



## *Dédicace*

*Que ce travail témoigne de mon profond respect :*

### **A mes parents :**

*Grâce à leurs tendres encouragements et leurs sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études.*

*Aucune dédicace ne pourrait exprimer ma reconnaissance, ma considération et mes sentiments envers eux.*

*Nous prions le bon Dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils seront toujours fiers de nous.*

*A mes sœurs et mes frères.*

### **A tous mes professeurs :**

*Leur générosité et leur soutien m'oblige de leurs témoigner mon profond respect et ma considération distinguée.*

### **A tous mes amis et mes collègues :**

*Ils vont trouver ici un témoignage de fidélité et d'amitié.*

## *Remerciements*

*Au terme de ce stage que j'ai effectué au sein de SMA, je tiens à témoigner de mon profond respect à Rachid OKHALIL pour son encadrement si particulier, joignant rigueur et subtilité.*

*Sa qualité humaine et intellectuelle m'a beaucoup marqué. Le présent rapport n'aurait pu être réalisé sans la collaboration et l'assistance de certaines personnes.*

*Je tiens à remercier vivement mon professeur Mr RJEB Mohamed qui m'a beaucoup aidé dans la réalisation de ce travail.*

*Je tiens à remercier les membres du jury Mr BELMAJDOUB Fouad et Mm RZINE Bouchra pour leur présence, pour leur lecture attentive de mon sujet ainsi que pour les remarques qu'ils m'ont adressée lors de cette soutenance afin d'améliorer mon travail.*

*J'aimerais bien à cette occasion, leur exprimer ma gratitude et ma reconnaissance.*

*Enfin, j'aimerais remercier l'ensemble du personnel qui m'a accueilli et orienté, ainsi que toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

## *Liste des Abréviation*

**AFNOR** : Association Française de la Normalisation.

**AMDEC** : Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et leur Criticité.

**Do** : Disponibilité opérationnelle.

**GMAO** : Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur.

**MC** : Maintenance corrective.

**MP** : Maintenance préventive.

**MTBF**: Mean Time Between Failures.

**MTTR**: Mean Time to Repair.

**QQOQCP** : Quoi, Qui, Où, Quand, Comment, Pourquoi.

**SMA** : Société de Manutention d'Agadir

**TO** : Temps ouverture.

**TA** : Temps d'arrêt.

## Liste de figures

Figure 1 : Organigramme de l'entreprise.....	3
Figure 2 : Reach Stacker .....	4
Figure 3 : Chariots élévateur DOSAN.....	5
Figure 4 : Chariots élévateur NISSAN.....	5
Figure 5 : Chariot élévateur KALMAR.....	5
Figure 6 : Chariots Cavaliers.....	6
Figure 7 : Chargeuses .....	6
Figure 8 : Tracteurs .....	7
Figure 9 : Grue Mobile LIEBHERR .....	7
Figure 10 : Grue Mobile TEREX.....	8
Figure 11 : Élingues simples (acier).....	8
Figure 12 : Élingues doubles ou braques « acier ».....	9
Figure 13 : Élingues multibrins .....	9
Figure 14 : Crochets et les manilles .....	10
Figure 15 : Sangles.....	10
Figure 16 : Palonnier .....	10
Figure 17 : Transpalette.....	11
Figure 18 : Bennes.....	11
Figure 19 : Spreader .....	12
Figure 20 : Trémies .....	12
Figure 21 : Types de maintenance.....	15
Figure 22 : Radar de Pourcentage des domaines.....	22
Figure 23 : Politique de maintenance corrective .....	24
Figure 24 : Politique de maintenance préventive .....	25
Figure 25 : Diagramme Ishikawa .....	33
Figure 26 : Diagramme de PARETO des sous-ensembles en fonction des durées d'arrêts.....	36
Figure 27 : Connexion à l'application.....	43
Figure 28 : Menu Principale d'application.....	44
Figure 29 : Menu de Responsable des Engins.....	44
Figure 30 : Gestion des engins .....	45
Figure 31 : Relève journalière des compteurs .....	45
Figure 32 : Menu Carburant .....	46
Figure 33 : Formulaire de dégât .....	46
Figure 34 : Menu Responsable de Maintenance.....	47
Figure 35 : Gestion de Personnel .....	47
Figure 36 : Gestion de stock.....	48
Figure 37 : Gestion des absences .....	48
Figure 38 : Gestion des Interventions.....	49
Figure 39 : États des interventions .....	49

## *Liste des tableaux*

Tableau 1 : La fiche technique de la société.....	3
Tableau 2 : Niveaux de maintenance .....	16
Tableau 3 : Explication du QQQQCP .....	18
Tableau 4 : QQQQCP.....	20
Tableau 5 : Pourcentage des domaines d'analyse .....	22
Tableau 6 : Causes de faiblesse des 5 domaines .....	23
Tableau 7 : Actions amélioratives du domaine méthode de travail.....	25
Tableau 8 : Poids des critères. ....	29
Tableau 9 : Matrice de criticité.....	30
Tableau 10 : Indicateurs de performance des équipements.....	32
Tableau 11 : Durée totale des sous-ensembles .....	34
Tableau 12 : Table de calcul Pareto des sous-ensembles de la Grue TEREX.....	35
Tableau 13 : Grille de cotation de la fréquence.....	37
Tableau 14 : Grille de cotation de la détection.....	38
Tableau 15 : Grille de cotation de la gravité .....	38
Tableau 16 : AMDEC de TEREX.....	39

## *Liste des équations*

MTBF.....	31
MTTR.....	31
DO.....	32
Criticité.....	38

# Sommaire

**Dédicace**

**Remerciements**

**Liste des Abréviation**

**Liste de figures**

**Liste des tableaux**

**Liste des équations**

**Sommaire**

Introduction générale..... 1

## **Chapitre 1 : Contexte général du stage**

**1 Introduction :..... 2**

**2 Présentation de l'entreprise : ..... 2**

2.1 Activités : ..... 2

2.2 Fiche technique : ..... 3

2.3 Organigramme :..... 3

2.4 Matériels de manutention ..... 4

2.4.1 Engins roulants : ..... 4

2.4.2 Engins de levage..... 7

2.4.3 Accessoires de manutention. .... 8

**3 Contexte pédagogique et intérêt du projet..... 12**

3.1 Contexte pédagogique ..... 12

3.2 Acteurs du projet ..... 12

3.3 Cadrage du problème..... 13

3.4 Contraintes du sujet ..... 13

**4 CONCLUSION..... 13**

## **CHAPITRE 2 : Etude bibliographique**

**1 Introduction ..... 14**

**2 Généralités sur la maintenance :..... 14**

2.1 Définition de la maintenance :..... 14

2.2 Types de la maintenance : ..... 14

2.2.1 Maintenance corrective MC : ..... 14

2.2.2 Maintenance préventive MP : ..... 15

2.3 Niveaux de maintenance : ..... 16

2.4 Audit de maintenance LAVINA : ..... 16

**3 Outils de l'audit de la maintenance : ..... 17**

3.1	Diagramme Ishikawa :.....	17
3.2	Méthode QQQQCP :.....	18
3.3	Diagramme Pareto :.....	18
<b>4</b>	<b>FileMaker Pro : .....</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>Conclusion : .....</b>	<b>19</b>

### Chapitre 3 : Diagnostic et analyse de l'existant et Développement

<b>1</b>	<b>Evaluation de la politique de maintenance actuelle : .....</b>	<b>20</b>
1.1	Introduction :.....	20
1.2	Problématique :.....	20
1.3	Diagnostic de la fonction maintenance par la démarche LAVINA :.....	21
1.3.1	Résultat du diagnostic .....	22
1.3.2	Analyse des résultats : .....	23
<b>2</b>	<b>Développement : .....</b>	<b>24</b>
2.1	Introduction :.....	24
2.2	Organisation générale :.....	24
2.2.1	Maintenance corrective MC :.....	24
2.2.2	Maintenance préventive MP :.....	24
2.3	Méthode de travail :.....	25
2.4	Organisation matérielle de l'atelier :.....	26
2.5	Documentation technique :.....	26
2.5.1	Dossier machine :.....	26
2.5.2	Fichier historique :.....	27
2.6	Contrôle de l'activité :.....	27
<b>3</b>	<b>Conclusion : .....</b>	<b>27</b>

### CHAPITRE 4 : Etude et analyse des Engin

<b>1</b>	<b>Introduction :.....</b>	<b>28</b>
<b>2</b>	<b>Détermination des engins les plus critiques : .....</b>	<b>28</b>
2.1	Ensemble des Actions : .....	28
2.2	Critères retenus :.....	28
2.3	Analyse de la criticité :.....	29
<b>3</b>	<b>Calcul des indicateurs de la maintenance : .....</b>	<b>31</b>
3.1	MTBF: Mean Time Between Failure: .....	31
3.2	MTTR: Mean Time to Repair: .....	31
3.3	DO : Disponibilité Opérationnelle : .....	32
3.4	Résultats de performance des 4 engins :.....	32
<b>4</b>	<b>Description et analyse de l'existant : .....</b>	<b>33</b>
4.1	Diagramme Ishikawa :.....	33

4.2	Analyse et résultats :.....	33
4.2.1	Méthodes :.....	33
4.2.2	Main d'œuvre :.....	33
4.2.3	Machine :.....	34
4.2.4	Milieu :.....	34
4.2.5	Matière :.....	34
4.3	Collecte des données :.....	34
4.4	Analyser :.....	35
4.4.1	Pareto des sous-ensembles critiques :.....	35
4.4.2	Conclusion.....	36
<b>5</b>	<b>Présentation de la méthode AMDEC : .....</b>	<b>36</b>
5.1	Introduction :.....	36
5.2	Démarche AMDEC :.....	37
5.2.1	Définition du system à étudier :.....	37
5.2.2	Plan de travail :.....	37
5.2.3	Mise en point des supports de l'étude .....	37
5.2.4	Grille de cotation .....	37
5.3	Application de la méthode AMDEC :.....	38
<b>Chapitre 5 : Mise en œuvre d'application GMAO</b>		
<b>1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>42</b>
<b>2</b>	<b>Généralités sur GMAO :.....</b>	<b>42</b>
2.1	Définition :.....	42
2.2	Domaines à gérer par la GMAO :.....	42
2.2.1	Gestion du préventif :.....	42
2.2.2	Gestion du stock :.....	42
2.2.3	Analyse des défaillances :.....	42
2.2.4	Gestion des ressources humaines :.....	42
2.3	Objectif de la GMAO :.....	43
<b>3</b>	<b>Présentation générale de l'application GMAO : .....</b>	<b>43</b>
3.1	Introduction .....	43
3.2	Présentation du logiciel :.....	43
3.2.1	Responsable des engins :.....	44
3.2.2	Responsable de maintenance.....	47
<b>4</b>	<b>Conclusion : .....</b>	<b>49</b>
<b>Conclusion générale .....</b>		<b>50</b>
<b>Annexes</b>		
<b>Référence</b>		
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>		

## *Introduction générale*

La maintenance est l'une des fonctions primordiales de l'entreprise, il est difficile pour les décideurs qui sous-estiment son impact de la comprendre et peuvent parfois de l'ignorer. Cependant, elle est devenue un élément de plus en plus sensible dans la performance des entreprises. Par conséquent il est important de la faire connaître.

Dans ce cas, le rôle de la fonction maintenance est de plus en plus important. Elle peut améliorer la disponibilité et la fiabilité des équipements, réduire les pannes grâce à des interventions régulières et contribuer à la réduction des accidents en maintenant un niveau suffisant de sécurité des équipements.

La maintenance préventive devient plus rentable si elle est renforcée par un système de gestion de maintenance assistée par ordinateur. Cependant, améliorer la disponibilité des équipements nécessite une stratégie de maintenance préventive bien définie.

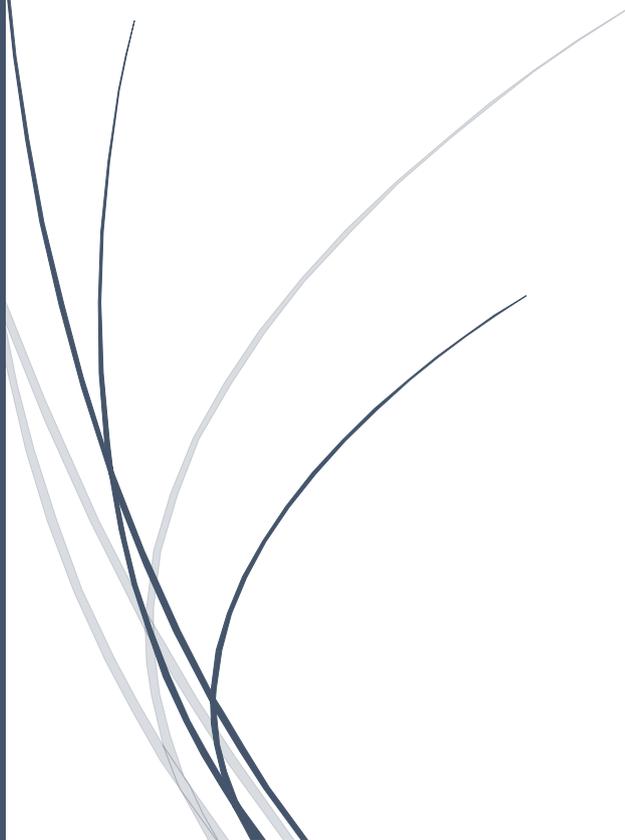
Dans ce contexte, ce projet de fin d'études a été proposé par le service maintenance de l'entreprise SMA, intitulé : « L'organisation de la fonction maintenance des engins roulants au sein de SMA ». L'objectif de ce projet est d'organiser le service maintenance afin de réaliser les services rendus aux clients dans les meilleures conditions de délai, de coût, et de sécurité.

Ce projet de fin d'études s'articule autour de cinq chapitres :

- ✚ Le premier chapitre présente une vue générale sur l'environnement de mon projet de fin d'études, une description de l'entreprise d'accueil ainsi que le contexte de mon PFE.
- ✚ Le deuxième chapitre présente une recherche bibliographique approfondie sur notre thématique, les outils et les méthodes qu'on va utiliser dans cette étude.
- ✚ Le troisième chapitre sera consacré à une analyse de système de maintenance existant en auditant ce dernier par la méthode Yves LAVINA et les axes d'améliorations de la fonction maintenance basé sur cette méthode.
- ✚ Le quatrième chapitre présente sur étude de criticité, elle a été élaborée à l'aide de la méthode basée sur la matrice de criticité et aussi une étude d'historique des pannes des engins
- ✚ Le dernier chapitre sera consacré à la mise en œuvre d'un outil informatisé de gestion maintenance assistée par ordinateur (GMAO) sous FILEMAKER PRO.

A thick, dark blue vertical bar runs along the left edge of the page.

CHAPITRE 1 : CONTEXTE GÉNÉRAL  
DU STAGE



## 1 Introduction :

Dans ce chapitre une vue générale sur l'environnement de mon projet de fin d'études, une description de l'entreprise d'accueil, Leurs activités concernant la manutention et entreposage et aussi les matériels au sein de la société et leurs fonctionnements.

## 2 Présentation de l'entreprise :

### 2.1 Activités :

Société de manutention d'Agadir (SMA) chargée de l'exploitation du quai Nord du port d'Agadir, c'est un partenariat public-privé entre MARSA MAROC qui contrôle 51% et les trois minoritaires privés que sont la société maritime d'Agadir (Somatime), la compagnie marocaine de manutention et de la consignation du Souss (Manusouss) et la Société de transit et de consignation maritime d'Agadir (Internavi).

Les principales activités de SMA concernent le traitement et le stockage, y compris les services suivants :

**Manutention :** SMA centralise les opérations de chargement et de déchargement de toutes les cargaisons sur les navires et les quais.

**Entreposage :** L'entreprise est responsable du stockage et de l'entreposage des marchandises transformées après avoir attendu que les marchandises quittent le port lors de l'importation ou de l'entrée dans le port lors de l'exportation.

**Autres services de manutention :** L'entreprise fournit également des services de marchandise, y compris le chargement et le déchargement de marchandises dans des conteneurs (déchargement, emballage), le pesage de marchandises avec une balance au sol (pesage), et la fixation de marchandises en hauteur pour gagner de la place (empilage), etc.

## 2.2 Fiche technique :

Le tableau suivant représente la fiche technique de SMA (tableau 1).

Tableau 1 : La fiche technique de la société

<b>Société Anonyme</b>	Filiale Marsa MAROC
<b>Raison sociale</b>	SMA (Société de manutention d'Agadir)
<b>Date de création</b>	06 /2016
<b>Capital</b>	34 000 000 DH
<b>Actionnaires</b>	51% MARSAS MAROC 16,34% SOMATIME 16,33% MANUSOUSS et 16,33% Internavi
<b>Adresse</b>	Boulevard Mohamed V, Immeuble Al Watanya – Agadir
<b>Téléphone/fax</b>	Tel: 0528843700 / Fax: 0528842825
<b>Directeur générale</b>	M. BALLAT Abderrahmane

## 2.3 Organigramme :

Le schéma suivant représente la structure organisationnelle de SMA (figure 1).

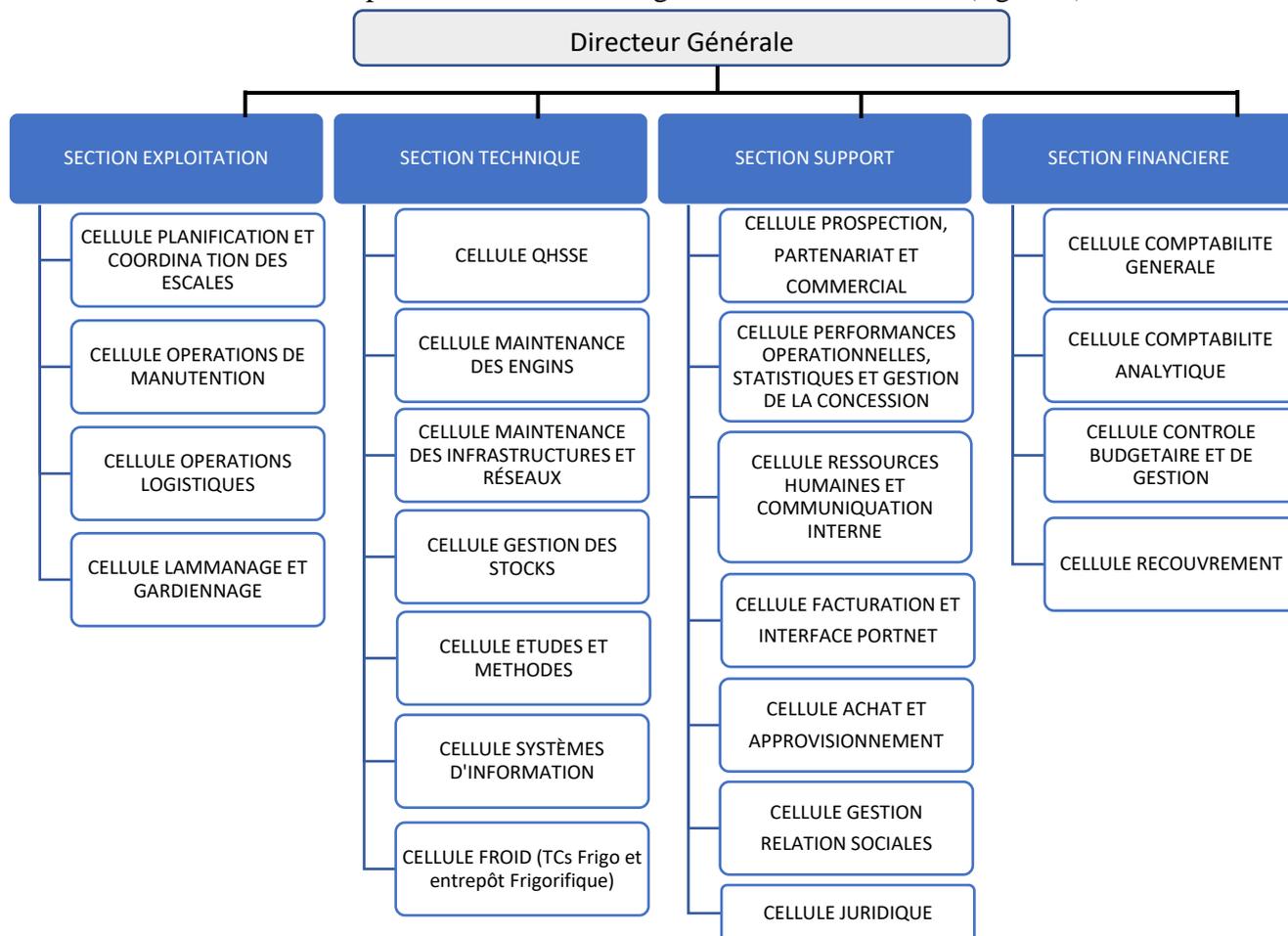


Figure 1 : Organigramme de l'entreprise

## 2.4 Matériels de manutention

Le port d'Agadir a fortement investi pour doter le terminal d'équipements de qualité. L'organisation du terminal est proche des standards internationaux. Les équipements sont modernes et correspondent aux besoins en termes de volumes traités.

Les équipements de manutention peuvent être classés en trois catégories :

- ✚ Les engins de levage ;
- ✚ Les engins roulants ;
- ✚ Les accessoires de manutention.

### 2.4.1 Engins roulants :

#### ✚ Reach stacker

Un Reach Stacker (figure 2) est un engin de levage pour empiler, charger ou décharger des conteneurs dans des ports de petite ou moyenne taille, capable de transporter un conteneur sur de courtes distances très rapidement. Ce dernier comporte des bras extensibles.



Figure 2 : Reach Stacker

#### ✚ Chariot élévateur :

Un chariot élévateur (figure 3,4 et 5) est un engin de levage et de manutention utilisé pour soulever et déplacer des charges sur de courtes distances dans les usines et les entrepôts de stockage.

L'entreprise dispose plusieurs types des chariots élévateurs :

DOSAN 5T / DAEWOO 7T / DOSAN8T

Figure 3 : Chariots élévateur DOSAN

NISSAN 3T / 6T / 7T

Figure 4 : Chariots élévateur NISSAN

KALMAR 8T / 20 T

Figure 5 : Chariot élévateur KALMAR

### + Chariots cavaliers :

Chariot cavalier (figure 6) est un engin destiné à manipuler les conteneurs. Ils sont dotés d'un appareil spécial, pour Soulever le conteneur, appelé : « Spreader », Capacité : 30 à 40 Tonnes.



Figure 6 : Chariots Cavaliers

### + Chargeuses :

Une chargeuse sur pneu (figure 7) est conçue pour manipuler, charger et transporter des matériaux en vrac si elle est équipée de l'accessoire approprié, c'est-à-dire un godet.

Parmi les chargeuses on trouve les marques suivantes :

KOMATSU 90 / KOMATSU 380 / VOLVO 180 F



Figure 7 : Chargeuses

### + Tracteurs :

Un tracteur (figure 8) c'est un chariot de manutention à sellette élévatrice. Il est conçu et destiné aux conditions d'exploitation particulières.

Les tracteurs ATA / GoodSense / MAFI



Figure 8 : Tracteurs

### 2.4.2 Engins de levage.

La grue est un engin de levage utilisé en hauteur pour déplacer les charges lourdes. Parmi les engins de levage on trouve les marques suivantes :

### + Grues mobiles portuaires (LHM 180) [LIEBHERR]

La grue mobile portuaire LHM 180 (figure 9) est la solution idéale pour les navires de collecte, qu'il s'agisse d'assurer la manutention de produits en vrac, de colis ou de conteneurs. La LHM 180 est réputée pour sa mobilité et sa flexibilité, en particulier dans les ports fluviaux, Avec une portée maximale de 35 mètres et une capacité de 64 tonnes.



Figure 9 : Grue Mobile LIEBHERR

### ✚ Grues mobiles portuaires (Terex)

Dans la vaste gamme de grues mobiles portuaires Terex (figure 10), vous trouverez la solution adaptée à vos besoins de manutention en vrac ou conteneurisé, que votre terminal soit petit ou grand.

La grue mobile portuaire Konecranes Gottwald (figure 10) est très robuste et conçue pour des applications hautes performances avec une capacité de charge 117 tonnes. Un rayon de travail maximum de 51 m et des vitesses de levage allant jusqu'à 120 m / min.

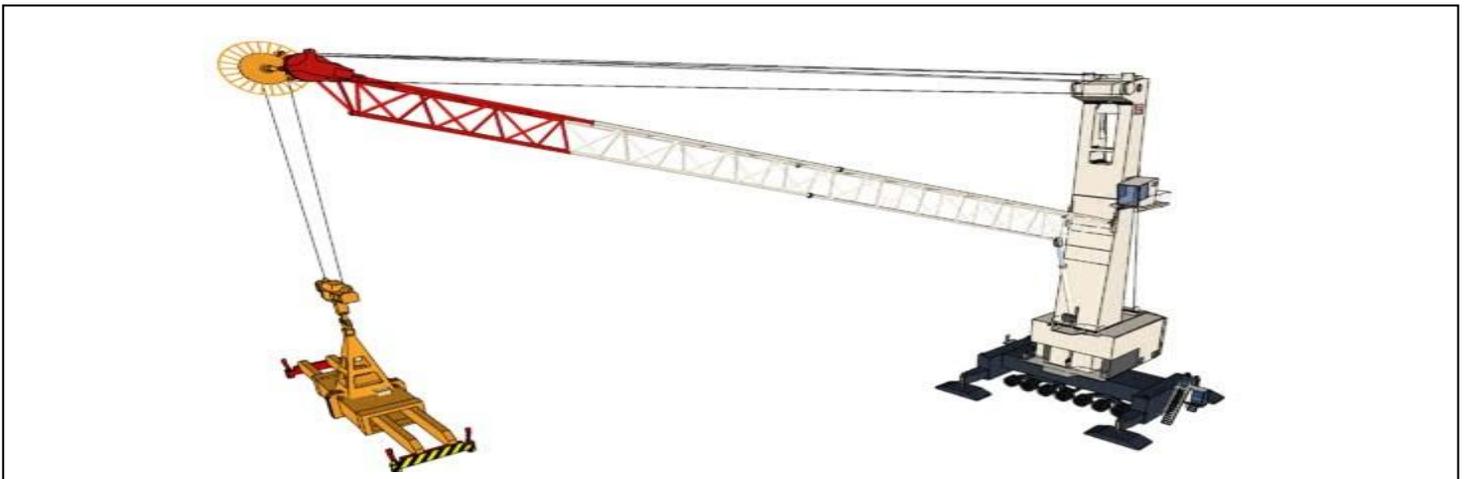


Figure 10 : Grue Mobile TEREX

#### 2.4.3 Accessoires de manutention.

##### ✚ Elingues simples (acier) :

L'élingue simple (figure 11) est constituée d'un câble et d'une terminaison à chaque extrémité « boucle, boucle avec cosse-cœur ou cosse pleine, douille culottée à chape, douille culottée à œil, boucle manchonnée, boucle épissée ». Elles servent à relier à charge au croc de l'engin de levage. Elle peut être utilisée principalement : En 1 brin ou En 2 brins.



Figure 11 : Élingues simples (acier)

### ✚ Élingues doubles ou braques « acier » :

Servent à relier la charge au croc de l'engin de levage soit directement, soit indirectement. Elles peuvent être utilisées principalement : En 2 brins, En 3 brins ou En 4 brins.

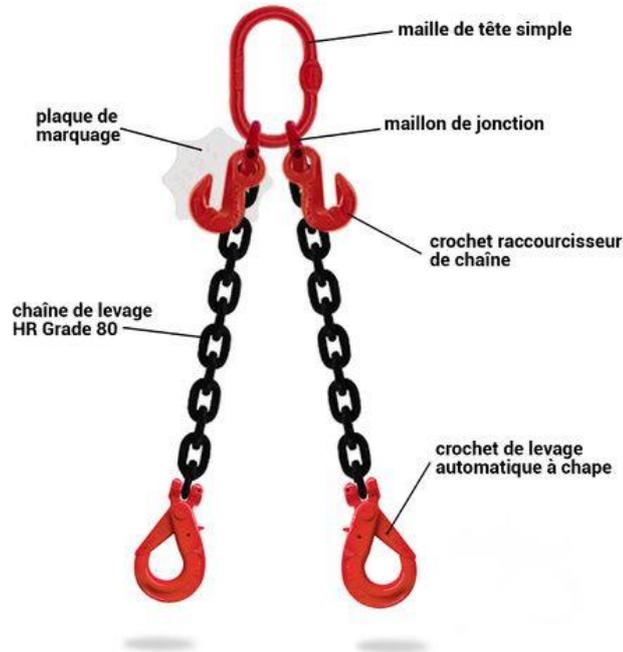


Figure 12 : Élingues doubles ou braques « acier »

### ✚ Élingues multibrins :

Les élingues multibrins (figure 13) sont constituées par association de 2 à 6 brins à une maille de tête, avec ou sans maille intermédiaire. Elles servent à relier la charge au croc de l'engin de levage soit directement, ou indirectement.



Figure 13 : Élingues multibrins

### Crochets et les manilles :

Les crochets et les manilles (figure 14) ce sont des accessoires d'extrémité qui servent à relier la charge aux élingues.



Figure 14 : Crochets et les manilles

### Sangles « en nylon » :

Les Sangles (figure 15) ce sont des accessoires qui servent à relier la charge : soit aux élingues soit au croc de la grue. Elles sont utilisées soit pour les bobines de papier pour éviter leur détérioration.

Elles sont utilisées aussi pour les colis pré élingués ou autres marchandises pour éviter leurs détériorations.



Figure 15 : Sangles

### Palonnier :

Le palonnier (figure 16) est un cadre métallique équipé à sa partie supérieure d'un dispositif d'accrochage « œil ou anneau » au crochet de l'appareil de levage, et à sa partie inférieure de crochet pour recevoir les élingues supportant la charge.

Il sert à la manutention des véhicules lourds.



Figure 16 : Palonnier

### **Transpalettes :**

Les transpalettes (figure 17) sont utilisés pour le transport de charge « palettes, caisses... », dans des conditions peu intensives « cale d'un navire » et sur de courtes distances.

- Transpalette manuel.
- Transpalettes électriques.



Figure 17 : Transpalettes

### **Bennes :**

Les bennes (figure 18) sont à déclic ou électro hydraulique ou à 4 câbles à accessoires de manutention.

Elle sert à décharger ou à charger les vracs solides tels que le sucre, les céréales, les minerais, les sables, etc.



Figure 18 : Bennes

### **Spreader :**

Spreader (figure 19) est un accessoire de manutention doté d'un système télescopique pour pouvoir manipuler les conteneurs de 20 ou 40 pieds.



Figure 19 : Spreader

### Trémies :

Les trémies (figure 20) ce sont des constructions coniques en forme d'entonnoir qui permettent le déchargement des vrac soit sur camion ou sur wagon. Il existe 2 sortes de trémies :

- La trémie qu'on peut tracter : mobile
- La trémie fixée au portique.



Figure 20 : Trémies

## 3 Contexte pédagogique et intérêt du projet

### 3.1 Contexte pédagogique

Ce stage s'inscrit dans le cadre d'un projet de fin d'études qui permet de compléter et de mettre en œuvre la théorie acquise durant les deux années d'études à FST Fès et en vue d'obtenir le diplôme master en génie industriel.

### 3.2 Acteurs du projet

Les acteurs intervenant dans ce projet sont :

-  **Maître d'œuvre :** Faculté des Sciences et Techniques de Fès (FST\_F), présenté par MAZOUZ Rachid en tant qu'étudiant en 2<sup>ème</sup> année Master Génie industriel.

**Coordonnées :** Faculté des Sciences et Techniques de Fès, B.P. 2202 – Route d'Imouzzer, Fès,  
Site web : <https://fst-usmba.ac.ma/>

Tél : +212 535 60 80 14 – +212 535 60 96 35 – +212 535 60 29 53 / Fax : +212 535 60 82 14

✚ **Maître d'ouvrage** : Département maintenance de la société de manutention d'Agadir.

Coordonnées : SMA Boulevard Mohamed V, Immeuble Al Wataniya – Agadir

Tel : 0528843700 / Fax : 0528842825

✚ **Les acteurs relais** : Le projet a été réalisée sous le suivi et l'encadrement de :

M.Rjeb Mohammed : Encadrant pédagogique.

M. Rachid OUKHALI et M. Hassan IZAM : Encadrant professionnel.

### 3.3 Cadrage du problème

Le besoin exprimé par l'entreprise est le fait d'organiser la maintenance au sein de la société pour réaliser les services rendus aux clients dans les meilleures conditions de délai, de coût, et de sécurité.

### 3.4 Contraintes du sujet

✚ **Les contraintes pédagogiques**

Appliquer les techniques et méthodes acquises de la gestion de sujet.

Apprendre à être autonome dans la réalisation d'un sujet.

Acquérir de nouvelles connaissances techniques et professionnelles.

✚ **Les contraintes temporelles**

Le démarrage du sujet a eu lieu qu'à partir de la 6ème semaine du stage.

Le travail final doit être rendu à la société avant l'expiration de la durée de mon stage.

✚ **Les contraintes de réalisation**

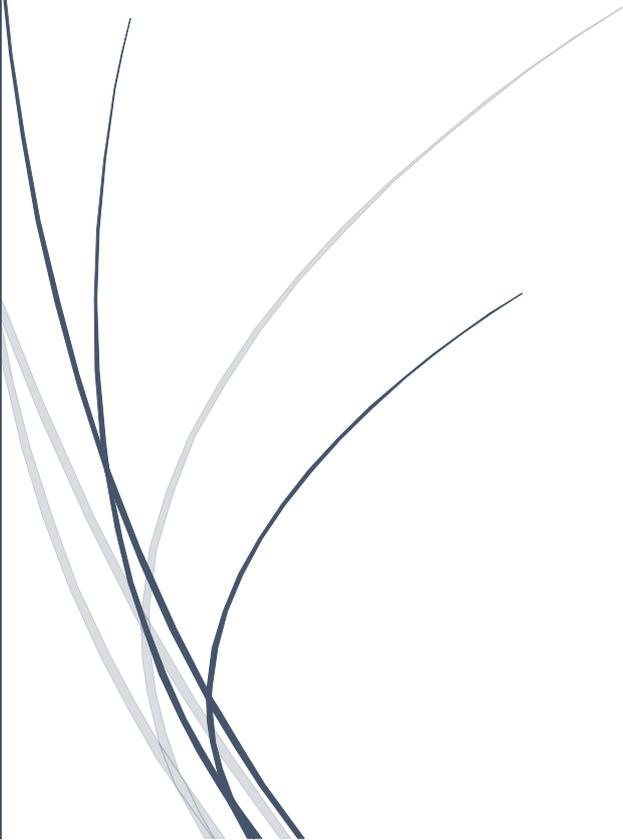
Le manque des données et d'historique des interventions.

## 4 CONCLUSION

Le présent chapitre a été dédié à un aperçu général sur l'entreprise SMA, son organigramme, son parc d'engin ainsi que le contexte pédagogique et l'intérêt du projet.

Dans le chapitre suivant, une recherche bibliographie sera présentée sur les méthodes qu'on va utiliser pour réussir ce projet.

CHAPITRE 2 : ETUDE  
BIBLIOGRAPHIQUE



## 1 Introduction

Afin de résoudre notre problème d'organisation de la fonction maintenance et de mener à bien la recherche de ce projet, on va s'appuyer sur plusieurs outils et méthodes qui vont nous aider à analyser les données et à prendre la meilleure décision. Pour cela, notre projet utilise différents outils et méthodes, tels que la méthode LAVINA, QQQQCP, le diagramme Ishikawa et Pareto.

Ce chapitre se concentrera sur la définition, l'explication et le rôle de chacun de ces outils.

## 2 Généralités sur la maintenance :

### 2.1 Définition de la maintenance :

Depuis que l'association française de normalisation (AFNOR) a publié la norme NF X 60010 en 1981, la plupart des auteurs s'accordent pour définir la maintenance comme « une série d'actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé » [1]. La norme AFNOR précise également que l'objectif du maintien en bon état est de réaliser des opérations de maintenance à un coût minimum. Pour l'entreprise, ce bon entretien devrait se traduire par une réduction des pannes et des dépenses, et augmentation de disponibilité de l'outil de production et de qualité du service rendu à l'utilisateur, qui sont de nombreux objectifs. Cela doit se refléter dans les différents travaux d'amélioration de la qualité entrepris par les industriels ces dernières années [2].

En juin 2001, AFNOR a mis à jour cette définition et est devenue NF EN 13306 « l'ensemble des actions techniques, administratives et de management visant à maintenir ou à rétablir un bien durant son cycle de vie, dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise » [3].

### 2.2 Types de la maintenance :

Parmi les types de maintenance on a (figure 21) :

#### 2.2.1 Maintenance corrective MC :

(Extrait de la norme AFNOR X 60-010- 1994).

Toutes les activités exécutées après la défaillance d'un bien ou la dégradation fonctionnelle, afin qu'il puisse au moins temporairement exécuter une fonction requise. Ces activités se présentent sous les deux formes suivantes :

✚ **Maintenance curative :** « Réparation » (Extrait de la norme AFNOR X 60-010- 1994) [4].

C'est une action définitive après une défaillance [5].

✚ **Maintenance palliative** : « Dépannage » (extrait de la norme AFNOR X 60-010-1994) :

Une action après la défaillance d'un bien, afin d'accomplir provisoirement une fonction requise, [4] [5].

### 2.2.2 Maintenance préventive MP :

(Extrait de la norme AFNOR X 60-010- 1994)

« Maintenance viser à réduire la possibilité de défaillance ou de dégradation des biens ou services rendus. Les activités correspondantes sont déclenchées selon : un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'unité d'utilisation et/ou des critères importants prédéterminés significatifs de l'état dégradé des biens ou des services » [4] [5].

✚ **Maintenance préventive systématique** « Il s'agit d'une maintenance préventive à des intervalles de temps prédéterminés ou selon un nombre défini d'unités d'utilisation, mais sans qu'il soit nécessaire de vérifier au préalable l'état du bien » [4].

✚ **Maintenance préventive conditionnelle** « Il s'agit d'un maintenance préventive basée sur le suivi du fonctionnement du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement, intégrant les actions qui en découlent » [4].

✚ **Maintenance préventive prévisionnelle** « Il s'agit de la maintenance préventive conditionnelle, qui est réalisée en suivant l'analyse de la prédiction d'extrapolation et l'évaluation des paramètres significatifs de la dégradation du bien » [4].

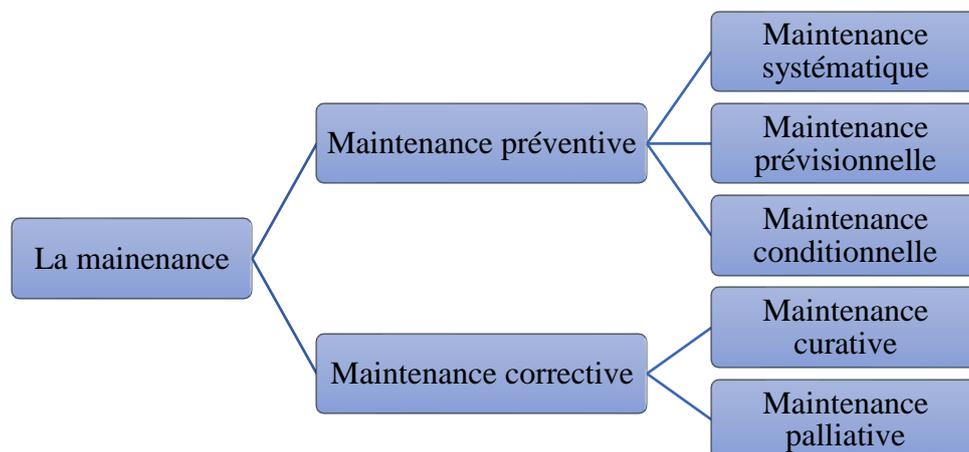


Figure 21 : Types de maintenance

Pour mieux remplir les fiches des interventions dans la partie application, il faut connaître les types de maintenance. C'est pour cela, on a expliqué chaque type de maintenance.

### 2.3 Niveaux de maintenance :

Une connaissance aux cinq niveaux de maintenance (tableau 2) est essentielle, pour mieux indiquer le niveau de maintenance dans les fiches des interventions curatives et dans la plane de maintenance.

L'AFNOR identifie 5 niveaux de maintenance dont en précise le service [5].

Tableau 2 : Niveaux de maintenance

Niveau de maintenance	Définition
Niveau 1	Réglage simple fournis par le constructeur ou le service de maintenance, pour ouvrir l'équipement au moyen d'éléments accessibles sans aucun démontage. Ces interventions peuvent être effectuées par l'utilisateur sans outillages spéciaux à partir du manuel [4].
Niveau 2	Dépanner par l'échange standard des éléments prévus à cet effet et des opérations de maintenance préventive mineures, ces interventions peuvent être effectuées par des techniciens habilités ou des utilisateurs de l'équipement, à condition qu'ils aient reçu une formation spéciale [4].
Niveau 3	Identifier et diagnostiquer les défauts, les pièces peuvent devoir être remplacées, les ajustements et les étalonnages général. Ces interventions peuvent être effectuées par des techniciens professionnels à l'aide des outils prévus dans les instructions de maintenance sur place ou dans un local de maintenance [4].
Niveau 4	Les grands travaux de maintenance corrective ou préventive autre que la rénovation et de la reconstruction. Ces interventions peuvent être réalisées par une équipe avec un encadrement technique très professionnel et un grand nombre de ressources adaptées à la nature de l'intervention [4].
Niveau 5	Travaux de rénovation, de reconstruction ou de grande réparation confiée à un atelier central de maintenance ou à un prestataire externe [4].

### 2.4 Audit de maintenance LAVINA :

Cette méthode de diagnostic permet l'analyse de fonctionnement de la maintenance selon les rubriques suivantes :

**A. Organisation générale :** Elle couvre les procédures générales d'organisation du service maintenance, les règles (structure hiérarchique/compromis de fonction) sur lesquelles est établi l'organigramme et les éléments des stratégies de service.

**B. Méthodes de travail :** Elles permettent notamment d'estimer le temps et de préparer les méthodes d'intervention.

**C. Suivi technique des équipements :** Il regroupe l'ensemble des opérations d'analyse réalisées afin de doser correctement les différents équipements, en fonction d'objectifs de disponibilité et de coût, les interventions palliatives, préventives et correctives. En fait, il s'agit essentiellement de traiter l'information sur les équipements : fiches techniques, gestions des modifications et historiques.

**D. Gestion du portefeuille de travaux :** Elle couvre le traitement des demandes de travaux et des plans de maintenance, de programmation, de planification et de démarrage.

**E. Gestion des pièces de rechange :** Cela nous permet de nous informer sur l'état des stocks ? Comment les pièces sont-elles stockées ? Quelles méthodes de gestion adoptent-ils ? ...

**F. Outillage et appareils de mesure :** L'industrie de la maintenance a besoin des meilleurs équipements et doit disposer de nombreux moyens de manutention. Cela nécessite une organisation et une gestion soignées.

**G. Documentation technique :** Vous devez disposer d'une documentation complète, avec un classement impeccable et un accès facile et systématiquement mis à jour.

**H. Personnel et la formation :** Cette rubrique évalue les compétences et l'environnement de travail du personnel.

**I. Sous-traitance :** A-t-on de bons contrats ? Evalue-t-on les sous-traitants ? Comment assurer les suivis sur site ?

**J. Contrôle de l'activité :** Tableau de bord, système d'information, rapport d'activité et budgétisation [2].

Pour analyser l'état de système de maintenance existant de l'entreprise SMA, un audit de maintenance LAVINA sera fait dans le chapitre 3.

### 3 Outils de l'audit de la maintenance :

Ces méthodes peuvent être considérées comme des outils de qualité pour l'audit de la maintenance des entreprises, et peuvent être compliquées ou bien simples selon les objectifs à atteindre.

#### 3.1 Diagramme Ishikawa :

Inventé par l'ingénieur japonais Kaoru Ishikawa (1915-1989), elle nous permettra de rechercher et d'analyser efficacement les causes de notre problème et nous permettra d'élaborer

un plan d'action sur mesure. Partant de l'effet identifié, nous trouverons les différentes causes qui seront réparties sur les 5 catégories de causes qui commencent toutes par la lettre M [7].

- ✚ Milieu : poste de travail, l'organisation physique
- ✚ Méthodes : les procédures, les flux d'information
- ✚ Moyens/Matériels : les équipements, machines, outillages, pièces de rechange
- ✚ Main d'œuvre : les ressources humaines, les qualifications du personnel, la santé.
- ✚ Matière : les différents consommables utilisés, matières premières.

### 3.2 Méthode QQQQCP :

« Une méthode très efficace pour identifier les problèmes, les causes, la situation donnée. Elle est aussi très utile dans le travail de rédaction des procédures » [6]. Son nom vient des questions auxquelles on doit répondre :

Tableau 3 : Explication du QQQQCP

	Question
<b>Quoi ?</b>	De quoi s'agit-il ? (Objet, opération, nature)
<b>Qui ?</b>	Qui est concerné ? (Exécutants, qualification)
<b>Où ?</b>	Où cela se produit-il ?
<b>Quand ?</b>	Quand cela survient-il ? (Durée, fréquence)
<b>Comment ?</b>	Comment procède-t-on ? (Matériel, matières, méthode)
<b>Combien ?</b>	Combien de fois cela se produit-il ?
<b>Pourquoi ?</b>	Pourquoi cela se passe-t-il ainsi ?

Pour mieux cerner notre problématique, une formulation par la méthode QQQQCCP sera faite dans le chapitre 3.

### 3.3 Diagramme Pareto :

Le principe de Pareto tire son nom de l'économiste italien Vilfredo Pareto, et il peut mettre en évidence les principales causes de dysfonctionnement. Il s'appuie sur un phénomène empirique constaté dans de nombreux domaines : environ 80 % des effets sont le produit de 20 % des causes. En se focalisant sur les 20 % de causes principales, on peut ainsi régler 80 % des problèmes. Cette loi représente un outil efficace de prise de décisions puisqu'elle permet de décider où les améliorations doivent avoir lieu en priorité. Elle est également connue sous le nom de « méthode ABC » [7].

## 4 FileMaker Pro :

La disposition FileMaker Pro Advanced détermine comment organiser les données pour l'affichage, l'impression, la publication, la recherche et la saisie. Les modèles ne stockent pas vos données, ils les affichent simplement.

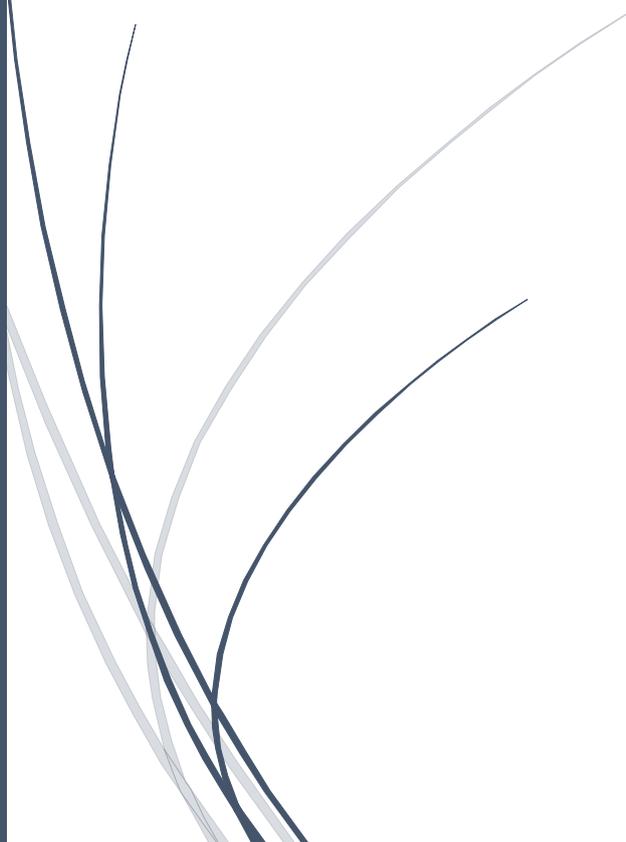
Les fichiers de base de données peuvent avoir différents modèles, ce qui vous permet d'afficher les données de plusieurs manières. Dans le fichier de base de données, vous pouvez concevoir différents modèles pour saisir des données, créer des statistiques, imprimer des étiquettes de publipostage, utiliser une base de données pour afficher des données dans un graphique, utiliser des données sur un navigateur Web ou un appareil à écran tactile, etc. Vous pouvez modifier la conception du modèle sans affecter les données du fichier ou d'autres modèles. Lorsque vous modifiez les données contenues dans un champ, la modification sera reflétée dans le même champ dans tous les modèles de la base de données [8].

## 5 Conclusion :

Afin d'identifier le problème et de proposer des solutions par la suite, dans ce présent chapitre les outils, les méthodes et les logiciels à utiliser dans notre étude ont été présentés.

On a présente dans le chapitre suivant, un diagnostic de l'état actuel de service maintenance au sein de SMA sera fait.

CHAPITRE 3 : DIAGNOSTIC ET  
ANALYSE DE L'EXISTANT ET  
DEVELOPPEMENT



## 1 Evaluation de la politique de maintenance actuelle :

### 1.1 Introduction :

Pour mieux comprendre le problème il est primordial de faire un état des lieux de la situation actuelle afin de détecter les écarts entre la situation actuelle et la situation visée. Dans cette partie, un diagnostic du département maintenance au sein de l'entreprise SMA a été fait pour déterminer les problèmes qui représentent la source de dysfonctionnement dans la maintenance et le service entier.

### 1.2 Problématique :

La maintenance occupe une place importante dans la société afin de préserver les équipements en bon état de fonctionnement et d'assurer la continuité de service pour répondre à la demande de ses clients. De ce fait, découle la problématique de la gestion et l'organisation de la maintenance au sein de l'entreprise SMA. Donc, pour identifier et définir notre problématique, nous avons opté pour la méthode QQQQCP voir (tableau 4) :

Tableau 4 : QQQQCP

Questions		Réponses
<b>Quoi</b>	De quoi il s'agit ?	La gestion et l'organisation de la maintenance des engins roulants au sein de la société de manutention d'Agadir.
	Quel est l'état de la situation actuelle ?	Etat critique.
	Quelles sont les conséquences ?	Retard de livraison ; Milieu mal organisé ; Absence de traçabilité des interventions ; Pas de retour d'expérience.
	Quel est le risque	Mauvaise position de l'entreprise sur le marché ; Les clients ne sont pas satisfaits.
<b>Qui</b>	Qui est concerné par l'étude ?	Département maintenance.
	Qui est intéressé par les résultats ?	Le directeur M. BELLAT Abderrahmane.
<b>Comment</b>	Comment se produit le problème	Mauvaise utilisation des engins ; Personnel non qualifié ; Mauvaise coordination entre les services.
	Comment mettre en œuvre les moyens nécessaires ?	Organiser l'atelier de maintenance ; Suivi des interventions ; Former le personnel.
<b>Quand</b>	Quand l'étude va être réalisée ?	Période de stage
<b>Où</b>	Où cela sera-t-il appliqué ?	A l'atelier de maintenance.
<b>Pourquoi</b>		Réduire le taux des pannes ; Réduire les retards de livraison et Organiser le département.

### 1.3 Diagnostic de la fonction maintenance par la démarche LAVINA :

Pour améliorer la maintenance, on va tout d'abord évaluer les performances actuelles de l'entreprise. C'est pour cela, on a opté pour la démarche LAVINA qui permet l'analyse de fonctionnement de la maintenance selon les rubriques suivantes :

- + Organisation générale ;
- + Méthodes de travail ;
- + Suivi technique des équipements ;
- + Gestion du portefeuille de travaux ;
- + Gestion des pièces de rechange ;
- + Outillage et appareils de mesure ;
- + Documentation technique ;
- + Personnel et la formation ;
- + Sous-traitance ;
- + Contrôle de l'activité.

Pour bien mener ce diagnostic, les questionnaires de LAVINA sont remplis en collaboration avec les exploitants et les responsables du service technique et maintenance. 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. » [2].

Je présente dans l'annexe 1, toutes les fiches du questionnaire correspondant à la méthode de LAVINA.

### 1.3.1 Résultat du diagnostic

Après avoir analysé le questionnaire rempli, dans le tableau 5 on a présenté les résultats du diagnostic :

Tableau 5 : Pourcentage des domaines d'analyse

Domaines d'analyses	Pourcentage des domaines d'analyse
<b>A : Organisation générale</b>	70
<b>B : Méthodes de travail</b>	72
<b>C : Suivi technique des équipements</b>	84
<b>D : Gestion du portefeuille de travaux</b>	73
<b>E : Stock de pièces de rechange</b>	95
<b>F : Achats et approvisionnement des pièces</b>	85
<b>G : Organisation matérielle de l'atelier</b>	37,5
<b>H : Outillage</b>	95
<b>I : Documentation technique</b>	42,5
<b>K : Personnel et formation</b>	77,5
<b>L : Sous-traitance</b>	80
<b>M : Contrôle de l'activité</b>	60

Pour mieux visualiser ces résultats, on va les présenter sur un graphe en radar (figure 22) :

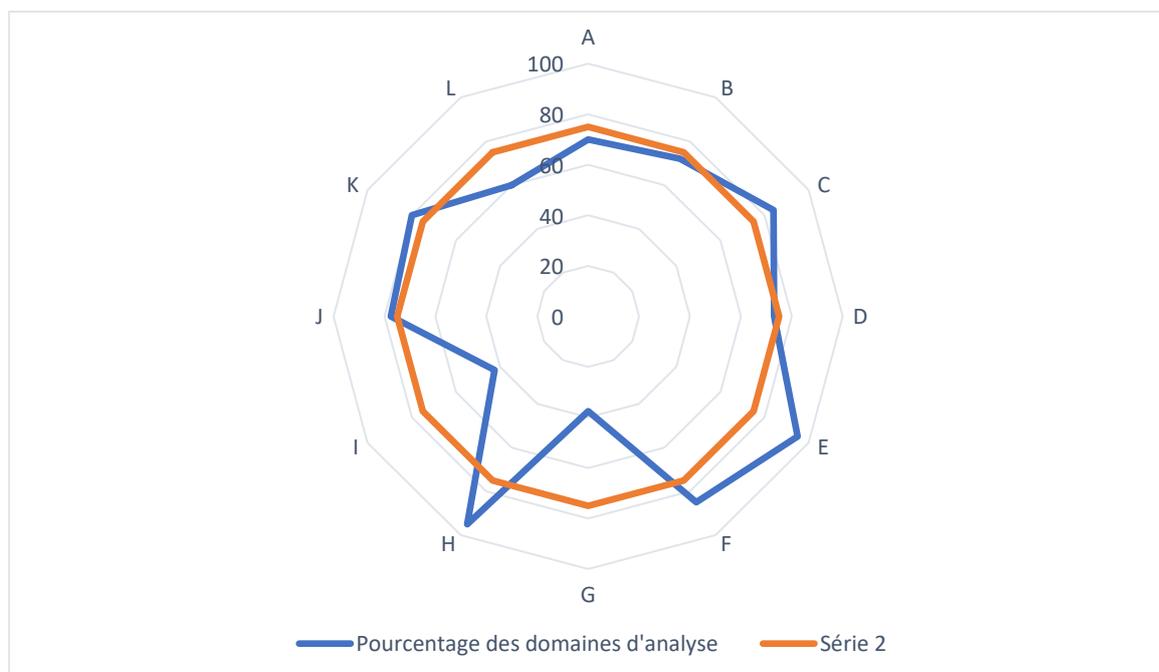


Figure 22 : Radar de Pourcentage des domaines

On a fixé 75% comme objectif pour les domaines d'analyses ci-dessus. Donc, d'après les résultats ci-dessus, on a repéré 5 domaines d'analyse qui sont en dessous l'objectif fixé :

- ✚ Organisation générale ;
- ✚ Méthodes de travail ;
- ✚ Organisation matérielle de l'atelier ;
- ✚ Documentation technique ;
- ✚ Contrôle de l'activité.

### 1.3.2 Analyse des résultats :

Nous résumons dans le tableau ci-dessous (tableau 6) l'ensemble des problèmes détectés dans ces domaines d'analyse qui sont en dessous de l'objectif fixé, afin de les améliorer pour la suite.

Tableau 6 : Causes de faiblesse des 5 domaines

Domaine	Causes
L'organisation générale	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Insuffisance de personnel d'encadrement et de supervision.</li> <li>✓ Pas de fiche de fonction pour chaque poste.</li> </ul>
Méthode de travail	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Manque des modes opératoires pour les interventions complexes.</li> <li>✓ Absence des méthodes d'ordonnancement des travaux longs de maintenance.</li> <li>✓ Absence des méthodes d'estimation de temps.</li> </ul>
Organisation matérielle de l'atelier	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mal organisation et insuffisance de l'espace de l'atelier de travail.</li> <li>✓ Manque d'outillage de travail.</li> </ul>
Documentation technique	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Accès difficile à la documentation -Documentation incomplète.</li> <li>✓ Pas de mise à jour au fur et à mesure des modifications.</li> <li>✓ Insuffisance des moyens de classement et d'archivage des documents.</li> </ul>
Contrôle de l'activité	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Manque d'un outil de gestion informatisé.</li> <li>✓ Pas de compte rendu d'activité.</li> </ul>

Après ce diagnostic, dans la partie suivant des actions d'amélioration sera présentée.

## 2 Développement :

### 2.1 Introduction :

D'après la démarche LAVINA, on a pu détecter cinq domaines de faiblesses dans la fonction maintenance, au sein de SMA. C'est pour cela dans cette partie, on va proposer des actions amélioratrices en agissant sur les anomalies détectées.

### 2.2 Organisation générale :

Afin d'avoir une organisation générale bien structurée, il est nécessaire d'Etablir une procédure écrite de maintenance préventive et corrective.

#### 2.2.1 Maintenance corrective MC :

Après la déclaration de la panne par les agents de l'exploitation ou les conducteurs, le responsable de l'équipement va faire un diagnostic et descriptif des travaux à effectuer et établir un planning de MC ou le retrait immédiat de l'équipement. Ensuite, le responsable des engins va créer un ordre de travail (Annexe 2) et finalement la vérification des travaux réalisés par une check liste (Annexe 3), voir figure 23.

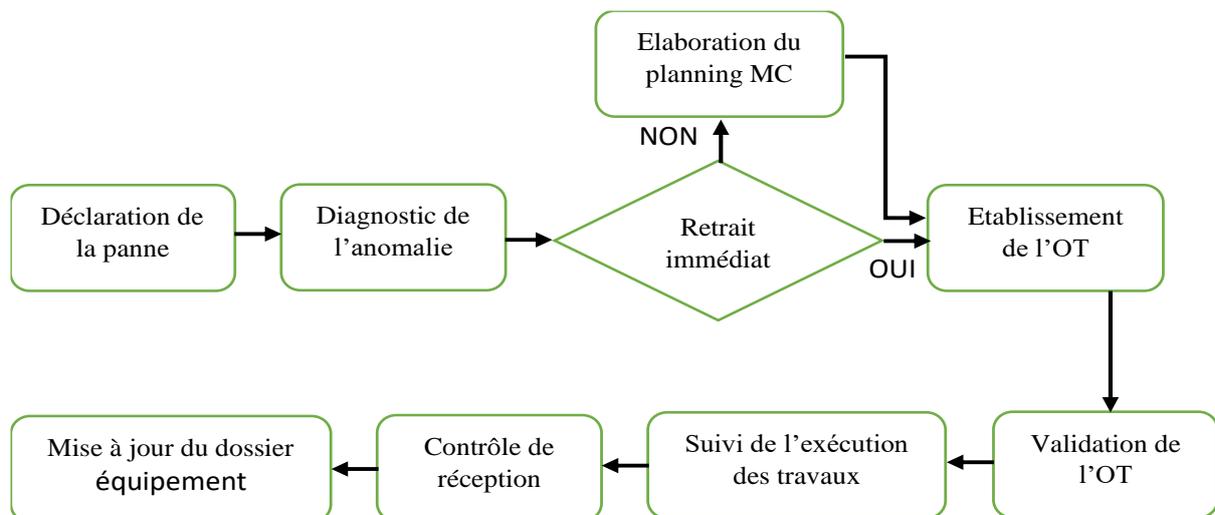


Figure 23 : Politique de maintenance corrective

#### 2.2.2 Maintenance préventive MP :

Pour chaque shift le responsable des engins contrôle le compteur des engins si le compteur atteint la valeur dans laquelle on doit faire une maintenance systématique, le responsable des engins va créer un ordre de travail (Annexe 2) et finalement le contrôle des travaux exécutés par une check liste (Annexe 3), voir figure 24.

Organiser des réunions régulières de toute l'équipe de maintenance pour revoir les objectifs et les tâches à effectuer par chaque équipe.

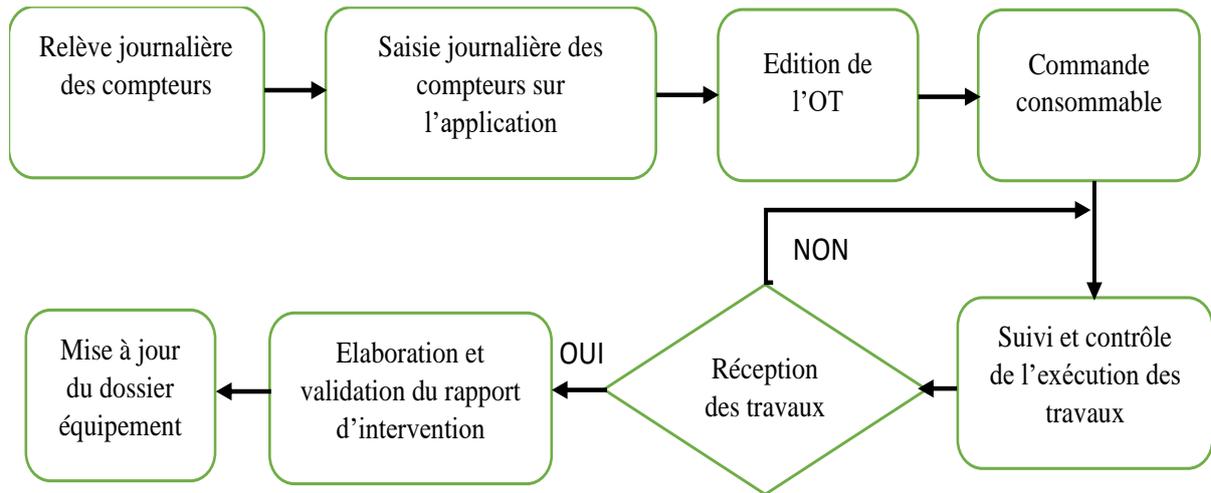


Figure 24 : Politique de maintenance préventive

### 2.3 Méthode de travail :

Selon les normes de la maintenance, il est recommandé de créer les bureaux suivants :

- ✚ Méthode ;
- ✚ Ordonnancement ;
- ✚ Réalisation.

C'est pour cela et dans le but de bien développer la maintenance au sein de SMA, on propose pour chaque cellule les tâches suivantes (voir tableau 7) :

Tableau 7 : Actions amélioratives du domaine méthode de travail

Cellule	Action améliorative
Méthode	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Préparer les interventions préventives et curatives ;</li> <li>✓ Planifier les travaux de maintenance en utilisant des méthodes formelles telles que PERT et GANTT ;</li> <li>✓ Elaborer des spécifications pour les interventions de sous-traitance ;</li> <li>✓ Elaborer des dossiers machines ;</li> <li>✓ Analyse des historiques ;</li> </ul>
Ordonnancement	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Prévoir la chronologie d'avancement des travaux planifiés ;</li> <li>✓ Optimiser l'utilisation des ressources nécessaires et les rendre disponibles (les pièces de rechange et l'outillage) ;</li> <li>✓ Contrôler et suivre l'avancement des travaux ;</li> </ul>
Réalisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Réaliser les interventions ;</li> <li>✓ Créer les rapports d'intervention.</li> </ul>

Les coûts de maintenance constituent une part non négligeable des pertes financières puisque la politique de maintenance adoptée chez SMA était corrective sauf les actions de

graissage. D'où l'importance de l'ordonnancement des interventions préventives, c'est-à-dire l'élaboration des plans de maintenance préventive.

## 2.4 Organisation matérielle de l'atelier :

Pour avoir un atelier bien organisé il faut :

- ✚ Agrandir l'espace d'atelier.
- ✚ Attribuer un atelier d'outillage dans chaque section.
- ✚ Sensibilisation du personnel pour un atelier propre et bien rangé.
- ✚ Motivation des agents pour le meilleur atelier.

## 2.5 Documentation technique :

Cette partie comprend des documents techniques et l'historique des machines.

La documentation technique est utilisée pour identifier les machines. Elle est composée de dossiers techniques classés par machines. La documentation historique nous indique sur l'état de fonctionnement de la machine au fil du temps. Elle est composée d'enregistrements historiques de chaque machine.

### 2.5.1 Dossier machine :

Une maintenance efficace dépend d'une compréhension approfondie du matériel. Le fichier machine contient toutes les informations utiles pour identifier et comprendre la machine.

- ✚ Appel d'offre et marché d'acquisition ;
- ✚ Caractéristiques de la machine et fiches techniques ;
- ✚ Découpage structurel du matériel et arborescences ;
- ✚ Plans d'ensemble et schémas ;
- ✚ Notice d'installation et de mise en service ;
- ✚ Consignes permanentes de sécurité ;
- ✚ Notice de maintenance, d'entretien, de nettoyage, ... ;
- ✚ Notice de lubrification (si l'équipement nécessite une lubrification) ;
- ✚ Liste de pièces de rechange ;
- ✚ Liste des outillages ;
- ✚ Liste des défaillances prévisibles ;
- ✚ Schémas logiques d'aide au diagnostic – dépannage ;
- ✚ Synthèse des modifications apportées aux machines.

### 2.5.2 Fichier historique :

Le fichier comprend toutes les informations relatives à la durée de vie de chaque machine : modifications, améliorations, bon de travail, rapport d'expertise, fichier historique.

Pour une surveillance objective de l'équipement, il est recommandé d'utiliser des enregistrements historiques qui représentent le carnet de santé de l'équipement. En effet, le carnet permet de surveiller les équipements, de détecter les pannes répétitives et de déterminer certains indicateurs de surveillance. Dans ce cas, nous fournissons deux types de documents historiques :

- ✚ Historique des pannes.
- ✚ Historique des interventions préventives.

## 2.6 **Contrôle de l'activité :**

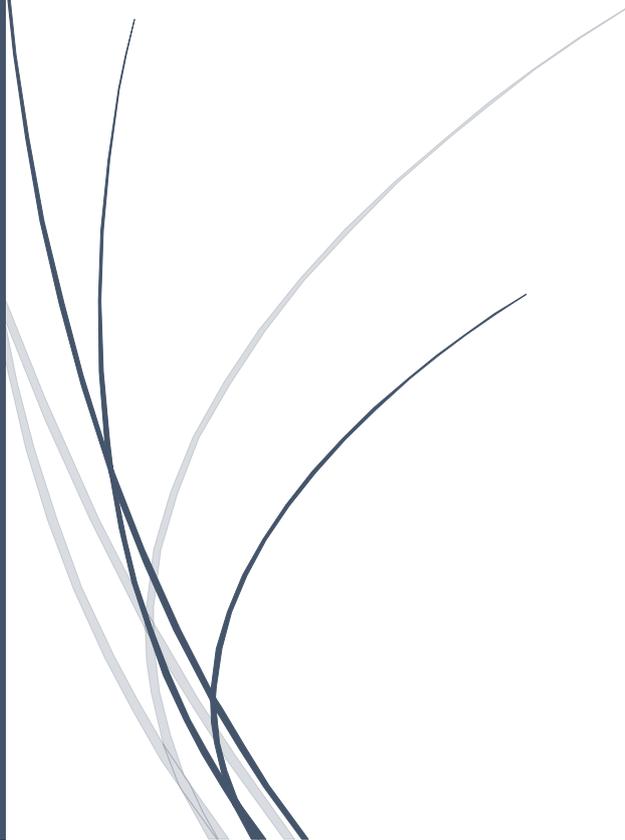
Pour gérer la maintenance, il est nécessaire de la contrôler d'une façon rigoureuse et permanente. Pour cela, la rubrique contrôle de l'activité nécessite encore plus de travail d'amélioration en utilisant des outils informatisés de gestion de maintenance.

Donc durant ce stage, on a décidé de développer une application de gestion de maintenance sous FileMaker PRO pour mieux gérer la maintenance et contrôler les activités.

## 3 **Conclusion :**

Dans ce chapitre, diverses suggestions d'amélioration basée sur les résultats de (tableau 6) et de l'audit LAVINA ont été présenté, tout cela pour mieux développer le service maintenance au sein de SMA.

CHAPITRE 4 : ETUDE ET ANALYSE  
DES ENGIN



## 1 Introduction :

Dans ce chapitre, nous présentons les différents indicateurs de performances des équipements, leurs significations et leurs intérêts dans le cadre de l'optimisation des méthodes de maintenance.

## 2 Détermination des engins les plus critiques :

### 2.1 Ensemble des Actions :

Dans le cadre de cette étude, les Engins doivent être rangés par ordre de priorité décroissante en vue d'orienter les efforts de l'équipe de maintenance chargée de les maintenir. Il s'agit d'un ensemble d'engins appartenant à la société de manutention d'agadir :

- ✚ Reach stacker
- ✚ Chariot élévateur
- ✚ Chariot cavalier
- ✚ Les chargeuses
- ✚ Les tracteurs
- ✚ Grues mobile Liebherr
- ✚ Grues mobile Terex

### 2.2 Critères retenus :

Une liste des critères a été retenue. Elle a été élaborée en collaboration directe avec le responsable de maintenance et techniciens de maintenance et le responsable des Engins de l'entreprise. Ces critères sont :

**A : Taux de marche :** C'est le rapport du temps de marche de la machine sur le temps théorique disponible de production. Ceci est une moyenne faite sur les données antérieures disponibles.

**B : Complexité technologique :** Il est lié au niveau et à la diversité de la technicité que doit avoir le personnel d'entretien ainsi la durée d'intervention et l'importance des moyens matériels utilisés.

**C : Impact sur la sécurité :** Il reflète les degrés d'effets négatifs sur la sécurité.

**D : Existence d'une installation de secours :** Existe-t-il un autre engin capable de remplacer efficacement (rapidement, même taux de manutention et qualité, etc.) la machine considérée en cas de panne ?

**E : Importance de l'engin :** Il est lié à l'influence de la panne sur les activités de société.

**F : Coût de la maintenance** : Il s'agit ici d'affecter la part des dépenses de maintenance consacrée à la machine considérée.

**G : Délai de livraison des pièces de rechange.**

Tableau 8 : Poids des critères.

Critères	Poids			
	1	2	3	4
<b>A : Taux de marche</b>	Faible	Moyen	Fort	Saturé
<b>B : Complexité technologique</b>	Simple	Peu complexe	Complexe	Très complexe
<b>C : Impact sur la sécurité</b>	Très faible	Faible	Moyenne	Grave
<b>D : Existence d'une installation de secours</b>	Oui 100%	Oui mais 50%	Oui mais 30%	Aucune
<b>E : Importance de l'engin</b>	Peu important	Moyenne important	Important	Très important
<b>F : Coût de la maintenance</b>	Négligeable	Peu couteux	Couteux	Très couteux
<b>G : Délai de livraison des pièces de rechange.</b>	Faible	Moyen	Fort	Saturé

Nous analysons les incidences d'un dysfonctionnement en les notant de 1 (pas ou peu d'incidence) à 4 (incidence importante) selon les critères principaux choisis en fonction des exigences. Dans cette analyse nous avons veillé à ce que nous touchions tous les aspects qui peuvent intervenir au niveau de la maintenance.

La criticité se détermine équipement par équipement en multipliant entre elles les valeurs des critères.

### 2.3 Analyse de la criticité :

Nous présentons dans cette section les résultats et interprétations de l'analyse de la matrice de criticité effectuée (voir le tableau 9).

Afin de distinguer les équipements névralgiques, nous avons fixé le seuil de criticité à 4000 (Classe A). Tout équipement qui a une criticité supérieure à cette valeur sera considéré comme névralgique.

Tableau 9 : Matrice de criticité

	Type Engin	Désignation	Critères							Criticité	Classe
			A	B	C	D	E	F	G		
Les Engins Roulants	Chariot Cavalier	Noell	4	3	4	2	4	4	4	6144	A
	Chariot éleveurs	Dosan 5T	2	2	4	1	4	1	1	64	C
		Dosan 8T	2	2	4	1	4	1	1	64	
		Daewoo 7T	2	2	4	1	4	1	1	64	
		Nissan 3T	2	2	4	1	4	1	1	64	
		Nissan 6T	2	2	4	1	4	1	1	64	
		Nissan 7T	2	2	4	1	4	1	1	64	
		Kalmar 8T	4	3	4	2	4	4	1	1536	
Kalmar 20T	1	2	4	2	4	4	1	256			
Les Engins Roulants		Komatsu 90	4	3	4	2	4	3	3	3456	B
	Les Chargeur	Komatsu 380	4	3	4	2	4	3	3	3456	
		Volvo 180F	4	3	4	2	4	3	3	3456	
		ATA	1	2	4	1	4	2	3	192	C
	Les Tracteur	GoodSense	2	2	4	1	4	2	3	384	
		Mafi	3	3	4	2	4	2	3	1728	
Engins de Levage		LHM 180 Liebherr	4	4	4	3	4	4	4	12288	A
	Les Grues	Terex	4	4	4	4	4	4	4	16384	
		Reach Stecker	4	4	4	3	4	4	4	12288	

Selon le classement, par la méthode de la matrice de criticité, présenté dans le tableau 9, les actions prioritaires d'amélioration de la maintenance devront cibler ces 4 Engins en classe A.

Donc, nous ferons ressortir essentiellement les engins à classer dans la classe A dans la partie suivante.

### 3 Calcul des indicateurs de la maintenance :

Afin d'auditer l'état de la maintenance, pour évaluer les points d'amélioration sur lesquels on va travailler, il est nécessaire de "mesurer la maintenance". Pour cela, il existe des indicateurs pertinents basés sur plusieurs aspects :

- ✚ Des aspects économiques.
- ✚ Des aspects temporels.
- ✚ Des ratios de taux de maintenance.

Nous allons ici vous présenter les différents indicateurs propres à la maintenance, qui servent à calculer le taux de disponibilité des Engins étudié.

#### 3.1 MTBF: Mean Time Between Failure:

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

$$MTBF = \frac{\Sigma \text{ des temps de bon fonctionnement}}{\text{nombre des défaillances}} \quad (1)$$

Le MTBF est représentatif de la FIABILITE de l'équipement : « aptitude d'une entité à accomplir les fonctions requises dans des conditions données pendant une durée donnée » [9].

#### 3.2 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 mis pour chaque intervention. Il est donné par la relation suivante :

$$MTTR = \frac{\Sigma \text{ Temps de défaillance}}{\text{nombre des défaillances}} \quad (2)$$

Le MTTR est représentatif de la MAINTENABILITE de l'équipement : « aptitude d'une entité à être remise en état, par une maintenance donnée, d'accomplir des fonctions requises dans les conditions données » [9].

### 3.3 DO : Disponibilité Opérationnelle :

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

$$DO = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (3)$$

La DISPONIBILITE se traduit par « une aptitude d'une entité à être en état d'accomplir les fonctions requises dans les conditions données » [9].

### 3.4 Résultats de performance des 4 engins :

A partir des rapports historiques des équipements des mois Mars, Avril et Mai, le tableau suivant (tableau 10) regroupe les indicateurs de performance (MTBF, MTTR et DO) pour chaque Engin :

Tableau 10 : Indicateurs de performance des équipements

Engin	TO (min)	Taux d'arrêts (min)	Nb D'arrêts	MTBF	MTTR	DO	DO Objectif
<b>Terex 1</b>	58080	3980	40	1352,5	99,5	0,931	0,97
<b>Terex 2</b>	23460	1398	15	1470,80	93,20	0,940	
<b>Cavalier 1</b>	14700	2117	19	662,26	111,42	0,856	0,8
<b>Cavalier 2</b>	16466	3067	50	267,98	61,34	0,814	
<b>Cavalier 3</b>	15343	2989	22	561,55	135,86	0,805	
<b>Liebherr 01</b>	30000	45	1	29955	45	0,999	0,97
<b>Liebherr 02</b>	28440	190	1	28250	190	0,993	

D'après le tableau 10, on constate que la disponibilité de la grue mobile Terex 1 et 2 sont inférieure à l'objectif du service de maintenance des équipements, qui est de 97%.

Alors dans la partie suivante, nous étudions la grue TEREX.

## 4 Description et analyse de l'existant :

D'après l'analyse de la situation au sein de l'entreprise nous avons dégager un problème qui est les pannes répétitives au niveau de la grue mobile portuaire Terex. Le diagramme ci-dessous (figure 25) nous a permis de mettre en évidence les causes du problème et aussi de modéliser la problématique qui en découle.

### 4.1 Diagramme Ishikawa :

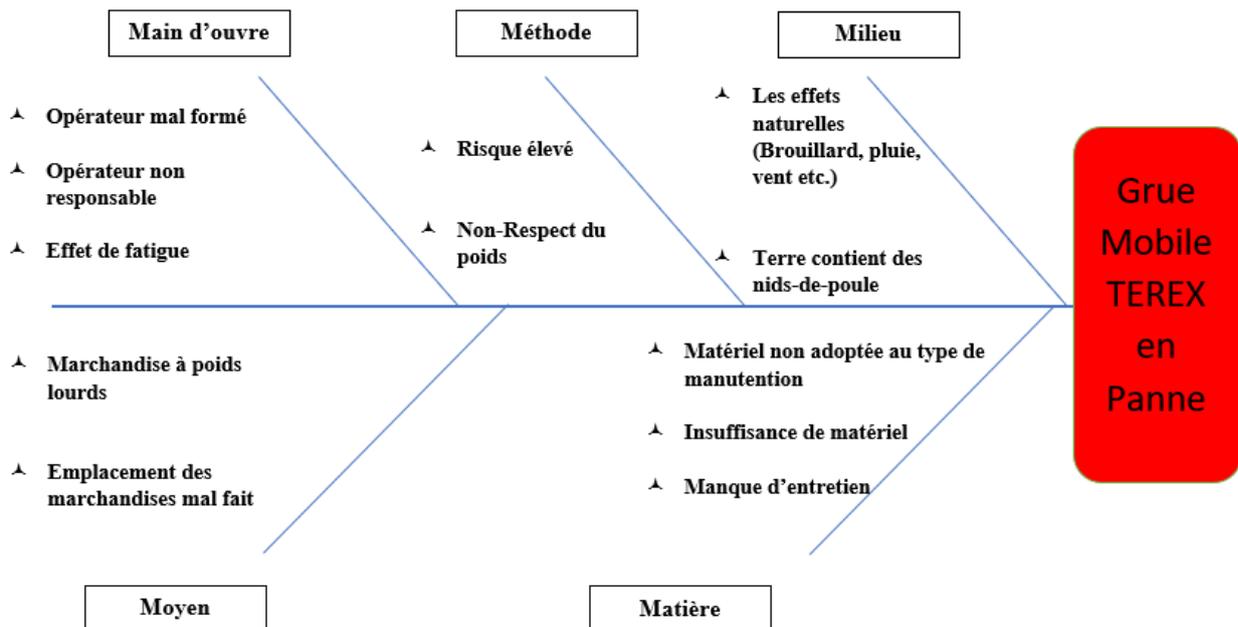


Figure 25 : Diagramme Ishikawa

Au vu de ces constats nous avons décidé de mettre en place un ensemble de mesures et de solutions sur lesquelles nous allons travailler pour résoudre cette carence qui a déjà causé suffisamment de dégâts.

### 4.2 Analyse et résultats :

Pour répondre au problème du diagramme, nous procédons pour les 5M comme suit :

#### 4.2.1 Méthodes :

- ✚ Définir et adopter une bonne politique de maintenance ;
- ✚ Gestion de la documentation ;
- ✚ Partage des responsabilités ;
- ✚ Etablir des fiches de suivi de pannes.

#### 4.2.2 Main d'œuvre :

- ✚ Organisation structurée du personnel de maintenance ;

- ✚ Etablir une stratégie de recrutement pour répondre à la demande en main d'œuvre qualifié.

#### 4.2.3 Machine :

- ✚ Analyse des défaillances ;
- ✚ Etablir des plans et des gammes de maintenance préventive ;
- ✚ Proposition d'une codification pour les grues et leurs constituants.

#### 4.2.4 Milieu :

- ✚ Réduction des contraintes qui diminuent la productivité ;
- ✚ Amélioration des mesures de sécurité.

#### 4.2.5 Matière :

- ✚ Mise en place d'un contrôle qualité pour le matériel ;
- ✚ Mise en place d'un tableau d'affectation pour les grues.

### 4.3 Collecte des données :

Pour poursuivre une démarche d'analyse, il faut avoir une base de données contenant toutes les informations sur lesquelles nous pouvons-nous baser.

La mesure est effectuée d'une façon qualitative qui vise à collecter les arrêts, leur description et leur durée pour décliner des causes à analyser dans la phase qui suit. Nous allons nous baser sur le calcul de productivité des équipements.

Les informations que comporte le fichier des Travaux journalier sont remplies par les techniciens de l'équipe maintenance SMA d'une façon pas très organisée.

En premier temps, nous allons réorganiser les données de fichier afin de pouvoir le filtrer facilement lors de l'étape d'analyse. Cette réorganisation nous a permis d'extraire le tableau 11 :

Tableau 11 : Durée totale des sous-ensembles

Sous ensemble / Problème	Durée total (min)
Réducteur de levage	60
Frein à lamelles	90
Spreader	617
Eclairage	30
Tambour de câble	60
Cabine driver	90
Damage	30

Moteur	659
Refroidisseur	120
Calage	120
Batterie	619
Benne	651
Capteurs	598
Autre	236

#### 4.4 Analyser :

Après avoir collecté toutes les données nécessaires, nous allons les analyser afin de sélectionner les sous-ensembles les plus critiques qui influencent la durée totale des arrêts de la grue mobile portuaire Terex.

Dans ce premier temps, nous allons baser sur le diagramme PARETO afin de déterminer les ensembles critiques. Ensuite, on applique une analyse AMDEC Machine en se basant sur ces problèmes et déterminant les causes, la criticité et les actions à entreprendre sur ces problèmes.

##### 4.4.1 Pareto des sous-ensembles critiques :

Dans cette partie, nous appliquerons l'analyse PARETO des grues mobiles Terex de l'entreprise durant les trois mois de mars, avril et mai (voir Tableau 12) :

Tableau 12 : Table de calcul Pareto des sous-ensembles de la Grue TEREX

Sous ensemble / Problème	Durée total (min) décrois	Pourcentage %	Pourcentage % cumulé
Moteur	659	16,56	16,56
Benne	651	16,36	32,91
Batterie	619	15,55	48,47
Spreader	617	15,50	63,97
Capteurs	598	15,03	78,99
Autre	236	5,93	84,92
Refroidisseur	120	3,02	87,94
Calage	120	3,02	90,95
Cabine driver	90	2,26	93,22
Frein à lamelles	90	2,26	95,48
Réducteur de levage	60	1,51	96,98
Tambour de câble	60	1,51	98,49
Damage	30	0,75	99,25
Eclairage	30	0,75	100,00
<b>TOTAL</b>	<b>3980</b>		

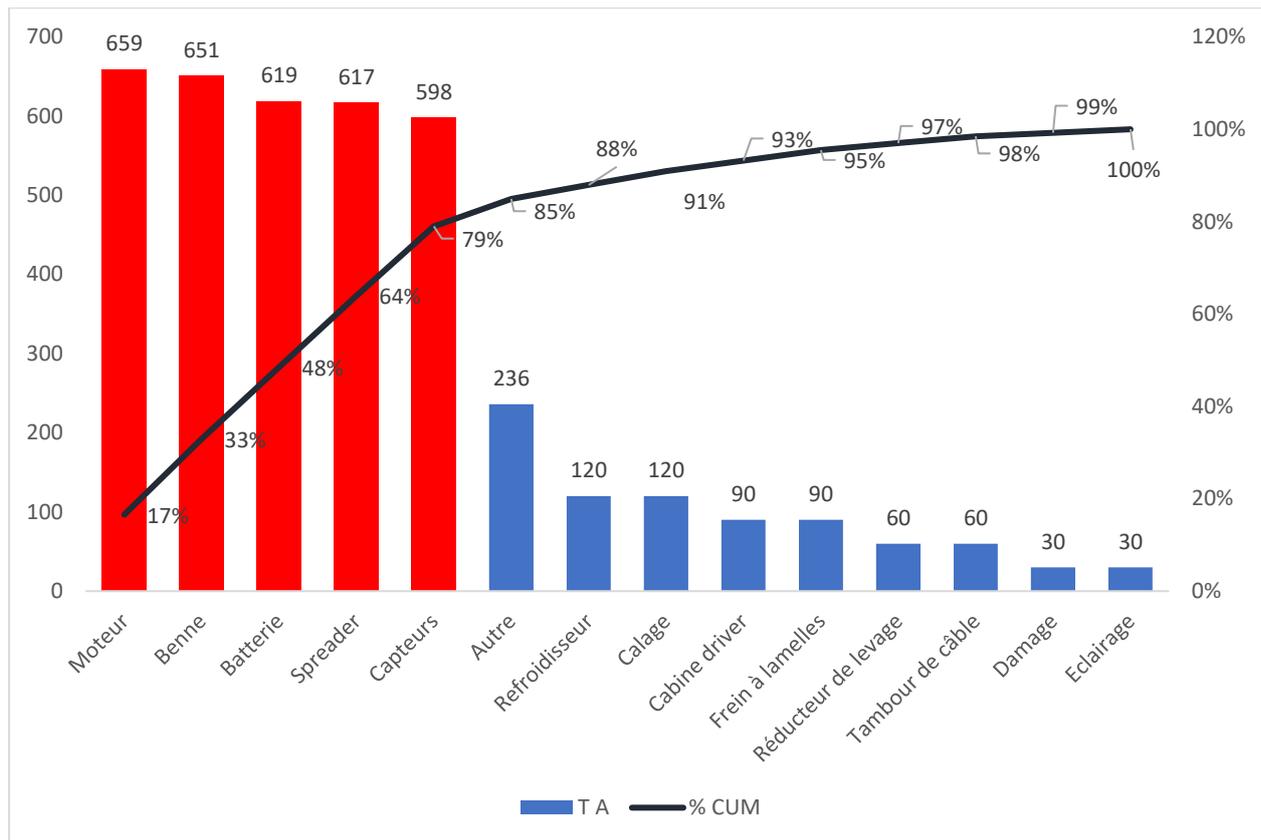


Figure 26 : Diagramme de PARETO des sous-ensembles en fonction des durées d'arrêts

On applique la loi de 80% donc d'après le diagramme PARETO (figure26) les sous-ensembles critiques sur lesquels nous allons travailler sont : Moteur, Benne, Batterie et Spreader.

#### 4.4.2 Conclusion

Après avoir déterminé les problèmes critiques dans les quatre sous-ensembles, nous allons devoir les analyser d'une façon détaillée à l'aide d'une démarche AMDEC dans l'étape qui suit.

## 5 Présentation de la méthode AMDEC :

### 5.1 Introduction :

L'AMDEC est un procédé systématique permettant d'identifier les modes de défaillances potentiels et de traiter ces défaillances avant qu'elles ne surviennent, en vue de les éliminer ou d'en minimiser les conséquences. C'est une analyse critique basée sur l'historique des équipements. Elle permet de mettre en évidence les points critiques et de proposer des actions correctives ou préventives adaptées. C'est une technique d'analyse qui a pour but d'évaluer et de garantir la fiabilité, la maintenabilité, la disponibilité et la sécurité des machines par la maîtrise de la défaillance. Elle a pour objectif final l'obtention, au meilleur coût, du rendement global maximum des machines de production et des équipements industriels [10].

## 5.2 Démarche AMDEC :

### 5.2.1 Définition du system à étudier :

Nous allons étudier les sous-ensembles critiques de la grue mobile TEREX que nous avons déjà sélectionnés grâce au diagramme PARETO (voir figure 26).

### 5.2.2 Plan de travail :

Le but de notre étude est donc d'étudier et d'analyser tous les modes de défaillances possibles dus au fonctionnement de la grue mobile Terex puis de voir les actions correctives et préventives qui permettront d'optimiser la sûreté de fonctionnement de la machine et de réduire le temps d'indisponibilité après une défaillance.

### 5.2.3 Mise en point des supports de l'étude

Avant de commencer les travaux, nous avons préparé tous les documents essentiels d'une étude AMDEC. Ces documents constituent le dossier AMDEC : les grilles et la méthode de cotation de la criticité, les tableaux de saisie AMDEC et les feuilles de synthèse qui reflètent l'état des connaissances sur les dysfonctionnements du système à un moment donné.

### 5.2.4 Grille de cotation

Les grilles de cotation présentées ci-dessous ont été préparées après des réunions avec le groupe de travail et des discussions avec les responsables de service et de maintenance.

 Fréquence (F) :

Tableau 13 : Grille de cotation de la fréquence

Niveau	Description	
1	Fréquence très faible	Une défaillance par an
2	Fréquence faible	1 défaillance par trimestre
3	Fréquence moyenne	Une défaillance par mois
4	Fréquence forte	Une défaillance par semaine
5	Fréquence très élevée	Une défaillance par jour

✚ Détection (D) :

Tableau 14 : Grille de cotation de la détection

Niveau	Description
1	DéTECTABLE par l'opérateur
2	DéTECTABLE par l'agent de maintenance
3	3 Difficilement détectable, (démontage, appareils)
4	Indétectable

✚ Gravité :

Tableau 15 : Grille de cotation de la gravité

Niveau	Description	
1	Gravité mineure	Défaillance mineure (Pas d'arrêt de production)
2	Gravité significative	Défaillance significative Arrêt inférieur à 20 min
3	Gravité moyenne	Arrêt entre 20 min et 1 heures
4	Gravité majeure	Arrêt supérieur à 1h

✚ Criticité (C)

La criticité est un indicateur qui caractérise l'importance de la défaillance. La criticité est alors le produit des trois indicateurs précédents :

$$C = G * D * F \quad (4)$$

La mesure de la criticité permet de hiérarchiser les défaillances potentielles.

### 5.3 Application de la méthode AMDEC :

Les tableaux AMDEC a été établis en étudiant les fonctions techniques de sous-ensembles. Ces fonctions sont issues de la décomposition fonctionnelle de chaque sous-ensemble, de l'expérience des opérateurs et de l'historique des pannes disponibles à SMA. L'attribution des notations se fait selon les tableaux illustrés ci-dessus (tableau 16).

Tableau 16 : AMDEC de TEREX

Analyse des modes de défaillances, leurs effets et de leur criticité										
Responsable : MR. HASSAN IZAM			Grue mobile TEREX			AMDEC : Machine				
			Date d'analyse : 20/06/2020							
Système	L'élément	Fonction	Défaillance				Criticité = c			
			Modes	Effets	Détection	Causes	F	D	G	C
Moteur	Élément de démarrage	Démarrer le moteur diesel	Problème dans le démarreur	Pas d'entraînement du moteur (le moteur ne démarre pas)	Multimètre	- Durée de vie - Court-circuit	3	2	3	18
			Problème dans l'alternateur	L'alternateur ne produit pas l'énergie électrique du système	Multimètre	- Durée de vie - Court-circuit - Sortie de tension non adéquate				
	Capteur d'alimentation	Alimenter la grue en électricité	Cassure	Arrêt complet	Visuel	Les chocs dus aux grains constitués dans les câbles d'alimentation à cause de la poussière métallique de ferraille	3	4	2	24

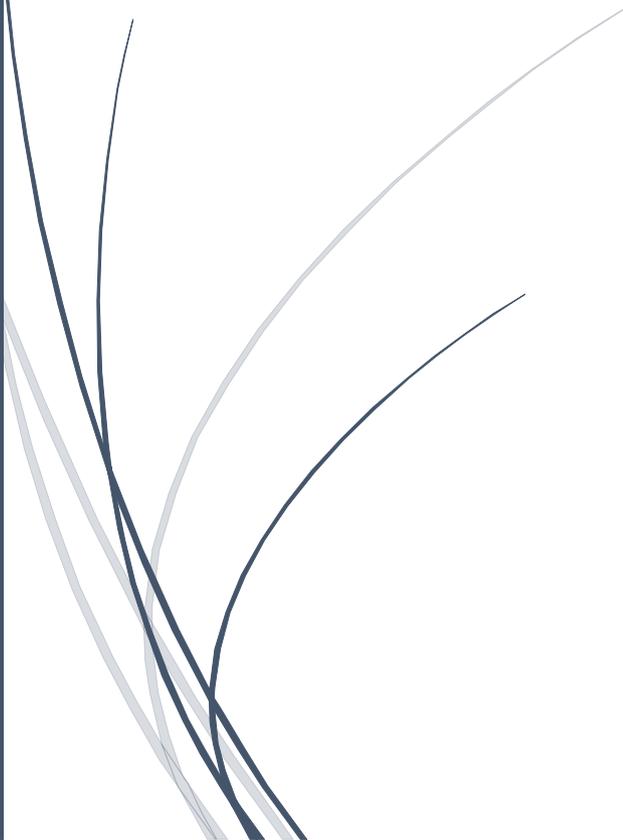
Benne	Câbles de Manutention	S'enrouler sur le tambour pour changer la hauteur de la charge	Usure	Risque de chute	Visuel	- La forme de la ferraille n'est pas homogène - Balancement	3	2	4	24
				Risque de chute	Visuel	Le chariot n'est pas placé verticalement avec la charge à soulever				
Spreader	Capteur de verrouillage par rotation	Donné l'état du conteneur avec le Spreader (accroché ou non)	Capteur défaillant	Le Spreader n'accroche pas le conteneur	Alarme Simatic panel	Conteneur Senseur défectueux	2	2	2	8
	Landed	Présence de conteneur	Capteur défaillant ne détecte pas la présence du conteneur	Le Spreader ne détecte pas la présence du conteneur	Alarme Simatic panel	Capteur défectueux ou mal ajusté	2	2	4	16
	Twin	Accroché deux conteneurs de 20 simultanément	Les twists lock intérieures ne descendent pas	Les twists lock intérieures n'accrochent pas les conteneurs	Alarme Simatic panel	La bobine des électrovannes Senseur Twin défectueux	1	2	4	8
	Flap	Guider le Spreader vers le conteneur	Flap mal placé	Le conducteur a du mal à cadrer le conteneur	Visuel	Endommagement Les boulons de fixation	3	2	2	12

Batterie	Batterie	Stocker l'énergie produite par l'alternateur puis de la restituer	Tension insuffisante	Arrêt complet	Multimètre	Déchargée	2	2	3	12
			Tension nulle	Pas de sirène	Multimètre	Court-circuit				

Pour être plus minutieux et garantir aussi bien une marge de sécurité assez large qu'une efficacité optimale pour notre étude AMDEC, et après de nombreuses discussions avec le personnel du service maintenance nous nous sommes fixés un seuil de criticité de :  $C = 12$  Ainsi, les éléments critiques de notre AMDEC présenteront une criticité  $C$  telle que :  $C > 12$ .

Ces derniers nécessitent une attention particulière au niveau des interventions de maintenance, donc il faut établir un plan maintenance préventive efficace, Voir [Annex 4](#).

CHAPITRE 5 : MISE EN ŒUVRE  
D'APPLICATION GMAO



## 1 Introduction

Dans ce présent chapitre, on va voir la démarche globale de conception et de réalisation de notre outil de gestion de maintenance assistée par ordinateur GMAO.

## 2 Généralités sur GMAO :

### 2.1 Définition :

La GMAO (Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur) est un système de gestion de la maintenance organisé autour de la base de données. Il permet de programmer et de suivre l'ensemble des activités de maintenance des services sous trois aspects (technologie, budget, organisation). Ces activités se situent dans les bureaux techniques, ateliers, magasins et Bureau d'approvisionnement. [9].

### 2.2 Domaines à gérer par la GMAO :

#### 2.2.1 Gestion du préventif :

Le GMAO peut gérer la maintenance du système via le plan calendaire de l'équipement, La date est prédéterminée ou basée sur les relevés des compteurs (ou les valeurs mesurées dans le cas de la maintenance conditionnelle).

En listant chaque semaine les opérations prévues pour cette semaine, le déclenchement sera automatique. Chaque opération sera définie par son périmètre de prévention.

#### 2.2.2 Gestion du stock :

Le système est basé sur les fichiers d'articles en magasin, y compris les lots d'entretien des équipements et les entrées/sorties d'entrepôt.

#### 2.2.3 Analyse des défaillances :

La base de ce module est composée d'enregistrements historiques fournis automatiquement par chaque entrée de BPT et OT, et ces enregistrements historiques sont regroupés par leurs codes de taxation. A partir d'un équipement donné.

#### 2.2.4 Gestion des ressources humaines :

Spécifiquement adapté au service maintenance, ce module sera principalement une aide à l'ordonnancement. Il sera construit autour d'un « fichier-technicien » pouvant comprendre, pour chacun :

- ✚ Les CV des employés ;
- ✚ Les temps de présence et d'absence (historique des arrêts de travail) ;

- ✚ Les coûts horaires pour chaque qualification (pour imputation des coûts d'intervention).

### 2.3 Objectif de la GMAO :

L'objectif principal d'implanter une GMAO est :

- ✚ L'amélioration la disponibilité des équipements ;
- ✚ La prolongation la durée de vie des machines ;
- ✚ L'amélioration du taux de charge de l'équipe maintenance ;
- ✚ L'amélioration du partage de l'information ;
- ✚ L'amélioration de la sécurité des équipements ;
- ✚ La maîtrise des coûts de maintenance.
- ✚ Diminuer les coûts de la maintenance.

## 3 Présentation générale de l'application GMAO :

### 3.1 Introduction

Pour être efficace dans sa mission d'assurer l'entretien et l'amélioration des équipements, la fonction maintenance doit se doter des outils fiables afin de gérer le flux d'informations qui gravite autour de ses activités quotidiennes. On parle donc de la gestion assistée par ordinateur.

Pour cela, dans ce projet, j'ai créé un outil de gestion de maintenance assisté par ordinateur (GMAO) via une base de données sous FILEMAKER PRO 18. Et les objectifs principaux de cet outil sont de faire :

- ✚ La gestion des engins ;
- ✚ La gestion de stock (pièce de rechange et matière consommable) ;
- ✚ La gestion du personnel et d'absentéisme ;
- ✚ La gestion des interventions préventives ;
- ✚ Extraction des Check List automatique et rapidement (EPS).

### 3.2 Présentation du logiciel :

Lors du démarrage de l'application, le logiciel demande à l'utilisateur de s'identifier. Le logiciel affiche la fenêtre suivante (figure 27) aux utilisateurs :

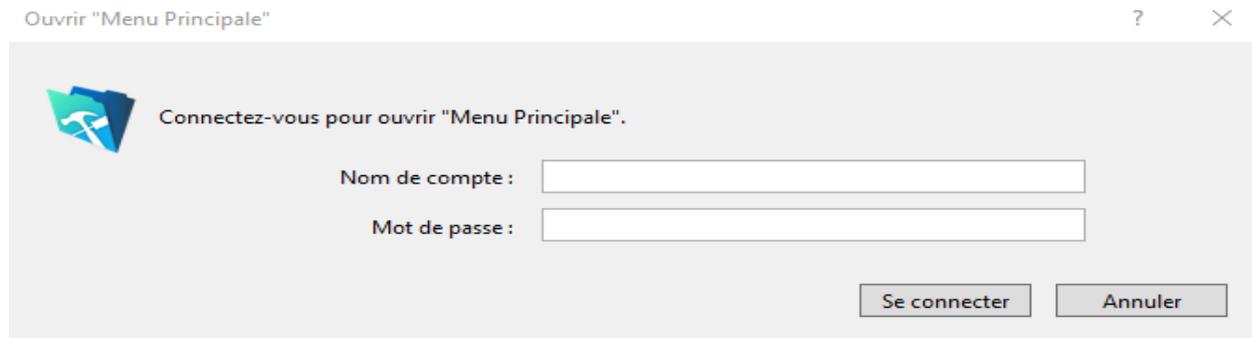


Figure 27 : Connexion à l'application

Après que le responsable entre le nom d'utilisateur et le mot de passe correct, l'application commence à fonctionner et affiche le menu principale (figure 28) :



Figure 28 : Menu Principale d'application

La figure 28 montre que l'application contient 2 parties principales :

- ✚ Responsable des engins ;
- ✚ Responsable de maintenance.

### 3.2.1 Responsable des engins :

Menu de responsables des engins contient 5 éléments



Figure 29 : Menu de Responsable des Engins

- ✚ Fiche Engin :

Le responsable des engins peut ajouter ou effacer ou supprimer ou rechercher un engin, ainsi qu'on peut voir la fiche technique des engins voir la figure 30.

The screenshot shows a web application interface titled 'Les Engins' with a date of 18/06/2021. At the top, there are navigation buttons: 'Afficher tout', '+ Nouveau', 'Supprimer', 'Recherche', and 'Retour'. Below these are tabs for 'Acc', 'Fiche Technique', and 'DIMENSIONS'. The main form contains the following fields:

- ID: K2380
- Code Engine: MM1CT00303
- Désignation: CHARGEUSE COMPACT KOMATSU WA
- Modèle: SAA6D114E-2
- Fournisseurs: STOCKVIS
- Manufacturier: KOMATSU
- Emplacement: (empty)
- Garantie: Avec
- Fin de Garantie: 01/12/2019
- Date Aquisition: (empty)
- Date mise en service: 01/12/2017
- Poids d'engin: 16T
- Puissance: 140 kW/187 ch

An image of a yellow Komatsu wheel loader is displayed on the right side of the form.

Figure 30 : Gestion des engins

#### + Compteur :

Le responsable des engins saisit chaque jour le compteur de chaque engin, voir la figure 31.

The screenshot shows a web application interface titled 'Releve Journalier Des Compteurs Grue Mobile'. At the top, there are buttons for '+ Nouveau' and 'Retour'. The main form contains the following fields:

- ID: TR1
- Code Engine: MM1GM1170
- Date: 30/05/2021
- C.Principal: 5687
- C.Levage: (empty)
- C.Moteur Diesel: (empty)
- C.Orientation: (empty)
- C.Moteur Electrique: (empty)
- C.Translation: (empty)
- Etat Carburant: (empty)

At the bottom of the form, there is a section for 'EPS' with values: 500, 1000, 2000, 4000. An image of a mobile crane is displayed on the right side of the form.

Figure 31 : Relève journalière des compteurs

#### + Gasoil :

Le responsable des engins est responsable de l'entrée et de la sortie de carburant ainsi que du suivi de sa consommation voir la figure 32.



Figure 32 : Menu Carburant

 Accident :

En cas d'accident, le responsable des engins est tenu de remplir le formulaire suivant (figure 33) :

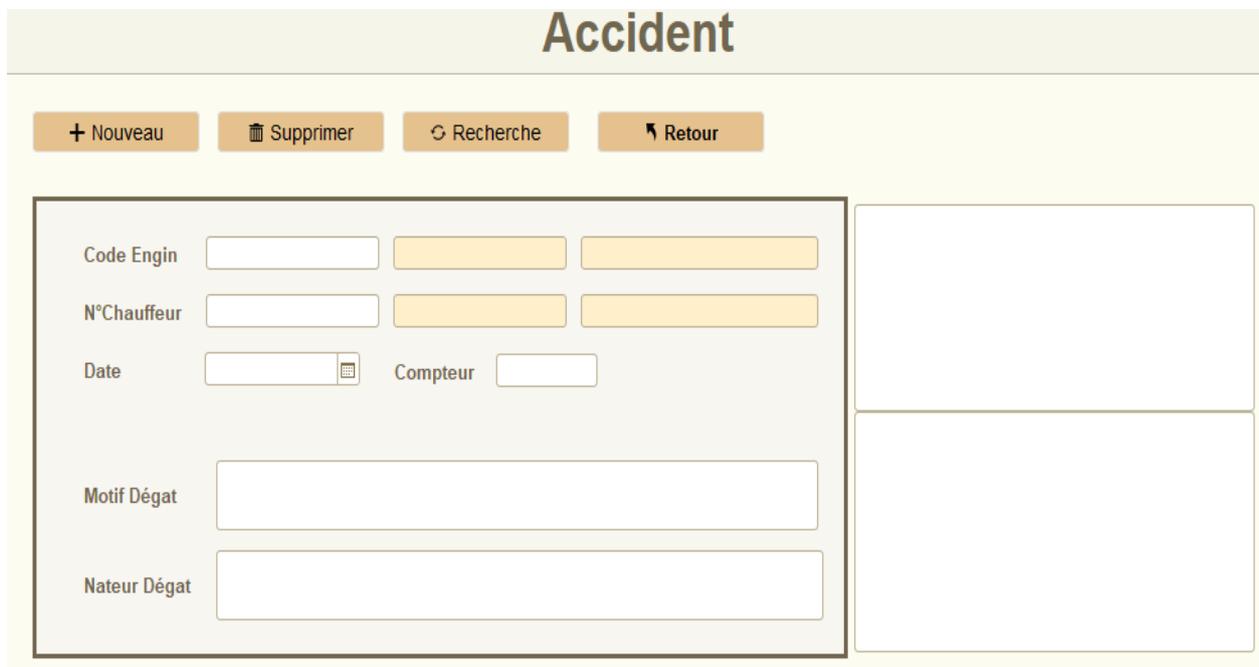


Figure 33 : Formulaire de dégât

### 3.2.2 Responsable de maintenance.

Menu de responsables des engins contient 4 éléments voir figure 34.



Figure 34 : Menu Responsable de Maintenance

#### Employés :

Le responsable de maintenance peut ajouter, supprimer, modifier ou rechercher un employé.

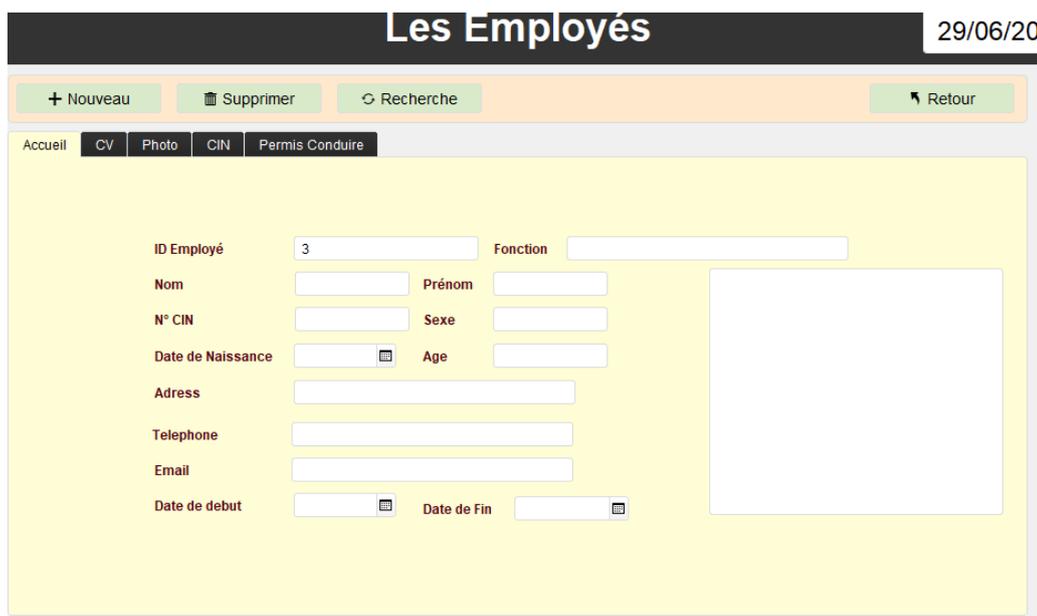


Figure 35 : Gestion de Personnel

#### Magasin :

Dans cette fenêtre on peut gérer et archiver les mouvements d'entrée et de sortie de pièce de rechange et de matière consommable.



Figure 36 : Gestion de stock

#### + Enregistrement des absences :

Et pour la gestion d'absence on clique sur le bouton « Enregistrer une absence », s'affiche une autre fenêtre pour indiquer le type d'absence.

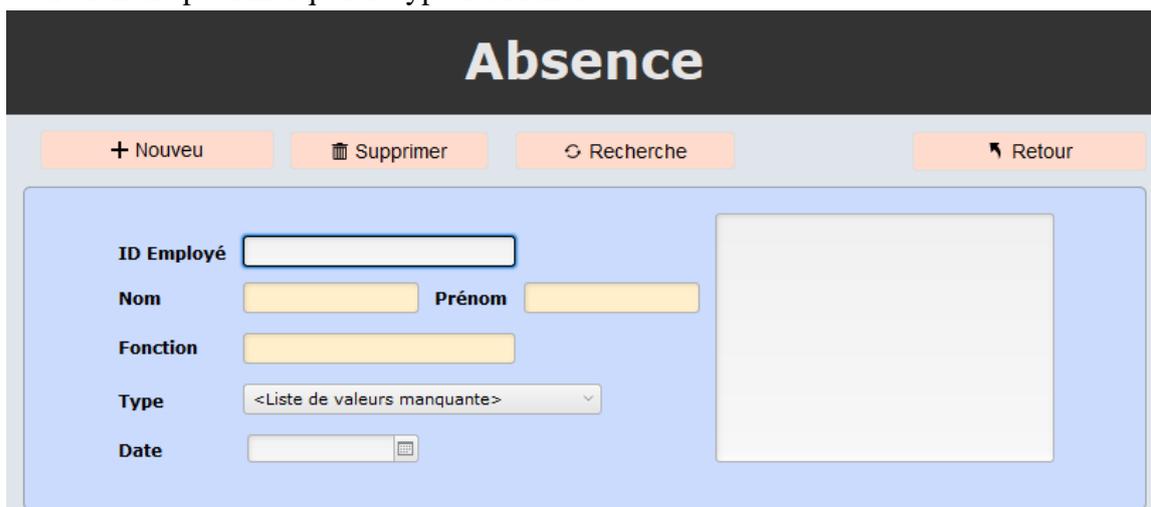


Figure 37 : Gestion des absences

#### + Gestion des interventions :

Le responsable de la maintenance pour chaque intervention doit remplir le formulaire suivant (Figure 38) et sur la Figure 39 le responsable de la maintenance peut voir l'état de toutes les interventions à effectuer classées par chaque engin.

## GESTION DES INTERVENTIONS

+ Nouveau Supprimer Recherche Retour

---

ID Engin    
 Code Engin    
 Désignation    
 Type

Date    
 Shift    
 Heure Arrêt    
 Durée Arrêt    
 Durée Reparation

Description Arrêt

Recommandations

Actions d'amélioration



Figure 38 : Gestion des Interventions

Date	Code Engin	Désignation	Shift	Heure Arrêt	Durée Arrêt	Description Arrêt	Durée Rep...
MM1GM1170							
16/06/2021	MM1GM1170	GRUE SUR PNEUS	Shift 1	11:30	40	Spreader le Capteur de	12
27/06/2021	MM1GM1170	GRUE SUR PNEUS	Shift 1	08:15	90		30
MM1GM1171							
	MM1GM1171	GRUE SUR PNEUS	Shift 1				
28/06/2021	MM1GM1171	GRUE SUR PNEUS	Shift 2	22:30	90		60
02/07/2021	MM1GM1171	GRUE SUR PNEUS	Shift 1	11:00			

Figure 39 : États des interventions

## 4 Conclusion :

Pendant la mise en place de cette gestion informatisée de la maintenance (G.M.A.O.) présente de nombreux avantages considérables dans le domaine de la gestion des activités de maintenance, et permet de stocker et de traiter de nombreuses informations plus facilement. Ainsi, elle réduit le temps puisque la plupart des options sont automatisés.

## *Conclusion générale*

Durant la période de stage au sein du service de maintenance de SMA, j'ai eu une très riche expérience qui vient de compléter ma formation, mon savoir-faire et me permettre de se familiariser avec le monde professionnel.

Au cours de ce projet, j'ai dû faire face à plusieurs difficultés, notamment le manque d'historique des interventions qui présente beaucoup d'obstacles au niveau de l'analyse de défaillance des équipements et l'évaluation de l'organisation de l'entreprise en se basent sur des indicateurs de performance.

De ce fait, ce projet a été commencé par l'analyse de l'état existant de la fonction maintenance par la méthode Yves LAVINA, on a trouvé cinq domaines de faiblesses.

Donc, après la détermination des axes d'amélioration, j'ai réalisé un plan d'action qui contient :

- ✚ L'élaboration d'une politique de maintenance préventive et corrective.
- ✚ L'élaboration du planning de maintenance de grue mobile TEREX
- ✚ Ainsi, une application de gestion de maintenance a été mis en place pour mieux gérer les interventions, le personnel, les engins et le stock.

Ensuite les plans de maintenance ont été réalisés tout en respectant le format conseillé par les responsables du service maintenance.

Pour garantir et assurer la réalisation des plans de maintenance préventives, ces plans ont été chargé sur FILEMAKER PRO.

Pour conclure, il serait intéressant de chercher une solution optimale dans la partie organisation matérielle de l'atelier par une étude 5S

## Annexes :

### 1 Annexe 1 :

<b>A - Organisation générale</b>	<b>Non 0%</b>	<b>Plutôt Non 25%</b>	<b>Ni oui Ni Non 50%</b>	<b>Plutôt Oui 75%</b>	<b>Oui 100%</b>
Avez-vous défini par écrit et fait approuver l'organisation de la fonction ?					
Les responsabilités et les tâches définies dans l'organisation sont-elles vérifiées ?					
Les responsabilités et les tâches des différents acteurs sont-elles claires ?					
Le personnel d'encadrement et de supervision est-il suffisant ?					
L'activité de chaque intervenant est-elle contrainte par un budget de fonctionnement ?					
Existe-t-il un responsable pour assurer la coordination des travaux, des approvisionnements, et des études d'installations ?					
Existe-t-il des fiches de fonction pour chacun des postes d'exécutant ?					
Les agents exploitant le matériel disposent-ils de consignes écrites pour les tâches de maintenance ?					
Vous réunissez-vous périodiquement avec les ouvriers pour examiner les travaux à effectuer ?					
Les objectifs sont-ils écrits et sont-ils contrôlés régulièrement ?					
Êtes-vous consultés par les ouvriers, ou par les services d'ingénierie à l'occasion de l'étude ou de l'installation de nouveaux équipements ?					

<b>B - Méthode de travail</b>	<b>Non 0%</b>	<b>Plutôt Non 25%</b>	<b>Ni oui Ni Non 50%</b>	<b>Plutôt Oui 75%</b>	<b>Oui 100%</b>
Pour les interventions importantes en volume D'heure et/ou répétitives, privilégie-t-on la préparation du travail ?					
Utilisez-vous des supports imprimés pour préparer les travaux ou établir des devis ?					
Disposez-vous de modes opératoires écrits pour les travaux complexes ou délicats ?					
Avez-vous une procédure écrite définissant les autorisations de travail pour les travaux à risque ?					
Conservez-vous et classez-vous de manière particulière les dossiers de préparation ?					
Y a-t-il des actions visant à standardiser les organes et les pièces ?					

Avez-vous des méthodes d'estimation des temps autres que l'estimation globale ?					
Utilisez-vous la méthode PERT pour la préparation des travaux longs ?					
Avez-vous recours à des méthodologies formalisées de dépannage ?					
Réservez-vous des pièces en magasin, faites-vous préparer des kits en fonction de vos interventions ?					
La documentation est-elle strictement classée et facilement accessible ?					

<b>C - Suivi technique des équipements</b>	<b>Non 0%</b>	<b>Plutôt Non 25%</b>	<b>Ni oui Ni Non 50%</b>	<b>Plutôt Oui 75%</b>	<b>Oui 100%</b>
Disposez-vous de listes récapitulatives par emplacement des équipements de votre unité ?					
Chaque équipement possède-t-il un numéro d'identification unique autre que le numéro chronologique d'immobilisation ?					
Sur le site, tout équipement a-t-il son numéro d'identification visible ?					
Les modifications, nouvelles installations ou suppression d'équipements, sont-elles enregistrées systématiquement ?					
Un dossier technique est-il ouvert pour chaque équipement ou installation ?					
Possédez-vous un historique des travaux pour chaque équipement ?					
Disposez-vous d'informations concernant les heures passées, les pièces consommées et les coûts équipement par équipement ?					
Y a-t-il un responsable de la tenue de l'historique des travaux ?					
Assurez-vous un suivi formel des informations relatives aux comptes-rendus des visites ou des inspections préventives ?					
Les historiques sont-ils analysés une fois par an ?					

<b>D - Gestion portefeuille de travaux</b>	<b>Non 0%</b>	<b>Plutôt Non 25%</b>	<b>Ni oui Ni Non 50%</b>	<b>Plutôt Oui 75%</b>	<b>Oui 100%</b>
Avez-vous un programme établi de maintenance préventive ?					
Disposez-vous de fiches de maintenance préventive ?					
Existe-t-il un responsable des actions de maintenance préventive ?					
Les utilisateurs des équipements ont-ils des responsabilités en matière de réglage et de maintenance de routine ?					
Avez-vous un système d'enregistrement des demandes de travaux ?					
Y a-t-il une personne particulièrement responsable de l'ordonnancement des travaux ?					

Avez-vous défini des règles permettant d'affecter les travaux selon les priorités ?					
Connaissez-vous en permanence la charge de travail ?					
Existe-t-il un document "Bon de travail" permettant de suivre toute intervention, qui soit utilisé systématiquement pour tout travail ?					
Les responsables se rencontrent-ils sur une base régulière pour regarder les différents problèmes ?					
Disposez-vous d'un planning hebdomadaire de lancement des travaux ?					

<b>E - Tenue des stocks de pièces de rechange</b>	<b>Non 0%</b>	<b>Plutôt Non 25%</b>	<b>Ni oui Ni Non 50%</b>	<b>Plutôt Oui 75%</b>	<b>Oui 100%</b>
Disposez-vous d'un magasin pour stocker les pièces de rechange ?					
Avez-vous le libre-service pour les articles à consommation courante ?					
Tenez-vous à jour des fiches de stock ?					
Éliminez-vous automatiquement les pièces obsolètes ?					
Suivez-vous la consommation des articles par équipement ?					
La valeur et le nombre d'articles en stock est-il facilement disponible ?					
Les pièces sont-elles bien rangées et identifiées ?					
A-t-on bien défini le seuil de déclenchement et les quantités à réapprovisionner pour chaque article en stock ?					
Les pièces interchangeables sont-elles identifiées ?					
Les procédures d'approvisionnement sont-elles suffisamment souples pour stocker au maximum chez le fournisseur ?					

<b>F- Achat et approvisionnement des pièces et Matières</b>	<b>Non 0%</b>	<b>Plutôt Non 25%</b>	<b>Ni oui Ni Non 50%</b>	<b>Plutôt Oui 75%</b>	<b>Oui 100%</b>
A-t-on une procédure formalisée et adaptée d'émission des demandes d'achat et de passation des commandes ?					
Y a-t-il une ressource dans le service particulièrement chargée des suivis des demandes d'achat ?					
Toute demande de pièces à coût élevé requière-t-elle l'accord du responsable du service ?					
Les délais d'émission d'une demande sont-ils à votre avis suffisamment court ?					
A-t-on des marchés négociés pour les articles standards ?					
Pour les articles à consommation régulière, pesez-vous par des fournisseurs autres que le constructeur de l'équipement ?					
Disposez-vous d'un processus d'homologation des fournisseurs ?					
Lors des différentes négociations avec les fournisseurs, y a-t-il une grande cohésion entre le service achat et le service de maintenance ?					

<b>G - Organisation matérielle de l'atelier Maintenance</b>	<b>Non 0%</b>	<b>Plutôt Non 25%</b>	<b>Ni oui Ni Non 50%</b>	<b>Plutôt Oui 75%</b>	<b>Oui 100%</b>
L'espace atelier de maintenance est-il suffisant ?					
Votre atelier pourrait-il être mieux situé par rapport aux équipements à entretenir ?					
Les bureaux des superviseurs sont-ils de plein pied sur l'atelier					
Votre atelier dispose-t-il de chauffage et d'air conditionné ?					
Le magasin d'outillage et de pièces de rechange est-il au voisinage de votre atelier ?					
Y a-t-il un responsable du magasin ?					
Le magasin outillage est-il affecté exclusivement à la maintenance et aux travaux neufs ?					
Chaque intervenant dispose-t-il d'un poste de travail bien identifié ?					
Les moyens de manutention de l'atelier sont-ils adaptés ?					

<b>H – Outillage</b>	<b>Non 0%</b>	<b>Plutôt Non 25%</b>	<b>Ni oui Ni Non 50%</b>	<b>Plutôt Oui 75%</b>	<b>Oui 100%</b>
Disposez-vous d'un inventaire d'outillage et d'équipement de test en votre possession ?					
Cet inventaire est-il mis à jour régulièrement ?					
Disposez-vous de tous les outillages spéciaux et équipements de test dont vous avez besoin ?					
Exécutez-vous la maintenance préventive à l'aide d'équipements de test en votre possession ?					
Les outillages et équipements de test sont-ils facilement disponibles et en quantité suffisante ?					
L'étalonnage des appareils de mesure est-il bien défini et effectué ?					
Avez-vous défini par écrit le processus de mise à disposition et d'utilisation d'outillage ?					
Chaque exécutant dispose-t-il d'une boîte à outils personnelle ?					
Disposez-vous de suffisamment de moyens de manutention sur le site ?					

<b>J - Personnel et formation</b>	<b>Non 0%</b>	<b>Plutôt Non 25%</b>	<b>Ni oui Ni Non 50%</b>	<b>Plutôt Oui 75%</b>	<b>Oui 100%</b>
Le climat de travail est-il généralement positif ?					
Les responsables encadrent-ils les travaux effectués par les ouvriers sous leur responsabilité ?					
Les problèmes sont-ils souvent examinés en groupe incluant les ouvriers ?					
Existe-il des entretiens annuels d'appréciation du personnel d'encadrement et exécutant ?					
Les ressources humaines sont-elles suffisamment disponibles ?					
Considérez-vous globalement que la compétence technique de votre personnel est satisfaisante ?					
Dans le travail quotidien, estimez-vous que le personnel ait l'initiative nécessaire ?					
Les responsables assurent-ils le perfectionnement de leur personnel ?					
Les responsables reçoivent-ils une formation aux nouvelles technologies ?					
Votre personnel reçoit-il régulièrement une formation à la sécurité ?					
La formation du personnel est-elle programmée et maîtrisée par le service maintenance ?					
La qualification et habilitation du personnel sont-elles suivies rigoureusement ?					
Avez-vous des pertes importantes de temps de production ?					
La relation entre votre personnel et le service client est-elle bonne ?					

<b>K - Sous-traitance</b>	<b>Non 0%</b>	<b>Plutôt Non 25%</b>	<b>Ni oui Ni Non 50%</b>	<b>Plutôt Oui 75%</b>	<b>Oui 100%</b>
Avez-vous un processus formel d'évaluation des sous-traitants ?					
Les descriptifs des travaux et cahier des charges sont-ils soigneusement élaborés ?					
La sélection des sous-traitants s'effectue-t-elle selon des critères de technicité et de compétence ?					
Avez-vous localement la possibilité d'avoir recours à de multiples entreprises sous-traitantes ?					
Sous-traitez-vous les tâches dont vous ne disposez pas de technicité suffisante ?					
Vos contrats avec les sous-traitants incluent-ils des clauses de résultats ?					
Développez-vous l'assurance de la qualité et le partenariat avec vos sous-traitants ?					
Créez-vous et mettez-vous à jour un dossier par affaire selon une procédure prédéterminée ?					
Le suivi des travaux du sous-traitant est-il effectué par une personne ?					
Disposez-vous d'une documentation facilitant la maintenance par des entreprises externes ?					

<b>L - Contrôle de l'activité</b>	<b>Non 0%</b>	<b>Plutôt Non 25%</b>	<b>Ni oui Ni Non 50%</b>	<b>Plutôt Oui 75%</b>	<b>Oui 100%</b>
Disposez-vous d'un tableau de bord permettant de décider des actions correctives à entreprendre ?					
Existe-t-il des rapports réguliers de suivi des heures de travail, des pièces consommées et des coûts de main-d'œuvre ?					
Les performances du service sont-elles suivies ?					
L'efficacité du personnel maintenance est-elle contrôlée ?					
Maîtrisez-vous votre charge de travail ?					
Disposez-vous des coûts de maintenance équipement par équipement ?					
Le service de maintenance dispose-t-il d'un outil de gestion informatisé de l'activité ?					
Disposez-vous d'informations de synthèse dans un délai suffisamment court ?					
Émettez-vous régulièrement un compte-rendu d'activité ?					

## 2 Annexe 2 :



## Ordre de travail

Equipement :  
Type :

DATE:

**Information**

Section :	Check liste no :
Demandeur :	OT No :
Responsable Suivi :	Cause :
Etat de l'OT :	Remède :
Compteur théorique :	Délai d'opération :
Nature de coût :	Compteur réel :
ID Marché :	

**DESCRIPTION EXHAUSTIVE DE L'OT :****CONSOMABLE ET PDR UTILISES**

<b>POSTE</b>	<b>Désignation</b>	<b>Référence</b>	<b>Quantité</b>
--------------	--------------------	------------------	-----------------

VISA RESP ENGIN

VISA RESP SOTRAIT

## 3 Annexe 3

SMA	CHECK LISTE	
	Document :	EN.CHL.SM.TECH.10

CHECK LISTE EPS DE
--------------------

Type engin :	Code :
No série :	Compteur théorique :
Marché :	Compteur réel :
EPS No :	Délai d' exécution :
Check liste no:	Date début :
OT No :	Date fin :

Désignation	Fait	Non Fait	Observation

VISA RESP ENGINES

VISA S-TRAITANT









## Référence

- [1] : Clément, Pascal. Amélioration de la fiabilité.
- [2] : LAVINA, Yves. Audit de la maintenance. Paris : les éditions d'organisation, 1992.
- [3] : LALOUX, GUILLAUME. Management de la maintenance selon ISO 9001. s.l. : édition afnor, 2008.
- [4] : G, CYRIL. Termes de maintenance. 2009.
- [5] : Documentation AFNOR. s.l. : recueil des normes françaises, 1988.
- [6] : Hubérac, J-P. Guide des méthodes de la qualité.
- [7] : Pr. Ramadani – la maintenance, cours du Master technique en génie industriel, Faculté des Sciences et Techniques de Fès, 2020/2021.
- [8] : [https://fmhelp.filemaker.com/help/16/fmp/fr/index.html#page/FMP\\_Help/layouts-and-reports.html](https://fmhelp.filemaker.com/help/16/fmp/fr/index.html#page/FMP_Help/layouts-and-reports.html)
- [9] : PIERRE VOYER – Tableaux de bord de gestion et indicateurs de performance, 2ème édition.
- [10] : Michel RIDOUX – AMDEC-Moyen, AG 4 220, traité L'entreprise industrielle, Techniques de l'ingénieur.
- [11] : <https://www.cadremploi.fr/editorial/conseils/fiches-metiers/detail/article/responsable-financier.html>

## BIBLIOGRAPHIE

<https://www.liebherr.com/shared/media/mobile-and-crawler-cranes/brochures/mobile-crane-technology/liebherr-technique-grues-mobiles-p415-00-f04-2016.pdf>

<https://www.liebherr.com/shared/media/mobile-and-crawler-cranes/brochures/mobile-crane-technology/liebherr-technique-grues-mobiles-p415-00-f04-2016.pdf>

<https://mobility-work.com/fr/blog/goulot-detriage-machine/>

<https://syram.eu/analyse-de-criticite-quest-ce-que-cest-et-pourquoi-cest-important/>

<https://www.tribofilm.fr/logiciels/gmao/>



**Stage effectué à : Société de Manutention d'AGADIR SMA**



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

**Nom & Prénom : MAZOUZ Rachid**  
**Année Universitaire : 2020 / 2021**

**Titre : Organisation de la fonction maintenance des engins roulants au sein de SMA**

### **Résumé**

Ce rapport résume les travaux réalisés durant une période de stage de quatre mois au sein de SMA, notamment dans le service maintenance. Ma mission principale a pour objectif d'organiser le département maintenance afin de réaliser les services rendus aux clients dans les meilleures conditions de délai, de coût, et de sécurité.

Donc, mon PFE a été constitué par une étude bibliographique approfondie pour mieux connaître les outils et les méthodes qui seront utilisés dans ce rapport. Après cette étude, une analyse du système de maintenance existant a été réalisé en se basant sur la méthode Yves LAVINA. Par la suite, des suggestions d'améliorations des failles dévoilées lors de l'audit LAVINA ont été proposées.

Finalement, le développement d'une application GMAO sous FILEMAKER PRO a été mise en place, visant l'informatisation de gestion des interventions préventives et curatives, la gestion du personnel et d'absence, la gestion des engins, la gestion des sorties et entrées de pièces de rechange et de carburant.

**Mots clés:** Maintenance, Engin roulant, Audit Lavina, GMAO, FileMaker PRO.

### **Abstract**

This report summarizes the work carried out during a four-month internship period within SMA, particularly in the maintenance department, my main mission is to organize the service in order to perform the services provided to customers under the best conditions. time, cost, and safety.

So, my PFE was constituted by an in-depth bibliographic study to better understand the tools and methods that will be used in this report. After this study, an analysis of the existing maintenance system was carried out based on the Yves LAVINA method.

Subsequently, suggestions for improving the flaws revealed during the LAVINA audit were made.

Finally, the development of a GMAO application in FileMaker pro was set up, aimed at the computerization of the management of preventive and curative interventions, the management of personnel and absence, the management of machinery, management of the exits and entries of spare parts and consumable material.

**Keywords:** Maintenance, Rolling machine, Lavina audit, FileMaker pro, GMAO.