

Chapitre II : Diagnostic de l'état actuel du système de la maintenance de l'usine de traitement

Introduction

Dans ce présent chapitre, nous faisons un diagnostic global de l'état actuel du système de maintenance adopté au sein de l'usine de traitement en se basant sur l'Audit fondé sur la démarche d'YVES LAVINA [1].

Nous faisons une mise au point de l'état actuel de l'activité du service maintenance. Et nous analysons les indicateurs de performances des équipements et les historiques des enregistrements des travaux faits afin d'aboutir aux équipements névralgiques de la section concassage et pouvoir agir là-dessus, dans la partie améliorations, en utilisant l'analyse PARETO.

1. Généralités sur la maintenance :

1.1 Définition de la maintenance :

D'après la norme française NF EN 13306 X 60-319, la maintenance peut-être définie par : "L'ensemble de toutes les actions 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"[2].

1.2 La maintenance dans l'entreprise :

Dans la Figure II.1 nous trouvons le modèle entrée-sortie de la maintenance dans l'entreprise.

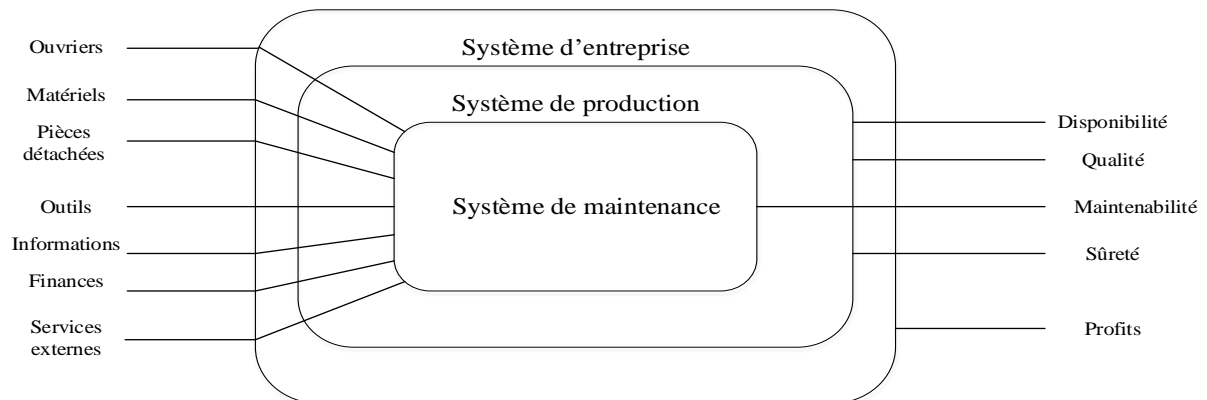


Figure II-1 : Modèle entrée-sortie de la maintenance dans l'entreprise [3]

La fonction maintenance peut être présentée comme un ensemble d'activités regroupées en deux sous-ensembles : les activités à dominante technique et les activités à dominante gestion. Ces différentes activités sont représentées dans Figure II.2 contenu de la fonction maintenance.

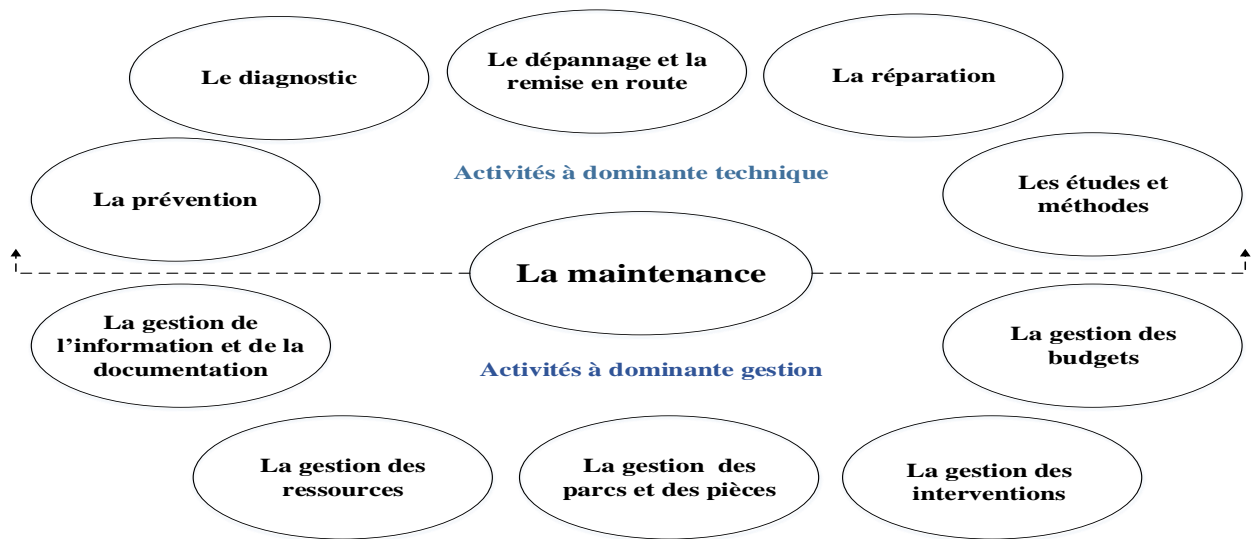


Figure II-2:Le contenu de la fonction maintenance [3]

1.3 Les objectifs de la maintenance :

Les objectifs de la maintenance, Figure II.3, sont nombreux :

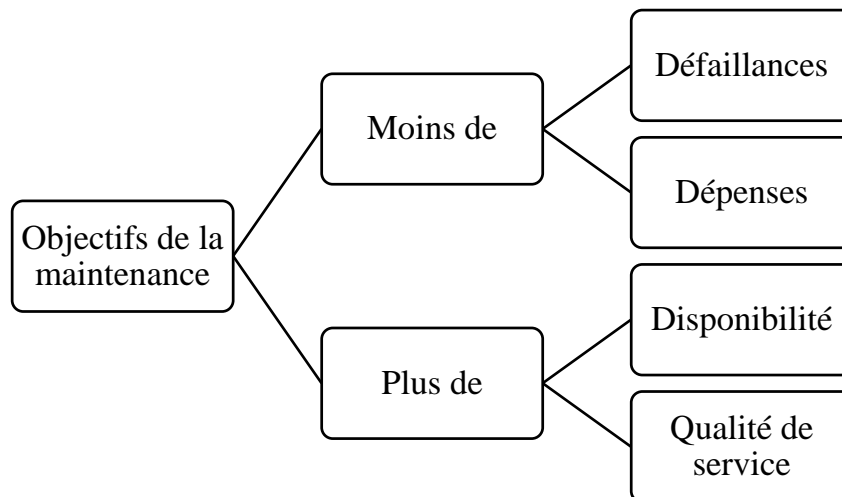


Figure II-3 : Schématisation des objectifs de la maintenance [2]

1.4 Les types de la maintenance :

Il existe deux principales familles de maintenance que l'on peut repérer sur la Figure II.4 : la maintenance corrective et la maintenance préventive. La maintenance corrective est celle que le système subit lorsque la panne est déjà présente et qu'il faut réparer. La maintenance préventive est celle qui permet d'anticiper et de prévenir les défaillances.

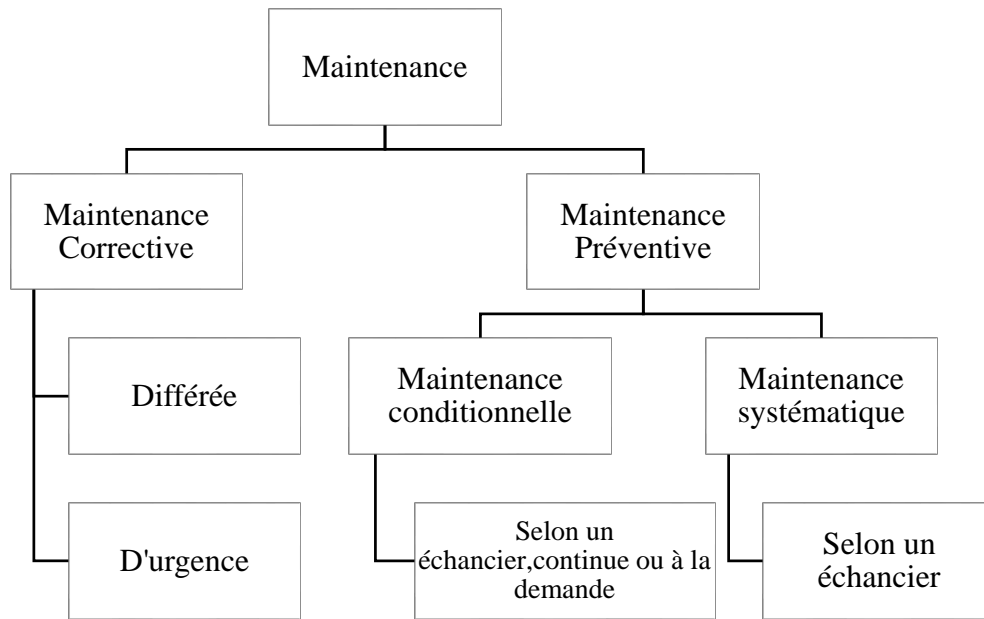


Figure II-4 : Les types de la maintenance [2]

2. Evaluation de l'organisation maintenance actuelle :

2.1 Introduction :

Pour pouvoir agir sur une organisation ou une fonction quelconque, il est basique de connaître de près ses multiples facettes, ainsi que sa situation courante, afin de détecter les éventuels écarts entre sa situation actuelle et la situation de référence (la norme, Figure II.5).

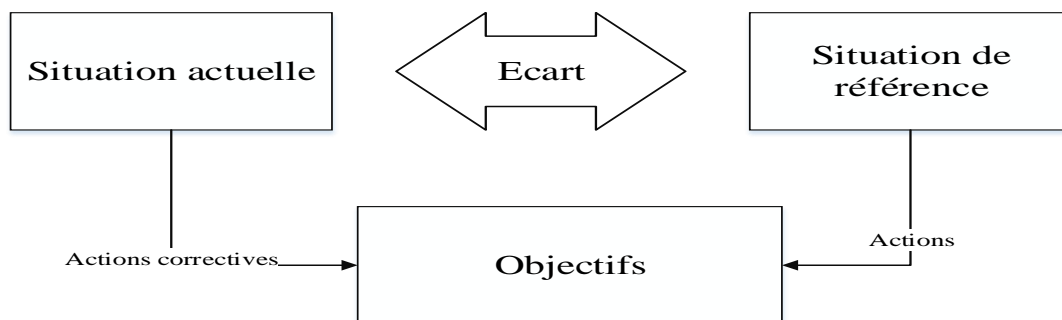


Figure II-5 : Notion d'Audit

Pour ce faire, nous optons pour un simple Audit, évaluant l'ensemble des piliers et des volets constituant la fonction maintenance au sein de l'usine de traitement de la SMI en sa globalité, bien évidemment tout en ciblant par la suite les rubriques les plus critiques pour pouvoir créer une sorte d'équilibre.

2.2 Audit approfondi du système de maintenance existant à l'usine de traitement :

Afin d'auditer l'organisation de la fonction maintenance au sein de l'usine de traitement à la SMI, nous avons consacré un temps considérable dans la recherche d'un moyen efficace et efficient permettant d'auditer le service en englobant d'une façon exhaustive tous les aspects de la fonction maintenance.

Notre recherche bibliographique portant sur l'audit de la maintenance nous a conduit à l'ouvrage d'*Y. Lavina* [1], qui propose un questionnaire dont les rubriques reflètent bien nos priorités et mettent l'accent sur nos préoccupations.

Notre questionnaire, présenté en Annexe II.2, est constitué de douze rubriques (Tableau II.1); chaque rubrique contient un ensemble de questions ; pour chaque question cinq choix de réponses sont possibles.

Rubrique	Description
Organisation générale	Cette rubrique couvre les procédures générales d'organisation et les règles selon lesquelles est établie la politique de la fonction maintenance
Méthode de travail	Elle comprend la planification et la préparation du travail, les types d'interventions et la méthodologie utilisée pour les interventions
Suivi technique des équipements	Il regroupe toutes les actions d'analyse et de traitement, menées en vue de choisir correctement, en fonction des objectifs, de la disponibilité et de coûts, le type de maintenance (préventive ou corrective) adapté à chaque équipement
Gestion du portefeuille des travaux	Cette rubrique couvre le traitement des demandes d'interventions et la gestion des plannings de maintenance, en particulier, préventive
Gestion des pièces de rechange	Cette rubrique s'intéresse à la manière selon laquelle est géré le stock des PDR dont une gestion défaillante peut être à l'origine d'un nombre important de problèmes
Achats des pièces et matières	Il s'agit de vérifier si les procédures permettront de s'approvisionner (Commandes, contrats et marchés) dans de bonnes conditions, auprès des fournisseurs les plus appropriés
Organisation matérielle des ateliers	Vise à évaluer l'organisation et les conditions de travail des responsables maintenance.
Outillage de maintenance	Le métier de maintenance requiert un outillage pointu capable de répondre à tous les besoins de manœuvre et de test. Sans un outillage adéquat, il est impossible de prétendre à une maintenance efficace
Documentation technique	Une bonne documentation, avec un succès aisé et bénéficiant d'une mise à jour systématique présente un excellent support technique pour le développement de la fonction maintenance, et la réduction des temps d'arrêts
Personnel et formation	Cette rubrique concerne l'évaluation de la qualification des agents de la maintenance et des conditions de leur travail.
Sous-traitance	Cette rubrique évalue la gestion de la sous-traitance par le service maintenance, et s'assure de sa capacité à choisir les bons contrats, d'évaluer les sous-traitants et de contrôler les suivis de sous-traitance sur sites.
Contrôle de l'activité	La gestion de la maintenance nécessite un contrôle rigoureux et permanent. Pour cela, on a besoin de moyens de synthèse, à travers lesquels, on peut avoir un volume d'informations exploitables pour évaluer les performances et l'efficacité de la fonction maintenance en temps réel ainsi que les actions correctives à mener en cas de dérive.

Tableau II-1 : Les rubriques du questionnaire LAVINA

2.3 Déroulement de l'Audit et cotation :

Pour bien mener ce diagnostic, les questionnaires LAVINA sont remplis en collaboration avec les responsables de service maintenance et les responsables de la production.

Les réponses possibles sont :

- ✓ "Oui",
- ✓ "Non",
- ✓ "Plutôt Oui" ou "Plutôt Non", si l'on n'est pas totalement affirmatif ou totalement négatif.
- ✓ "Ni Oui, Ni Non", si l'une des options précédentes ne convient pas.

Pour l'utiliser, il suffit de cocher ou d'encercler le pourcentage indiqué dans la colonne se rapprochant le plus de l'appréciation portée pour la question posée. Donc, pour chaque réponse, un pourcentage lui correspond (voir Annexe II.1), lequel varie en fonction de l'importance de la question. Un sous-total est ensuite calculé pour chacune des rubriques.

2.4 Mise en place de l'Audit et résultats :

Le choix des personnes auxquelles nous avons soumis le questionnaire s'est avéré être une tâche fastidieuse, car il fallait rechercher des personnes chevronnées, expérimentées et objectives. Le choix de ces personnes se fait à l'aide de notre parrain industriel et ce bien évidemment pour rapprocher la réalité le plus fidèlement possible.

En fonction de la nature de la rubrique, nous avons interrogé les équipes de la maintenance, les responsables maintenance, les agents de maîtrise et les techniciens des usines de traitement, le responsable méthodes et le chef de service maintenance ; soit une équipe de 10 personnes dont les profils sont détaillés dans le Tableau II-2 :

Unité	Fonction
Usine de traitement	Chef de service
	Contre maitre
Maintenance mécanique	Ingénieur
	Agent de maîtrise
	Technicien
Maintenance électrique	Ingénieur
	Contre Maitre
	Agent de maîtrise
Projet et amélioration	Ingénieur
Bureau de méthode maintenance	Technicien

Tableau II-2 : Personnel participant dans l'Audit

2.5 Résultats du diagnostic :

Dans le Tableau II.3 ci-dessous nous avons résumé l'ensemble des résultats d'Audit, pour chaque rubrique nous avons eu un pourcentage correspondant et à la fin nous avons calculé la moyenne totale des rubriques du questionnaire :

Rubrique	Pourcentage
H-Outillages	40%
G- Organisation matérielle de l'atelier maintenance	44%
I- Documentation technique	44%
B- Méthodes de travail	45%
K- Sous-traitance	45%
L- Contrôle de l'activité	45%
C- Suivi technique des équipements	51%
D- Gestion portefeuille de travaux	52%
J- Le personnel et la formation	54%
E- Tenue du stock de pièces de rechanges	57%
A- Organisation générale	60%
F- Achat et approvisionnement des pièces et matières	65%
Moyenne	50%

Tableau II-3 : Résultats d'Audit

Par la suite, l'ensemble des résultats obtenus, ont été introduits dans le diagramme de la Figure II.6 constitué des différentes rubriques représentées par les sommets et à chaque rubrique correspond un pourcentage et au milieu nous trouvons la moyenne générale qui est égale à 50% dans notre cas.

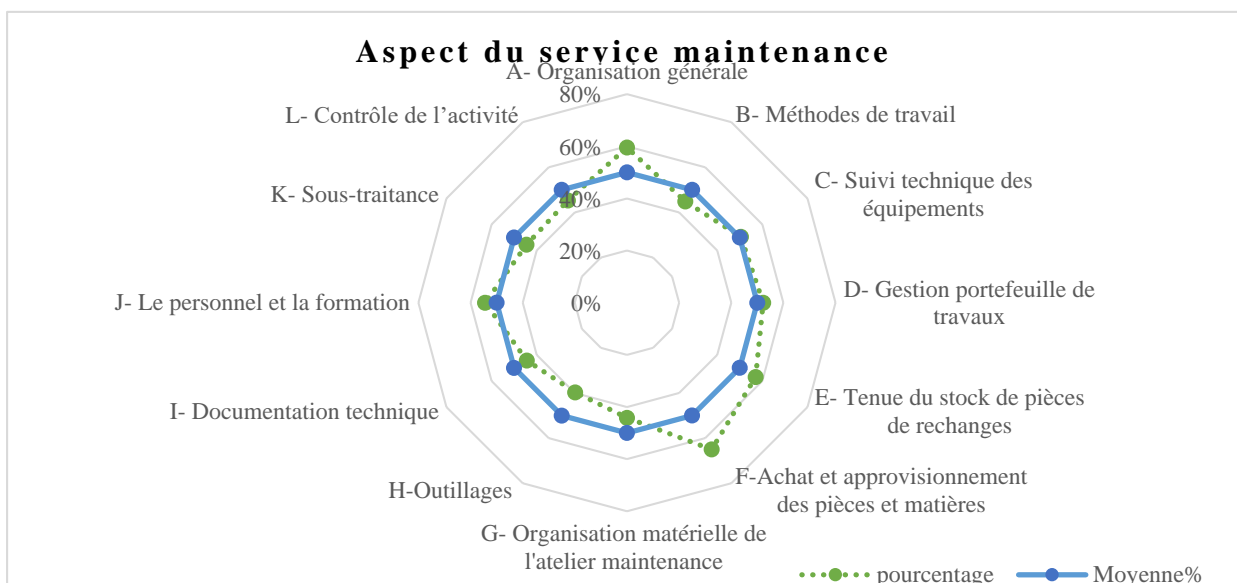


Figure II-6 : Profil de la fonction maintenance sous forme de radar

2.6 Interprétations :

Nous repérons les modules qui se trouvent en dessous de la moyenne. D'après les résultats ci-dessus, on a identifié **6** domaines qui nécessitent une attention particulière :

- Méthodes de travail
- Organisation matérielle de l'atelier maintenance
- Outillages
- Documentation technique
- Sous-traitance
- Contrôle de l'activité

A titre d'exemple, la rubrique **outillages** a obtenu le score le plus faible de 40%. Ce score médiocre reflète clairement sa mauvaise organisation. De plus, les outils existants sont communs aux opérateurs de l'atelier mécanique, ce qui cause leur indisponibilité momentanée ou totale (perte).

L'absence d'ordonnancement et de préparation des travaux induit une méconnaissance de l'outillage nécessaire lors d'une intervention.

Il est aussi essentiel de signaler l'absence des outillages de test et de contrôle nécessaires pour les interventions préventives.

Le choix de la rubrique achats et approvisionnement bien que son score atteint les 65 %, c'est que nous avons remarqué l'existence des stocks non mouvementés, ce qui nécessite une redéfinition de la politique d'approvisionnement.

La rubrique sous-traitance, constitue une exception dans notre cas, vu qu'il est difficile de pouvoir agir là-dessus, car pour qu'une fonction maintenance puisse sous-traiter des activités, il est essentiel dans un premier lieu qu'elle maîtrise l'ensemble de ses paramètres. Autrement dit que le score obtenu dans la moyenne totale de la fonction maintenance qui est de l'ordre de 50% doit au moins dépasser les 85% d'après l'ouvrage de Y. LAVINA[1], pour pouvoir dire que l'organisation de la maintenance à la SMI pourra sous-traiter en externe des interventions de maintenance.

Certes, chaque rubrique présente plusieurs points forts, ceci dit il reste des points à améliorer. Pour cela, nous résumons dans le Tableau II.4 l'ensemble des anomalies détectées dans le fonctionnement de l'organisation de maintenance, pour qu'on puisse les améliorer dans la suite de notre travail.

Rubriques Critiques	Anomalies	Solutions dans le chapitre
B- Méthodes de travail (score : 45%)	-Absence des modes opératoires pour les interventions délicates et compliquées dans la section concassage (équipements névralgiques) -Manque d'ordonnement des travaux de maintenance en appliquant des méthodes formelles comme le PERT et le GANTT.	Chapitre III
G- Organisation matérielle de l'atelier maintenance (score : 44%)	-Insuffisance de l'espace de l'atelier de maintenance. -Manque d'atelier d'outillage spécifique dédié au concassage en premier lieu.	Chapitre V
H-Outillages (score : 40%)	-Manque des outillages et des équipements de test ou de contrôle -Manque d'une procédure de contrôle des matériels utilisés par les opérateurs	
I. Documentation technique (score : 44%)	-Pas de mise à jour des plans et schémas au fur et à mesure des modifications apportées. -Enregistrer les travaux de modification des équipements et les classer dans des dossiers de préparation correspondants (préparation mise à jour documentation) -Inexistence des dessins d'ensembles et des plans standardisés des équipements de confection locale.	
L- Contrôle de l'activité (score : 45%)	-Manque d'un outil informatisé pour la gestion de la maintenance et la gestion des actions préventives.	

Tableau II-4 : Liste des anomalies résultantes de l'Audit et les chapitres concernés

3. Etude de performances des équipements de la section concassage :

Afin de toucher la quasi-totalité des facettes de l'organisation maintenance, plus précisément celle mécanique de la section concassage. Nous avons jugé utile de mettre en place un calcul, résumant les indicateurs de performances (MTBF, MTTR, disponibilité...) des équipements constituant le procédé de concassage, qui nous aidera à la fin d'aboutir aux équipements névralgiques, constituant la source primordiale des pannes et des temps de non productivités.

3.1 Pilotage de l'activité de maintenance :

Pour identifier les points d'amélioration de la fonction maintenance, il est nécessaire de « piloter et mesurer la maintenance ». Pour cela, il existe trois critères principaux de pilotage de l'activité de maintenance :

- Performances des équipements ;
- Efficacité du service maintenance ;
- Coûts de maintenance.

Ces trois critères peuvent être présentés sous forme d'indicateurs qui permettront d'identifier les forces et les faiblesses de l'organisation ainsi que les endroits où il est important d'intervenir afin de rendre le service maintenance plus efficace et l'entreprise plus compétitive.

Nous nous contentons d'analyser le premier critère dans cette partie, les deux autres indicateurs ne sera pas possible de les traiter vu le manque des données.

3.2 Performances des équipements :

Nous présentons ci-après les différents indicateurs de performance des équipements, leurs significations :

- Le MTBF : Mean Time Between Failures

Traduit en français "Moyenne des Temps de Bon Fonctionnement", qui signifie « temps moyen entre deux pannes consécutives ». Il caractérise l'intervalle moyen sur une période donnée entre deux interventions de maintenance corrective. Il est donné par la relation suivante :

$$MTBF = \frac{\sum \text{Temps de bonne fonctionnement}}{\text{Nombre de défaillances(arrêts)}}$$

Le MTBF est le représentatif de la fiabilité des équipements : « aptitude d'une entité à accomplir les fonctions requises dans des conditions données pendant une durée donnée ».

- Le MTTR : Mean Time To Repair

Traduit en français "Moyenne des Temps Totaux de Réparations", qui signifie « temps moyen de réparation d'une panne ». Cet indicateur permet de caractériser la gravité d'une panne et la difficulté de résolution qui en découle. Pour le mesurer, il est nécessaire de répertorier les interventions de maintenance corrective sur un équipement et plus particulièrement le temps de chaque intervention. Il est donné par la relation suivante :

$$MTTR = \frac{\sum \text{Temps de défaillances}}{\text{Nombre de défaillances(arrêts)}}$$

- La disponibilité opérationnelle : Do

L'indice de performance d'utilisation « universel » est la Disponibilité opérationnelle (Do) qui se calcule à partir des deux relations précédentes :

$$Do = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

- Calcul du taux de défaillance λ

Le taux de défaillance est sensiblement constant et est égal à l'unité d'usage sur la MTBF.

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

- Calcul de la maintenabilité μ

« Dans les conditions d'utilisation données pour lesquelles il a été conçu, la maintenabilité est l'aptitude d'un bien à être maintenu ou rétabli dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, avec des procédures et des moyens prescrits. » (NF EN 13306).

La maintenabilité peut se caractériser par sa MTTR par la relation :

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$

- Résultats :

Le calcul des indicateurs de performance était l'une des tâches délicates que nous avons affrontées, vu l'indisponibilité des rapports d'interventions et des historiques des pannes faciles à manipuler et à analyser, chose qui nous a incités à trier les équipements désirés dans des tableurs Excel tout en filtrant les équipements de la section concassage à part et les autres équipements d'autre part. A la fin nous avons rassemblé la totalité des pannes de la section concassage dans des tableurs en introduisant les formules déjà présentées, ainsi nous obtenons les résultats résumés dans le Tableau II.5 ci-dessous :

Equipement	MTBF (jrs)	MTTR(h)	do	λ	μ
AD	25,58	3,46	99,44%	0,04	0,29
Alimentateur	45,50	3,07	99,72%	0,02	0,33
BA	19,30	3,33	99,29%	0,05	0,30
BD01	24,44	3,50	99,41%	0,04	0,29
C110	18,86	3,65	99,20%	0,05	0,27
CA	29,10	5,73	99,19%	0,03	0,17
CB01	53,50	2,29	99,82%	0,02	0,44
CB02	28,67	2,00	99,71%	0,03	0,50
CB03	40,00	1,50	99,84%	0,03	0,67
CB04	65,20	2,25	99,86%	0,02	0,44
CB05	33,83	1,35	99,83%	0,03	0,74
CB06	36,00	2,00	99,77%	0,03	0,50
CC	20,29	1,86	99,62%	0,05	0,54
CN01	7,48	1,73	99,05%	0,13	0,58
CN02	9,09	1,63	99,26%	0,11	0,61
DA01	71,80	2,08	99,88%	0,01	0,48
DA02	52,00	1,89	99,85%	0,02	0,53
HP300	11,56	5,95	97,90%	0,09	0,17
HP4	6,49	6,73	95,86%	0,15	0,15
Scalpeur	15,71	1,24	99,67%	0,06	0,81
SINEX	84,00	2,83	99,86%	0,01	0,35
Moyenne	33,26	2,86	99%	0,05	0,44

Tableau II-5 : Résultats de calcul des indicateurs de performance

D'après les résultats obtenus suite au calcul des MTBF et MTTR, nous avons constaté que les équipements qui ont tendance à tomber en panne le plus, sont les cribles CN01 et CN02 et les deux broyeurs à cônes (Concasseurs giratoires) HP300 et HP4 qui apparaissent en gras.

Afin de confirmer les résultats déduits, nous effectuons une analyse PARETO des équipements de la section concassage.

3.3 Analyse PARETO :

L'analyse PARETO consiste à déterminer la minorité des causes responsables de la majorité des effets.

Pour sélectionner les équipements qui présentent les plus d'avaries, nous allons les classer par centre de frais par ordre de temps total d'arrêt. A l'aide des historiques des interventions disponibles au service maintenance, nous avons calculé les totaux d'arrêt sur une période de 12 mois entre le premier Janvier 2015 et Février 2016.

Le Tableau II.6 résume l'ensemble des résultats obtenus :

Equipement	Temps d'intervention (h)	Somme cumulée	% cumulé
HP4	430,5	430,5	31,8123037
HP300	220,25	650,75	48,0879364
CN01	88	738,75	54,5907999
C110	84	822,75	60,7980787
CN02	75	897,75	66,3402919
BA	70	967,75	71,5130242
CA	63	1030,75	76,1684833
AD	45	1075,75	79,4938112
BD01	35	1110,75	82,0801774
CC	33,5	1144,25	84,5556992
Scalpeur	31	1175,25	86,8464807
CB02	26	1201,25	88,7677813
CB06	22	1223,25	90,3934971
Alimentateur	21,5	1244,75	91,9822649
CB05	17,5	1262,25	93,275448
DA02	17	1279,25	94,531683
SINEX	17	1296,25	95,787918
CB01	16	1312,25	96,9702568
CB03	15	1327,25	98,0786994
CB04	13,5	1340,75	99,0762978
DA01	12,5	1353,25	100

Tableau II-6: Temps d'interventions correspondants aux équipements de concassage

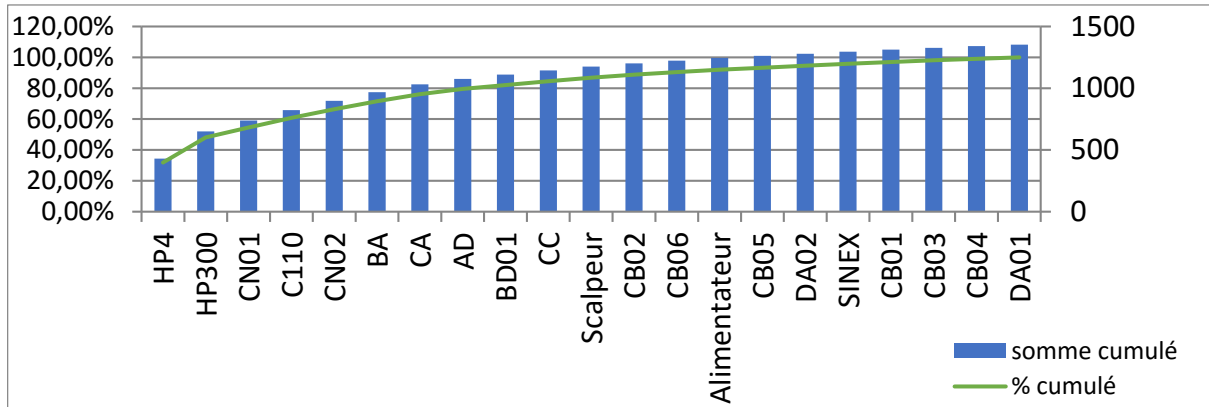


Figure II-7 : Analyse PARETO des pannes de la section de concassage

Nous constatons d'après la courbe de PARETO que les 60% des pannes de la section de concassage sont causées par les quatre équipements déjà indiqués auparavant, auxquels s'ajoute le concasseur à mâchoire C110. Ce concasseur et après discussion avec le chef de l'unité concassage, nous a recommandé de l'éliminer, vu son temps considérable dû aux interventions systématiques de changement de blindage.

Par Conséquent, nous considérons comme équipements névralgiques de la section concassage les équipements :

Équipement névralgique	Fonction
HP4	Broyeur à cône (315 KW)
HP300	Broyeur à cône (220KW)
CN01 ou CT01	Crible de maille (10-15-18-25 mm)
CN02 ou CT01	Crible de maille (10-15mm)

Tableau II-7 : Liste des équipements névralgiques

Dans la suite de notre projet, nous accorderons une importance spéciale à ces équipements en les liant d'une façon directe avec les rubriques à améliorer dans l'audit Lavina.

3.4 Plan d'actions :

Après avoir relevé les anomalies qui existent au service maintenance, l'étape suivante consiste à mettre en place un plan d'action qui portera sur les rubriques ayant un score inférieur à 50%. Dans le Tableau II.8 nous résumons l'ensemble des actions proposées et effectuées et qui constitueront dans la suite de notre travail, les axes d'améliorations de la fonction maintenance.

Rubrique Critique	Propositions pour remédier au problème
<p>B- Méthodes de travail (score : 45%)</p>	<p>-Etablir un mode opératoire pour les interventions délicates et compliquées dans la section concassage (équipements névralgiques) -Appliquer et enraciner la notion d'ordonnancement des travaux de maintenance en appliquant des méthodes formelles comme le PERT et le GANTT (Sujet PFE). -Valoriser la notion de temps et proposer des outils pour diminuer les temps des interventions</p>
<p>G- Organisation matérielle de l'atelier maintenance (score : 44%)</p>	<p>-Penser à élargir l'espace de l'atelier de maintenance -Attribuer à chaque section, un atelier d'outillage spécifique (concassage en premier lieu)</p>
<p>H-Outillages (score : 40%)</p>	<p>-Définir par écrit le processus de mise à disposition et d'utilisation des outillages -Etablir une procédure de contrôle des matériels utilisés par les opérateurs afin de diminuer la perte d'outillage et son non disponibilité.</p>
<p>I- Documentation technique (score : 44%)</p>	<p>-Mettre à jour les plans et schémas au fur et à mesure des modifications apportées. -Enregistrer les travaux de modification des équipements et les classer dans des dossiers de préparation correspondants (préparation et mise à jour de documentation) -Etablir des dessins d'ensembles et des plans standardisés des équipements de haute consommation et de confection fréquente et les classer dans un dossier des pièces standards à l'aide de CATIA (Equipements névralgiques)</p>
<p>L- Contrôle de l'activité (score : 45%)</p>	<p>-Doter le service maintenance d'un outil informatisé pour la gestion de pour la gestion de la maintenance et la gestion des actions préventives.</p>

Tableau II-8 : Solutions amélioratrices de la fonction maintenance

Conclusion :

Lors de ce chapitre, nous avons tout d'abord, défini la notion de la maintenance avant de s'attarder sur le diagnostic de la fonction maintenance à la SMI. Ce diagnostic s'est déroulé en trois étapes :

- La première étape nous a permis de prendre connaissance de l'état existant de la maintenance. Nous avons récolté des informations sur les caractéristiques du fonctionnement, les horaires de travail, la structure organisationnelle de la fonction maintenance, les ressources humaines, leur champs d'action et compétences et les problèmes affrontés lors des interventions de maintenance ainsi que les sources de gaspillage de temps et de non productivité.
- La deuxième étape consiste à analyser, à travers un questionnaire emprunté à l'ouvrage d'*Y. Lavina* [1], le fonctionnement du système actuel de maintenance pour révéler les points de dysfonctionnements qui nécessitent une attention particulière dans notre plan d'action.
- La troisième avait pour objectif de déterminer les équipements critiques qui freinent le bon déroulement de la production et qui stimulent la fonction maintenance, pour pouvoir les accorder un intérêt durant la phase d'amélioration.

Dans le chapitre suivant, nous allons aborder notre sujet de projet de fin d'études qui est l'ordonnancement de la maintenance préventive des équipements de l'usine de traitement et qui constitue l'un des problèmes détectés lors de l'Audit dans la rubrique méthode de travail.