



MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du

**Diplôme de Master Sciences et Techniques
Spécialité : Ingénierie Mécanique**

Mise en place de la maintenance Préventive pour la machine RECLAIMER

Présenté par :

***BEN DAOUD Mohammed
LOUALE Omar***

Encadré par :

- ***Mr. A.EL BIYAALI, Professeur département Génie Mécanique, FST Fès.***
- ***Mr. M.BENCHEKROUN, Encadrant de la société HOLCIM Fès.***

Effectué à : HOLCIM FES

Soutenu le : 24/06/2015

Le jury :

- **Mr. A. El Biyaali, Professeur département Génie Mécanique, FST Fès.**
- **Mr. I. Moutaouakkil, Professeur département Génie Mécanique, FST Fès.**
- **Mr. A. El Hakimi, Professeur département Génie Mécanique, FST Fès.**

Année Universitaire : 2014-2015



Remerciement :

Notre profonde gratitude s'adresse tout particulièrement à notre encadrant à la Faculté des Sciences et Techniques Monsieur A.Byaali et à notre encadrant à HOLCIM Monsieur M.Benchekroun pour l'encadrement contentieux dont ils ont fait preuve, c'est grâce à leurs conseils fructueux et leurs aides contenues que nous avons pu mener à bien une bonne partie de notre projet, ils ne nous ont épargné aucun effort pour nous entraîner d'une attention particulière, et rendre ainsi notre projet intéressant et profitable.

Nos vifs remerciements vont également à messieurs les professeurs du département « Génie Mécanique » qui ont participé à notre formation au sein de la FST, et qui ont fait tous leurs efforts pour nous assurer une bonne intégration au domaine mécanique.



Dédicace :

À nos parents:

Aucune dédicace ne saurait exprimer nos sentiments, que Dieu le tout puissant vous préserve et vous procure santé et longue vie.

À nos sœurs et nos frères, pour l'amour, le respect et le courage qu'ils n'ont toujours octroyés ;

À nos petites et grandes familles ;

À tous nos amis ;

Nous vous dédions ce modeste travail, expression de notre profonde affection, avec tous nos vœux de bonheur et de succès dans votre vie.

LOUALE Omar

BEN DAOUD Mohammed



Sommaire :

Liste des figures	5
Introduction Générale	6
Chapitre 1 : Présentation de HOLCIM de FES	7
I. Introduction.....	8
II. Présentation de l'entreprise.....	8
III. Procédé de fabrication	12
IV. Ressources d'énergie utilisée.....	15
Chapitre 2 : Cahier de charge.....	17
I. Définition	18
II. Approche	18
III. Description du RECLAIMER.....	18
IV. Problématique et Objectifs	29
V. Conclusion	29
Chapitre 3: Généralité sur la maintenance	30
VI. Introduction.....	31
VII. Les objectifs de la maintenance	31
VIII. Relations entre la fonction maintenance et les autres fonctions de l'entreprise.....	32
IX. Les différentes formes de la maintenance.....	32
X. Objectifs de la maintenance préventive.....	33
XI. Outils utilisés pour appliquer la maintenance préventive.....	34
XII. Conclusion	37
Chapitre 4 : Application de l'AMDEC.....	39
I. Introduction	40
II. Situation de début	40
III. Analyse AMDEC.....	41
IV. Synthèse de l'étude.....	49
V. Conclusion.....	50
Chapitre 5: Analyse et calcul de structure du Racleur.....	51
I. Introduction	52
II. Démarche d'une analyse statique.....	52
III. Application de la démarche.....	53
IV. Modifications proposés.....	53
V. Conclusion.....	57
Chapitre 6 : Manuel de l'application web proposé.....	63



I.	Introduction :	64
II.	Manuel de l’application :	64
III.	Conclusion :	72
	Conclusion	73



Liste des figures

Figure 1: Vue extérieure de l'usine.....	8
Figure 2 : Organigramme hiérarchique de HOLCIM	11
Figure 3 : Procédé de fabrication.....	12
Figure 4 : Vérin	20
Figure 5 : Pompe hydraulique.....	21
Figure 6 : Moteur.....	21
Figure 7: Herse.....	22
Figure 8 : Chariot.....	22
Figure 9 : Moteur.....	23
Figure 10 : Tourteau.....	24
Figure 11 : Chaîne.....	24
Figure 12 : Racleur.....	24
Figure 13: Moteur.....	25
Figure 14 : Rail.....	26
Figure 15 : Roue ferroviaire	26
Figure 16 : les types de la maintenance.....	34
Figure17 : diagramme de Pareto.....	48
Figure 18: vue isométrique du Racleur.....	53
Figure 19: les différentes côtes du Racleur.....	53
Figure 20: Racleur modélisé sur CATIA.....	53
Figure 21 : Choix du matériau « Acier E24 ».....	54
Figure 22 : Fixation du Racleur dans les zones en rouges.....	55
Figure 23: application des forces distribuées.....	55



Figure 24 : Maillage du modèle.....56

Figure 25: comportement du Racleur face aux sollicitations.....57

Figure 26: illustration de la zone critique57

Figure 27: 1er modèle proposé.....58

Figure 28: Résultat obtenu pour le 1er modèle proposé.....59

Figure 29 : 2ème modèle proposé.....59

Figure 30 : Résultat obtenu pour le 2ème modèle.....60

Figure 31 : solution finale.....60

Figure 32 : Modèle conceptuel de donnée.....63



Introduction Générale :

Ce rapport est le fruit d'un travail collectif durant la période de notre stage, dans l'entreprise HOLCIM Fès, où nous avons pu constater que rien n'est laissé au hasard. La qualité de ses produits, l'amélioration de sa production et la satisfaction de sa clientèle si abondante, étaient la préoccupation aussi bien de ses dirigeants que celle de ses ouvriers.

Dans ce cadre, il nous a été confié la responsabilité d'assurer le bon fonctionnement d'une machine nommée RECLAIMER et appelée entre les membres de la Société Gratteur.

Au début, nous avons entamé une étude approfondie de la machine dans le but de cerner toutes les faiblesses qui peuvent causer un arrêt des si coûteux pour ce genre de société.

Nos investigations nous ont orientés vers l'établissement d'un bilan de pannes, et la décomposition des points critiques qui peuvent entraver la bonne procédure de la production.

Ensuite, ces investigations nous ont permis de sortir avec un plan de maintenance préventive.

Puis, nous avons utilisé le logiciel CATIA pour la re-conception d'un composant nommé Racleur.

Enfin, nous avons proposés une application web qui permet de gérer la maintenance dans le but d'informatiser notre plan de maintenance ainsi que faciliter le processus sur les maintenanciers.



Chapitre1 :

Présentation de

HOLCIM de FES



I. Introduction

HOLCIM est un organisme national comportant plusieurs unités, dont chacune emploie des technologies récentes dans le domaine de l'industrie du ciment.

Au sein de chaque unité il existe une organisation aussi bien élaborée qui permet de maintenir le contact avec toutes les unités pour former le grand organisme HOLCIM. Dans ce chapitre on va procéder à l'identification de la société (services, organigramme,...) ainsi que son processus de fabrication avec un aperçu sur les ressources énergétiques exploitées.



Figure 1: Vue extérieure de l'usine

II. Présentation de l'entreprise :

1. Historique de Holcim MAROC :

En 1972 : Les gouvernements marocain et algérien décident de construire une cimenterie à Oujda, dénommée la cimenterie maghrébine (C.I.M.A). Son capital social est de MAD 75 millions, réparti à égalité entre l'Office pour le Développement Industriel (O.D.I) et la S.N.M.C, organismes représentant respectivement le Maroc et l'Algérie. Dès le début du lancement des opérations de consultation pour la réalisation de l'unité, la partie algérienne se retire et le projet C.I.M.A est mis en Veilleuse et placé sous administration provisoire.

En 1976 : La création de Holcim (Maroc) par l'office du développement industriel



(ODI) avec le concours de la banque Islamique sous le nom de CIOR (les Ciments de l'Oriental). Sa première cimenterie a été construite à OUJDA et elle a démarré en 1979 avec une capacité de production de 1.2 millions de tonnes par ans.

En 1993 : HOLCIM (Maroc) a mis en service sa deuxième cimenterie à Ras El Ma dans la région de Fès, avec une capacité de production de 600000 T /ans pour répondre aux besoins croissants du marché national. En outre, deux centres de broyage et de distribution ont été ouverts à Fès et à Casablanca dont la capacité totale est de 800000 T /ans.

Le 15 Avril 2002 : CIOR devient HOLCIM (Maroc), Ce changement affirme son appartenance au groupe International HOLCIM, Groupe suisse leader dans le domaine de fabrication du ciment, du béton et du granulat. La nouvelle vision adoptée par la société permet de tenir ses engagements vis-à-vis de ses clients, de développer le système de formation de ses collaborateurs et de prendre en considération les problèmes liés à l'environnement.

En 2000-2002 : Les démarches ISO 9001 et ISO 14001 ont été mises en place respectivement dans les usines de Fès Ras El Ma et Oujda pour avoir les certificats officiels de conformité du système de management intégré (SMI) Qualité et Environnement.

En 2004 : Extension de la cimenterie de Fès.

En 2005 : Démarrage du centre d'ensilage et de distribution de Settât.

En 2006 : Extension du centre de Nador.

En 2007 : Démarrage de la cimenterie de Settât.

En 2008 : Lancement du projet de doublement de capacité de production de l'usine de Fès. Certification ISO 9001 et ISO 14 001 du centre de Nador.

2. HOLCIM Fès :

Avec une capacité de production de 400.000 Tonnes de clinker par ans, l'usine de Fès a été mise en service en mars 1993 pour renforcer la présence de Holmium Maroc sur le marché de la région centre et couvrir les besoins grandissants en ciment de cette région. Cette unité est située à 25 km au sud de Fès, elle s'étend sur une superficie de 230 ha Le procédé de fabrication du clinker consiste en une ligne de production par voie sèche. L'approvisionnement de l'usine en matières premières (à part le calcaire) et en combustibles ainsi que les expéditions se font uniquement par voie routière.



3. Fiche présentative de HOCLIM :

Répartitions de la capitale sociale : Groupe Holcim : 51%

Actions cédées en bourse : 35%

Banque Islamique de développement : 14%

Raison social : Holcim Maroc

Forme juridique : Société Anonyme

Date de création : 1976

Activités : Production et commercialisation du ciment et

Matériaux de construction

Capitale social : 910 000 000 Dhs

Registre commercial : 2 471 133

Affiliations à la CNSS : 15 151 223

Capacité de production : 2.2 MT/an

4. Situation et part de marché de HOLCIM :

Opérateur	Part du marché
Holcim Maroc	22%
Lafarge Maroc	42%
Ciment Maroc	25%
AsmentTemara	11%

5. Implantation au MAROC :

Les usines HOLCIM (Maroc) sont réparties comme suit :

o Oujda cimenterie intégrée créée en 1979 et produit 1 500 000T/an.

o FES usine de production de ciment à RAS EL MA réalisant d'excellents résultats en matière de productivité. Elle est automatisée grâce à un laboratoire de contrôle automatique.

o CASABLANCA centre d'ensachage. Il reçoit du ciment par voie ferrée et assure sa distribution sur la zone Rabat - Casablanca.

o NADOR un centre de broyage et d'ensachage qui utilise un nouveau procédé de fabrication appelé broyage séparé. Les produits fabriqués sont les ciments broyés à ajout de pouzzolane CPJ35.



o BENSLIMANE usine avec une carrière située sur les gisements calcaires de L'OUED CHERRAT, à proximité des marchés de Rabat et de Casablanca.

o ATLACIM une nouvelle usine créée à Settat.

Le choix de site se fait selon les critères suivants :

- o Disponibilité de matière première en grande quantité et de bonne qualité,
- o Un accès à la route et à la voie ferrée,
- o Une disponibilité en eau et en énergie électrique.

6. Organigramme hiérarchique de HOLCIM :



Figure 2 :Organigramme hiérarchique de HOLCIM

III. Procédé de fabrication :

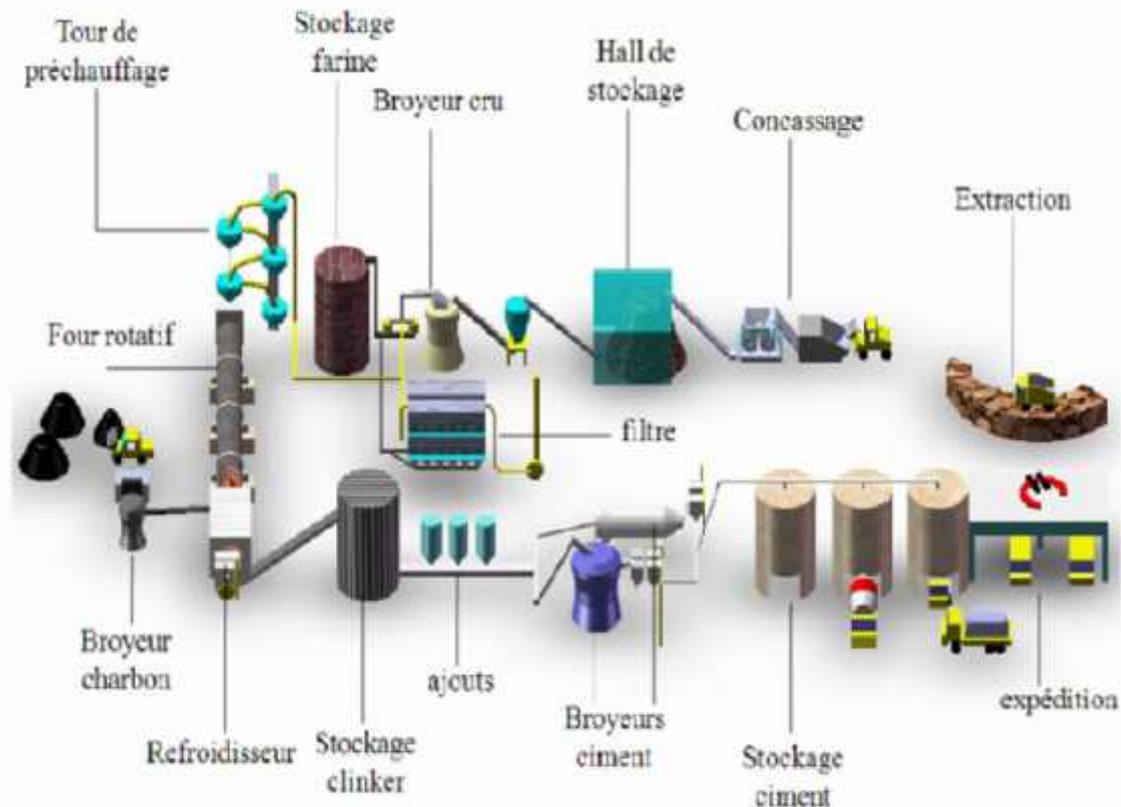


Figure 1 : chaîne de production du ciment utilisé à l'usine de Ras El Ma Fès

Figure 3 : Procédé de fabrication

1. Extraction des matières premières :

Pour assurer son approvisionnement en matières premières, la cimenterie de Fès dispose de deux carrières; l'une de calcaire et l'autre des schistes.

A : Carrière de calcaire :

Le calcaire est utilisé dans le cru comme matière première principal à un taux moyen de 72%. La Carrière de calcaire est située à proximité de l'atelier de concassage. Son exploitation est en marche depuis le 15 février 1999 et elle se fait par abattage à l'explosif sous forme de deux gradins.

B : Carrière d'argile :

L'argile est utilisée dans le cru comme matière première secondaire à un taux moyen de 20%. La carrière d'argile se situe à 7 Km de l'usine, son exploitation a commencée depuis 1981.

C : Carrière de schiste :



Le schiste est constitué de 20% de Al_2O_3 et de proportion très faible en SiO_2 et Fe_2O_3 . Pour augmenter ces proportions faibles on le mélange avec l'argile et les minerais de Fer. Le taux moyen de schiste en cru est de 7%

2. Concassage et stockage des matières premières :

Les matières premières (calcaire, argile schistes, minerais de fer et gypse) sont concassées dans un concasseur bi-rotor à marteaux qui permet d'assurer les stocks nécessaires à la marche du broyeur cru et du broyeur à ciment. La marche du concasseur est entièrement automatisée, lui conférant un fonctionnement optimum et sécurisé. Les différentes matières ainsi concassées sont stockées au moyen d'un convoyeur sauteur, dans un hall de stockage couvert d'une capacité totale de l'ordre de 8.000 m³.

3. Homogénéisation de la farine

Les différentes matières premières sont reprises du hall de stockage à l'aide d'une chargeuse et entreposées dans deux trémies de réception. Elles sont ensuite reprises par deux extracteurs et des convoyeurs à bandes pour être stockées dans les trémies de la tour de dosage.

En fonction de la composition chimique des différentes matières premières de la farine crue "sortie broyeur", le dosage des différentes matières est assuré automatiquement par des doseurs à bande pilotés à partir du laboratoire par un système de gestion du cru.

Le broyage et le séchage des matières premières se font dans un broyeur vertical à deux paires de galets. Le séchage est assuré par les gaz chauds en provenance de la tour de préchauffage et du refroidisseur en cas de besoin. La matière fine à la sortie du séparateur est récupérée sous forme de farine dans les cyclones et dans le filtre cru. Quant aux gruaux, ils sont remis dans le broyeur par un élévateur à godets. La farine produite est récupérée dans des aéroglisteurs, qui alimentent deux élévateurs à godets et à bandes; elle est stockée par la suite dans le silo d'homogénéisation et de stockage. Le remplissage de ce silo se fait à partir d'un pot de distribution fluidisé et de quatre aéroglisteurs. Ce mode d'alimentation en quatre points permet une meilleure répartition de la matière dans le silo et augmente l'efficacité de l'homogénéisation qui se fait dans un pot situé à la sortie du silo.

4. Production et stockage du clinker :

La ligne de cuisson comprend :

- Une tour de préchauffage à cinq étages pouvant être extensible en cas d'augmentation de la capacité de production du four
- Un four rotatif



- Un refroidisseur à grilles

Les gaz issus de la tour de préchauffage ou du refroidisseur sont dépoussiérés dans deux filtres à manches avant d'être évacués à l'atmosphère par les cheminées. Le clinker ainsi produit est stocké dans un silo métallique.

Tour de préchauffage :

La farine est introduite par un élévateur à godets en tête de la tour .Elle circule par gravité à contre-courant avec les gaz chaud ascendants du four le long de la tour. L'échange thermique s'accompagne de :

- oEvaporation de l'eau libre,
- oDégagement de l'eau de constitution des argiles,
- oDécarbonatation partielle de la farine.

Four rotatif et refroidisseur à grilles :

La farine provenant de la tour de préchauffage déjà décarbonatée à 60% environ, poursuit son parcours dans le four. On distingue trois zones au sein du four :

- Zone de calcination (de transition) :c'est la zone à l'entrée du four ou s'achève-la décarbonatation de la matière.
- Zone de cuisson ou de Clinkérisation : c'est la zone la plus importante et la plus chaude du four rotatif. En effet, la température de cette zone est de l'ordre de 1400°C; ce qui permet la combinaison des silicates bicalciques $(CaO)_2 SiO_2$ avec la chaux libre pour donner les cristaux de silicates tricalciques $(CaO)_3 SiO_2$ qui grossissent et granulent, forment ainsi du clinker. La chaleur nécessaire pour la réalisation de ces réactions est assurée par la combustion du coke de pétrole et des pneus déchiquetés, la rotation et l'inclinaison du four permettant la progression de la matière de l'entrée à la sortie.
- Zone de refroidissement du clinker : le clinker produit est réparti sur 9 ballonnets fixés à la périphérie de l'extrémité du four et subit un refroidissement par l'air frais ambiant qui récupère une partie de la chaleur sensible du clinker, utilisée comme air secondaire de la combustion. Après refroidissement dans les ballonnets, le clinker ayant une granulométrie supérieure à 30 m, est concassé dans deux concasseurs à marteaux.
- Les gaz des fours qui sont utilisées pour le séchage de la matière dans les broyeurs du cru, sont dépoussiérés par des filtres à manches. Les poussières Récupérées dans ces filtres sont recyclées dans la farine.



5. Broyage, stockage et expédition du ciment :

Le mélange clinker, calcaire et gypse, aux proportions requises, est broyé dans un broyeur horizontal à boulet équipé d'un séparateur dynamique; et dans un broyeur vertical.

Il y a trois types de ciments produits par Holcim :

CPJ35 : Ciment portland composé avec ajouts

Le CPJ 35 est un ciment portland composé dont les constituants principaux sont le Clinker du filler et du gypse. La classe de résistance du CPJ 35 en fait un produit particulièrement adapté à la fabrication des mortiers et des enduits pour la maçonnerie, ainsi que les bétons non armés peu sollicités et à résistances mécaniques peu élevées. Le CPJ 35 est également utilisable dans le domaine routier pour la stabilisation de sous-sols et des couches des chaussées.

CPJ 45 : Ciment portland composé avec ajouts

Le CPJ 45 est un ciment portland composé dont les constituants principaux sont le Clinker du filler et du gypse. La classe de résistance de CPJ 45 MPA lui confère l'aptitude à être utilisé pour les bétons armés, fortement sollicités et à résistances mécaniques élevées. Les résistances élevées à jeune âge du CPJ 45 permettent d'obtenir un décoffrage rapide des éléments de structure et des produits préfabriqués.

CPA 55 : Ciment Portland artificiel

Le ciment CPA 55 est un ciment portland artificiel composé essentiellement de clinker et de gypse. Sa teneur en filler est limitée à 3 %. La classe de résistance de 55 MPA et les résistances élevées à jeune âge du CPA 55 lui confèrent l'aptitude à être utilisé pour des applications spécifiques telles que les bétons armés fortement sollicités, les bétons précontraints et les bétons à haute performance. Le CPA 55 est adapté aux applications de la préfabrication nécessitant un décoffrage rapide et un durcissement accéléré.

Le produit fini est récupéré dans un filtre à manches puis stocké dans deux silos métalliques et 3 silos en béton. Les expéditions du ciment se font soit en vrac dans des camions citernes, soit en sac après conditionnement par des ensacheuses rotatives.



IV. Ressources d'énergie utilisée :

1. Energie thermique :

Le coke de pétrole et charbon constituent les principaux combustibles utilisés pour la production du clinker. Ils sont stockés à l'air libre à proximité de l'atelier de broyage, puis repris par une pelle chargeuse.

L'atelier de broyage des combustibles comprend les principaux équipements suivants :

- un broyeur vertical équipé d'un séparateur
- un filtre de dépoussiérage
- 2 silos de stockage du combustible pulvérulent
- 2 doseurs rotatifs
- une installation d'inertisation

Le fuel léger est utilisé uniquement pour la chauffe du four.

L'usine de Fès dispose d'installations pour l'injection de combustibles alternatifs AFR (Alternative Fuels and Rawmaterials) à la tuyère et dans la boîte à fumées.

2. Energie Pneumatique :

La production de l'air de service est assurée par deux centrales d'air comprimé. La première centrale, équipée de deux compresseurs d'un débit de 1315 m³/h sous 10 bars, permet de satisfaire les besoins en air comprimé de l'ensemble des équipements de l'atelier de cuisson. Elle alimente également le garage et l'atelier mécanique en air comprimé. Par ailleurs, cette centrale permet l'alimentation en air comprimé de l'atelier de broyage ciment en cas d'avaries sur la centrale d'air comprimé du broyeur ciment.

La deuxième centrale, équipée de trois compresseurs de débit total 463 m³/h sous 6 bars, est réservée exclusivement à l'atelier de broyage et expéditions du ciment



Chapitre 2 :

Cahier des charges



I. Définition :

Un **cahier des charges** est un document visant à définir exhaustivement les spécifications de base d'un produit ou d'un service à réaliser. Outre les spécifications de base, il décrit ses modalités d'exécution. Il définit aussi les objectifs à atteindre et vise à bien cadrer une mission.

II. Approche :

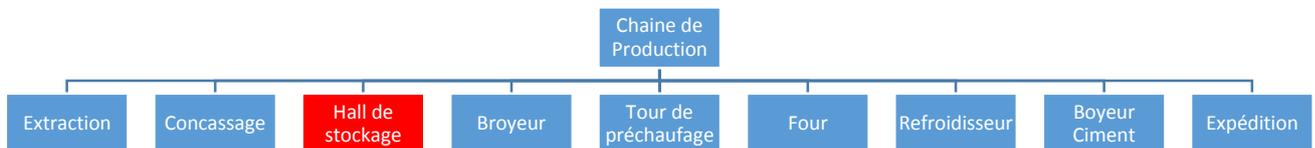


Figure : Organigramme de la Chaîne de Production

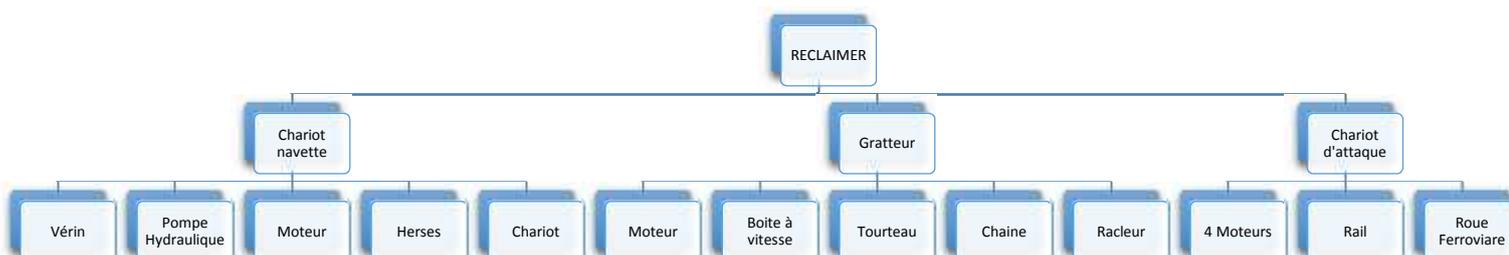
Le Hall de stockage est un milieu où la matière première (Calcaire + Shist) se stocke après avoir été concassé.

Il existe deux machines dans ce Hall, la STACKER et le RECLAIMER. La première machine (STACKER) permet de stocker la matière première provenant du concasseur dans le Hall de stockage. La deuxième machine (RECLAIMER) permet de déstocker la matière vers la trémie, qui alimente le Broyeur, à travers une bande transporteuse.

L'objectif de la machine RECLAIMER est le but de notre stage.

III. Description du RECLAIMER :

1. Organigramme de la machine :



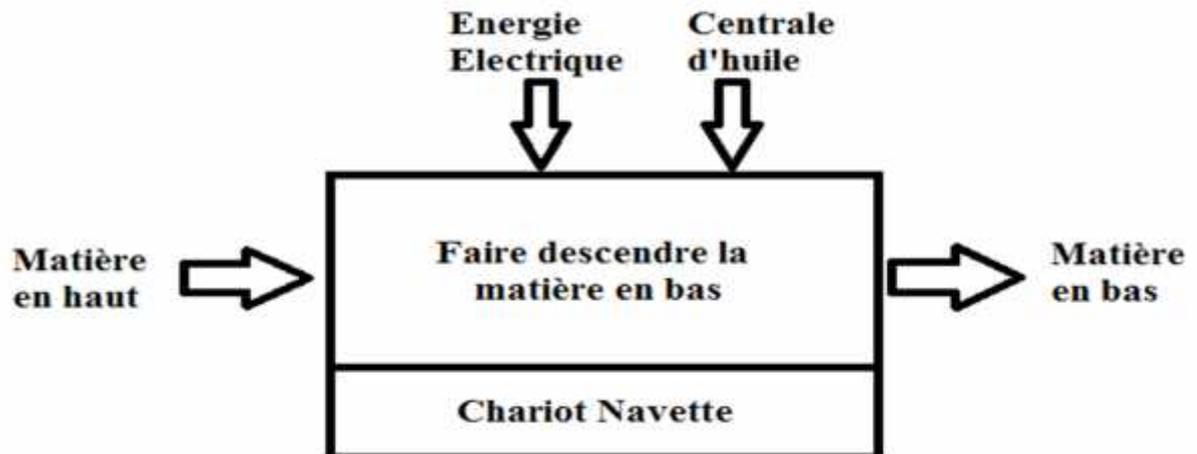


2. Description Générale de la machine :

Le RECLAIMER est une machine qui sert à déstocker la matière du Hall de stockage.

Il se compose de 3 sous-ensembles, chaque sous ensemble rempli une fonction tel que :

i. Chariot Navette :



Le moteur génère un mouvement de rotation, ce mouvement est transmis à la pompe hydraulique qui aspire à son rôle l'huile et alimente le Vérin à travers un distributeur. Le mouvement de vas est vient que provoque l'entrée est la sortie de la tige du vérin permet faire translater les herses sur un chariot.

La forme des Herses ainsi que les poinçons permettent de griffer la matière est de la descendre en bas.

• Principaux Composants :

Vérin :



Figure 4 : Vérin



- ✓ Les vérins hydrauliques à double effets permettent de convertir l'énergie hydraulique en énergie mécanique de translation.
- ✓ Grand rendement.
- ✓ Utilisable dans les grandes industries.

Pompe hydraulique :



Figure 5 :Pompe hydraulique

- ✓ Les pompes hydrauliques aspire le fluide de la centrale hydraulique et l'injecte dans des canalisations.
- ✓ Grand rendement.
- ✓ Utilisable dans les grandes industries.

Moteur :



Figure 6 : Moteur

- ✓ Les moteurs asynchrones permettent de convertir l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation.
- ✓ Grand rendement.
- ✓ Démarrage progressif.
- ✓ Utilisable dans les grandes industries.

Herse :



Figure 7: Herse

- ✓ La herse permet de griffer la matière à l'aide de ces poinçons afin de la descendre en bas.

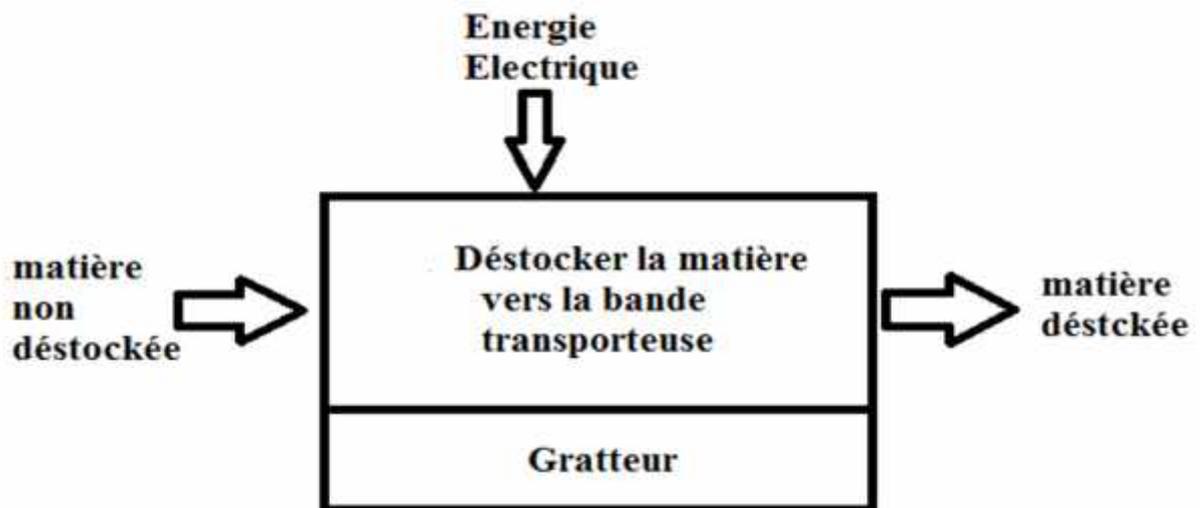
Chariot :



Figure 8 : Chariot

- ✓ Le chariot permet d'assurer la translation des Herses (les herses sont fixées sur le chariot).

ii. Gratteur :



Energie électrique est convertit en énergie mécanique de rotation, puis transmis à la boîte à vitesse à l'aide d'un coupleur hydraulique afin de changer la vitesse de rotation, ensuite actionne la chaîne à travers les tourteaux. Les racleurs fixés sur la chaîne permettent de gratter et transporter la matière vers la bande transporteuse.

- **Principaux Composants :**

Moteur :



Figure 9 : Moteur

- ✓ Les moteurs asynchrones permettent de convertir l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation.
- ✓ Grand rendement.
- ✓ Démarrage progressif.
- ✓ Utilisable dans les grandes industries.

Boîte à vitesse :



- ✓ La boîte à vitesse automatique permet de varier la vitesse de rotation.
- ✓ Permettre un contrôle du débit selon la production voulu.

Tourteau :



Figure 10 : Tourteau

- ✓ Le tourteau permet de transmettre le mouvement à la chaîne.
- ✓ Il est robuste dans ces utilisations
- ✓ Grand rendement.

Chaîne :



Figure 11 : Chaîne

- ✓ La chaîne permet de donner un mouvement aux Racleurs.
- ✓ Elle est Robuste.

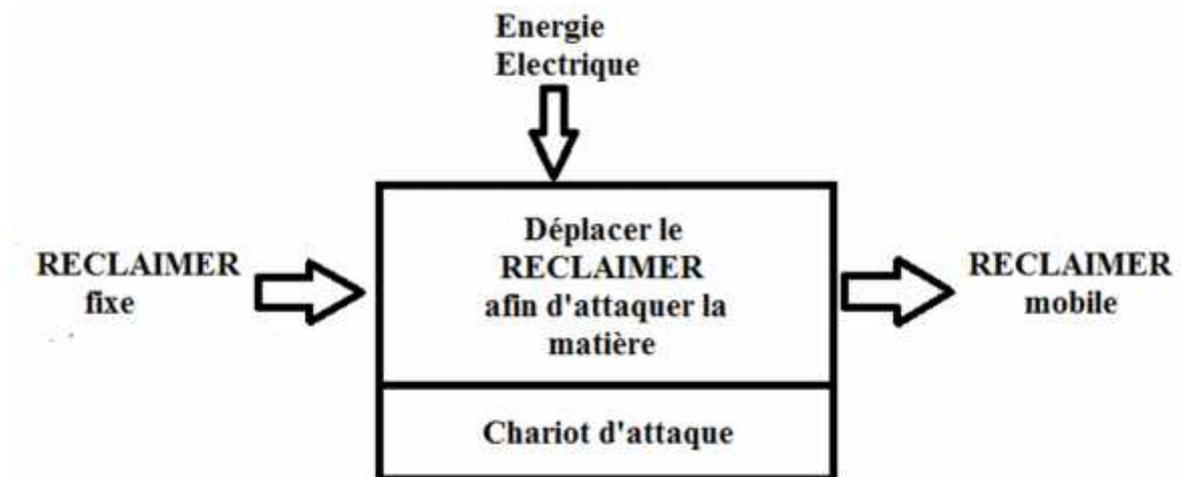
Racleur :



Figure 12 : Racleur

- ✓ Le racleur permet de transporter la matière.
- ✓ Il est fixé sur la chaîne.

iii. Chariot d'attaque :



Le RECLAIMER se déplace à l'aide de quatre moteurs, deux pour un déplacement rapide utilisés dans le cas de la marche en vide (loin de la matière) et deux autres pour un déplacement lent dans le cas la phase d'attaque de la matière.

Le déplacement se fait une fois les moteurs sont actionnés, qui fassent tourner les roues ferroviaires sur les rails.



- **Principaux composants :**

Moteur :



Figure 13: Moteur

- ✓ Les moteurs asynchrones permettent de convertir l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation.
- ✓ Grand rendement.
- ✓ Démarrage progressif.
- ✓ Utilisable dans les grandes industries.

Rail :

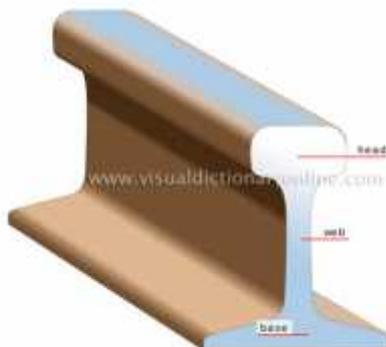


Figure 14 : Rail

- ✓ Deux files parallèles de rails mis bout à bout forment une voie ferroviaire.



Roue ferroviaire :

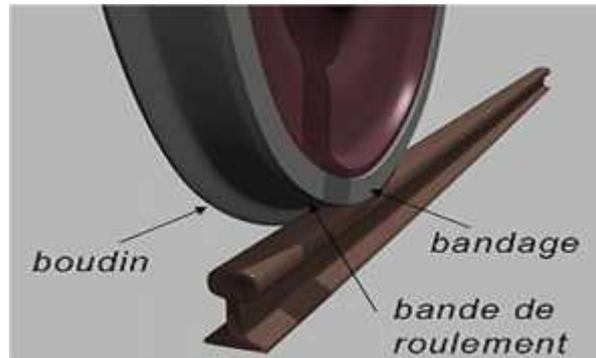


Figure 15 :Roue ferroviaire

- ✓ Quatre roues ferroviaires permettent d’assurer un mouvement pour
- ✓ la machine.
- ✓ Très robuste.

Fiche Technique :

Voilà une fiche technique qui regroupe toutes les données de conception et ses caractéristiques :

Données de conception	Caractéristiques	Unité
<u>Les caractéristiques du matériau</u>		
Genre du matériau	Calcaire/Argile/Ardoise	
Masse volumique	1.45/1.3	t/m ³
Taille des grains	95% plus petit que 80	mm
<u>Paramètres de Pile</u>		
Situation	Linéaire ; Intérieure	
Nombre de Pile	2	
Largeur de la base	28	m
Hauteur	11.9	m
Aire transversale	152.2	m ²
<u>Caractéristiques de la machine</u>		
Item No	REB114	
Type de RECLAIMER	pont racleur avec des râteaux voyageant	



Configuration de la chaine	Incliné de 4°	
Débit normal	360	t/h
Débit max	400	t/h
Largeur de la bande	1000	mm
Angle d'auge	35°	
<u>Chaine des racleurs</u>		
Type de chaine	Chaine à rouleaux	
Force de traction requise	630	KN
Distance entre les pignons	27.56	m
Pas	250	mm
Vitesse de la chaine	0.5	m/s
<u>Herse</u>		
Course des herses	3.4	m
Vitesse des herses	Entre 0.15 et 0.25	m/s
Type d'entrainement	Vérin hydraulique	
<u>Moyen de transport entre les piles</u>		
Nombre de roue	4	
Diamètre de la roue	630	mm
Vitesse à vide	10	m/min
Vitesse en travail	Entre 0.00377 et 0.0377	m/min
<u>Les moteurs</u>		
Moteur de la chaine	1X55	KW
Moteurs des herses	1X37 et 1X0.3	KW
Moteur de voyage à vide	2X5.5	KW
Moteur de voyage en travail	2X0.55	KW
Moteur du câble d'alimentation	2X1.5	KW
Moteur de lubrification de la chaine	1X0.55	KW
<u>Paramètres Electrique</u>		
Puissance totale	116	KW
Tension	400 / 230	VAC
Fréquence	50	Hz



Arbre fonctionnel:

- Définition :

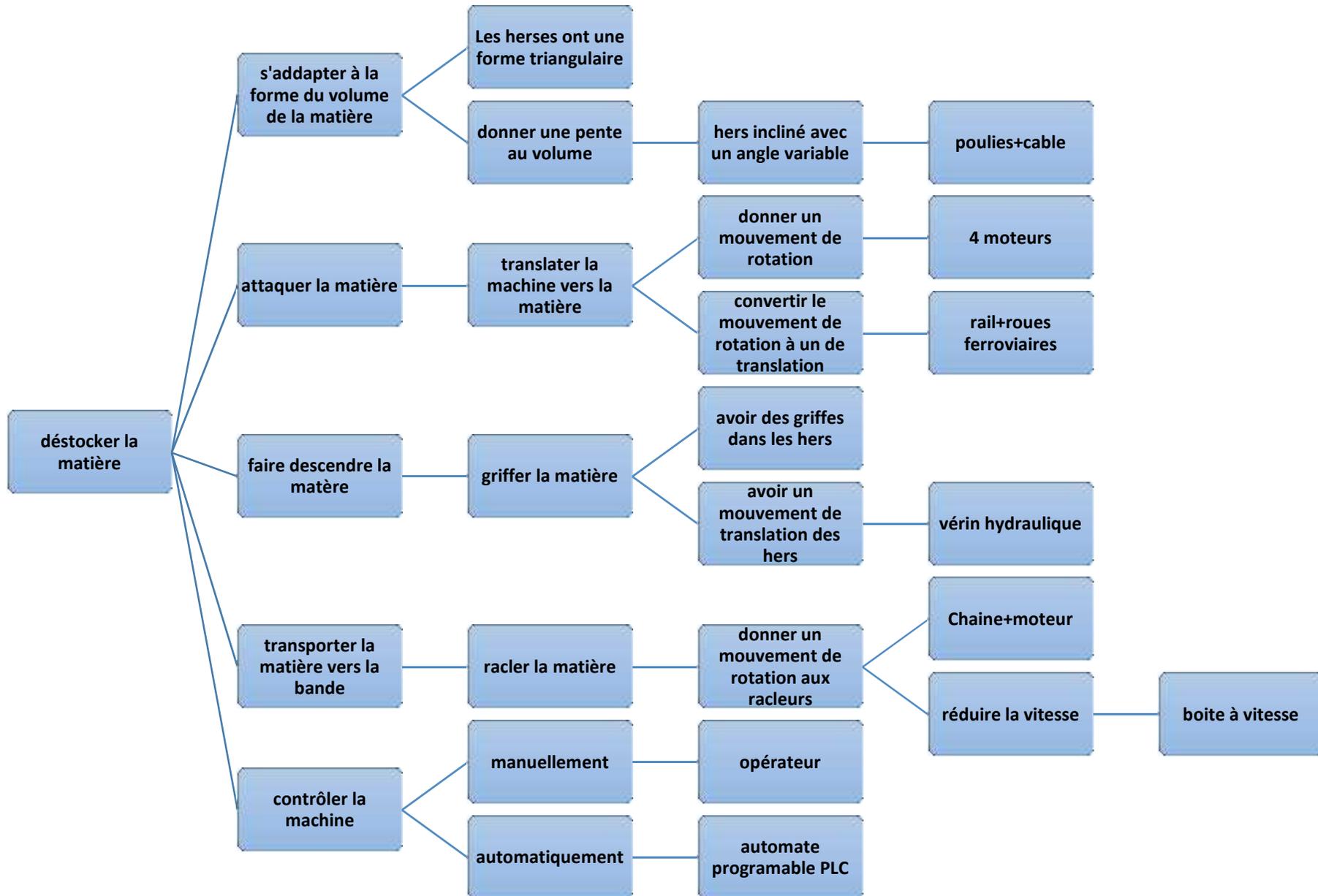
La méthode de l'arbre fonctionnel est une approche simple et plutôt intuitive. Essentiellement, elle consiste à regrouper les fonctions par famille ou par système en vue de leur donner une structure logique. Selon cette méthode, il faut partir de la fonction la plus générale du produit pour aller vers les fonctions les plus spécifiques.

- Application

Voilà notre arbre fonctionnel contient toutes les fonctions du Gratteur avec ses solutions techniques



FST-FES





IV. Problématique et Objectifs :

1. Problématique :

Afin de suivre et de rester parmi les leaders dans le domaine de la cimenterie, HOLCIM de Fès a fait des rénovations sur ces installations pour augmenter la capacité de production.

Parmi les nouvelles installations, nous trouvons le 'RECLAIMER' qui a pour fonction de déstocker le mélange « Calcaire + Schiste » et l'envoyer à la trémie d'alimentation du broyeur à galets.

L'arrêt non planifié de cette machine, influence la capacité de production, par suite perdre la course contre les concurrents dans le marché.

Notre but de cette étude est d'améliorer le temps de disponibilité de la machine tout en mettant le doigt sur la source de la cause et essayer de trouver des solutions réelles et faisables.

2. Objectifs :

- Chercher les pièces critiques dans le « Réclamer » par la méthode AMDEC en se basant sur l'historique des pannes ainsi que leurs disponibilités dans le stock.
- Etablir un plan de maintenance préventive du « RECLAIMER ».

V. Conclusion :

Après la déclaration des objectifs à atteindre et la définition de l'objet de l'étude (Augmenter la disponibilité de la machine RECLAIMER), Nous allons entamer notre étude par l'application de la méthode AMDEC.



Chapitre 3 :

Généralité sur la maintenance



I. Introduction :

L'AFNOR définit la maintenance comme « **ensemble des actions permettant de maintenir et de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé** ».

Maintenir, c'est donc effectuer des opérations qui permettent de conserver le potentiel du matériel pour assurer la continuité et la qualité de la production.

Les principales raisons à retenir avant le passage de l'entretien à la maintenance :

- Évolution technologique
- Coût
- Automatisation
- Amortissement
- Contraintes réglementaires

II. Les objectifs de la maintenance :

La maintenance doit se faire de telle sorte que l'outil de production soit disponible et en bon état de fonctionnement ; elle est, de ce fait, intimement liée à la production et à la qualité. Les objectifs de la maintenance, se greffent à ceux de la production tels que la qualité, le coût et le délai.

De ce point de vue, les objectifs de la maintenance réalisés à travers son organisation, sa gestion et ses interventions, sont nombreux :

- Assurer la disponibilité du matériel.
- Assurer la bonne qualité des produits.
- Assurer la maintenabilité des équipements.
- Assurer la sécurité du personnel et des installations.
- Augmenter la productivité.
- Développer l'économie de l'entreprise.



III. Relations entre la fonction maintenance et les autres fonctions de l'entreprise :

La fonction maintenance doit travailler en parallèle et en collaboration avec les autres fonctions de l'entreprise afin de satisfaire la fonction production, par conséquent, tout le personnel de l'entreprise doit participer pour augmenter la productivité et diminuer les pertes.

Les différentes fonctions de la maintenance sont :

- Études et méthodes.
- Préparation et ordonnancement
- Réalisation.

IV. Les différentes formes de la maintenance :

En fonction des objectifs visés, la maintenance prend deux formes différentes :

1. La maintenance corrective :

Il s'agit d'une maintenance effectuée après défaillance. C'est une politique de maintenance qui correspond à une attitude de réaction à des événements plus ou moins aléatoires et qui s'applique après la panne.

2. La maintenance préventive :

Elle est définie comme étant l'ensemble des contrôles périodiques des installations, mis en œuvre pour découvrir des états pouvant entraîner la panne ou la baisse des performances et des remises en état avant même que les incidents ne se déclarent.

Chaque forme contient plusieurs types, résumés dans la figure ci-dessous :

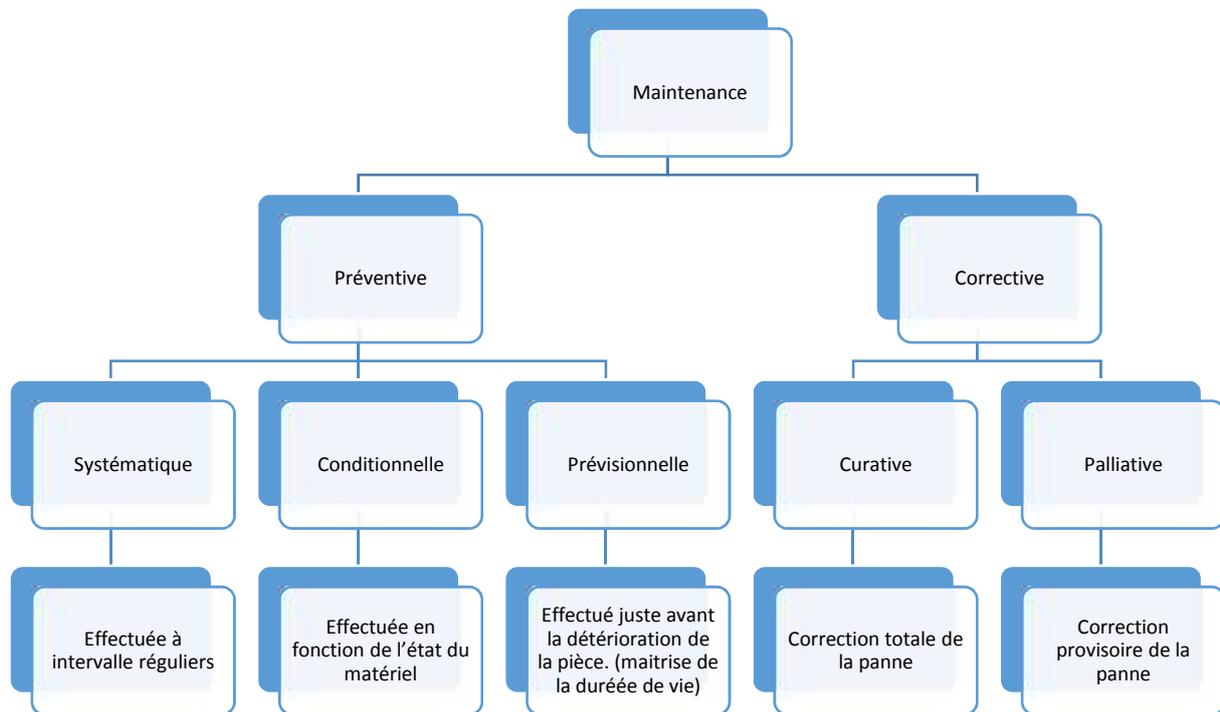


Figure 16 : les types de la maintenance

V. Objectifs de la maintenance préventive :

1. **Améliorer la fiabilité du matériel :**

La mise en œuvre de la maintenance préventive nécessite les analyses techniques du comportement du matériel. Cela permet à la fois de pratiquer une maintenance préventive optimale et de supprimer complètement certaines défaillances.

2. **Garantir la qualité des produits :**

La surveillance quotidienne des machines est pratiquée pour détecter les symptômes de défaillance et veiller à ce que les paramètres de réglage et de fonctionnement soient respectés. Le contrôle des jeux (vibrations) et de la géométrie de la machine permet d'éviter les aléas de fonctionnement. La qualité des produits est ainsi assurée avec l'absence des rebuts.



3. Améliorer l'ordonnancement des travaux :

La planification des interventions de la maintenance préventive, correspondant au planning d'arrêt machine, devra être validée par le service production. Cela implique la collaboration de ce service, afin de faciliter la tâche de la maintenance.

Les techniciens de maintenance sont souvent mécontents lorsque le responsable de production ne permet pas l'arrêt de l'installation, alors qu'il a reçu un bon de travail pour l'intervention. Une bonne coordination prévoit un arrêt selon un planning défini à l'avance prenant en compte les impossibilités en fonction des impératifs de production.

4. Assurer la sécurité humaine :

La préparation des interventions de maintenance préventive ne consiste pas seulement à respecter le planning, mais elle doit tenir compte aussi des critères de sécurité pour éviter les imprévus dangereux.

5. Améliorer la gestion de stock :

La maintenance préventive est planifiable. Elle maîtrise les échéances de remplacement des organes ou pièces, ce qui facilite la tâche de gestion des stocks. Elle permet aussi d'éviter de mettre en stock certaines pièces et ne les commander que le moment venu.

VI. Outils utilisés pour appliquer la maintenance préventive :

1. Méthode AMDEC :

1.1. Définition :

L'AMDEC : (Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leurs Criticité) est méthode qui consiste à identifier les risques de mauvais fonctionnement d'une machine, puis à les en chercher (leurs effets et leurs conséquences). Elle fait ressortir les points faibles d'un équipement et permet de définir les actions correctives justifiées. Elle permet aussi d'identifier quels sont les équipements critiques du parc machines et sur lesquels on doit s'attarder de faire une bonne maintenance.

Le but premier de L'AMDEC est de maîtriser les défaillances, ce qui permet par la suite de garantir une fiabilité, une maintenabilité, une disponibilité et une sécurité convenable.



L'étude AMDEC-machine vise à réduire le nombre de défaillances ainsi que le temps de non-disponibilité des machines tout en améliorant la sécurité.

La méthode se base sur la question suivante : comment notre machine ne peut assurer correctement sa fonction ? Les réponses à cette question définissent les modes de défaillances de la machine. On s'interroge ensuite : quels sont les causes probables, quels sont les effets d'une défaillance ?

1.2. Méthodologie :

La méthode AMDEC comporte 4 étapes successives pour un total de 21 opérations.

La démarche est la suivante :

Étape 1: Initialisation de l'étude

Elle consiste à:

- ✓ définir la machine à analyser.
- ✓ définir la phase de fonctionnement.
- ✓ définir ses objectifs à atteindre.
- ✓ constituer un groupe de travail.
- ✓ définir un planning des réunions.
- ✓ mettre au point des supports de travail.

Étape 2 : Description fonctionnelle de la machine

Il s'agit de faire :

- ✓ un découpage de la machine.
- ✓ un inventaire des fonctions de service.
- ✓ un inventaire des fonctions techniques.

Étape 3 : Analyse AMDEC

Elle permet d'élaborer :

- ✓ une analyse des mécanismes de défaillances.
- ✓ une évaluation de la criticité à travers :
 - la probabilité d'occurrence F
 - la gravité des conséquences G
 - la probabilité de non-détection D



Ces trois paramètres (F, G, D) permettent de définir la criticité C:

$$C=F.G.D$$

- ✓ Des actions préventives.

Étape 4 : Synthèse de l'étude :

Elle consiste à :

- ✓ établir un bilan des travaux.
- ✓ prendre des décisions sur les actions à engager.

Grille de cotation de la Criticité :

Tableau 1 : Fréquence F

Niveau	Valeur	Définition
Très faible	1	Défaillance rare : moins d'une défaillance par 10 ans.
Faible	2	Défaillance possible : moins d'une défaillance par année.
Moyen	3	Défaillance occasionnelle : moins d'une défaillance par 4 mois.
Elevé	4	Défaillance fréquente : moins d'une défaillance par semaine.

Tableau 2 : Gravité G

Niveau	Valeur	Définition
		Arrêt de la production
Mineur	1	moins de 15 minutes.
Moyen	2	de 15 minutes à une heure.
Majeur	3	entre 1 heure et 2 heures
Grave	4	plus de 2 heures

**Tableau 3 : Non détection D**

Niveau	Valeur	Définition
évident	1	Détection certaine, sirène, moyens automatiques, signes évidents.
possible	2	Délectable par l'opérateur, par des routes d'inspection, par des vibrations.
improbable	3	Difficilement détectable, moyens complexes (appareils, démontages)
impossible	4	Indétectable, aucun signe.

2. Diagramme de Pareto :

2.1. Définition :

Le diagramme de Pareto est un graphique représentant l'importance de différentes causes sur un phénomène. Ce diagramme permet de mettre en évidence les causes les plus importantes sur le nombre total d'effet et ainsi de prendre des mesures ciblées pour améliorer une situation.

2.2. Méthodologie :

Ce diagramme se présente sous la forme d'une série de colonnes triées par ordre décroissant. Elles sont généralement accompagnées d'une courbe des valeurs cumulées de toutes les colonnes.

Ce diagramme est construit en plusieurs étapes :

- ✓ Etablir la liste des données.
- ✓ Quantifier chacune de ces données.
- ✓ Effectuer la somme des valeurs obtenues.
- ✓ Calculer, pour chaque valeur, sa part en pourcentage du total.
- ✓ Classer les pourcentages par valeurs décroissantes.
- ✓ Représenter graphiquement ces pourcentages par un histogramme.
- ✓ Représenter l'histogramme des valeurs cumulées.

VII. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons introduit la maintenance et son application à travers les outils que nous allons utiliser par la suite.



Chapitre 4 :

Application de

l'AMDEC



I. Introduction :

Au cours de ce chapitre, nous allons appliquer l'AMDEC pour essayer de résoudre la problématique citée auparavant.

II. Situation de début :

Après les premières semaines de notre stage nous avons constaté que :

- La maintenance est la fonction numéro un, dont l'amélioration de la production compte.
- La maintenance se limite la plus part des fois à des travaux purement correctifs.
- L'organisation de la gestion et de l'analyse des interventions est programmée par des arrêts mensuels.
- Documentation lointe de la vraie description technique des machines étudiées à cause de la mauvaise traduction.



III. Analyse AMDEC :

Les tableaux ci-dessous présente la décomposition fonctionnel du Grateur et le calcul des criticités de chaque pièce en se basant sur ces paramètre F, G, D (voir chapitre : généralité sur la maintenance) afin d’envisager l’action à engager pour remédier au problème des pièces.

Tableau 5 :AMDEC :

<u>RECLAIMER</u>										
Ensemble	ORGANES	Fonction	Mode de défaillance	Cause	effet	criticité				Actions à engager
						F	G	D	C	
Chariot navette	Galets de roulement	Guidage de rotation et supportent des charges radiales ainsi que des charges axiales qui résultent de faibles défauts d’alignement	Usure galets et roulements +la casse de l’axe	Manque de graisse Introduction des corps étrangers Corrosion	Marche bruyant. Diminution de la précision de guidage. Déraillement	3	3	2	18	-Graissage chaque mois. -Changement systématique.
	Moteur électrique	Convertir l’énergie électrique en énergie mécanique.	Vibration du rotor + température élevée	Roulements , stator ou bien rotor	Marche bruyant. Elévation de la température	2	2	3	12	-Vérification systématique de la température et de la vibration



FST-FES

	Vérin	Faire translater les herse	fuit de l'huile +usure de la tige+le vérin avance plus lentement que la normale ou avance avec saccades.	Fissure dans la machette. Joints usés ou endommagés. Domage interne du vérin. Présence d'air dans le système hydraulique.	Casse de la tige. Toujours le niveau d'huile est bas. Cavitation et aération de la pompe.	2	4	2	16	-Vérifier le niveau d'huile -Vérifier la présence des fuites -Changement systématique de la manchette
	Treuil	Commander l'angle des herse.	Echauffement +bruit	Manque de graisse Milieu poussiéreux	Déformation des herse Diminution ou excès du débit	2	4	1	8	-Graissage systématique -vérifier l'état de l'étanchéité
	Herse	Gratter la matière	Déformation des poinçons	Frottement avec la matière. Angle n'est pas bien adapté à l'allure du volume de	Diminution ou excès du débit Déformation des racleurs	2	4	2	16	-renforcer les poinçons déformés -vérifier l'angle d'attaque des herse



FST-FES

Gratteur				la matière.						
	Câble de commande et puissance	Assurer l'alimentation électrique des équipements	Usure	Contact avec le sol Etirement lors du déplacement du Reclamer	Coupure de l'alimentation Risque d'électrocution	2	2	1	4	-Vérifier systématiquement l'état du câble
	Moteur électrique	Donner un mouvement de rotation à la chaîne	Bruit+échauffement+vibration	Manque de graisse dans les roulements Usure des roulements	Moteur grillé Arrêt du gratteur Casse de l'arbre	2	2	3	12	-Vérification systématique de la température et de la vibration
	Coupleur hydraulique	Relier le moteur et le réducteur	Bruit +vibration	Désalignement des axes à accoupler	Casse de l'accouplement	3	2	3	18	-Graissage systématique -Vérifier les



FST-FES

				Vibration des axes	Déformation des arbres					vibrations -changement systématique
Réducteur	Réduire la vitesse du moteur, augmenter le couple	Bruit +usure des pignons		Manque d'huile Vibration des axes Manque ou excès de graissage dans les roulements	Casse des pignons Rapport de vitesse non respecté Puissance et couple non transmis	2	4	1	8	-Vérifier systématiquement le niveau d'huile -Vérifier systématiquement l'étanchéité -Vérifier l'état des engrenages.
Tourteau de tête et de pied	Transmettre la puissance à la chaîne	usure des dentures, échauffement des paliers		Manque d'huile Milieu poussiéreux Contact métal métal avec la chaîne	Décentrage de la chaîne Coincement de la chaîne	3	3	2	18	-Vérifier systématiquement le niveau d'huile -Vérifier la présence des fuites d'huile -Vérifier l'état de l'étanchéité
Racleurs	Transporter et gratter la matière	déformation		Contact avec la matière Effort mal	Diminution du débit Coincement	4	3	2	24	-vérifier systématiquement l'état des racleurs



FST-FES

			racleurs	réparti sur le long des racleurs Excès de la Quantité transportée	d'un racleur Déformation de la chaîne					-Changement systématique des racleurs -Vérifier l'état des herses
	Galets de roulement	Guidage de rotation et supportent des charges radiales ainsi que des charges axiales qui résultent de faibles défauts d'alignement	usure	Manque de graissage Chaîne surchargé de racleurs Manque d'huile (contact métal métal)	Casse du galet Coincement de la chaîne	3	3	2	18	- Graissage chaque mois. -Changement systématique.
	Galets de guidage	Supporter les galets roulements	Usure	Manque de graissage Chaîne surchargé de racleurs Manque d'huile (contact métal métal)	Coincement de la chaîne Décentrage de la chaîne	3	3	2	18	-Graissage systématique -Changement systématique
	Rails	Permettre le	Déformation	Manque	problème	2	3	1	6	-Graissage



FST-FES

		transport du Réclamer	+usure + corrosion	d'huile Milieu poussiéreux	du freinage déviation du chariot sur sa course					<p>systematique</p> <p>-Nettoyage systematique des rails</p> <p>-Protection anticorrosion (galvanisation</p>
chaine		Transmettre la puissance fourni par le moteur + boite à vitesse	Usure des maillons de la chaine +déformation +décentrage de la chaine + corrosion	Manque d'huile Milieu poussiéreux Surchargé des racleurs Contact métal-métal.	Détachement des maillons Décentrage Coincement	3	4	2	24	<p>-Vérifier l'état des maillons</p> <p>-Vérifier le niveau d'huile</p>



Résultats

A partir du tableau précédent nous avons établi une classification des organes par leur criticités :

Nom	Criticité
Racleurs	24
Chaine	24
Galets de roulement	18
Coupleur hydraulique	18
Galets de roulement	18
Tourteau de tête et de pied	18
Galets de guidage	18
Herses	16
Vérin	16
Moteur électrique	12
Moteur électrique	12
Réducteur	8
Treuil	8
Rails	6
Câble de commande et puissance	4

Diagramme Pareto

Pour sélectionner les organes auxquels nous allons nous focaliser, nous allons appeler le diagramme de Pareto:

Nom	Criticité	Total	Criticité %	Cumule Criticité %
Racleurs	24	24	10,91	10,91
Chaine	24	48	10,91	21,82
Galets de roulement	18	66	8,18	30,00
Coupleur hydraulique	18	84	8,18	38,18
Galets de roulement	18	102	8,18	46,36



Tourteau de tête et de pied	18	120	8,18	54,55
Galets de guidage	18	138	8,18	62,73
Herses	16	154	7,27	70,00
Vérin	16	170	7,27	77,27
Moteur électrique	12	182	5,45	82,73
Moteur électrique	12	194	5,45	88,18
Réducteur	8	202	3,64	91,82
Treuil	8	210	3,64	95,46
Rails	6	216	2,73	98,18
Câble de commande et puissance	4	220	1,82	100,00

Tableau 6:classification des équipements critiques en ordre décroissant

Nous traçons la courbe ABC (Pareto).

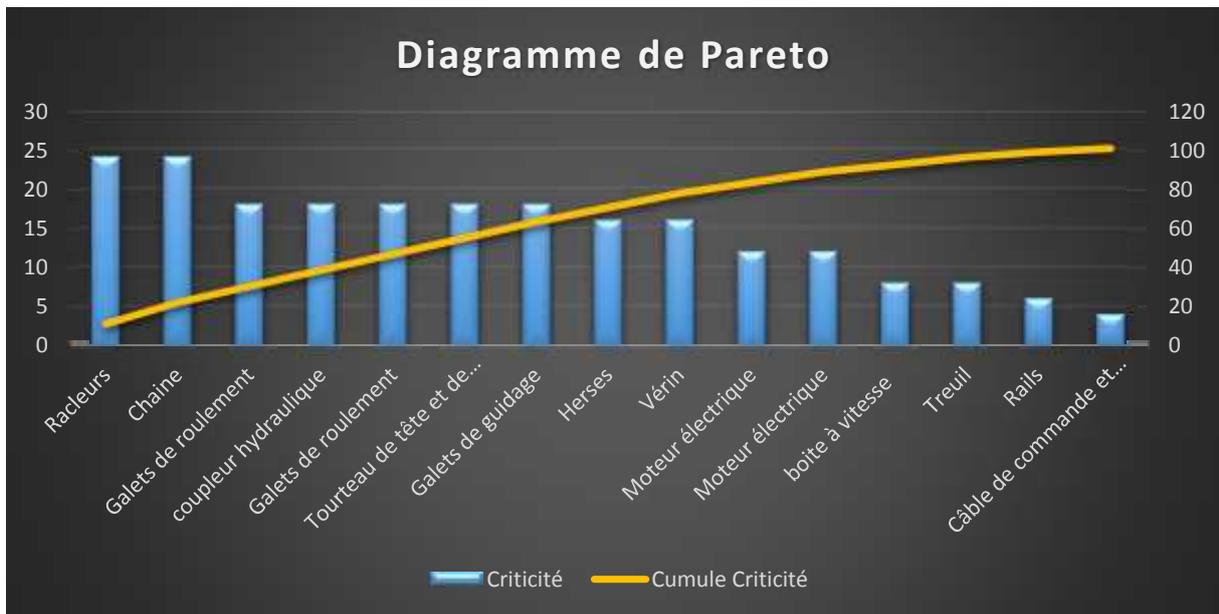


Figure 17 : diagramme de Pareto

**Analyse de la courbe :**

Classe A :représente 80% de la cumule de criticité ; Ces organes sont : Racleurs + Chaîne + Galets de roulements + Galets de guidage + coupleur hydraulique + Vérin + Tourteau + Herses.

Classe B :représente 15% de la cumule de la criticité ; Ces organes sont : Moteurs électriques +boite à vitesse +treuille+ Rails+

Classe C :représente 5% de la cumule de la criticité ; Ces organes sont Câble de commande et puissance.

➡ La classe des organes auxquels nous allons nous intéresser est la classe A, car c'est la partie qui cause beaucoup des défaillances

IV. Synthèse de l'étude**Plan de maintenance préventive :**

Désignation de l'entretien	Périodicité	Actions à suivre lors de l'entretien
Racleurs	Chaque semaine	-Vérifier l'état du racleur. -Vérifier la fixation du racleur avec la chaîne (boulons)
Chaîne	Chaque 3 jour	-Vérifier l'état des maillons. -Vérifier la lubrification. -Vérifier les vibrations. -Vérifier la déviation de la chaîne.
Galets de roulements	Chaque 15 jour	-vérifier l'état des roulements. -Vérifier la graisse.
Galets de guidage	Chaque 15 jour	-Vérifier l'état du galet. -Vérifier la lubrification.



Coupleur hydraulique	Chaque semaine	-Vérifier la température ($T < 120^\circ$). -Vérifier l'état des joints d'étanchéité. -Vérifier les fuites d'huiles et le niveau.
Vérin	Chaque 15 jour	-Vérifier la présence des fuites d'huile. -Vérifier les joints d'étanchéité et la manchette. -Vérifier l'état d'huile. -Vérifier l'état de la tige. -Vérifier la présence des bulles d'air. -Vérifier les conduites d'huile. -Vérifier la pompe. -Vérifier la course.
Tourteau	Chaque 15 jour	-Vérifier l'état du Tourteau. -Vérifier la lubrification.
Herses	Chaque mois	-Vérifier l'état des poinçons. -Vérifier l'existence des déformations et fissures.

Tableau 7:plan de maintenance proposé

V. Conclusion :

Nous avons abouti à un plan de maintenance préventive qui permet d'augmenter le temps de disponibilité des composants. Outre composants causent un arrêt totale de la chaine productive, tel que nous avons observé durant notre stage et en comparant avec l'historique des pannes dispose la chaine et le racleur.

La chaine, son disfonctionnement est causé aux frottements avec autres composants (nous avons exigé dans notre plan de maintenance la vérification de la lubrification) plus impacté par Racleur.

Le racleur, son disfonctionnement porter a objet d'une étude fonctionnelle afin de solutionner radicale la problématique du cahier de charge.



Chapitre 5 :

Analyse et calcul de structure du Racleur



I. Introduction :

Le Racleur cause des endommagements de la chaîne ainsi que des autres composants.

Nous allons donner des solutions pour augmenter sa durée de vie, par suite la durée de vie des autres composants.

II. Approche de l'étude :

Augmenter la durée de vie du Racleur est notre problématique dont nous avons proposé des solutions, sur le département de maintenance mécanique, groupés selon le tableau suivant :

	Propositions	Validité	Cause
Solution sans arrêt de la machine	Exiger à la production de diminuer le débit	Refus	Les commandes de la clientèle exigent un débit bien défini.
	Augmenter l'affinité de la matière	Refus	Nécessite l'installation d'un nouveau concasseur.
Solution avec arrêt de la machine	Augmenter le nombre des racleurs.	Refus	Surcharge sur la chaîne.
	Changer la forme du Racleur	Refus	-Cela demande une étude conceptuelle par suite un investissement. -Existence d'un stock de Racleur.
	Renforcer le Racleur	Admis	-Exploiter le stock existant. -Cela demande moins d'investissement.



Résultat :

La solution admise par le département de maintenance mécanique a été de « Renforcer le Racleur ».

Par la suite nous allons faire une analyse de structure, en exploitant l'atelier « GenerativeAnalysis », pour savoir les points critiques et essayer de les renforcer afin de solutionner racialement la problématique.

III. Démarche de l'analyse d'une structure :

- Création d'un modèle 3D.
- Définition des matériaux.
- Définition de l'environnement.
- Maillage du modèle.
- Visualisation des résultats.

IV. Application de la démarche :

1. Création du Modèle 3D :



Figure 18: vue isométrique du Racleur

Nous allons introduire notre réel Racleur dans le logiciel CATIA selon les côtes définies dans la figure ci-dessous :



Nous allons introduire le type de matériau dans le logiciel CATIA comme montre la figure ci-dessous :

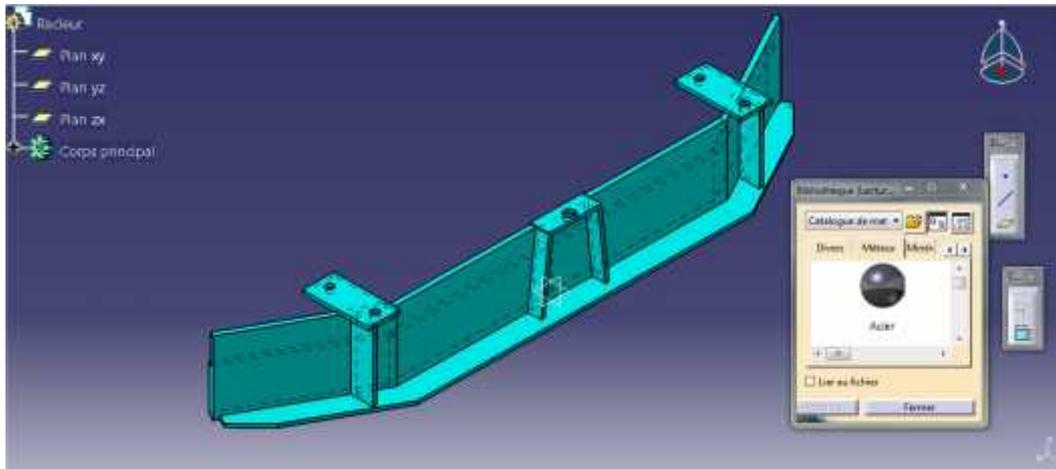


Figure 21 : Choix du matériau « Acier E24 »

3. Définition de l'environnement :

Pour définir l'environnement, il faut introduire les conditions aux limites ainsi que les différentes sollicitations.

- Définition des conditions aux limites :

Le racleur est fixé sur la chaîne grâce aux parties de fixations.

Pour cela, nous allons fixer les parties de fixations comme montre la figure suivante :

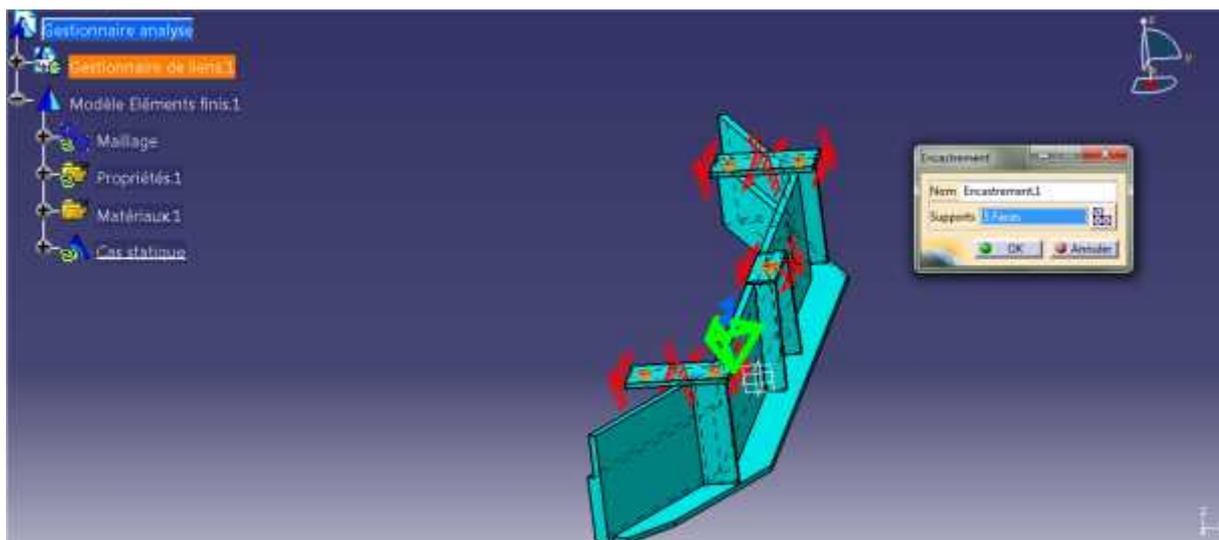


Figure 22 : Fixation du Racleur dans les zones en rouges

- Définir les sollicitations :

La matière transportée applique une force surfacique sur le Racleur.



Nous avons introduit une force de 2000 N comme montre la figure ci-dessous :

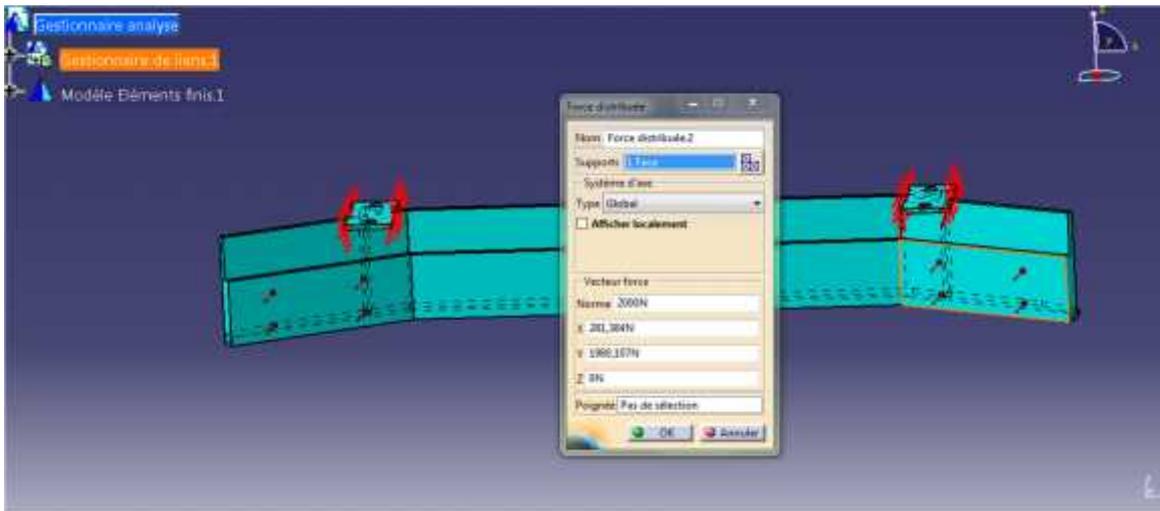


Figure 23: application des forces distribuées

4. Création du maillage :

Cette étape est très importante pour savoir la répartition des contraintes au long du Racleur ainsi que pour déterminer les zones à renforcer par la suite.

La figure suivante nous montre le maillage approprié :

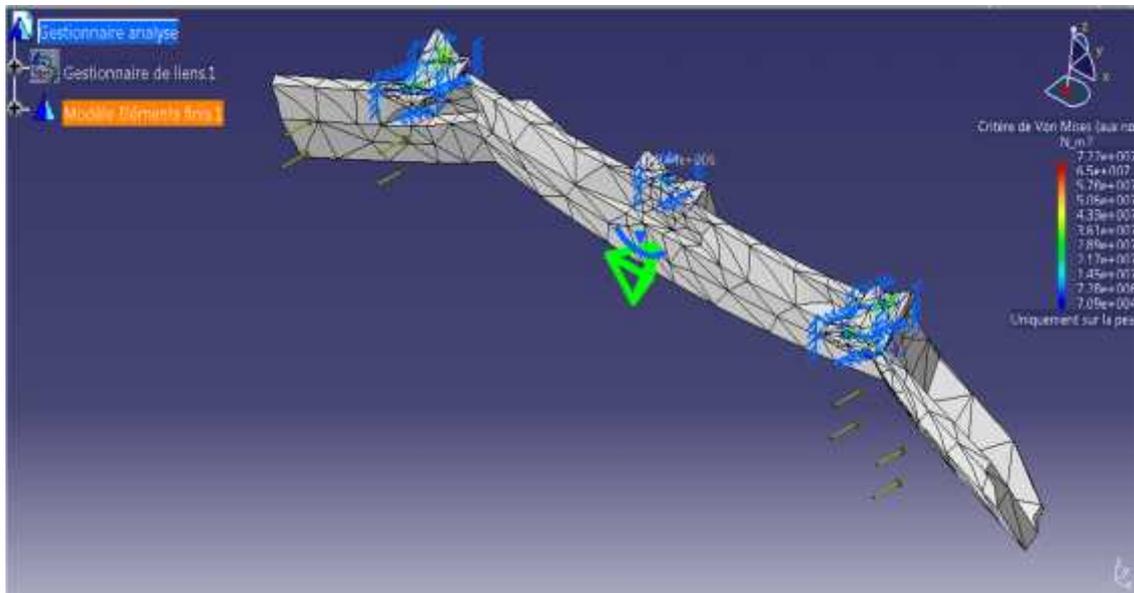


Figure 24 : Maillage du modèle

Le mailleur tétraédrique de CATIA permet très aisément d'obtenir un maillage d'une pièce massive. Ce maillage est généré automatiquement lors de l'ouverture de l'atelier de calcul.



Entité	Nombre
Nœuds	2817
Eléments	1277

5. Visualisation des résultats :

Après avoir introduire tous les paramètres pour le logiciel CATIA, maintenant nous allons lancer les calculs afin de voir la répartition des contraintes au long du Racleur.

CATIA a fourni les résultats suivants dans la figure ci-dessous

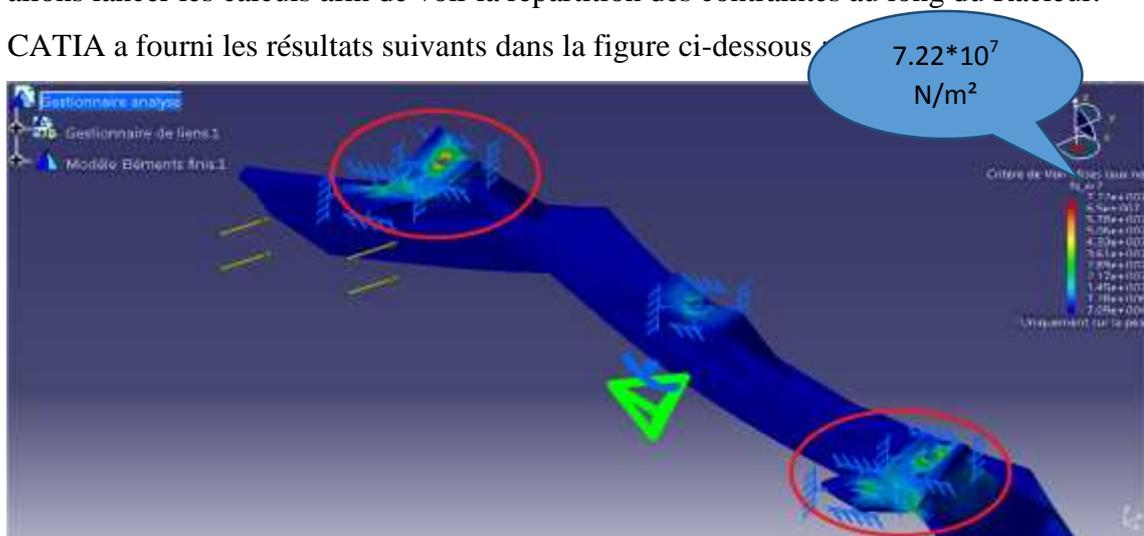


Figure 25: comportement du Racleur face aux sollicitations

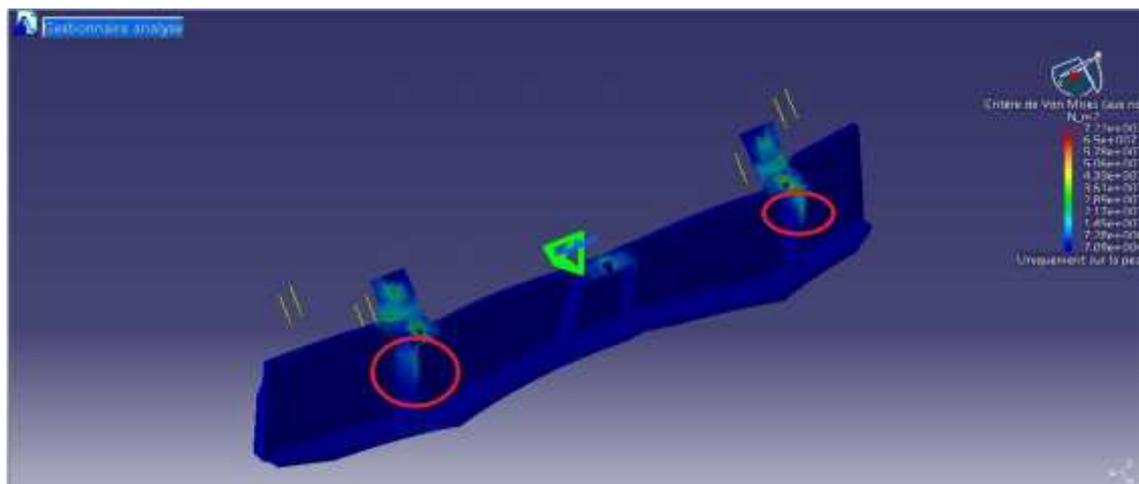


Figure 26: illustration de la zone critique

➡ Les zones entourés d'un cercle rouge, ce sont les zones qui nécessitent un renforcement.



V. Modèles proposés :

1. 1^{er} modèle proposé :

Après plusieurs expériences faites sur CATIA afin de trouver des solutions.

Nous avons aboutis à ce modèle que montre la figure suivante :

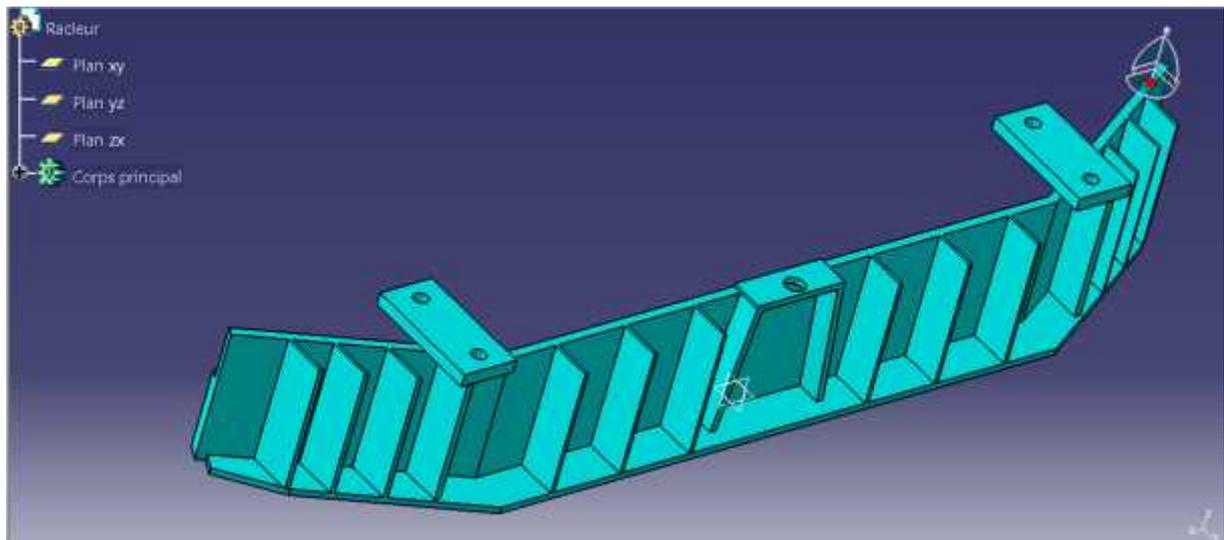


Figure 27: 1er modèle proposé

- L'épaisseur des parties de fixations a changé de 10mm à 20mm.
- 12 plaques de renfort placés verticalement au long du Racleur.

Ce changement a été suite à plusieurs expériences faites sur CATIA jusqu'à ce que nous sommes arrivés à un bon résultat.

Nous avons appliqué les mêmes étapes de l'analyse de structure, pour valider ce modèle.



Résultat :

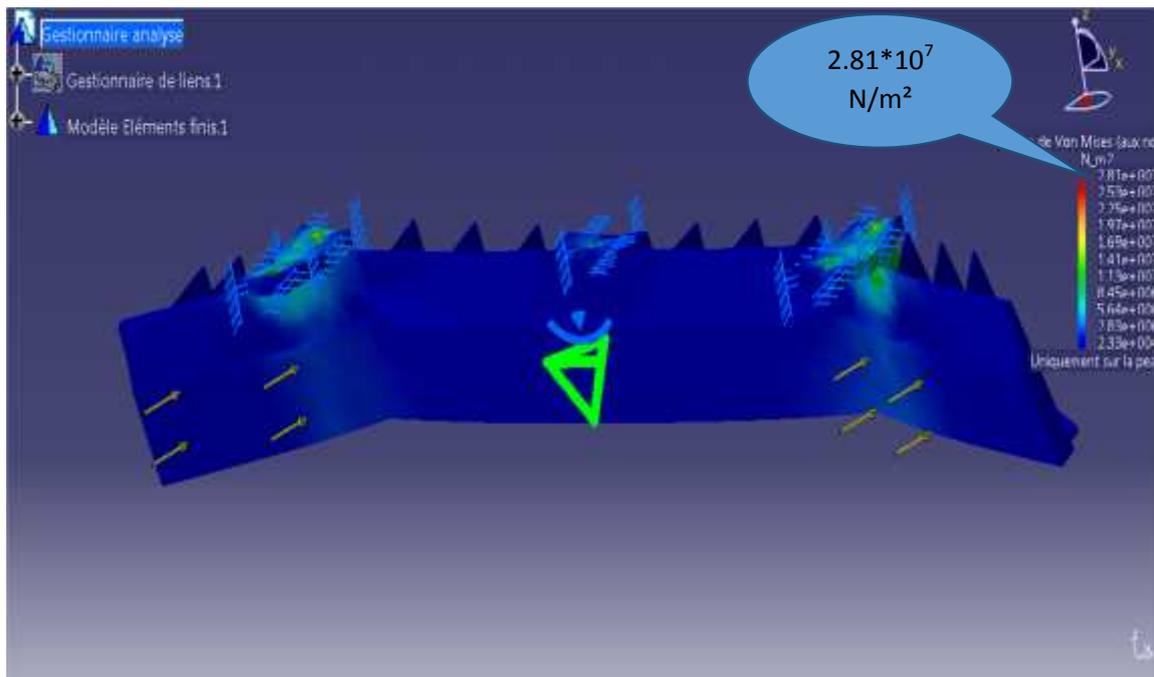


Figure 28 : Résultat obtenu pour le 1er modèle proposé

➔ Comparaison avec l'ancien modèle :

La contrainte maximale figurant dans le modèle ancien est presque 3.4 fois plus grande que celle de ce modèle ($7.22 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2 > 2.81 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$).

➔ Le renforcement proposé permet de résister plus aux sollicitations, par suite sa durée de vie va augmenter.

2. 2ème modèle proposé :

Nous avons proposé un deuxième modèle, comme montre la figure ci-dessous :

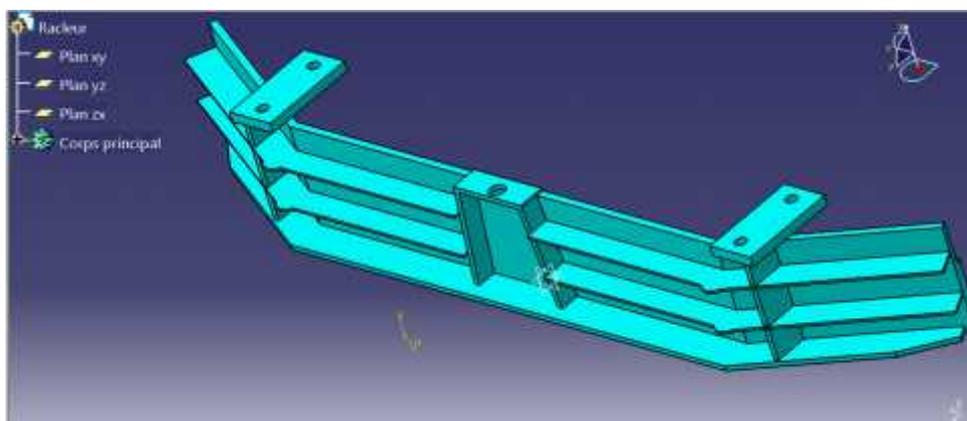


Figure 29 : 2ème modèle proposé



- L'épaisseur des parties de fixations a changé de 10mm à 20mm.
- 2 plaques de renfort placés horizontalement au long du Racleur.

Ce changement a été suite à plusieurs expériences faites sur CATIA jusqu'à ce que nous sommes arrivés à un bon résultat.

Nous avons appliqué les mêmes étapes de l'analyse de structure, pour valider ce modèle.

Résultat :

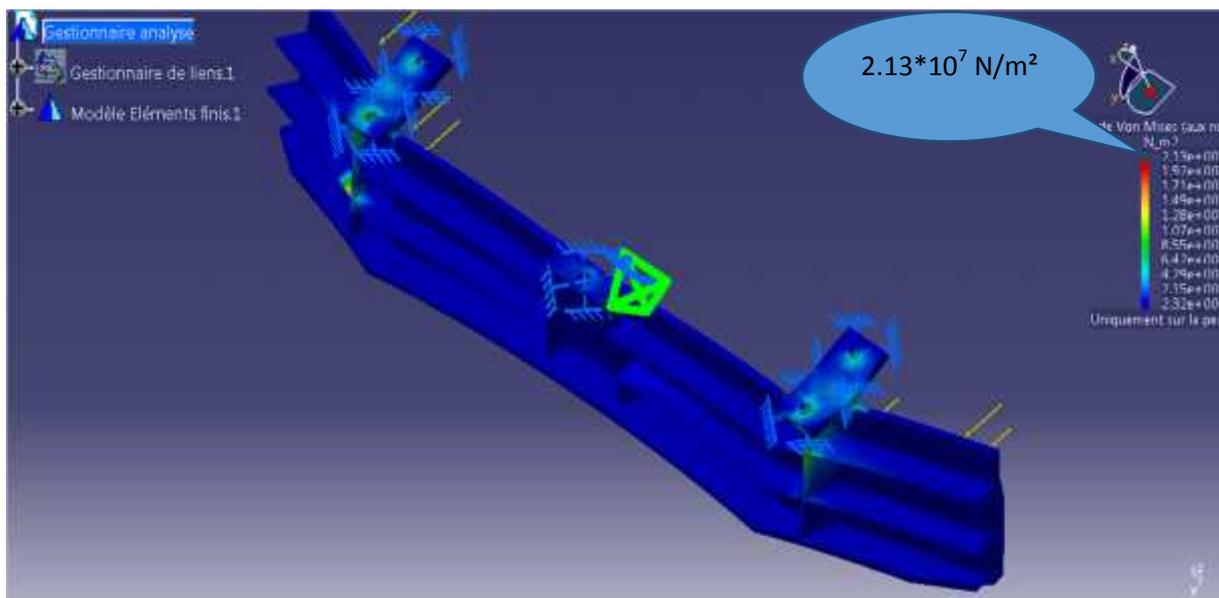


Figure 30 : 2ème modèle proposé

➡ Comparaison avec l'ancien modèle :

La contrainte maximale figurant dans le modèle ancien est presque 3.4 fois plus grande que celle de ce modèle ($7.22 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2 > 2.13 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$).

➡ Le renforcement proposé permet de résister plus aux sollicitations, par suite sa durée de vie va augmenter.



VI. Conclusion :

Vu une légère différence dans les contraintes maximale des deux modèles proposés, nous avons décidé d'adopter la deuxième solution.

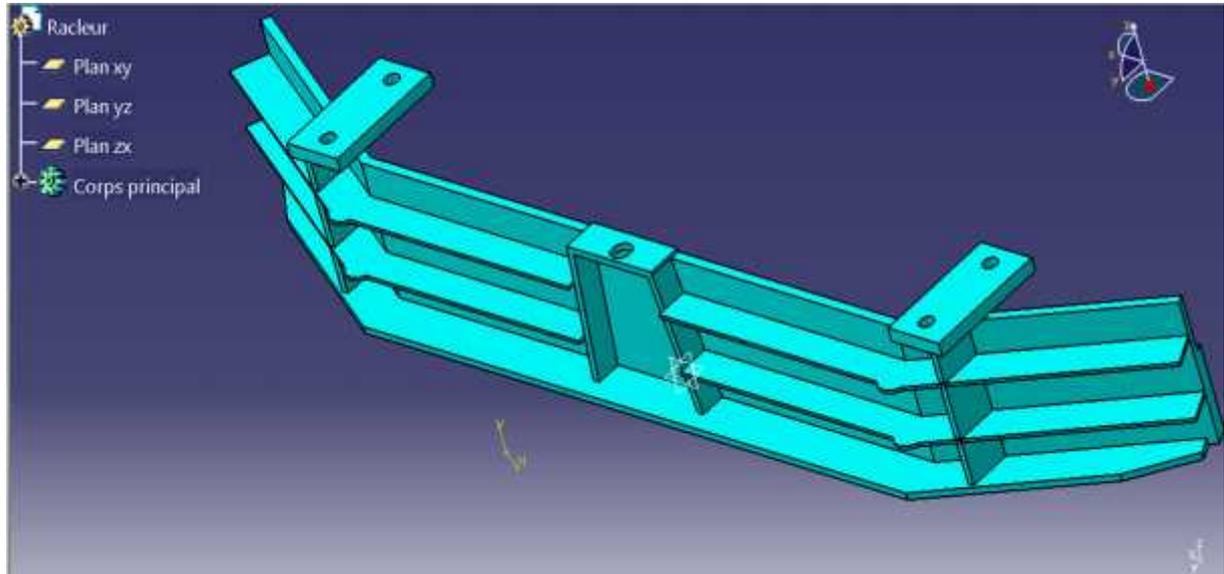


Figure 31: solution finale

Les modifications que nous avons proposées dans ce modèle (figure 31) pour renforcer le Racleur ont été validées.

Ces modifications peuvent être faites au sein de l'usine, puisqu'ils ont un service de chaudronnier capable de faire ces renforts.



Chapitre 6

Manuel de l'application «WebGratt» proposé



I. Introduction :

Vu l'intérêt des logiciels que nous avons remarqué ainsi que la nouvelle politique que suit la société, qui est rendre tout informatisé, nous avons eu l'idée de rendre notre plan de maintenance sous forme d'une application web. Mais avant, il fallait comprendre le processus suivi lors d'une intervention du service de maintenance.

Le processus figure dans l'ordre des icônes posées sur l'application, et il est comme suit :

Tout d'abord, il faut planifier une visite avec précision des composants à visiter ainsi que le nom du visiteur. Ensuite, il faut attendre les résultats de l'inspection et selon ces derniers ils vont intervenir selon le besoin. Puis, faire une révision sur l'intervention faite.

II. Manuel de l'application :

Dans le but de vous éclaircir comment gérer ce programme, nous avons proposé le manuel suivant.

Tout d'abord, voilà l'interface que vous allez trouver dès que vous ouvrez le programme



Comme vous voyez il y a beaucoup d'icône « visite, composants,..... », Nous allons expliquer que contient chaque icône.

Visite :



Lors d'une planification d'une nouvelle visite vous cliquer sur « ajouter visite », puis vous remplissez le contenu et vous cochez le nom du visiteur ainsi que le(s) composant(s) à visiter, ensuite cliquer sur ajouter (pour que cette visite s'enregistre en attendant les résultats d'inspections).



Ajouter Visite

description visite:

date visite:

visiteur:

Raya hamid Azri abdelali

composant:

Racleur Chaîne Galets de roulements Galets de guidage Accouplement hydraulique
 Verin hydraulique Tourteau Herses

Si vous voulez voir l'historique des visites effectués, vous cliquez sur liste des visites et l'historique s'affichera.

Composants :

Dans cette icône, vous avez la « liste des composants » qui contient le nom et le nombre de ces derniers en stock, si le nombre d'un composant est inférieur à 5 vous voyez du rouge dans l'icône du stock.



Id composant	description	Mis en marche	Niveau securite	Nombre en stock	Action a suivre
1	Racleur	2012-05-02	Moyen	178	-Vérifier l'état du racleur. -Vérifier la fixation du racleur avec la chaîne (boulons)
2	Chaîne	2012-05-02	Moyen	3	-Vérifier l'état des maillons. -Vérifier la lubrification. -Vérifier les vibrations. -Vérifier la déviation de la chaîne.
3	Galets de roulements	2012-05-02	Moyen	3	-vérifier l'état des roulements. -Vérifier la graisse.
4	Galets de guidage	2012-05-02	Moyen	108	-Vérifier l'état du galet. -Vérifier la lubrification.
5	Accouplement hydraulique	2012-05-02	Faible	8	-vérifier le niveau de vibration
6	Vern hydraulique	2012-05-02	Elevé	8	-Vérifier la présence des fuites d'huile. -Vérifier les joints d'étanchéité et la manchette. -Vérifier l'état d'huile. -Vérifier l'état de la tige. -Vérifier la présence des bulles d'air. -Vérifier les conduites d'huile. -Vérifier la pompe. -Vérifier la course.

Si vous avez besoin d'ajouter un autre composant que nous avons oublié ou bien qui est par ancienneté devenu critique, vous cliquez sur ajouter un composant et vous remplissez les icones, puis cliquez sur ajouter.



Ajouter Composants

description:

Ter Mis en marche:

Niveau de sécurité:

Faible Moyen Elevé

Nombre en stock:

Action à suivre:

ajouter

Compte rendu :

Dans cette icône, vous entrez les résultats de chaque inspections en cliquant sur « ajouter compte rendu », et en remplissant ce qui suit :



Ajouter Compte rendu

Nom de responsable:

Date de compte rendu:

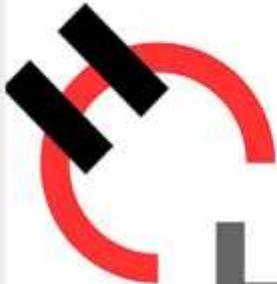
Description compte rendu:

Nom composant:

Etat du composant :

Action engagée:
 pas de problem depannage reparation

Puis ils s'enregistrent et si vous avez besoin de ces comptes rendus vous n'avez qu'à cliquer sur « liste compte rendu ».



Holcim

Id compte rendu	Nom de responsable	Date de compte rendu	Description compte rendu	Nom du composant	Etat	Action engagée
33	Omar	2015-05-06	changement de Racleur	Racleur	mauvais	reparation
32	Mohammed	2015-05-07	changement de galet de guidage	galet de guidage	mauvais	reparation

Remarque : l'icône en bas de la page « Export as MS Word » permet de générer un fichier Word dont l'intérêt est avoir la possibilité de garder une copie du compte rendu sur ordinateur ainsi que l'envoyer par email entre les membres de la société.

Opérations :



A partir des résultats d'inspections un ordre est lancé pour débiter une opération, alors l'icône « ajouter opération » vous facilite la rédaction d'un ordre selon le besoin, vous n'avez qu'à remplir la fiche et cliquer sur ajouter.

Ajouter Operation

Nom du composant:

Racteur Chaîne Galets de roulements Galets de guidage Accouplement hydrolique Verin hydraulique Tourteau Herse

description operation:

Type d'operation:

depannage reparation

Date operation:

Duree operation (heure):

Id compte rendu:

ajouter

Les opérations s'enregistrent et si vous en avez besoin, vous pouvez les trouver dans l'icône « liste des opérations ».

Révision :

Après chaque opération, il est indispensable de faire une révision. Lors d'une révision vous allez remplir la fiche qui s'affichera lorsque vous cliquer sur « ajouter révision ».



Ajouter Révision

Description révision:

Date révision:

Etat de la piece :

Id opération:

ajouter

Et si vous avez besoin de revoir ces révisions vous n'avez qu'à cliquer sur « liste des révisions » et elles s'afficheront.

A propos :

Dans cette icône, vous allez trouver la documentation nécessaire et une vidéo prise lors du travail de la machine.



[Manuel Gratteur](#)
[Doc électrique](#)



Plan de maintenance :

Nous avons programmé notre plan de maintenance, quand il est temps de faire une visite une icône en rouge s'affichera indiquant le composant qu'il faut vérifier comme suit :



Lorsque cette icône apparaît, il faut commencer le processus de la maintenance indiqué auparavant.

III. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons expliqué comment utiliser cette application à travers un manuel qui va guider les maintenanciers à la bien exploiter et leurs faciliter les tâches, tout en les signalant le jour de la visite, le(s) composant(s) à visiter ainsi que tout le processus à suivre lors d'un déclenchement d'une visite.



Conclusion

Au terme de ce stage, nous avons pu atteindre nos objectifs en solutionnant la problématique qui nous a été confié, selon le résumé suivant :

En premier temps, nous avons commencé par décrire la machine afin de savoir son fonctionnement, ainsi que connaître ces faiblesses en exploitant l'historique des pannes. Ensuite, nous avons entamé l'étude AMDEC en analysant les modes de défaillances de chaque composant présent dans l'historique des pannes.

Puis, nous avons établi un plan de maintenance préventive qui a pour objectif de maintenir chaque composant, et augmenter le temps de disponibilité de la machine RECLAIMER. Par la suite, nous avons constaté que le composant Racleur de la machine cause des endommagements des autres composants. Nous avons proposé plusieurs solutions, dont le département de la maintenance mécanique n'a admis qu'une seule solution « Renforcer le racleur ». En exploitant le logiciel « CATIA », nous avons mis le doigt sur les points critiques qui nécessitent un renforcement. Puis, nous avons proposé deux solutions, et nous avons adopté une seule solution après un Brainstorming avec le responsable de la maintenance mécanique

Finalement, nous avons créé une application « WebGratt » qui permet de gérer la maintenance en introduisant notre plan de maintenance préventive proposé.

Cette expérience nous a été trop bénéfique, et nous espérons pouvoir approfondir encore nos connaissances et rester en contact permanent avec l'évolution mondiale, que connaît l'univers industriel trop influent.