coûts de maintenance. Nous voyons bien à partir de cette analyse que les pertes de production et les dépenses de maintenance évoluent en sens inverses : lorsque l'un décroît, l'autre augmente. Sachant que l'objectif à atteindre consiste à rendre minimum le coût de défaillance, il faudra rechercher le meilleur compromis.



**FigureIV.31** : Représentation graphique du coût de défaillance minimum

Le coût de maintenance et le coût d'indisponibilité évoluent de façon inverse : on doit espérer que l'augmentation des dépenses de maintenance a pour effet la diminution des temps d'arrêt fortuits...

Il apparaît donc possible de détecter un « niveau d'entretien » optimisant les coûts de défaillance d'un équipement.

Le suivi des coûts de la maintenance par équipements permet de comparer les coûts de la maintenance préventive et ceux de la maintenance corrective afin de choisir la politique de maintenance à appliquer pour chaque équipement.

Le suivi des coûts de la maintenance corrective est assuré par le tableau de recensement des coûts de maintenance (AnnexeIII.1), et pour la maintenance préventive nous avons élaboré la gamme d'intervention préventive (AnnexeIII.4).

## 2. Volet II : renforcement du Tableau de bord maintenance

Créer son propre tableau de bord « Maintenance - disponibilité », c'est choisir l'ensemble des variables essentielles dont il est intéressant de suivre l'évolution dans la poursuite des objectifs fixés, comprenant notamment les indicateurs faisant l'objet de prévisions budgétaires. Souvent les indicateurs sont présentés sous forme de ratios. Afin de constituer un outil de gestion, les divers ratios sont rassemblés dans un tableau de bord.

Le tableau de bord doit servir au responsable de maintenance :

- comme clignotant, au cas où des anomalies se produiraient,
- comme comparaison avec les résultats précédents afin de constater l'évolution des paramètres et d'en déduire la tendance,
- comme contrôle et suivi des services de maintenance.

Sur la base des données disponibles, le responsable de maintenance pourra :

- prendre des actions immédiatement pour remédier à une urgence,
- demander des rapports d'analyse ou d'études détaillées, planifier des interventions de grande énergie et prévoir les moyens nécessaires,
- définir une politique de renouvellement,
- introduire des mesures correctives en matière de politique de maintenance,
- préparer en détail et de manière justifiée son budget,
- donner avec précision les informations nécessaires aux autres structures de l'unité ainsi qu'à ses propres services.

Un tableau de bord bien tenu permet non seulement d'avoir une idée précise sur la performance de la maintenance dans une unité mais également de prendre des décisions d'ordre stratégique influençant directement sa rentabilité.

**Tableau IV.23 : Le tableau de bord**

UNITE : .....		TABLEAU DE BORD		Période : .....	
Ratios	Résultat précédent	Résultat actuel	Objectif	Observations	
R <sub>1</sub>					
R <sub>2</sub>					
R <sub>3</sub>					
R <sub>4</sub>					
R <sub>5</sub>					
R <sub>6</sub>					
R <sub>7</sub>					
R <sub>8</sub>					
R <sub>9</sub>					
R <sub>10</sub>					
Etc.					

## 2.1 Rôles des indicateurs

Un ratio constitue une relation entre 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...).

Remarque : La qualité d'un ratio réside surtout dans le choix judicieux du dénominateur.

## 2.2 Le choix des indicateurs

L'étude des indicateurs 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 à l'entreprise,
- à l'évolution de la fonction maintenance face à elle-même.

Faire le choix d'un certain nombre d'indicateurs nécessite au préalable de prendre en considération les remarques suivantes :

Le choix et le nombre d'indicateurs retenus devront tenir compte de la structure de l'entreprise (taille, type de production, type de produits, âge moyen des équipements), des objectifs à

atteindre et des moyens mis à la disposition de la fonction maintenance (personnel et moyens techniques de gestion) ;

Les indicateurs sélectionnés ne sont pas limitatifs : à partir des bases d'évaluation données en regard des listes d'indicateurs chaque entreprise peut confectionner ses propres indicateurs adaptés à ses besoins ;

Ils peuvent être complémentaires et dans ce cas ne peuvent être interprétés isolément.

Trois stades d'investigation ont été choisis pour introduire les indicateurs :

L'importance des coûts de maintenance par rapport aux performances générales de l'entreprise,

La politique choisie en matière de maintenance et de gestion des biens vue sous l'angle budgétaire (analyse des coûts) et technique (analyse des temps par le suivi des biens et le suivi des activités de maintenance),

La gestion du personnel de maintenance en matière d'organisation de qualification, de spécialisation et de formation pour répondre aux besoins de l'entreprise.

### **2.3 Composition des ratios**

Lors de la composition des ratios l'expérience a prouvé qu'il convient de respecter les principes suivants :

- Limiter le nombre de ratios que l'on veut suivre dans un tableau de bord.

Baser les ratios sur des données facilement disponibles dans l'unité.

Mettre à jour d'une façon continue les données reprises dans les ratios.

Interpréter les ratios obtenus afin de les rendre comparables aux résultats précédents.

### **2.4 Classification des indicateurs**

Les indicateurs peuvent être classés en deux catégories : les indicateurs économiques et les indicateurs techniques. Les indicateurs retenus permettront de suivre d'une part la gestion des équipements et d'autre part la gestion de la maintenance en vue de trouver les axes d'amélioration les mieux adaptés au cas considéré.

## **2.5 Exemples de ratios normalisés (AFNOR X 60 020)**

### **2.5.1 Les ratios économiques :**

$$R1 = \frac{\text{Coût de maintenance}}{\text{Valeur ajoutée produite}}$$



Ce premier ratio R1 est utile pour faire des comparaisons entre les unités et entreprises dans des secteurs identiques, il peut être complété par le ratio R2.

$$R2 = \frac{\text{Coûts direct de maintenance} + \text{Coûts d'indisponibilité}}{\text{Chiffre d'affaires relatif à la production}}$$

Ce ratio R2 permet de suivre l'évolution de l'efficacité économique de la maintenance.

$$R3 = \frac{\text{Valeur des biens à maintenir} + \text{Coûts de maintenance}}{\text{Quantité de production}}$$

Ce ratio R3 permet de suivre l'évolution du coût d'exploitation par unité produite.

$$R4 = \frac{\text{Coûts de la sous-traitance}}{\text{Coûts de maintenance}}$$

Ce ratio R4 permet de suivre la contribution des coûts de la sous-traitance dans les coûts de maintenance.

$$R5 = \frac{\text{Coûts de défaillance}}{\text{Valeur ajoutée}}$$

Il faut chercher à rendre minimum ce ratio R5, en agissant en priorité sur le coût de perte de production. En effet ce coût est généralement nettement supérieur au coût de maintenance.

$$R6 = \frac{\text{Coût total de maintenance}}{\text{Valeur des actifs immobilisés à maintenir}}$$

Le ratio R6 doit être manipulé avec beaucoup de précaution. Pour être représentatif il faut actualiser les valeurs des actifs immobilisés.

$$R7 = \frac{\text{Coûts cumulés de maintenance depuis sa mise en service}}{\text{Nombre d'heures de fonctionnement depuis sa mise en service}}$$

Un ratio économique qui intéresse les responsables de production (utilisateurs) et les responsables du service de maintenance

### 2.5.2 Les ratios techniques

$$R1 = \frac{\text{Temps requis}}{\text{Temps de maintenance}}$$

Il correspond à l'expression du taux d'engagement des biens.

$$R2 = \frac{\text{Temps propre d'indisponibilité pour la maintenance}}{\text{Temps effectif d'indisponibilité}}$$

Ce ratio favorise la mise en évidence des causes d'indisponibilité dues à la maintenance par rapport à celles inhérentes à des causes externes (énergie, alimentation, main-d'œuvre...) ou indépendantes des actions de maintenance proprement dites (temps de non-détection de la défaillance, temps d'appel à la maintenance, temps de remise en service).

$$R3 = \frac{\text{Nombre de défaillance}}{\text{Temps de fonctionnement}}$$

Ce ratio correspond à la définition du taux de défaillance (inverse de la M.T.B.F. : moyenne des temps de bon fonctionnement)

$$R4 = \frac{\text{Temps de préparation du travail}}{\text{Temps actif de maintenance}}$$

Il montre l'importance des activités de préparation du travail par rapport aux interventions effectuées sur le bien.

$$R5 = \frac{\text{Temps de maintenance}}{\text{Temps de fonctionnement}}$$

Ce ratio permet de vérifier l'évolution de l'état du bien.

$$R6 = \frac{\text{Temps actif de maintenance corrective}}{\text{Temps actif de maintenance préventive}}$$

Ce ratio permet de suivre l'efficacité de la politique de maintenance.

$$R7 = \frac{\text{Temps passé pour une intervention de maintenance}}{\text{Temps prévu pour une intervention maintenance}}$$

Ce ratio permet de contrôler les écarts entre les temps passés et les temps prévus. Il est surtout utilisé pour la maintenance préventive systématique et toute action de maintenance répétitive.

## 2.6 Le tableau de bord de CATEL :

### 2.6.1 La collecte des données

Afin de permettre le suivi des coûts de la maintenance, nous avons procédé comme suite :

*La demande de travail :*

Le document demande de travail doit être rempli soigneusement et complètement, pour cela, nous avons proposé des améliorations sur le document (AnnexeIII.3).

*L'évaluation des coûts des opérations :*

Les coûts de la maintenance sont enregistrés par opération et par mois dans un registre (AnnexeIII.1). Les coûts qui apparaissent sur les tableaux sont les plus pertinents, en plus ils peuvent être mesurables par les moyens et données de l'entreprise.

L'estimation de ces coûts permet de : détecter les postes qui causent beaucoup de pertes, l'évaluation de budget de service et de mettre à jour les indicateurs de performance.

## 2.7 Les indicateurs de performance

Afin d'assurer le suivi des opérations de la maintenance, CATEL utilise deux indicateurs de performance : le taux d'arrêts (il correspond au ratio R5 des indicateurs techniques) et le taux de respect de planning de préventive.

### 2.7.1 Système actuel de l'entreprise

Ces indicateurs ne prennent pas en compte :

- Les coûts engendrés par la maintenance.
- L'efficacité de la maintenance préventive par rapport à la maintenance corrective.
- Les écarts entre les durées réelles des opérations et les durées prévues.
- Le temps utile de la maintenance par rapport à la durée de l'indisponibilité.
- La volonté de CATEL d'avoir le maximum de contrôle sur la politique de maintenance et les insuffisances révélées justifie le renforcement de tableau de bord maintenance par d'autres indicateurs de performance.

### 2.7.2 Le choix des indicateurs

Le choix se fait en tenant compte de :

- La disponibilité des données.
- Pouvoir mettre à jour d'une façon continue les données reprises dans les ratios.
- La structure de l'entreprise (taille, type de production, type de produits, âge moyen des équipements).
- Moyens mis à la disposition de la fonction maintenance (personnel et moyens techniques de gestion).
- Les indicateurs proposés sont :

**Tableau IV.24 : Les indicateurs économiques**

Indicateur de performance	Expression	Utilité
IP1	$R2 \times 100$	Suivre l'efficacité économique de la maintenance.
IP2	$R4 \times 100$	Suivre la contribution de coût de la sous-traitance dans les coûts de la maintenance.
IP3	$\frac{\text{Coûts direct de maintenance}}{\text{Coût de défaillance}} \times 100$	Suivre les dépenses directement liées à la maintenance.

**Tableau IV.25 : Les indicateurs techniques**

Indicateur de performance	Expression	Utilité
IP4	R2x100	La contribution des arrêts maintenance au total des arrêts.
IP5	R3x100	Suivre l'évaluation de taux de défaillance.
IP6	R4x100	L'évaluation des durées de préparation <sup>4</sup> des interventions.
IP7	R6x100	Mesure l'efficacité de la politique de maintenance.
IP8	R7x100	Mesure les écarts entre les durées prévues et les durées passées, il est recommandé.

L'implantation de ces indicateurs de performance permet d'une part de suivre le niveau d'efficacité de service maintenance, et d'autre part, ils sont considérés comme un utile d'aide à la décision.

Chaque indicateur doit être mené d'un arbre décisionnel élaboré par les responsables de l'entreprise selon les objectifs stratégiques.

Le principe de décision consiste à attribuer pour chaque indicateur des niveaux d'alerte correspondant à des décisions opérationnel.

*Exemple :*

L'indicateur IP7 mesure l'efficacité de la politique maintenance. Il est exprimé par le ratio de temps passé dans les opérations correctives par rapport au temps passé dans les opérations préventives.

La maintenance préventive vise essentiellement à augmenter la disponibilité des équipements donc elle minimise le temps passé dans les opérations correctives, donc l'amélioration de politique maintenance vise à minimiser l'indicateur IP7.

Si l'indicateur dépasse le seuil fixé par l'entreprise (20% par exemple), des actions d'améliorations seront déclenchées dans but d'augmenter la rentabilité des actions préventives, ou bien d'optimiser les actions correctives, ces actions peuvent être :

<sup>4</sup> Cette durée correspond à l'écart entre l'heure de réception de la DT et le début d'intervention.

- Revoir les procédures de maintenance préventive ainsi que les plans des opérations,
- Revoir le planning des opérations préventives,
- La rénovation des équipements en déclin,
- Programmer des cycles de formation pour le personnel de maintenance, ...

## Conclusion

D'autres ratios peuvent être imaginés mais l'interprétation des résultats exige une certaine réserve.

Pour un meilleur suivi et pour agir plus facilement et plus rapidement en cas d'évolution négative, il est souhaitable :

- de minimiser le nombre de ratios,
- de choisir correctement numérateur et dénominateur,
- de connaître parfaitement les éléments retenus,
- de bien définir le cadre et les conditions du suivi.

Nous suggérons par la suite de :

- Fixer des objectives qualités pour les indicateurs retenus.
- Elaborer des arbres de décision pour les indicateurs retenus en associant pour chaque décision un niveau d'alerte.
- Implanter une politique de maintenance basée sur la TPM, et assurer un suivi par le TRS (AnnexeI.3).

## 3. Volet III : Codification

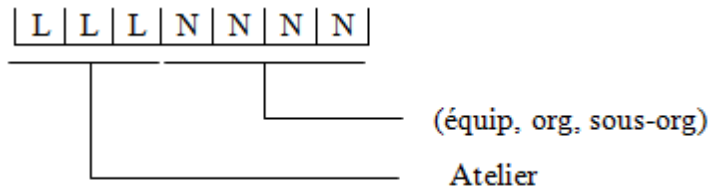
La codification est utilisée pour représenter les informations internes (littéraire) sous forme abrégée en utilisant un certain nombre de symbole afin d'optimiser les ressources informatiques d'une part, et de simplifier le travail des personnes et pour assurer une meilleure gestion d'autre part. L'utilisation de la codification permet aussi de réaliser les opérations de la maintenance préventive d'une façon plus rapide.

### Les équipements :

Pour associer facilement les équipements et leur localisation sur le terrain, on a choisi un système de codification alphanumérique.

Ce système de codification doit être cohérent pour toute l'usine et connu pour toutes les ensembles de l'entreprise.

Le code proposé permet d'identifier l'équipement, ses organes et les sous organes, il est représenté comme suite : les trois premières cases désignent l'atelier, elles contiennent les trois premières lettres de nom d'atelier. La 4<sup>ème</sup> est réservée pour l'équipement, la 5<sup>ème</sup> pour les organes, la 6<sup>ème</sup> et la 7<sup>ème</sup> désignent les sous organes.



**Tableau IV.26 : Codification des équipements**

<b>Atelier</b>	<b>Equipements</b>	<b>Code</b>
Tréfilage	C13	TRE 1000
	Ebaucheuse	TRE 2000
Isolation	T1	ISO 1000
	T2	ISO 2000
	NT3	ISO 3000
	T4	ISO 4000
	T5	ISO 5000
	T6	ISO 6000
	BM60	ISO 7000
Torsion	413	TOR 1000
	414	TOR 2000
	Paireuse	TOR 3000
	QT1	TOR 4000
	QT2	TOR 5000
Assemblage	DE angeli	ASS 1000
Câblage	P1	CAB 1000
	P2	CAB 2000
	P3	CAB 3000
	P4	CAB 4000
Toronnage	SZ1	TRN <sup>5</sup> 1000
	GMM	TRN 2000
	SZ2	TRN 3000
Gainage	BMN60	GAI 1000
	BM80	GAI 2000
	BMN120	GAI 3000
	BMA60	GAI 4000
	AND120	GAI 5000
	OZM100	GAI 6000

<sup>5</sup> Pour différencier l'atelier toronnage de l'atelier torsion on utilise TOR comme code de l'atelier torsion et TRN pour l'atelier toronnage.

*Exemple:*

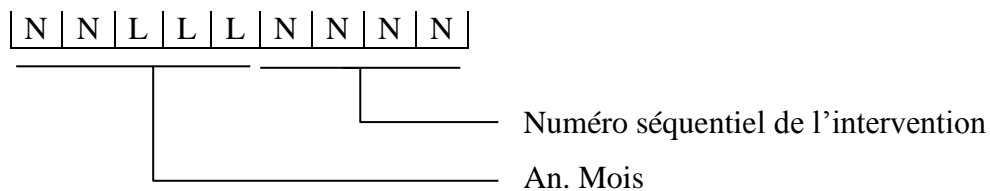
Les organes de l'équipement T1 sont : tréfileuse, extrudeuse, refroidisseur et bobinoir, leurs codes respectivement sont : ISO 1100, ISO 1200, ISO 1300, ISO 1400

Ensuite, la décomposition des organes en sous organes nous permettra de simplifier le suivi de ces derniers afin d'aboutir à l'élaboration des plans de maintenance préventive basés sur l'historique des équipements et leurs organes.

Nous suggérons par la suite d'élaborer pour chaque équipement une fiche de nomenclature des organes et sous-organes (AnnexeIII.2)

**La demande de travail :**

Vu l'importance de la demande de travail dans le suivi des opérations de la maintenance, nous avons proposés des améliorations sur cette dernière. Le système de codification proposé pour ce document est alphanumérique, il est comme suit :



Ce système nous permettra de faire une classification et un suivi mensuel de nombre et durées des interventions.

Exemple : la demande de travail correspondant à la 47<sup>ème</sup> intervention de mois d'Avril 2011 porte le code : 11AVR0047.

**4. Volet IV : Criticité des équipements**

Les équipements sont suivis mensuellement et classés selon leurs indices de criticités par un ordre décroissant, ce suivi permet de déterminer les équipements qui ont besoin d'un traitement particulier et d'une surveillance permanente, et de pouvoir quantifier les améliorations apportées à ces équipements.

Le classement se fait selon les 3 indices présentés précédemment, fréquence de la panne, gravité de la panne et le taux de déchet.

Pour cela nous recommandons de faire la pesée de déchets pour les autres équipements (hors isolation).

Le résultat sera affiché dans des tableaux comme suite (AnnexeIII.6),



Un suivi mensuel de l'indice de criticité des équipements nous permettra de déterminer les équipements qui nécessitent un suivi particulier et des actions urgentes, ou même de décider le remplacement de l'équipement.

## 5. Volet V : Procédure de maintenance corrective

Les opérations de maintenance corrective se basent essentiellement sur les demandes de travail, la fiabilité de chaque analyse visant à augmenter la disponibilité des équipements est conditionnée par la fiabilité et la pertinence des informations portées sur ces DT.

Dans cette optique, nous avons proposé des améliorations sur ce bon comme suite (AnnexeIII.3) :

A l'arrivée d'une panne, le machiste ou le chef d'atelier production remplit sur la demande de travail les informations suivantes : le demandeur, la date, le délai souhaité, l'heure de la panne (T0), l'équipement en arrêt et le niveau de l'urgence, ce dernier permet aux agents de la maintenance de planifier et ordonnancer les opérations de la maintenance selon les priorités.

**Tableau IV.27 : Les niveaux d'urgence des interventions**

Niveau d'urgence	Description
Niveau 1	Sans impact sur la production.
Niveau 2	L'équipement peut fonctionner en mode dégradé en cas de dysfonctionnement de l'organe.
Niveau 3	Entraine uniquement un arrêt de production.
Niveau 4	Entraine un arrêt de production et des dégâts matériels ou humains.

Un agent de la production (probablement le machiniste) est chargé de transmettre le bon à l'agent méthode, ce dernier mentionne l'heure de réception de bon (T1) et il le transmet au maintenancier chargé d'intervention, ces derniers mentionnent sur le bon le nombre d'effectif, l'heure de début (T2) de l'opération, le coût de PDR (donné par le responsable de magasin de PDR) et à la fin d'intervention ils mettent l'heure de mise en marche (T3), l'heure de remise en service (T4) sera mentionnée par le chef de l'atelier de production une fois que l'équipement aurait repris la production.

Les maintenanciers doivent remplir la case correspondant aux éléments qui sont à l'origine de la panne (le code de l'organe ou de sous-organe), ainsi les causes et les effets de la panne.

La détermination des causes peut se faire par la règle des 5 pourquoi (AnnexeI.4).

Pour assurer l'enregistrement des bons des équipes de nuit, nous recommandons de concevoir un système de boîte aux lettres pour le dépôt des bons qui seront récupérés par l'agent méthode.

Les causes de défaillance peuvent être déterminées à l'aide de diagramme d'ISHKAWA (règle des 5M) (Annexe III.4)

Pour que les bons soient plus significatifs et simples à remplir, il est recommandé d'établir pour chaque sous-organe une liste des défaillances les plus fréquentes et les mettre sous une codification afin de permettre par la suite un traitement informatique (Annexe III.2).

Un suivi rigoureux et honnête de ces bons permettra de concevoir une base de données prête pour l'exploitation pour l'élaboration des plans de maintenance préventive systématique ou conditionnelle à travers la prévision des pannes fréquentes et fera par la suite la base pour des analyse AMDEC et MBF.

Cette base de données sera mise à jour régulièrement, elle alimentera le tableau de bord, ce qui permettra aux responsables de prendre les décisions concernant la politique de maintenance.

## **6. Volet VI : Ordonnancement des opérations de maintenance**

Les interventions de maintenance (corrective ou préventive) doivent être maîtrisées par les agents de maintenance afin d'assurer une utilisation rationnel et optimal des différents facteurs : les délais, les moyens de réalisation et la ressource humaine.

L'ordonnancement des tâches de la maintenance a pour mission :

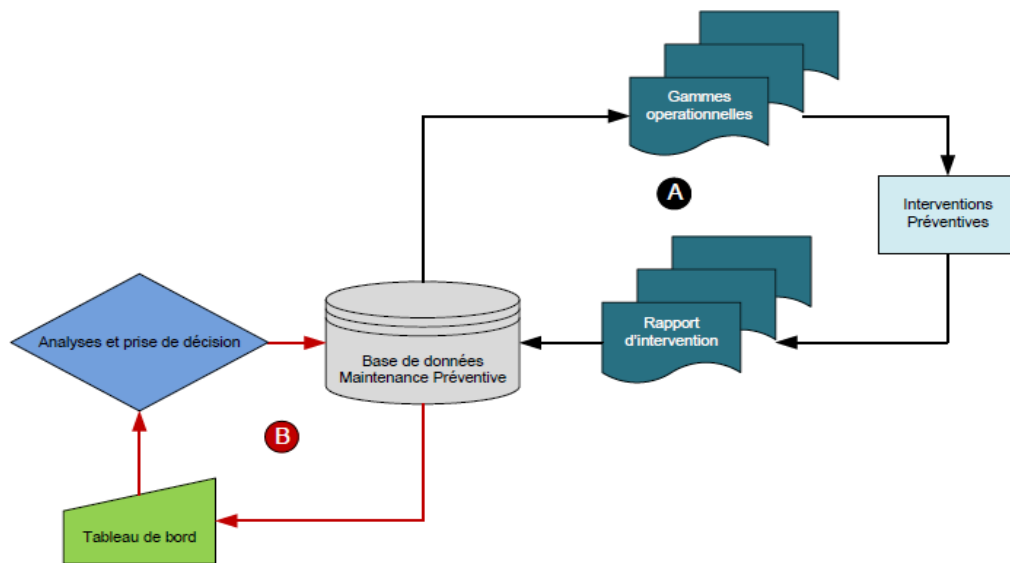
- Prévoir la chronologie du déroulement des différentes tâches afin de pouvoir élaborer des fiches descriptives des opérations.
- Optimiser les moyens et ressources et réduire les délais en fonction de chemin critique.
- Permet de planifier les travaux de maintenance ainsi la répartition des moyens disponible.
- Optimiser les délais des interventions en faisant des analyses entre les durées prévues et les durées de réalisation.

La démarche d'ordonnancement est recommandée dans un premier temps pour planifier les opérations de maintenances préventives qui ont des durées de réalisations relativement longues.

Nous recommandons d'accomplir le document rapport d'activité par la fiche gamme d'intervention (Annexe III.4)

Ces fiches constituent un utile de suivi des interventions préventives en termes de coût et de délai d'intervention.

Le système d'information est schématisé comme suite :



*Figure IV.32 : Mécanisme de retour d'expérience*

Après un certain nombre d'applications du plan de maintenance préventive, les agents de bureau méthode pourront exploiter les retours d'informations selon les principes suivants :

- si pour toutes les opérations effectuées sur un organe donné, les appréciations sont toujours à l'état rien à signaler ou en bon état, on doit commencer à poser la question : la périodicité donnée n'est-elle pas trop serrée ?
- par contre, s'il y a une panne entre les deux visites, est-il possible que la périodicité donnée soit trop large ?
- Dans certains cas, on devra garder la périodicité assez serrée par précaution ou pour raisons de sécurité.

*Tableau IV.28 : Analyse de retour d'expérience*

Constatations	Actions
Des arrêts pour panne ont lieu avant certaines visites.	Augmenter la fréquence de visite.
La dégradation évolue très lentement de l'état 1 à l'état 2.	Diminuer la fréquence de visite
Toutes les n visites, on doit remplacer un organe	Remplacer les visites par des remplacements systématiques à fréquence n.
La dégradation évolue très rapidement de l'état 1 à l'état 4.	Faire une analyse pour résolution de défaillance.
Etats : 1 : RAS 2 : début de dégradation 3 : dégradation avancée 4 : intervention immédiate	

L'équipe de maintenance doit déterminer pour chaque intervention (corrective ou préventive) des gammes opérationnelles afin de suivre les délais de réalisation.

La démarche d'ordonnement est comme suite :

- Décomposer l'opération en opérations élémentaires : cette décomposition se fait en se basant par ordre de disponibilité sur :

- Le guide de constructeur,
- L'historique des opérations similaires,
- Comparaison avec des opérations faites sur des équipements similaires,
- L'expérience des agents de la maintenance.

- Déterminer l'ordre chronologiques des opérations élémentaires et les relations de précédences entre elles.

- Affecter à chaque opération élémentaire l'effectif et les moyens nécessaires pour sa réalisation.

- Appliquer la démarche de diagramme de GANTT pour déterminer le chemin critique et l'ordonnement des tâches.

#### Principe du diagramme de Gantt :

Il est structuré à partir d'une échelle des temps nommée « unité d'ordonnement » : jour décomposé en heures, semaine décomposée en jours, année décomposée en semaines, etc. Chaque tâche est représentée par une barre de longueur proportionnelle au temps prévu, et elle est positionnée a priori « au plus tôt ». Le même outil peut représenter la succession des étapes d'un projet (cas de la figure ci-dessous) ou une succession de tâches indépendantes. Sur l'exemple, la tâche antécédente A libère les tâches B et C, la tâche B étant margée, ce qui donne une liberté pour « lisser » la charge. Le lissage consiste à jouer sur la liberté de programmation offerte par les marges pour régulariser la charge la charge totale à un instant donné, ou à gérer différentes contraintes afférentes au projet.

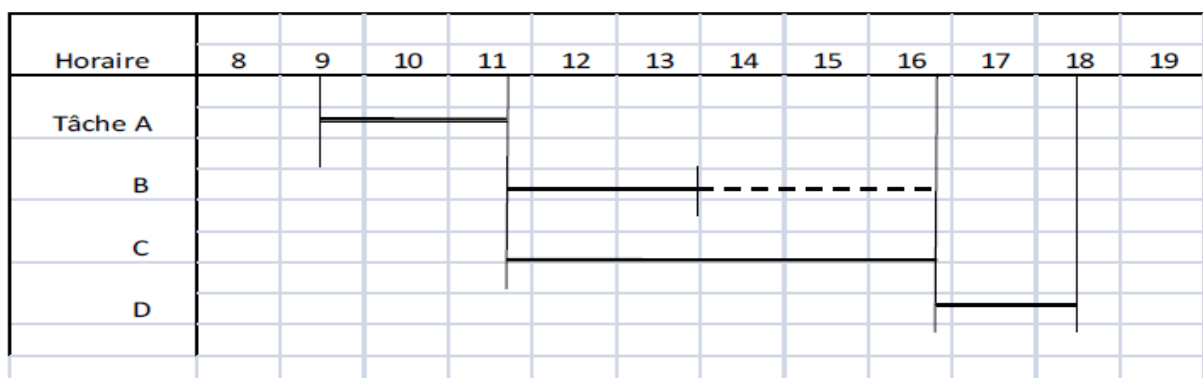


Figure IV.33 : Structure d'un graphe de GANTT

## 7. Volet VII : L'auto-maintenance<sup>7</sup> :

Pour augmenter la disponibilité des équipements jugés critiques, nous allons proposer une démarche d'auto-maintenance qui jouera le rôle d'une maintenance préventive quotidienne.

La maintenance autonome implique que les opérateurs connaissent leur machine, leur qualification professionnelles ne doit pas se limiter à la simple manipulation ; elle doit aussi inclure beaucoup de notions généralement considérées comme relevant de la maintenance.

Les opérateurs doivent par-dessus tout apprendre à déceler les anomalies. Ce qui veut dire apprendre à versifier la qualité des produits et à surveiller le fonctionnement des installations pour pouvoir remarquer immédiatement tout phénomène anormal.

L'acquisition de ces compétences permettra d'assurer le 1<sup>er</sup> niveau de la maintenance par les opérateurs de production.

Le tableau ci-dessous résume les différentes actions qu'on propose pour implanter une politique d'auto-maintenance :

**Tableau IV.29 : Démarche d'implantation de l'auto-maintenance**

Quoi ?	Qui ?	Quand ?	Quel indicateur de résultat ?
1. Elaboration d'une fiche d'auto-maintenance	Les agents du bureau méthode	Immédiatement	niveau 1 de maintenance assuré par la production.
2. Formation des opérateurs de production (maintenance niveau1).	Service méthodes	Permanent	Mobilisation des opérateurs des machines et diminution de l'indisponibilité des équipements.
3. Programmer des réunions au niveau du bureau méthode en faisant participer les maintenanciers et les opérateurs de production.	opérateurs de production+ agents de maintenance	Permanent	faciliter le diagnostic pour les agents de maintenance et diminuer la charge sur les maintenanciers

<sup>7</sup> Auto-maintenance : c'est la participation des opérateurs dans l'entretien des machines. Ce sont des taches de 1<sup>er</sup> niveau affectées aux opérateurs.

**Fiche d'auto-maintenance :**

Les fiches d'auto-maintenance se basent essentiellement sur la règle des 5S<sup>8</sup>. Chaque équipement critique issu de l'analyse précédente doit avoir sa propre fiche d'auto-maintenance, ces fiches prennent la forme de l'annexe III.7, les opérations seront déterminées par les agents de la maintenance.

**8. Volet VIII : Gestion de PDR**

A partir des remarques faites concernant le magasin de pièces de rechange, nous avons constaté que cet axe nécessite une mise en place d'une gestion rationnelle du stock maintenance.

*Tableau IV.30 : Plan d'action pour améliorer la gestion de PDR*

Quoi?	Qui?	Quand ?	Quel indicateur de résultat ?
1. Classer les articles et identifier les articles non mouvementés et obsolètes.	Le magasinier en collaboration avec les agents du bureau méthode.	Périodique	Libérer l'espace dans le magasin et diminuer le coût de stockage.
2. Définir les politiques d'approvisionnement pour les articles critiques et les pièces d'usure.	Le magasinier + Bureau méthode	immédiatement	-Eviter les ruptures de stock.  -Minimiser le coût de stockage.
3. Revoir la méthode de détermination du stock de sécurité et calculer le point de commande pour les articles critiques.	Le responsable du magasin de PdR	immédiatement	-Minimiser le coût de stockage.
4. Prévoir les consommations futures à partir des consommations passées.	Le bureau méthode + le responsable du magasin	Permanent	Eviter les ruptures de stock

<sup>8</sup> Règle japonaise : Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke → S'organiser, Situer, Scintiller, Standardiser, Suivi.

Nous avons proposé une politique de gestion de pièces de rechange basés sur la classification ABC des références.

La classification se fait selon les deux critères :

- La fréquence de sortie de magasin : c'est le nombre d'article d'une référence consommé par jour.
- Le prix d'achat : c'est le prix total d'une référence pour une période donnée.

Cette classification nous permettra de déterminer les références de PDR qui nécessitent un suivi particulier.

La réussite de cette démarche est conditionné par :

- La maîtrise de logiciel de gestion de PDR ce qui nécessite une formation de personnel.
- Définir pour chaque référence issue de la classification :

**Le stock de sécurité** : doit être défini à un niveau qui couvre à la fois la consommation d'articles dans le délai de réapprovisionnement et les besoins qui peuvent s'ajouter au cours des délais de livraison.

**Le point de commande** : est la somme du stock de sécurité et de la consommation d'article attendue dans le délai de réapprovisionnement. A cet effet et lors de la détermination du point de commande, le stock de sécurité, les valeurs de consommation précédente ou les besoins à venir ainsi que le délai de réapprovisionnement doit être pris en compte.

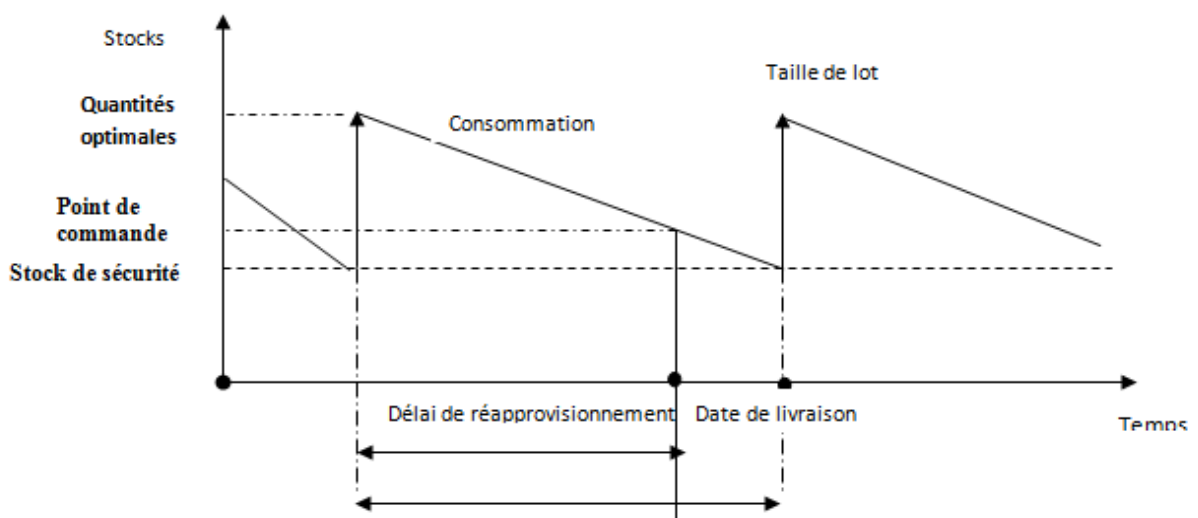


Figure IV.34 : Politique d'approvisionnement des pièces de rechanges

## 9. Volet IX : Les ressources humaines

Pour améliorer la rentabilité du personnel il est important de :

- ❖ Evaluer les promotions par rapport au couple performances / carrière ;
- ❖ Motiver le personnel par des primes sur performance ;
- ❖ Utiliser et actualiser la matrice des compétences et analyser les écarts entre les compétences requises et compétences actuelles ;
- ❖ Améliorer les conditions de travail ;

A noter aussi que les problèmes liés aux manque d'expérience de personnel et la non maîtrise des procédures de de la fonction maintenance sont évidents, pour remédier à cette problématique, l'entreprise doit programmer des cycles de formation pour le personnel du service maintenance, que ce soit des formations en interne ou en externe.

Le tableau suivant donne une estimation des axes principaux à améliorer ainsi que les durées de la formation :

**Tableau IV.31 : Axes d'amélioration des compétences**

Fonction	Qui ?	Quand ?	Quoi ?	Combien ?
Gestion de PDR	Responsable de magasin et magasiniers	Immédiatement	- Logiciel de gestion de PDR - Méthode de classification - Gestion des stocks.	8 heures.
Diagnostic des équipements	Electriciens & mécaniciens	Permanant	- méthodes de diagnostic - élaboration des plans d'action - évaluation des causes et des effets	Apprentissage en permanence. Une formation initiale aux notions de base (4heures) (constructeur)
Ordonnancement	Agent ordonnancement	Immédiatement	- diagramme de GANT, PERT/CPM - affectation des ressources - évaluation des délais des opérations - MS Project	3 X 8 heures
Analyse et retour d'expérience	Agent méthode	Permanant	- construction d'une base de données - AMDEC, MBF - GMAO - évaluation des coûts - politique de gestion - suivi de performance	En continue



## **10. Volet X : Amélioration de la sous-traitance**

L'entreprise décide de recourir à la sous-traitance uniquement pour deux raisons. Soit de faire face à un pic d'activité que son personnel ne peut pas absorber, soit il s'agit de réaliser des travaux qui demandent des compétences techniques qu'elle n'a pas.

- Sous-traitance de capacité : ce qui suppose que les ressources disponibles en internes sont déjà complètement utilisées, et que l'urgence des travaux à réaliser est telle que l'entreprise ne peut pas éviter de recourir à la sous-traitance de capacité.

- Sous-traitance de compétence : ce qui suppose qu'il revient moins cher à l'entreprise de recourir à un prestataire externe que d'embaucher les compétences correspondantes.

L'arbre de la figure suivante nous donne les grandes lignes du processus de décision à suivre pour améliorer la pertinence des décisions de sous-traiter.

### **Conclusion**

L'ensemble de ces actions d'amélioration visent à renforcer le système de procédure de travail et assure aussi le suivi et le retour d'expérience de toutes les opérations de la maintenance.

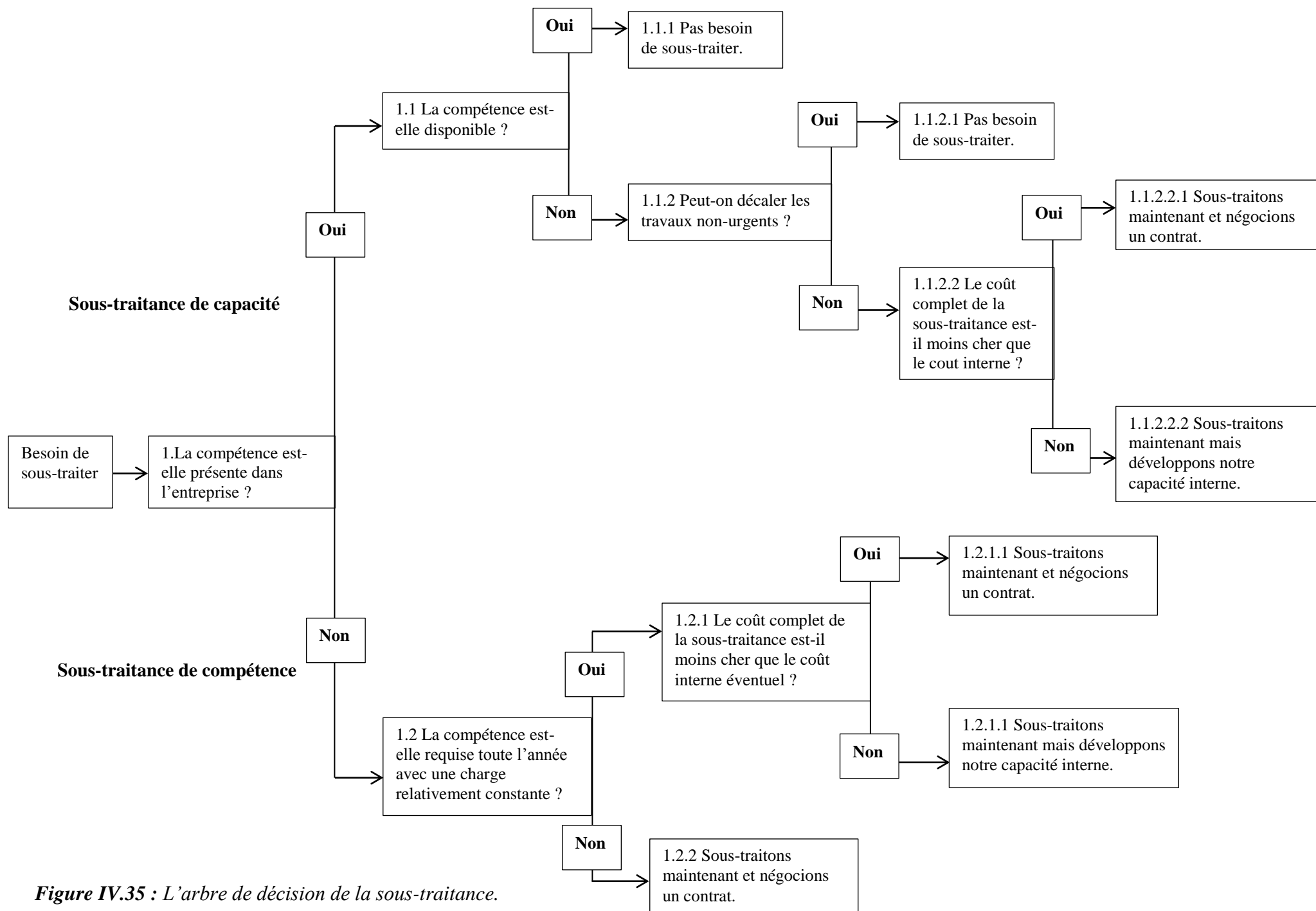


Figure IV.35 : L'arbre de décision de la sous-traitance.

### **Conclusion générale :**

C'est dans le souci d'améliorer les performances de son service maintenance que CATEL nous a confié la mission d'effectuer une analyse du système actuel, afin de relever les dysfonctionnements majeurs et de proposer par la suite des actions pour améliorer les forces de service et remédier aux faiblesses.

Notre étude a commencé par une prise de connaissance des méthodologies et principes de fonctionnement du service maintenance ainsi que les relations du service avec les autres unités de l'entreprise CATEL.

Cette première vue était le point de départ du diagnostic qui nous a permis de relever certaines insuffisances liées aux méthodes et politique de gestion du service maintenance. Ces carences ont été hiérarchisées selon leurs criticités. Ce classement nous a permis de prioriser les actions d'amélioration.

Parmi les problèmes majeurs issus de cette analyse, nous avons traité en particulier le problème lié à l'absence d'une politique d'estimation des coûts de la maintenance, pour cela, nous avons proposé une démarche d'estimation des coûts directs et des coûts indirects du service. Cette démarche est adaptée pour le cas de l'entreprise CATEL.

L'application de ce nouveau système permet de déterminer pour chaque équipement la meilleure politique de maintenance à travers une comparaison entre les coûts des opérations de maintenance préventive et celles de la maintenance corrective.

Afin de permettre un suivi efficace et une mise à jour de la base de données maintenance, nous avons conçu une documentation qui permet d'alimenter cette base.

Par ailleurs, pour le suivi et l'aide à la décision concernant les travaux de maintenance, les coûts liés aux opérations et les politiques adaptées, nous avons renforcé le tableau de bord par des indicateurs de performance bien choisis.

Nous avons également constaté d'autres anomalies, touchant essentiellement aux procédures de travail et à l'ordonnancement des opérations.

Pour y remédier nous avons proposé un ensemble de recommandations qui constituent le point de départ pour des analyses plus approfondies du service maintenance de l'entreprise.

## *Conclusion Générale*

---

A la lumière de ce mémoire, nous estimons que nous avons contribué à éliminer la problématique de la maintenance des préoccupations majeures de l'entreprise, nous estimons aussi que ce document serait utile pour CATEL, et pour toutes activités traitant le problème de la maintenance.

## **Bibliographie**

- (Boland et poschan.1982) :** Boland, J.P. and F. Poschan. 2001: «*Periodic replacement with increasing minimal repair cost at failure* ». Operations Research,
- (CAT.2011):** Catalogue CATEL : les Câbleries de Télécommunications d'Algérie, 2011
- (Goundiam.2009) :** GOUNDIAM Medi Yassa, 2009 : «*Maintenance des équipements* », International Institute for water and Environmental Engineering.
- (Héng.2002) :** Héng J, 2002, «*Pratique de la maintenance préventive, Mécanique, Pneumatique, Hydraulique, Électricité, Froid* », DUNOD, Paris.
- (Priel.2005) :** Victor Priel, 2005 : «*La maintenance, Technique moderne de gestion* », Edition : Entreprise moderne.
- (Ramdani et Kaita.2004) :** L. RAMDANI & M.A.B KAITA, 2004 : Projet Fin d'Etude : «*contribution à l'amélioration de la gestion du service maintenance* »  
Application : ABC PEPSI  
Ecole Nationale Polytechnique,  
Département de Génie Industriel. , 2003/2004
- (Sali et Lammali.2007) :** SALI. M & LAMMALI. A ,2007 : Projet de fin d'étude : «*La Maintenance Basée sur la Fiabilité, outil pour l'amélioration de la performance industrielle. Cas de Kraft Foods Algérie* »  
Ecole Nationale Polytechnique,  
Département de Génie Industriel. 2006/2007
- (Thibaut.1989) :** J.P. THIBAUT, 1989 : «*Diagnostic d'entreprise, Guide pratique* »  
1<sup>er</sup> édition 1989
- (Tsang.2002) :** Tsang, A.H.C. 2002: «*Strategic dimension of maintenance management*». Journal of Quality in Maintenance Engineering.
- (Zarezi.2006) :** R. ZAREZI, Projet Fin d'Etude : «*Contribution à l'amélioration de la fonction de maintenance au niveau de l'atelier URO* »  
Ecole Nationale Polytechnique,  
Département de Génie Industriel. 2005/2006

## Webographie :

Site 1 : [www.catel-dz.com](http://www.catel-dz.com)

## Ouvrages consultés :

AOUDIA Moumoud: Thèse de doctorat : « *Elaboration d'une approche d'aide au management stratégique de la fonction maintenance* », Ecole Nationale Polytechnique, Département de Génie Industriel. 2008/2009

Bakalem M. et Abdelaziz : « *Fiabilité des équipements industriels* », PLD GMAO, Centre d'étude et de recherche en logistique industrielle, Institut supérieur de gestion et de planification, Alger. 1999

Bernard MICHIN, 2001 : « *Maintenance: Concepts et Définitions* »  
Edition : Technique de l'Ingénieur

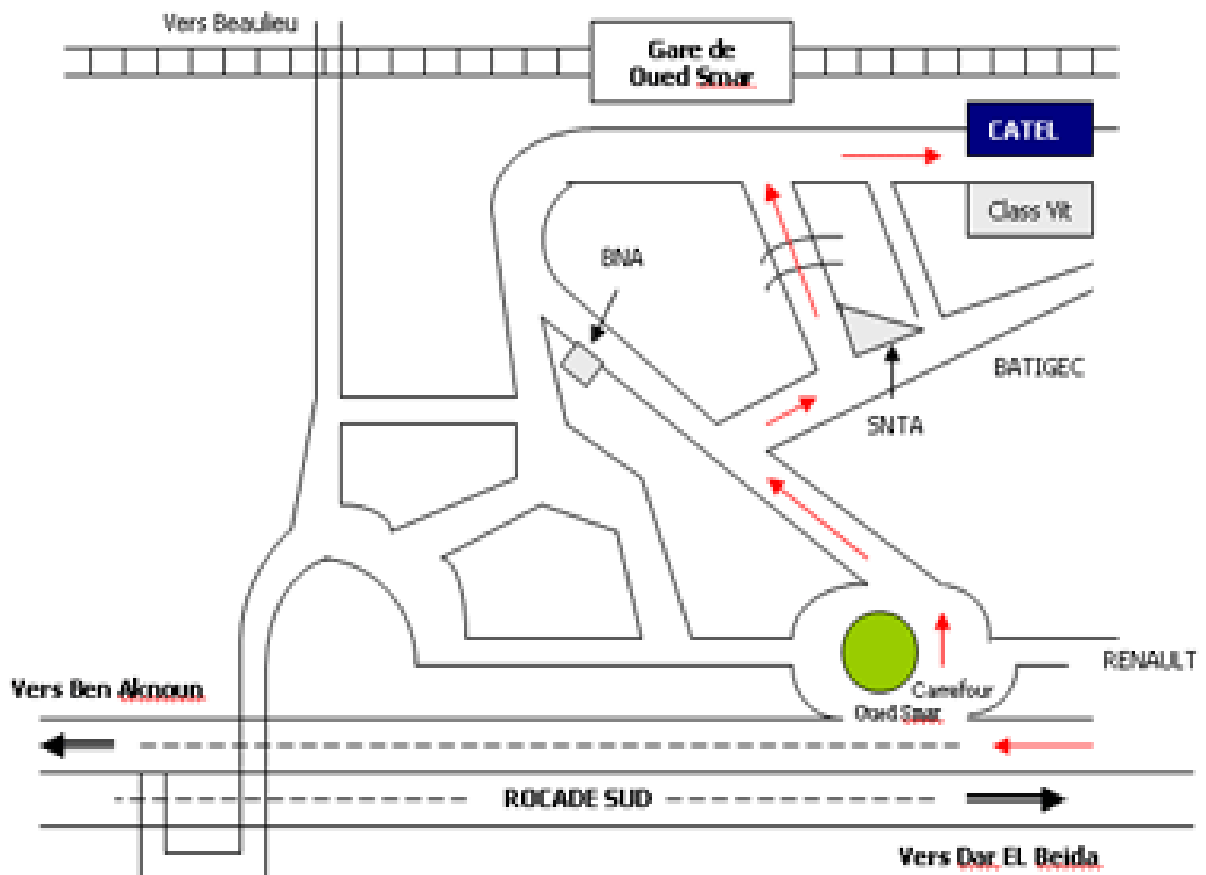
Bufferne J., 2009, « *La fiabilité des équipements industriels* », techno Méca.

Cuignet R., 2005, « *Management de la maintenance* », DUNOD, Paris.

Victor Priel, 2005 : « *La maintenance ; technique modernes de gestion* »,  
Edition : Entreprise Moderne, Bordeaux.

**Annexes :**

<i>Annexe I.1 : Plan d'accès à l'entreprise.....</i>	<i>94</i>
<i>Annexe I.2 : Les gammes de produits.....</i>	<i>95</i>
<i>Annexe I.3 : Le calcul de TRS.....</i>	<i>99</i>
<i>Annexe I.4 : Les 5 pourquoi.....</i>	<i>100</i>
<i>Annexe II.1: Le questionnaire.....</i>	<i>110</i>
<i>Annexe II.2 : l'évaluation des performances.....</i>	<i>112</i>
<i>Annexe III.1 : Le suivi des coûts de la maintenance.....</i>	<i>113</i>
<i>Annexe III.2 : Codification des éléments.....</i>	<i>114</i>
<i>Annexe III.3 : La demande de travail.....</i>	<i>115</i>
<i>Annexe III.4 : La gamme d'intervention préventive.....</i>	<i>116</i>
<i>Annexe III.5 : Le diagramme d'ISHIKAWA.....</i>	<i>117</i>
<i>Annexe III.6 : Suivi de criticité des équipements.....</i>	<i>118</i>
<i>Annexe III.7 : Fiche d'auto-maintenance.....</i>	<i>119</i>



Annexe 1.1 : Plan d'accées à l'entreprise



### ***Annexe I.2 : Les Gammes de produits***

#### **Télécom cuivre**

- Série 88- Câble urbain souterrain :

Câbles souterrains pour réseaux téléphoniques locaux, tirable en conduite. Utilisée en transport entre le central et les sous répartiteurs et en distribution finale jusqu'au point de raccordement de l'utilisateur final.

Mode de pose : en tube ou en galerie.

- Série 89- câble urbain souterrain :

Câbles souterrains pour réseaux téléphoniques locaux, posés en conduite. Utilisés en transport entre le central et les sous répartiteurs et en distribution finale jusqu'au point de raccordement de l'utilisateur final. Ont des caractéristiques de transmission améliorées.

Mode de pose : entube ou en galerie.

- Série 98- câble urbain autoporté :

Câble de réseaux aériens pour distribution urbaine et rurale. Utilisés pour relier les centraux entre eux ou des centraux à des sous répartiteurs.

Mode de pose : aérien.

- Série 99- câble urbain autoporté :

Câble de réseaux aériens pour distribution urbaine et rurale. Utilisés pour relier les centraux entre eux ou des centraux à des sous répartiteurs. Ont des caractéristiques de transmission améliorées.

Mode de pose : aérien.

- Paire 5/9- câble unipolaire de raccordement aérien :

Paire méplate autoportée utilisée pour raccorder le point concentration à l'abonné.

Mode de pose : aérien.

- Paire 5/1- câble unipolaire de raccordement aérien :

Paire méplate autoportée utilisée pour raccorder le point concentration à l'abonné.

Câble destiné à la desserte individuelle des abonnés à partir des lignes aériennes.

Mode de pose : aérien.

- Paire 5/3- câble unipolaire de raccordement aérien :

Paire méplate autoportée utilisée pour raccorder le point concentration à l'abonné.

Mode de pose : aérien.

- Série 281- câble de raccordement pour équipements centraux :

Fils jarretières destinés à établir la liaison entre la ligne de l'usage et le commutateur au niveau du répartiteur général ou les sous répartiteurs.

Mode de pose : Intérieur.

- Série 278- câble de raccordement pour équipements intérieurs :

Câbles pour installations intérieures utilisées en distribution d'immeubles.

Mode de pose : Chemin de câbles, collé, en tubes ou directement sur les parois.

- Série SYT1/NTHG- câble téléphonique pour installations privées :

Câbles pour installations de téléphonie privée et pour transmission de courants faibles.

Mode de pose : En caniveaux, en conduits ou directement sur parois.

- Série SYT2/MFG- câble téléphonique armé :

Câbles pour installations de télécommunication.

Mode de pose : Enterrés directement sans fourreau.

## **Télécom Fibre Optique**

### **a) Fibre optique**

- Fibre optique monomode (Fibre à faible pic OH<sup>-</sup>)

La fibre optique monomode est colorée et optimisée aux longueurs d'ondes 1310nm et 1550nm. Elle peut être utilisée à la longueur d'onde 1383nm (région de 1380nm).

- Fibre optique monomode à dispersion décalée non zéro :

La fibre optique monomode colorée à dispersion décalée non zéro est optimisée à la région de la longueur d'onde 1550nm.

- Fibre optique monomode insensible aux courbures « FTTH » :

La fibre optique monomode est colorée et optimisée aux longueurs d'ondes 1310nm et 1550nm. Elle peut être utilisée à la longueur 1550nm.

Cette fibre est particulièrement recommandée pour les applications FTTx, notamment pour le câblage des bâtiments.

- Fibre optique multimode 50/125 OM2 :

La fibre optique multimode est optimisée aux longueurs d'ondes 850nm et 1300nm.

- Fibre optique multimode 50/125 OM3 :

La fibre optique multimode, type OM3, est optimisée aux longueurs d'ondes 850nm et 1300nm.

#### **b) Câbles à fibres optiques**

- Câble souple une seule gaine type loose tube design :

Câble à utilisation intérieure et extérieure pour campus backbone et dans les bâtiments.

Mode de pose : câble pour pose en conduit, fourreau ou directement en terre.

- Câble souple armé une seule gaine type loose tube design :

Câble à utilisation intérieure et extérieure pour campus backbone et dans les bâtiments.

Mode de pose : câble pour pose en conduit ou directement en terre.

- Câble souple entièrement diélectrique type loose tube design (All dielectric):

Câble à utilisation intérieure et extérieure pour campus backbone et dans les bâtiments.

Mode de pose : câble pour pose en conduit ou directement en terre.

- Câble souple à mono tube central type loose tube design :

Câble à utilisation intérieure et extérieure pour campus backbone et dans les bâtiments.

Mode de pose : câble pour pose en conduit ou fourreau.

- Câble blindé armure métallique double gaine type loose tube design :

Câble à utilisation intérieure et extérieure pour campus backbone et dans les bâtiments.

Mode de pose : câble pour pose en conduit ou directement en terre.

#### **Signalisation ferroviaire**

- Série ZPGU- câble locale de signalisation :

Conçus pour le raccordement à l'intérieur des centres d'appareillage et pour les courtes liaisons à l'extérieur.

Mode de pose : en caniveaux ou chemins de câbles.

- Série ZPFU- câble principal de signalisation de voie :

Ces câbles sont utilisés pour les circuits principaux de 1500V DC lignes électrifiées ou le long des voies non électrifiées, ils sont utilisés également pour relier le poste de commande centralisée aux centres d'appareillage.

Mode de pose : en caniveaux ou enterré.

- Série ZPAU- câble principal de signalisation de voie :

Sont utilisés pour les circuits principaux des lignes électrifiées en courant alternatif 25KV. Ils sont conçus avec une protection contre l'induction électromagnétique.

Ils sont utilisés également pour relier le poste de commande centralisée aux centres d'appareillage.

Mode de pose : en caniveaux ou enterré.

- Série ZC03- câble principal de signalisation d'aiguillage.

Ils sont utilisés pour le système du transporteur signal de courant de la ligne de train à grande vitesse (TGV) alimentée en 25000 volts alternatif. Ils sont utilisés également pour relier le poste de commande centralisée aux centres d'appareillage.

Mode de pose : en caniveaux ou enterré.

### **Applications industrielles**

- Câble de détection incendie SYT rouge :

Utilisés dans la télétransmission d'alarme ou dans le désenfumage.

Mode de pose : parois ou chemins de câbles.

- Fil de câblage rigide- Série H07 V-U :

Utilisés dans les circuits des locaux domestiques et dans le câblage des équipements électriques.

Mode de pose : conduits, moulures ou plinthes et sur isolateurs.

**Annexe I.3 : le calcul de TRS :**

Le TRS permet de mesurer de façon précise la performance d'une installation en termes de volume et de mettre le doigt sur les différentes causes de pertes.

Le TRS est la multiplication des trois indicateurs :

**Le taux de disponibilité** : il nous indique, par rapport à une présence de 24h/24 et 365 jours par an des installations dans l'entreprise, le pourcentage de temps de fonctionnement de ces installations. L'unité de mesure est le temps.

**Le taux de performance** : il indique pour sa part dans quelle mesure la cadence optimale de l'installation a été atteinte. Il divise les volumes réellement produits par les volumes que l'on peut produire lorsque les installations fonctionnent à la cadence optimale. L'unité de mesure est le volume produit.

**Le taux de qualité** : il indique dans quelle mesure les volumes ont été produits dans le respect des normes de qualité (ou des spécifications des produits), en divisant les volumes « bons » par les volumes totaux produits. Comme pour le taux de performance, l'unité de mesure utilisée est le volume.

**Cas CATEL :**

Le taux de disponibilité est calculé pour chaque équipement, c'est le rapport entre les heures de bon fonctionnement et les heures programmées.

$$\text{Taux de disponibilité} = \text{temps de fonctionnement} / \text{temps programmé}$$

Le taux de performance peut être estimé par les cadences des équipements, en connaissant les cadences optimales (généralement défini par le constructeur) et la cadence de travail actuel.

$$\text{Taux de performance} = \text{cadence moyenne de fabrication} / \text{cadence optimal}$$

La meilleure façon d'estimer le taux de performance est de calculer pour chaque équipements la quantité qu'il peut produire en cadence optimale donc on aura :

$$\text{Taux de performance} = \text{volume produit réellement} / \text{volume produit en cadence optimal}$$

Le taux de qualité peut être calculé par l'évaluation des déchets.

$$\text{Taux de qualité} = 100\% - \text{taux de déchet}$$

**Annexe I.4 : les 5 pourquoi :**

La démarche consiste à se poser la question « **Pourquoi ?** » au moins cinq fois de suite pour être sûr de remonter à la cause première. Il suffit ensuite de visualiser les cinq niveaux (ou plus) sous forme d'arborescence.

Énoncer clairement le problème.

Répondre, en observant les phénomènes physiques, à la question « Pourquoi ? ».

Apporter la solution à cette réponse.

La réponse faite à chaque étape devient le nouveau problème à résoudre, et ainsi de suite.

Supposons, par exemple, qu'une machine se soit arrêtée de fonctionner.

(1) Pourquoi la machine s'est-elle arrêtée ?

- Parce qu'il s'est produit une surcharge et que les fusibles ont sauté.

(2) Pourquoi cette surcharge ?

- Parce que la lubrification des coussinets était insuffisante.

(3) Pourquoi la lubrification était-elle insuffisante ?

- Parce que la pompe de graissage ne pompait pas suffisamment.

(4) Pourquoi la pompe de graissage était-elle insuffisante ?

- Parce que l'arbre de la pompe était endommagé et vibrait.

(5) Pourquoi était-il endommagé ?

- Parce qu'il n'y avait pas de filtre, ce qui a entraîné l'inclusion de déchets métalliques.

1. DEFINITION DES MISSIONS ET RESPONSABILITES

Questions		0	25	50	75	100
1	Existe-t-il un organigramme où toutes les fonctions sont décrites ?					
2	Existe-t-il un organigramme de la fonction maintenance où toutes les structures sont définies ?					
3	Est-il connu des collaborateurs cadre et maîtrise ?					
4	L'organigramme est-il connu des agents d'exécution ?					
5	Existe-t-il des fiches de postes ?					
6	Existe-t-il une politique de maintenance écrite définissant les objectifs et la mesure des résultats ?					
7	Les opérations de maintenance sont-elles suivies par nature d'opération (correctif, préventif, réparation, amélioration, conduite,...) ?					
8	Les opérations de maintenance sont-elles suivies par corps de métiers ?					
9	Existe-t-il un tableau de bord de performances permettant de faire un management par objectifs ?					
10	La maintenance fonctionne-t-elle sous Assurance Qualité ISO 9000 ?					

2. METHODES DE TRAVAIL

Questions		0	25	50	75	100
1	Existe-t-il une politique de maintenance préventive ?					
2	Existe-t-il une structure méthodes maintenance prenant en charge l'élaboration du plan de préventif ?					
3	Le plan de préventif a-t-il été réalisé à partir de méthodes du type MBF, AMDEC, Historique?					
4	Existe-t-il un enregistrement spécifique des actions importantes (rénovations) permettant le retour d'expérience ?					
5	La majorité des interventions sont-elles décrites par des modes opératoires et des gammes d'intervention ?					
6	Existe-t-il un rapport d'incident comportant une analyse basée sur la chaîne causale : (cause, mode, effet) ?					
7	Existe-t-il des réunions formelles cycliques dédiées à l'analyse des principaux dysfonctionnements constatés ?					
8	Existe-t-il une procédure de gestion de la documentation technique ?					
9	La documentation existante est-elle suffisante pour l'activité ?					



3. PREPARATION DE LA REALISATION

Questions		0	25	50	75	100
1	Existe-t-il des procédures écrites définissant la création, la validation et le traitement des documents (DT, DI, OT) ?					
2	Toutes les demandes d'interventions sont-elles analysées et validées avant leur exécution ?					
3	Le personnel des méthodes maintenance est-il formé aux méthodes d'analyse des défaillances et au diagnostic ?					
4	Revoit-on systématiquement les gammes et modes opératoires en fonction de la réalisation effectuée ?					
5	Analyse-t-on les écarts entre le temps prévu et réalisé ?					
6	La production prend-elle en charge le premier niveau de maintenance ?					
7	Les documents (consignes, recommandations, contrôles réglementaires) sont-ils à jour ?					
8	Les contrôles obligatoires (appareils soumis à réglementation) sont-ils effectivement réalisés ?					
9	Existe-t-il des compétences pour la préparation, la planification et le suivi des grands arrêts ?					
10	La maintenance prend-elle en charge les exigences de l'ISO en matière de qualité (procédure d'étalonnage, de contrôles et essais) ?					

4. REALISATION DES OPERATIONS DE MAINTENANCE :

Questions		0	25	50	75	100
1	Les équipes sont-elles opérationnelles dans les 10 minutes suivant le début d'une panne ?					
2	Chaque professionnel connaît-il précisément le travail qu'il aura à entreprendre à l'issue du travail en cours ?					
3	Le programme de préventif est-il respecté ?					
4	L'accumulation des reports perturbe-t-il le plan de charge ?					
5	L'outillage est-il la cause de perturbations dans la réalisation des interventions ?					
6	Le retour des O.T. est-il contrôlé afin de garantir qu'ils sont renseignés de manière complète avant leur enregistrement ? (quoi et pourquoi)					
7	Existe-il une procédure de réception des travaux réalisés ?					
8	Existe-t-il une procédure interne ou externe permettant d'avoir une démarche permanente d'amélioration ?					

5. GESTION ET TENUE DES PIÈCES DE RECHANGE

Questions		0	25	50	75	100
1	Y-a-t-il une politique de gestion des stocks ?					
2	Les règles de stockage sont-elles respectées ?					
3	A-t-on une méthode formalisée des choix des pièces à référencer en stock? Marché de fourniture permettant la livraison rapide des pièces utiles à la maintenance?					
4	Existe-t-il une analyse de dépenses par équipement ?					
5	Existe-t-il une procédure efficace de réservation de pièces pour les travaux planifiés ?					
6	Les pièces stratégiques sont-elles particulièrement identifiées et suivies ?					
7	Existe-t-il une analyse systématique des pièces à forte valeur de consommation, afin d'en limiter le montant ?					
8	Distingue-t-on les coûts des pièces selon que ce soit des sorties du magasin ou des achats directs? Distingue-t-on bien les achats de pièces et matières des achats de prestation?					
9	Existe-t-il une procédure de réception qualitative de la pièce de rechange ?					
10	Procède-t-on régulièrement à l'élimination physique des pièces obsolètes					

6. CONTROLE DES COUTS GLOBAUX

Questions		0	25	50	75	100
1	Existe-t-il un système de calcul des coûts directs de maintenance ?					
2	Procédez-vous à l'évaluation des couts indirects de la maintenance ?					
3	y-a-t-il dans votre entreprise une analyse systématique du cout de maintenance interne sur un parc de machine.					
4	La structure maintenance reçoit-elle des informations permettant une comparaison par rapport aux objectifs ?					
5	Fait-on une évaluation périodique des pertes de production imputables à l'indisponibilité et au non capabilité des moyens ?					
6	Suit-on les dépenses par destination (équipements, chaînes de maintenance, centres de responsabilités, etc.) ?					
7	Existe-t-il un tableau de bord mensuel conjuguant résultats comptables, indicateurs de disponibilité et indicateurs d'états divers (préparation, urgences, sécurité, etc.) ?					
8	Existe-t-il un tableau de bord mensuel comportant des indicateurs de performance de la maintenance ?					
9	Existe-t-il des indicateurs d'efficacité de la maintenance à travers les résultats de production (disponibilité et qualité) ?					
10	La maintenance est-elle consultée sur le renouvellement ou achats de nouveaux équipements ?					

7. INTERFACES DE LA MAINTENANCE :

Questions		0	25	50	75	100
1	Existe-t-il une réunion journalière Fabrication/Maintenance/Qualité de traitement des problèmes immédiats ?					
2	Existe-t-il une réunion mensuelle Fabrication/Qualité/Maintenance de suivi des affaires communes et de planification des interventions ?					
3	Existe-t-il une réunion annuelle Fabrication/Qualité/Maintenance de définition du budget ?					
4	Les dépenses de maintenance sont-elles communiquées aux "clients" de la maintenance ?					
5	Les défaillances entraînant une baisse de la qualité sont-elles analysées avec le service qualité ?					
6	Le service maintenance est-il consulté par les achats sur le choix final des fournisseurs de pièces de rechange ?					
7	Les démarches de gestion des compétences sont-elles concertées avec la DRH ?					
8	Existe-t-il un retour d'informations de prestations de maintenance réalisées par la production ?					
9	La maintenance est-elle impliquée sur les points concernant l'Hygiène, la Sécurité et l'environnement ?					

8. RESSOURCES HUMAINES ET ANIMATION :

Questions		0	25	50	75	100
1	Le climat social en maintenance est-il favorable ?					
2	Existe-t-il une procédure de gestion des compétences ?					
3	Le personnel d'intervention et de méthode est-il formé aux concepts de la maintenance et de la résolution de problèmes ?					
4	Existe-t-il une démarche de formation et de perfectionnement du personnel de maintenance ?					
5	Connaît-on la nature et le volume des compétences disponibles pour maintenir chaque installation ?					
6	Le management du personnel s'effectue-t-il avec des objectifs de résultats et de comportement ?					
7	Existe-t-il un système de suggestions faisant appel aux propositions du personnel ?					
8	La maintenance possède-t-elle une démarche de mobilité du personnel?					
9	Existe-t-il un support d'information papier, informatique, permettant d'informer le personnel su la vie de son service ou de l'entreprise?					

9. STRATEGIE D'UTILISATION DES PRESTATAIRES :

Questions		0	25	50	75	100
1	Le taux d'appel à la sous-traitance fait-il partie d'une démarche stratégique permanente ?					
2	Le taux d'appel à la sous-traitance est-il jugé satisfaisant pour lisser la charge de travail ?					
3	Existe-t-il une procédure de qualification de l'évaluation des entreprises prestataires ?					
4	Le service achats et la maintenance maîtrisent-ils parfaitement toutes les formes contractuelles (régie contrôlée, forfait, bordereaux, cost and fee, résultats) ?					
5	Le service maintenance est-il organisé pour gérer les contrats des prestataires ?					
6	Existe-t-il une procédure permettant de conserver la connaissance acquise par les sous-traitants dans l'entreprise					
7	Existe-t-il une démarche de réception des interventions réalisées par les prestataires ?					
8	Existe-t-il une démarche d'audit des interventions réalisées par les prestataires ?					
9	La sous-traitance est-elle utilisée pour réduire les frais de fonctionnement de la maintenance (externalisation d'ateliers de production de pièces par exemple) ?					

10. SYSTEME D'INFORMATION ET UTILISATION DE L'INFORMATIQUE :

Questions		0	25	50	75	100
1	Le programme d'amélioration de l'efficacité de la maintenance est-il supporté par un système d'information efficace ?					
2	La maintenance utilise-t-elle la GMAO ?					
3	La gestion des stocks est-elle informatisée ?					
4	La gestion de la documentation est-elle informatisée ?					
5	La maintenance possède-t-elle un système de CAO pour la réalisation de gammes et schémas ?					
6	L'analyse des incidents est-elle informatisée ?					
7	Les tableaux de bords sont-ils informatisés et présentés sous la forme de graphes ?					
8	La maintenance utilise-t-elle des applications informatiques spécifiques (logiciels de simulation, AMDEC, S. experts) ?					

Annexe II. 1 : Le questionnaire



## Annexes

Thème	Organisation%	Efficacité%	Planification%	Coûts%
1.1	75			
1.2	50			
1.3	50			
1.4	75			
1.5	50			
1.6		50		
1.7		100		
1.8		100		
1.9				100
1.10		50		
2.1		75		
2.2		50		
2.3		0		
2.4		25		
2.5			50	
2.6		25		
2.7	50			
2.8		75		
2.9		50		
3.1			25	
3.2		100		
3.3		50		
3.4		50		
3.5	50			
3.6	25			
3.7			75	
3.8	50			
3.9	50			
3.10		75		
4.1	25			
4.2			75	
4.3	25			
4.4			25	
4.5			25	
4.6	75			
4.7		50		
4.8	50			
5.1				50
5.2		75		
5.3				75
5.4				25
5.5		50		
5.6	75			
5.7		50		
5.8				25
5.9				100
5.10	100			
6.1				0
6.2				0
6.3		0		
6.4				0

## Annexes

6.5				100
6.6				25
6.7				50
6.8				100
6.9		75		
6.10				75
7.1			50	
7.2			75	
7.3			100	
7.4			0	
7.5				25
7.6		100		
7.7				100
7.8	50			
7.9		50		
8.1	75			
8.2	50			
8.3		50		
8.4		75		
8.5	50			
8.6		25		
8.7		50		
8.8		50		
8.9	50			
9.1				50
9.2	0			
9.3		25		
9.4				75
9.5	50			
9.6		25		
9.7		50		
9.8		25		
9.9				25
10.1		0		
10.2		0		
10.3				75
10.4		75		
10.5		25		
10.6		50		
10.7		100		
10.8	25			
Moyenne	53.13%	51.31%	50%	53.75%

*Annexe II.2 : l'évaluation des performances*





Niveau de l'urgence		Demande de travail				N° de DT :						
1	2					3	4	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>				
Demandeur :		Nombre d'intervenants :		Groupe de production : C.E :		Equipe de travail :		Equipement :				
						<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>				
Visa Responsable :		Compte rendu :			PDR consommé		Quantité		Eléments :			
											<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
Délai Souhaité :											Coût de PDR :	
Date :					Déchets :		Coût de l'intervention :					
Occurrence de l'arrêt :		Défaillance :			Visa :		Sous-traitance :					
T0 : <input type="text"/> <input type="text"/> h <input type="text"/> <input type="text"/> min		Causes :					Facture :					
T1 : <input type="text"/> <input type="text"/> h <input type="text"/> <input type="text"/> min												
T2 : <input type="text"/> <input type="text"/> h <input type="text"/> <input type="text"/> min												
T3 : <input type="text"/> <input type="text"/> h <input type="text"/> <input type="text"/> min												
T4 : <input type="text"/> <input type="text"/> h <input type="text"/> <input type="text"/> min												

Annexe III.3 : La demande de travail



## Gamme d'intervention préventive

Date d'arrêt:    /    /

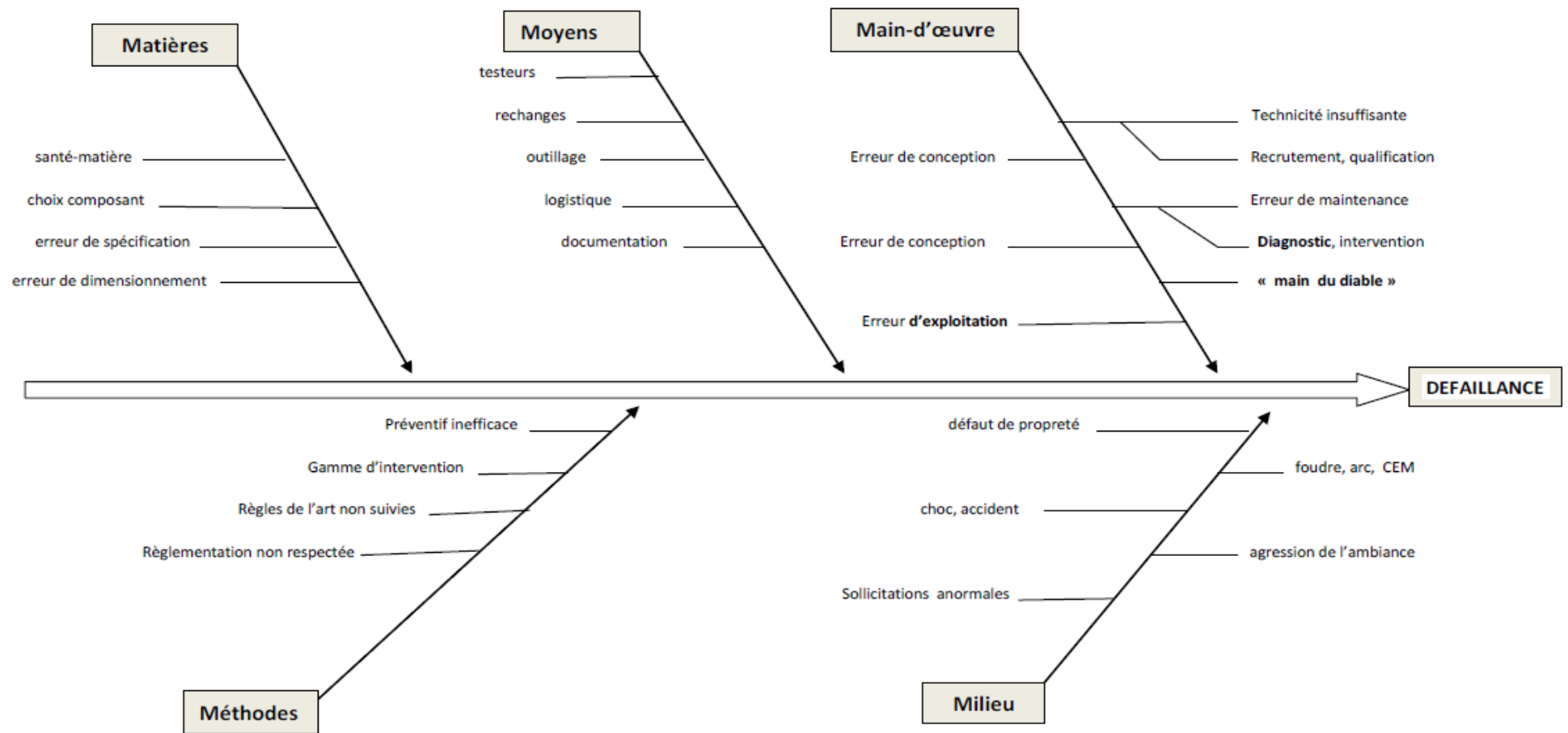
Heure d'arrêt :

N° :

### Equipement :

Organe	Sous-organe	Action				Rapport		
		Opération	Référence PDR	Quantité	Temps prévu (min)	Réalisée	Temps réel (min)	Remarque
Date de reprise :    /    / Heure de reprise :		Intervenants	Qualification	Durée totale d'arrêt :	Coût de l'intervention :	Sous-traitance : Facture :		Visa responsable :

*Annexe III.4 : La gamme d'intervention préventive*



Annexe III.5 : Le diagramme d'ISHIKAWA

Atelier	Equipements	Code	Temps d'arrêts min/jr	Gravité	Nombres de pannes/mois	Fréquence	Taux de déchet	Criticité Technique	Criticité Totale	%	% cumulé	Classement	Notes
Tréfilage	C13	TRE 1000											
	Ebaucheuse	TRE 2000											
Isolation	T1	ISO 1000											
	T2	ISO 2000											
	NT3	ISO 3000											
	T4	ISO 4000											
	T5	ISO 5000											
	T6	ISO 6000											
	BM60	ISO 7000											
Torsion	413	TOR 1000											
	414	TOR 2000											
	Paireuse	TOR 3000											
	QT1	TOR 4000											
	QT2	TOR 5000											
Assemblage	DE angeli	ASS 1000											
Câblage	P1	CAB 1000											
	P2	CAB 2000											
	P3	CAB 3000											
	P4	CAB 4000											
Toronnage	SZ1	TRN 1000											
	GMM	TRN 2000											
	SZ2	TRN 3000											
Gainage	BMN60	GAI 1000											
	BM80	GAI 2000											
	BMN120	GAI 3000											
	BMA60	GAI 4000											
	AND120	GAI 5000											
	OZM100	GAI 6000											
Mois de : .....					Service maintenance CATEL								

*Annexe III.6 : Suivi de criticité des équipements*



<b>MAINTENANCE PREVENTIVE</b> <b>NIVEAU 1</b> <b>GAMME OPERATOIRE</b>	GAMME :	BT N° :
	UNITE DE PRODUCTION :	
INTERVENANTS : <b>Opérateurs de production</b>	Equipement :	CODE :

**CONSIGNES DE SECURITE :**

Opérations	Temps alloué	Moyens et documents joints	Etat	Observations
<b>Etat constaté 1 :RAS 2 : Début de dégradation 3 : Dégradation avancée 4 : Intervention immédiate</b>				

*AnnexeIII.7 : Fiche d'auto-maintenance*

