



RAPPORT DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du

**Diplôme de Master Sciences et Techniques
Spécialité : Génie Mécanique et Productique**

Thème :

***Fiabilisation des équipements de la chaîne de lavage
« Mise en place des outils OPS »
Méthode de résolution de problème***

Présenté par :

Zouhir AGUENI

Encadré par :

- Imane MOUTAOUAKKIL, Professeur département Génie Mécanique, FST Fès
- Mohammed DEAI, OCP Khouribga

Effectué à : OCP Khouribga

Soutenu le : 12/06/2018

Devant le jury :

• Pre. I. MOUTAOUAKKIL	Faculté des Sciences et Techniques de Fès
• Pr. A. EL BARKANY	Faculté des Sciences et Techniques de Fès
• Pr. M. EL MAJDOUBI	Faculté des Sciences et Techniques de Fès

Année Universitaire : 2017-2018



RESUME

Ce stage, d'une durée de quatre mois, a consisté à mettre en place des outils de travail OPS telle que la méthode de résolution du problème (MRP) pour bien fiabiliser les équipements de la chaîne de lavage.

Ce rapport présente le travail que j'ai effectué lors de mon stage au sein de l'OCP. Il s'est déroulé du 1 février au 31 mai 2018 à la laverie BENI A MIR. Pendant cette période, Je me suis familiarisé avec un environnement technique. Ceci m'a permis ensuite, tout au long de mon stage de mettre en place des outils d'aide à rendre les installations de la chaîne de lavage plus efficiente.

Le projet réalisé s'est avéré très intéressant et très enrichissant pour mon expérience professionnelle. En effet, ma formation s'inscrit précisément dans ce secteur. Grâce à ce stage, j'ai travaillé sur des projets qui m'ont permis d'entrevoir en quoi consiste la profession d'ingénieur dans ce secteur d'activité.

Le but de ce rapport n'est pas de faire uniquement une présentation exhaustive de tous les aspects techniques que j'ai pu apprendre ou approfondir, mais aussi, de manière synthétique et claire, de faire un tour d'horizon des aspects techniques et humains auxquels j'ai été confronté.

Je vous expose dans ce rapport en premier lieu une présentation de l'entreprise d'accueil. Ensuite, je vous explique les différents aspects de mon travail durant ces quelques mois et enfin, je résume les apports de ce stage.

Mots Clés : OPS, MRP

ABSTRACT



This internship, lasting four months, consisted of setting up OPS work tools such as the method of solving the problem (MSP) to make the equipment of the washing line more reliable.

This report presents the work which I carried out at the time of my internship within the OCP. It was held from February 1st to May 31st, 2018 with the laundry BENI AMIR. For this period, I familiarized myself with a technical environment. This allowed me then, throughout my internship to set up tools of assistance to return the installations of the more efficient chain of washing.

The project carried out proved very interesting and very enriching for my professional experience. Indeed, my formation fits precisely in this sector. Grace to this internship, I worked on projects which enabled me to foresee of what the occupation of engineer in this branch of industry consists.

The goal of this report is not to make only one exhaustive presentation of all the technical sides which I could learn or deepen, but also, in a synthetic and clear way, to make a review of the technical sides and human with which I was confronted.

I initially expose you in this report a presentation of the company of reception. Then, I explain you the various aspects of my work during these a few months and finally, I summarize the contributions of this internship.

Keywords : OPS, MSP



DEDICACES

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents qui ont tant donné.

Pour leur immense soutien, leur grand amour, leurs sacrifices et leurs prières.

Qu'ils acceptent ici l'hommage de ma gratitude, qui, si grande qu'elle puisse être, ne sera jamais à la hauteur de leur tendresse et leur dévouement.

A mes chers frères.

A mes chères sœurs.

Vous aviez toujours cru en moi, et c'est dans votre présence que j'ai puisé la volonté de continuer.

A toute ma famille.

A toutes mes chères amies et à tous mes chers amis.

A toutes mes enseignantes et à tous mes enseignants.

A tous ceux que j'aime.

A tous ceux qui m'aiment.

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin...

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, Je tiens à remercier Dieu, le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qui m'ont permis d'arriver jusque-là.

J'ai l'honneur de présenter mes remerciements les plus sincères à tous les professeurs qui m'ont enseigné durant mon cursus d'étude. Je remercie tout particulièrement l'équipe pédagogique de la filière Génie mécanique et productique.

J'ai l'énorme plaisir de présenter mes sincères remerciements à mon encadrante pédagogique Madame Imane MOUTAOUAKKIL pour ses conseils efficaces et ses directives judicieuses qui m'ont aidé à surmonter plusieurs problèmes et consolider mes connaissances théoriques.



Aussi mes remerciements s'adressent également à mes encadrants professionnels M. Khalid MANTOURANE responsable de service mécanique et M. Mohamed DEAI chef d'atelier pour leurs conseils, orientations et soutiens.

Mes profondes et respectueuses gratitude s'adressent aussi aux agents du service OIK/LB/M et en particulier Youssef HANJRI, Adil ELHORRE, Oussama NIA et LOUZI pour leur accueil chaleureux qu'ils m'ont réservé.

Mes remerciements vont également à l'endroit de mes collègues et de tous ceux qui de près ou de loin m'ont apporté leur soutien.

Enfin, Un vif remerciement aux membres du jury, qui ont bien voulu prendre la peine de lire ce travail, et de l'évaluer.

TABLES DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I : Aperçu sur le groupe OCP et l'environnement de stage	3
1 Présentation du groupe OCP	3
1.1 Généralités	3
1.2 Historique de l'OCP.....	4
1.3 Organisation de l'OCP.....	4
1.4 FILIALES :	5
2 Présentation de la LAVERIE BENI AMIR	6
2.1 Missions de la LAVERIE	6
2.1.1 Objectifs	6
2.1.2 Services.....	7
2.2 Procédé de traitement des phosphates :	7
2.3 Les unités de traitement	8
2.3.1 Alimentation en brut.....	8



2.3.2	Lavage.....	8
3	Présentation du sujet.....	11
	CHAPITRE II : Analyse de la disponibilité de la chaîne de lavage.....	12
1	Indicateurs caractéristiques du fonctionnement de la chaîne de lavage.....	14
1.1	Indicateur de fiabilité.....	14
1.2	Indicateur de maintenabilité.....	14
1.3	Taux de disponibilité.....	15
2	Analyse PARETO.....	16
3	Classification des pannes pour le débourbeur.....	20
	CHAPITRE III : Etude AMDEC pour le crible.....	22
1	Définition.....	25
2	But de l'AMDEC.....	25
3	La méthodologie.....	25
4	Etude de qualité du crible (Méthode des 5 pourquoi).....	34
5	Elaboration de plan de maintenance préventive.....	35
	CHAPITRE IV : Application de la méthode de résolution de problème au débourbeur.....	37
1	OCP Production system.....	41
1.1	Définition.....	41
1.2	Pourquoi OPS.....	41
1.3	Les grands blocs de L'OPS.....	41
2	Méthode de résolution de problèmes.....	42
2.1	Etape 1 : Identification du phénomène.....	46
2.2	Etape 2 : Comprendre le fonctionnement normal du système.....	48
2.3	Etape 3 : Fixer les objectifs.....	54
2.4	Etape 4 : Analyse des causes racines.....	55
2.5	Etape 5 : Actions et contre-mesures.....	60
2.6	Matrice de décision.....	65
2.6.1	Objectif.....	65
2.6.2	Déroulement.....	65
	CHAPITRE V : Mise en œuvre des solutions proposée.....	67
1	Mise en œuvre des ceintures chauffantes sur fût.....	72
2	Disponibilité de la chaîne après la mise en place de la ceinture chauffante sur fût.....	73
3	Aperçu sur les fûts KGP-2/P-E.....	74



CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES.....	75
------------------------------------------	----

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

Listes des figures

Figure 1 : Pourcentages de satisfaction des besoins en phosphate.....	3
Figure 2 : Organigramme générale du groupe OCP.....	5
Figure 3 : Synoptique de la LAVERIE BENI AMIR.....	6
Figure 4 : Services de la LAVERIE	7
Figure 5 : Roue pelle	8
Figure 6 : Débourbeur	8
Figure 7 : Crible	9
Figure 8 : Groupe hydro-cyclone	9
Figure 9 : Partie principale d'un cyclone	9
Figure 10 : Décanteurs boues	11
Figure 11 : La disponibilité de la chaine de lavage.....	16
Figure 12 : Courbe de PARETO en termes de fiabilité.....	18
Figure 13 : Courbe de PARETO en termes d'indisponibilité.....	19
Figure 14 : La répartition de la fréquence des pannes de débourbeur.....	21
Figure 15 : La répartition de la durée des pannes de débourbeur.....	22
Figure 16 : Crible vibrant	26
Figure 17 : Eléments constituant le crible	29
Figure 18 : Diagramme bête à cornes.....	30
Figure 19 : Diagramme de l'environnement	31
Figure 20 : Méthode SADT.....	31
Figure 21 : Résultats AMDEC du crible	34
Figure 22 : Diagramme de 5 pourquoi	35
Figure 23 : Blocs de L'OPS.....	42
Figure 24 : 7 étapes de résolution de problème.....	45
Figure 25 : Système de débourbage.....	49
Figure 26 : Système d'entraînement du débourbeur.....	50
Figure 27 : Couronne-pignon	51
Figure 28 : Système de lubrification des patins	52
Figure 29 : Système de lubrification de la couronne dentée	53
Figure 30 : Eléments constituant du surpresseur.....	53
Figure 31 : La répartition des causes racines	58
Figure 32 : Ceinture chauffante pour fût, grande souplesse.....	62
Figure 33 : Ceinture chauffante indéformable pour fût.....	63
Figure 34 : Fond chauffante pour fût.....	64
Figure 35 : Chauffage des fûts sur roulettes.....	64
Figure 36 : Ceinture chauffante grande souplesse pour fût.....	72
Figure 37 : Fût de type KGP-2/P-E.....	74

Listes des tableaux

Tableau 1 : Indicateurs techniques de la chaine de lavage.....	15
Tableau 2 : Historique des pannes	17
Tableau 3 : Indice de fiabilité.....	17
Tableau 4 : Indice d'indisponibilité	18
Tableau 5 : Répartition des pannes de débourbeur	20
Tableau 6 : La fréquence des pannes de débourbeur	21
Tableau 7 : La répartition de la durée des pannes de débourbeur	22
Tableau 8 : Analyse matérielle du crible.....	29
Tableau 9 : Synthèse AMDEC du crible.....	34
Tableau 10 : Solutions possibles	36
Tableau 11 : Méthode QQQQCP	47
Tableau 12 : Méthode SMARTE	55
Tableau 13 : Workshop avec Multivoting.....	58
Tableau 14 : Matrice de sélection	66
Tableau 15 : Indices de performance de la chaine de lavage.	73

Listes des sigles

5G	Gemba, Gembutsu, Genjitsu, Genri et Gensoku
5S	Seiri, Seiton, Seison, Seiketsu et Shitsuke
AMDEC	Analyse des Modes de Défaillances de leur Effet et de leur Criticité
BPL	Bone Phosphate of Lime
CM	Contre Mesure
FC	Fonction complémentaire
FP	Fonction principe



	HG	High Grade
LG		Low Grade
MEA		Merah El Ahrach
MTBF		Mean Time Between Failures
MTTR		Mean Time To Repair
OCP		Office Chérifien des Phosphates
OPS		OCP Production System
QOQOCP		Quoi, Qui, Ou, Quand, Comment et Pourquoi
SADT		Structured Analysis and Design Technic
SB		Débourbeur
SMART		Spécifique, Mesurable, Atteignable, Réalisable, Temporaire
TD		Taux de disponibilité
TPS		Toyota Production System

INTRODUCTION GENERALE

De nos jours, les activités industrielles se multiplient et les entreprises dénombrent de multiples besoins en termes de qualité et de performance industrielle, sous les contraintes classiques du budget et du respect du délai, tout en assurant un coût acceptable pour le client.

Dans ce sens, et pour confirmer sa présence à l'échelle nationale et internationale et conserver sa position parmi les leaders sur le marché des phosphates et de ses dérivées, OCP s'est déployé tous les moyens industriels et managériaux pour assurer un tel objectif.

Pour aboutir à ces objectifs en augmentant son chiffre d'affaire et en améliorant sa productivité, la direction de production minière de Khouribga du groupe OCP a lancé une série de projets de renouvellement de ses infrastructures et de ses unités,

En effet ; il est aujourd'hui impératif de pouvoir disposer d'une visualisation en temps réel de l'état et de l'évolution des installations, ceci afin que l'opérateur puisse prendre, le plus vite possible, les décisions permettant d'atteindre les objectifs de production.

C'est dans cette perspective que se situe mon projet de fin d'études qui porte sur « La Fiabilisation des équipements de la chaîne de lavage de la laverie Beni Amir »

Le document est organisé de la manière suivante :

- 📄 Le chapitre 1 sera consacré en premier lieu à la présentation générale de l'entreprise, et en second lieu au contexte du projet et à la définition de cahier des charges.
- 📄 Le chapitre 2 présente la disponibilité de la chaîne de lavage et détermination des équipements névralgiques de celle-ci.
- 📄 Le chapitre 3 traite l'étude AMDEC et la définition d'un plan de maintenance préventive à appliquer sur ces équipements.
- 📄 Le chapitre 4 traite la mise en place de la méthode de résolution de problème afin d'éliminer les causes racines des pannes critiques.
- 📄 Le chapitre 5 sera entamé la mise en œuvre des solutions proposées et leur limite.



CHAPITRE I : Aperçu sur le groupe OCP et l'environnement de stage

Introduction

Dans ce chapitre je vais présenter le groupe OCP de Khouribga, ainsi que la LAVERIE BENI AMIR lieu de mon stage de formation, tout en exposant les objectifs et les grands projets de l'entreprise. Puis je vais déterminer le contexte général du mon projet et le cahier des charges.

Présentation du groupe OCP

Généralités

Le Maroc est pourvu de la plus grande réserve du Phosphate au monde. Cette richesse est estimée aux environs de 51.8 milliards de tonnes, soit 75% des réserves mondiales. Le seul organisme exploitant ce minerai est le groupe OCP (Office Chérifien des Phosphates). Ce monopole a été créé par le dahir chérifien du 07 Août 1920 réservant tous les droits de recherche et d'exploitation à l'Etat Marocain.

Le Groupe OCP est spécialisé dans l'extraction, la valorisation et la commercialisation du phosphate et des produits dérivés. Le phosphate provient des sites de Khouribga, Ben guérir, Youssoufia et Boucraâ-Laâyoune. Une fois traité, il est exporté aux industries chimiques du Groupe, à Jorf Lasfar ou à Safi pour être transformé en produits dérivés commercialisables comme : l'acide phosphorique ou les engrais solides. OCP est le premier producteur et exportateur mondial de phosphate sous toutes formes.

Le Groupe OCP livre aux cinq continents de la planète ; ses exportations représentent des pourcentages importants de satisfaction des besoins en phosphate sous toute forme pour 140 clients dans le monde entier.

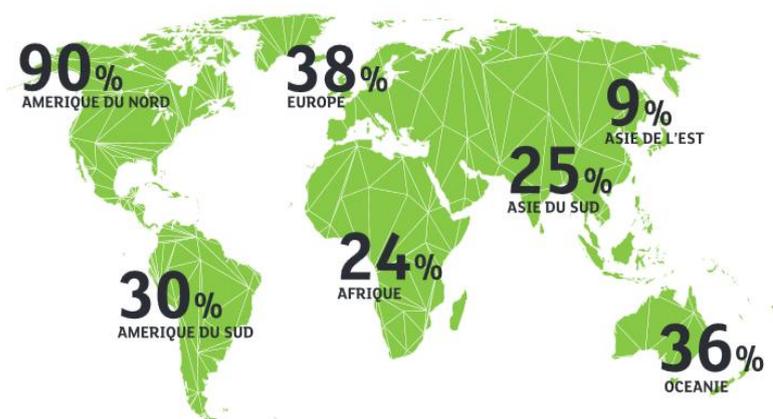


Figure 1 : Pourcentages de satisfaction des besoins en phosphate



Historique de l'OCP

Les premiers indices des phosphates au Maroc ont été découverts en 1905 près d'Essaouira. Dès lors, plusieurs prospections ont été menées par des géologues étrangers qui ont aboutis à la découverte du plateau Guergouri (au sud de Marrakech) en 1908.

Dans la région de Khouribga, les premières révélations d'existence de phosphates ont été déclarées en 1912 et ce n'est qu'en 1917 que la direction des chemins de fer militaire a confirmé la présence des sites Oued Zem.

L'étude de l'exploitation des gisements a commencé en 1919. Deux ans plus tard, l'exploitation effective du phosphate a commencé dans le gisement Ouled Abdoune de la région Khouribga - Oued Zem. Depuis cette année, grâce à un phosphate ayant une teneur de 75% en BPL, le groupe OCP a démarré sa conquête du marché mondial. En 1931, en vue d'augmenter sa production, l'office a commencé l'exploitation de gisement Gantour de l'Youssoufia, puis après ceux de Benguerir et de Boucraâ-Laâyoune.

Après avoir été affecté par la crise économique en 1929, le groupe OCP a été mené à subir les conséquences de la seconde guerre mondiale, mais les années ultérieures ont été riches d'exploit sur tous les niveaux. En 1965, avec la mise en service de Maroc Chimie à Safi, le Groupe devient également exportateur de produits dérivés. En 1998, il franchit une nouvelle étape en lançant la fabrication et l'exportation de l'acide phosphorique purifié au site de Jorf Lasfer.

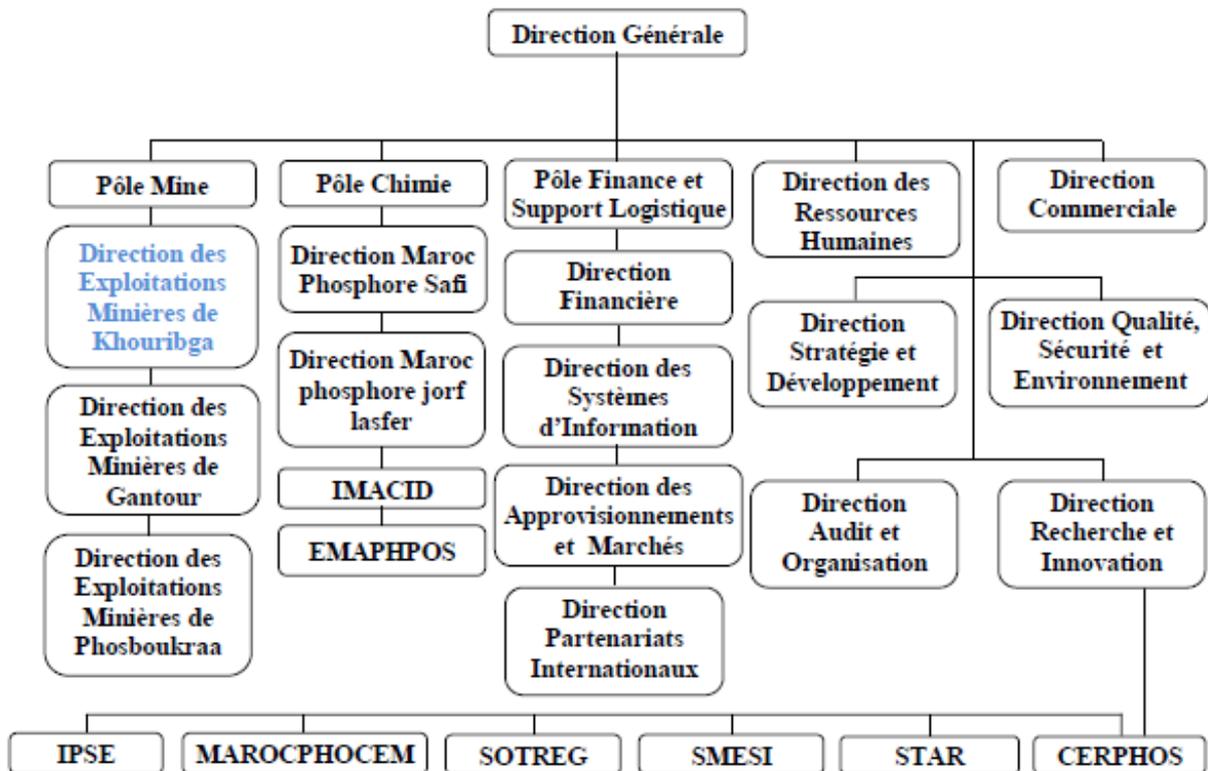
Depuis l'année 2007, le groupe chérifien du phosphate a lancé de nouveaux pôles urbains à Khouribga et à Ben guérir. Après trois ans, il a signé un contrat de partenariat avec Jacobs Engineering. Il a lancé quatre unités de production d'engrais à Jorf Lasfar. Après cela, il a commencé à ouvrir deux bureaux de représentation au Brésil et en Argentine. Puis il a assisté le démarrage de plusieurs projets industriels (la laverie MEA, STEP...) et il a lancé en même temps une unité de dessalement de l'eau de mer à Jorf Lasfar.

Le démarrage programmé du projet Pipeline sur l'axe Khouribga Jorf Lasfar sur une longueur de 235 Km est lancé en 2014 Métiers du groupe OCP

Le Groupe OCP est spécialisé dans l'extraction, la valorisation et la commercialisation du phosphate et de ses produits dérivés. Les métiers du Groupe OCP concernent l'activité mines et l'activité chimie.

Organisation de l'OCP

La direction générale, située à Casablanca depuis 1979, veille à l'amélioration de l'entreprise en faisant des partenariats avec des sociétés de haute technologie ou autres. Le groupe OCP présente une firme à organisation hiérarchique très organisée dont l'organigramme est le



suivant

Figure 2 : Organigramme générale du groupe OCP

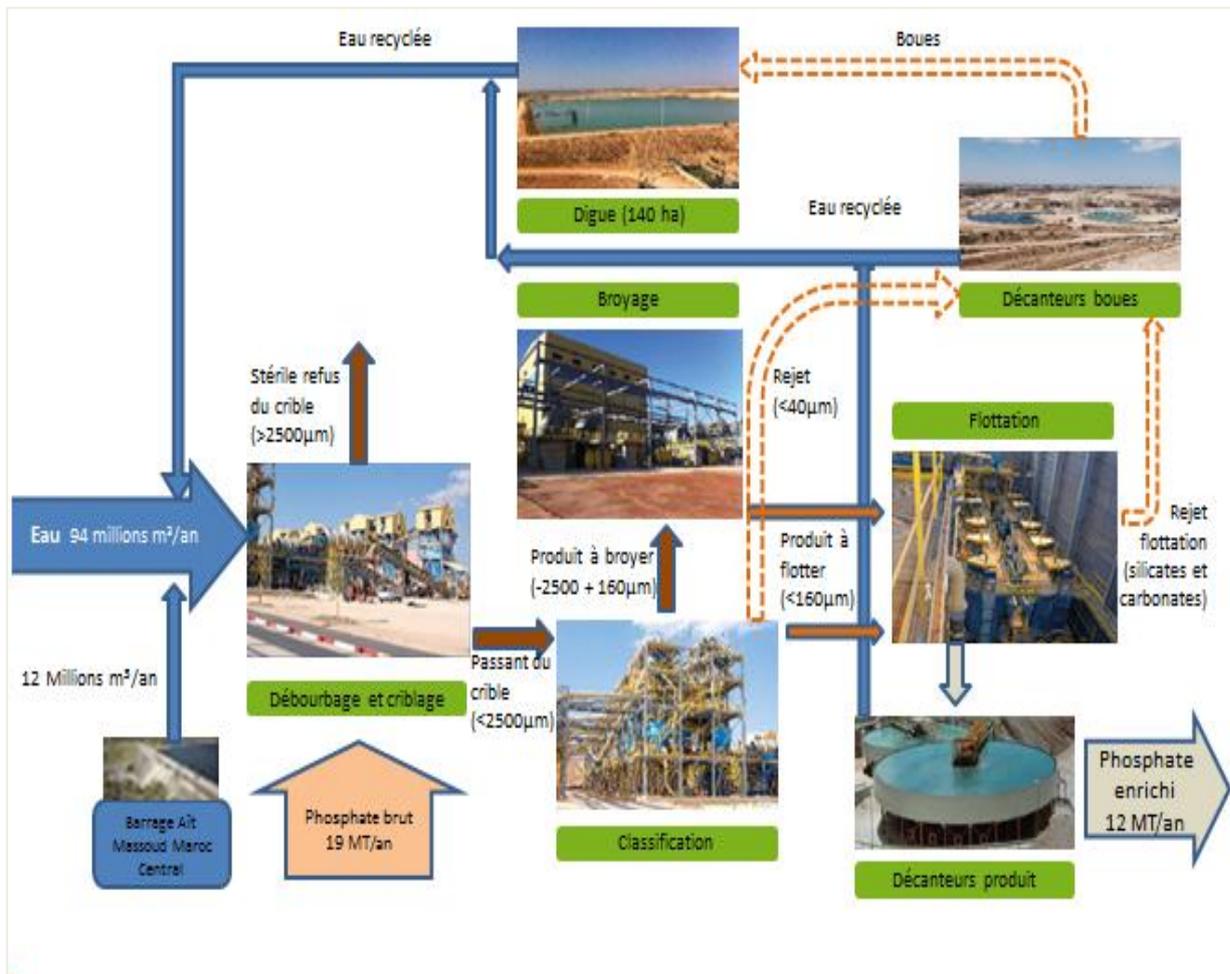
FILIALES :

Dans ce but de répondre aux besoins d'étude et de présentation liée à l'exploitation au développement, le groupe OCP dispose d'entités spécialisées notamment :

- **CERPHOS** : (Centre d'étude de recherche des phosphates minéraux), dote de laboratoire et d'étude d'essais pilotes.
- **FERTIMA** : (société marocaine des fertilisants), opérant dans le secteur de l'approvisionnement du pays en engrains du Maroc chimie et d'importations. Cette société est prévue d'être privatisée, déjà 30% de sa capitale sont introduit en bourse.
- **MARPHOCEAN** : Entreprise maritime spécialisée en particuliers dans le transport de l'acide phosphorique.

Présentation de la LAVERIE BENI AMIR

Le projet de doublement de la production concerne particulièrement la ville de Khouribga, véritable capitale mondiale du phosphate. Cet objectif passe essentiellement par la construction de nouvelles laveries dont la fonction est le traitement et l'enrichissement du phosphate brut et le préparer pour le transport via le Pipeline.



Missions de la LAVERIE

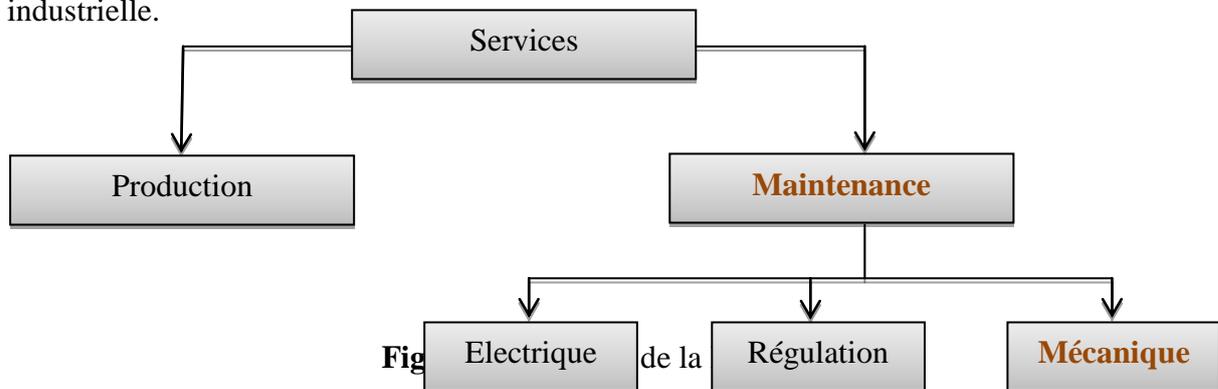
Objectifs

- Augmentation de la capacité de production du site de Khouribga
- Récupération maximale de gisement par l'extraction de toute la série phosphatée et enrichissement de toutes les couches à basse teneurs en phosphore.
- Recyclage de plus de 80 % d'eau de procédé

Figure 3 : Synoptique de la LAVERIE BENI AMIR

Services

La laverie BENI AMIR comporte plusieurs services de la production et de la maintenance industrielle.



Le service de la maintenance représente le cœur des services de la laverie, il assure le fonctionnement des équipements et des installations en cas de panne ou d'anomalie. Il regroupe les actions du dépannage et de la réparation, du réglage, de la révision, du contrôle et de la vérification des équipements matériels (machines) ou même immatériels (logiciels).

Procédé de traitement des phosphates :

La LAVERIE BENI AMIR traite deux types de minerais de phosphate brut :

- ✓ Minerai HT (Haute teneur en BPL)
- ✓ Minerai BT/TBT (Basse teneur en BPL)

Les eaux de traitement sont recyclées afin de minimiser la consommation en eau. Le traitement des minerais HT se limite à une préparation par classification et Broyage pour conférer à ces minerais le profil granulométrique requis pour le transport hydraulique par pipeline. Tandis que le minerai BT et TBT est enrichi par lavage et flottation.

Les rejets grossiers, refus de criblage à 2.5 mm sont évacués par convoyeurs à bande vers les mise-à-terril. Les boues de traitement, constituées par les particules de dimensions inférieures à 40 microns, sont épaissies dans des décanteurs, pour en récupérer le maximum.

Les unités de traitement

Dans cette partie je présente les principales unités de La laverie à savoir : l'unité de lavage, l'unité de broyage, l'unité de flottation, unité d'attrition et l'unité de décantation. Chacune de ces unités admet une mission unique d'enrichissement du phosphate.

Alimentation en brut

L'alimentation en brut est assurée par deux roues pelles, chacune alimente une trémie d'une capacité de 600t au moyen d'un convoyeur. Ensuite, ces trémies à leur tour alimentent au moyen des bandes transporteuses les débourbeurs.



Figure 5 : Roue pelle

Lavage

Le lavage est un traitement physique par voie humide qui consiste à déliter le produit brut par débouillage et éliminer les tranches pauvres en BPL par simples coupures granulométriques réalisées sur le produit débouillé, ces tranches sont :

- La tranche haute supérieure à 2.5 mm éliminée par criblage humide.
- La tranche basse inférieure à 40 microns éliminée par classification hydraulique

L'unité de lavage est composée de deux chaînes de lavage, chaque chaîne contient une trémie, un débouilleur, ainsi que des pompes et des bacs à pulpes qui ont pour objectif d'assurer une alimentation régulière.



Figure 6 : Débouilleur

- **Criblage**

La pulpe ainsi traitée au niveau du débourbeur, passe au crible par débordement pour subir un traitement physique ; il s'agit de la première coupure qui consiste à éliminer les particules de dimensions supérieures à 2.5mm. L'opération de criblage est réalisée au moyen d'une machine vibrante à débit continu équipée d'une grille comportant des ouvertures de dimensions bien calibrées qui permettent de séparer les minerais des stériles volumineux qui risquent de perturber les traitements ultérieurs du phosphate.



Figure 7 : Crible

- **Hydro-cyclone**

L'hydro-cyclone est un classificateur centrifuge statique de forme cylindro-conique, alimenté tangentiellement sous pression dans sa partie cylindrique, avec une sortie tubulaire de surverse dans l'axe de la partie cylindrique et une ouverture de sous-verse à la pointe du cône. Pour la laverie BENI AMIR, les différentes coupures réalisées sont les suivantes :

- Une coupure intermédiaire à 160 μm
- Une coupure basse à 40 μm .

- **Flottation**

L'analyse granulo-chimique du produit d'alimentation de la laverie montre qu'il contient une quantité importante en grains de dimensions 40-160 μm , et qui sont marqués par un accroissement de la teneur en carbonates et silicates. Cette tranche à une teneur faible en BPL, d'où le recours à une technique spécifique de valorisation de cette tranche de phosphate, il s'agit de la Flottation.

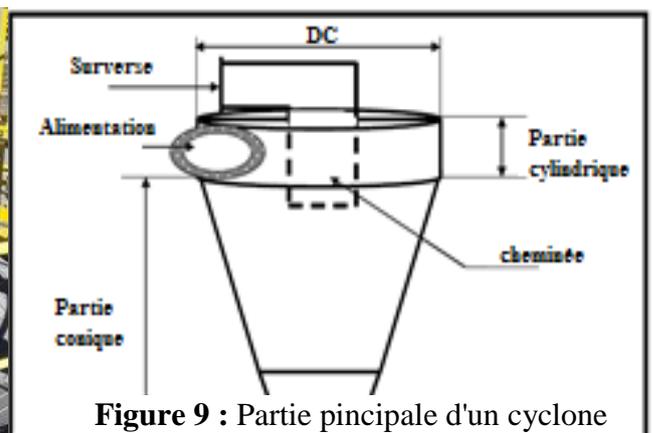


Figure 9 : Partie principale d'un cyclone

- **Décantation**

Le traitement du minerai du phosphate au sein de la laverie consomme une grande quantité en eau. Pour pallier à ce problème et éviter une consommation abusive, l'importance est de plus en plus, donnée au recyclage des eaux comme ressource intéressante.

La récupération de l'eau se base sur le phénomène de décantation, on distingue deux types de décantation : Naturelle et artificielle. La décantation naturelle se fait sans l'ajout

Des produits accélérant la décantation ce qui demande un temps long (la digue), par contre la décantation artificielle a pour but d'augmenter la vitesse de décantation en ajoutant un flocculant (décanteurs produit et décanteurs boues).

Le décanteur est un bassin circulaire à fond conique, au centre un dôme qui reçoit le produit final (décanteur produit) ou la pulpe argileuse (décanteurs boues) ce bassin est équipé d'un système de raclage qui mène du produit (ou boues) vers le centre pour qu'elles soient aspirées par les pompes de soutirages.

La Laverie BENI AMIR dispose de :

- **Décanteurs produit :**

Un décanteur pour la qualité HG (TH008)

Un pour LG (TH006) et le troisième stand-by (TH001).

- **Décanteurs boues :**

Deux décanteurs boues TH002 et TH003.

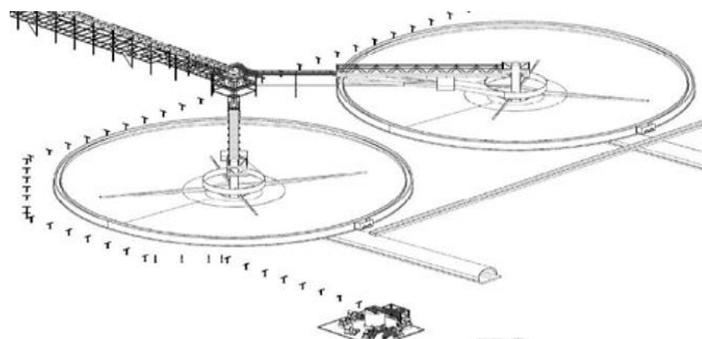


Figure 10 : Décanteurs boues

Après décantation, le produit de phosphate soutiré est acheminé vers les tanks de pipeline secondaire situé en aval de la laverie Beni Amir, qui permet d'assurer la transmission de phosphate lavé vers le stock de pipe principale pour qu'il sera envoyé vers le site JORFLASFAR à EL-JADIDA, ce qui demande une multitude des exigences à prendre en compte, à savoir la granulométrie de la pulpe à la sortie de la laverie, la densité en solide, et les qualités (teneur en BPL) demandés par les clients.

Présentation du sujet

La laverie BENI AMIR est une grande usine destinée à l'enrichissement et le traitement du phosphate brut. La maîtrise et l'amélioration de la performance de la laverie passe

Impérativement par la maîtrise parfaite des procédés de traitement dans les différentes phases d'enrichissement en termes de qualité sécurité et environnement.

La chaîne de lavage du phosphate est parmi les étapes primordiales dans le procédé de la laverie.

Suite à des pannes répétitives sur les équipements de la chaîne de lavage notamment le système du débouillage et du criblage que ma contribution consiste à :

-  Faire une analyse des indicateurs de performance (Disponibilité, MTTR et MTBF) de la chaîne de lavage.
-  Identifier les équipements névralgiques de cette chaîne.
-  Définir le plan de maintenance à appliquer pour ces équipements.

Pour optimiser le coût de maintenance, l'OCP a mis en place des outils de travail OPS. Parmi ces outils, on trouve la méthode de résolution de problème dont l'objectif est d'éliminer les causes racines des pannes critiques.

A cet effet, en utilisant l'analyse effectuée dans la partie une, j'ai pu :



 Identifier les problèmes majeurs dans la chaîne de lavage.

 En appliquant la méthode de résolution de problème, proposer et réaliser un plan d'action pour réduire ou éliminer les causes de ces problèmes majeures.

Conclusion

Au cours de ce chapitre j'ai présenté le groupe office chérifien du phosphate, notamment son historique, ses grands projets, et son organigramme. Puis, j'ai présenté la laverie BENI AMIR lieu de mon stage, principalement ses services et son processus de traitement du phosphate. Ensuite, j'ai défini le cahier de charges du projet. Le chapitre suivant sera consacré à une étude des indicateurs de performance de la chaîne de lavage pour déceler la disponibilité de cette chaîne.



CHAPITRE II : Analyse de la disponibilité de la chaîne de lavage

Introduction

Dans le but d'augmenter la disponibilité et la fiabilité de la chaîne de lavage, il est nécessaire d'effectuer une analyse de la disponibilité cette chaîne.

Dans un premier temps je vais utiliser les indicateurs techniques de fiabilité (MTBF), et de maintenabilité (MTTR), pour calculer la disponibilité (D), dans un deuxième temps j'utiliserai l'analyse PARETO pour ressortir les équipements causant la dégradation de la disponibilité de cette chaîne.

Indicateurs caractéristiques du fonctionnement de la chaîne de lavage

Les indicateurs techniques utilisés pour mesurer l'évolution de la maintenance des équipements sont : MTBF, MTTR et le taux de disponibilité.

Indicateur de fiabilité

La fiabilité peut se caractériser par sa MTBF (Mean time Between Failure) ou encore moyenne des temps de bon fonctionnement entre défaillances consécutives.

Ainsi le MTBF peut se calculer par la relation suivante :

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Heures disponibles}}{\sum \text{Fréquence des arrêts}}$$

Avec :

Heures disponibles = Heures d'ouvertures – arrêts subis (maintenance et planifié)

Heures d'ouvertures = Heures théoriques – arrêts externes

Indicateur de maintenabilité

La maintenabilité s'entend, pour une entité utilisée dans des conditions données, comme la probabilité pour qu'une opération donnée de maintenance puisse être effectuée dans un intervalle de temps donné, lorsque la maintenance est assurée dans des conditions données et avec l'utilisation de procédures et moyens prescrits

La maintenabilité caractérise la facilité à remettre ou de maintenir un bien en bon état de fonctionnement. Cette notion ne peut s'appliquer qu'à du matériel maintenable, donc réparable.

La maintenabilité peut se caractériser par sa MTTR (Mean Time To Repair) ou encore Moyenne des Temps Techniques de Réparation. Il est calculé en additionnant les temps actifs de maintenance ainsi que les temps annexes de maintenance, le tout divisé par le nombre d'intervention.

$$MTTR = \frac{\sum \text{Les heures d'arrêts}}{\sum \text{Fréquence des arrêts}}$$

Taux de disponibilité

La notion de disponibilité exprime la probabilité qu'une entité soit en état de « disponibilité » Dans des conditions données à un instant donné en supposant que la fourniture des moyens extérieurs soit assurée.¹

La disponibilité, ou taux de disponibilité est le rapport du « temps effectif de disponibilité /temps requis »

La disponibilité s'exprime en fonction des indicateurs précédents de la manière suivante :

$$TD = \frac{\text{Heures disponibles}}{\text{Heures d'ouvertures}}$$

Ou bien

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

NB : les relations ci-dessus sont propre à L'OCP

Le tableau suivant représente l'évolution du taux de disponibilité de la chaîne de lavage au cours de l'année 2017 et le mois janvier de 2018.

Mois	Heures théoriques	Heures d'ouvertures	Heures disponibles	MTBF	MTTR	TD
1	1488	1488	1418	15,085	0,723	95%
2	1344	1344	948,1	35,115	0,541	71%
3	1488	1488	1473,9	66,995	0,391	99%
4	1440	1440	1367,3	12,430	0,590	95%
5	1488	1488	1471,5	54,500	0,611	99%
6	1440	1440	1403,4	28,641	0,747	97%
7	1488	1488	1430,9	11,007	0,439	96%
8	1488	1488	1375,5	8,651	0,684	92%
9	1440	1440	1339,8	30,450	0,507	93%
10	1488	1488	1429,8	21,664	0,882	96%
11	1440	1440	1412,5	25,223	0,491	98%
12	1488	1488	1422,6	25,404	0,401	96%
1	1488	1488	1455,6	17,537	0,390	98%

Tableau 1 : Indicateurs techniques de la chaîne de lavage

¹NFX 60-010

La figure ci-dessous illustre l'évolution du taux de disponibilité de la chaîne de lavage

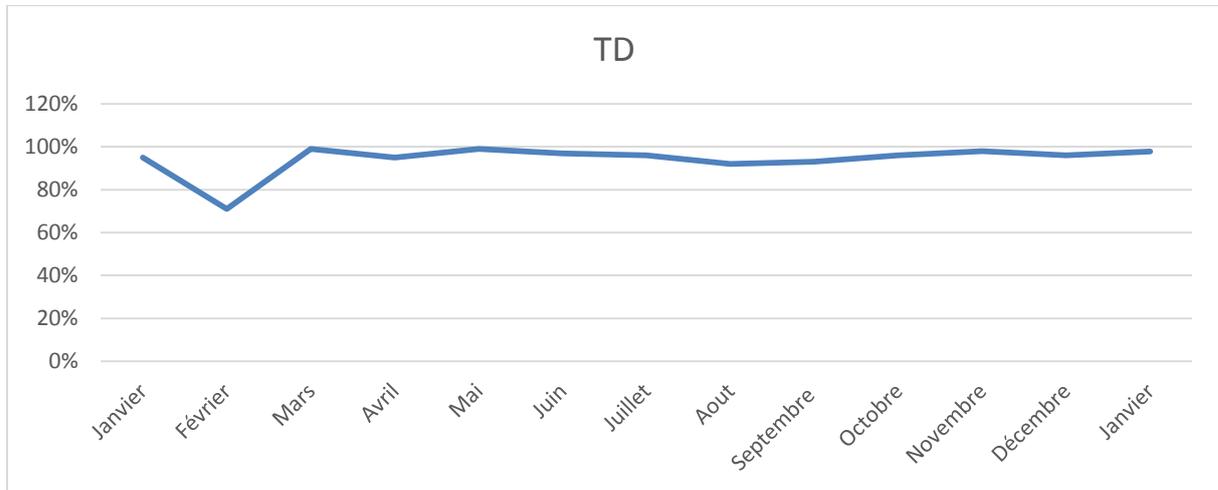


Figure 11 : La disponibilité de la chaîne de lavage

Conclusion

La disponibilité de la chaîne de lavage au cours de l'année 2017 et le début de l'année 2018 est de 94%, mon objectif est d'augmenter cette disponibilité pour atteindre celle fixée par le service maintenance (**voir annexe la page en annexe 1**).

Tenons compte de la production annuelle totale de la laverie qui atteint **8 503 856 Tonnes/An**. On peut calculer la production par heure qui vaut **970 Tonnes/Heure**.

Cela permet de calculer le total de la production lors des arrêts qui arrive à **1 027 327 Tonnes** avec un coût de **80 dollars** pour la tonne.

On aboutit à un coût total des pertes de gain qui atteint **82 186 160 dollars**.

Pour cela je vais utiliser l'analyse PARETO présentée ci-dessous pour ressortir les équipements causant la dégradation de la disponibilité de la chaîne.

Analyse PARETO

L'analyse Pareto, appelée aussi la loi 20-80, est un outil efficace pour le choix et l'aide à la décision. L'objectif de cette méthode est de suggérer objectivement un choix ; c'est-à-dire classer par ordre d'importance des éléments (produits, machines, pièces, coûts...) à partir d'une base de connaissance d'une période antérieure (historique de pannes par exemple).

Les résultats se présentent sous la forme d'une courbe appelée courbe ABC dont l'exploitation permet de détecter les éléments les plus significatifs du problème à résoudre et de prendre les décisions permettant sa résolution.

En se basant sur les informations que contient l'historique des pannes au cours de l'année 2017 et le début de 2018, j'ai pu résumer les fréquences des pannes des équipements et leur temps d'arrêt de la chaîne de lavage dans le tableau suivant :

Equipement	Temps d'arrêt (h)	Nombre des pannes(N)
Crible	158.6	51
Pompe	42.3	34
Débourbeur	198.7	590
Vanne	3.6	5
Cyclone	6	2
Bac à pulpe	0.3	1

Tableau 2 : Historique des pannes

Le tableau ci-dessous illustre les informations nécessaires pour effectuer l'analyse Pareto en se basant sur la fréquence des pannes des équipements.

Equipement	Rang	N dans l'ordre décroissant	Cumul N	% N	%cumulé des équipements	% cumulé
Débourbeur	1	590	590	86.384	16.6666	86.384
Crible	2	51	641	7.467	33.3332	93.851
Pompe	3	34	675	4.978	49.9998	98.829
Vanne	4	5	680	0.732	66.6664	99.561
Cyclone	5	2	682	0.293	83.3330	99.854
Bac à pulpe	6	1	683	0.146	100	100

Tableau 3 : Indice de fiabilité

A partir du tableau ci-dessus, on trace la courbe de Pareto (figure ci-dessous) pour étudier les équipements en priorité.

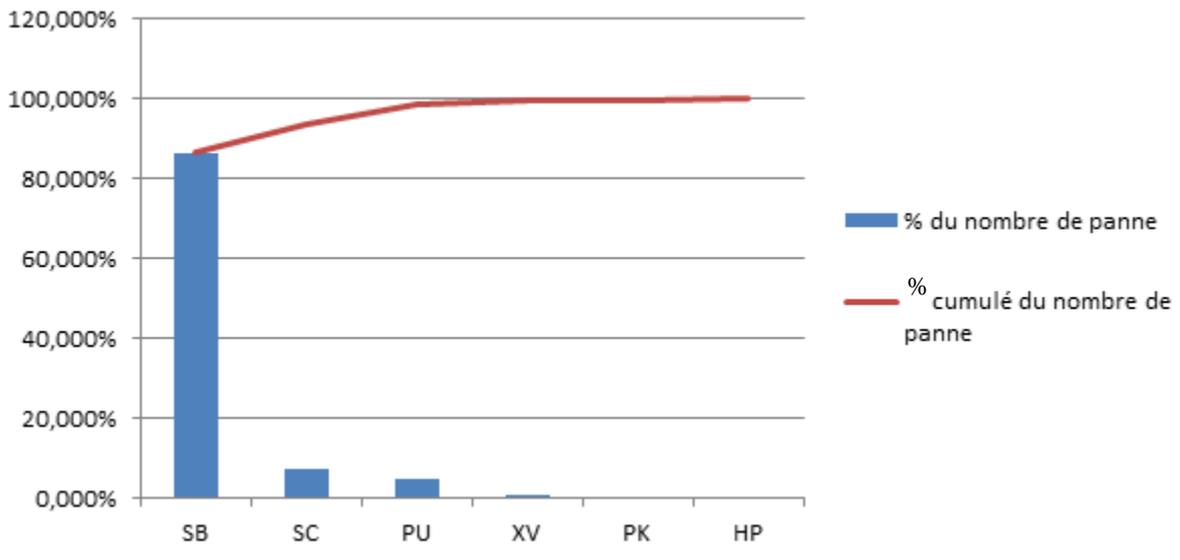


Figure 12 : Courbe de PARETO en termes de fiabilité

Le diagramme en N oriente vers l'amélioration de la fiabilité : ici on constate bien que l'équipement Débourbeur est celui sur lequel il faudra agir prioritairement. Des actions préventives systématiques en premier temps, conditionnelle Ensuite.

Le tableau ci-dessous illustre les informations nécessaires pour effectuer l'analyse Pareto en se basant sur la durée des pannes.

Équipement	Rang	N_t dans l'ordre décroissant	Cumul N_t	% N_t	% cumulé des équipements	% cumulé
Débourbeur	1	198.7	198.7	48.523	16.6666	48.523
Crible	2	158.6	357.3	38.730	33.3332	87.235
Pompe	3	42.3	399.6	10.330	49.9998	97.582
Cyclone	4	6	405.6	1.465	66.6664	99.048
Vanne	5	3.6	409.2	0.879	83.3330	99.927
Bac à pulpe	6	0.3	409.5	0.073	100	100

Tableau 4 : Indice d'indisponibilité

Le graphe ci-dessous illustre la répartition de la durée des pannes des équipements de la chaîne de lavage 1312.

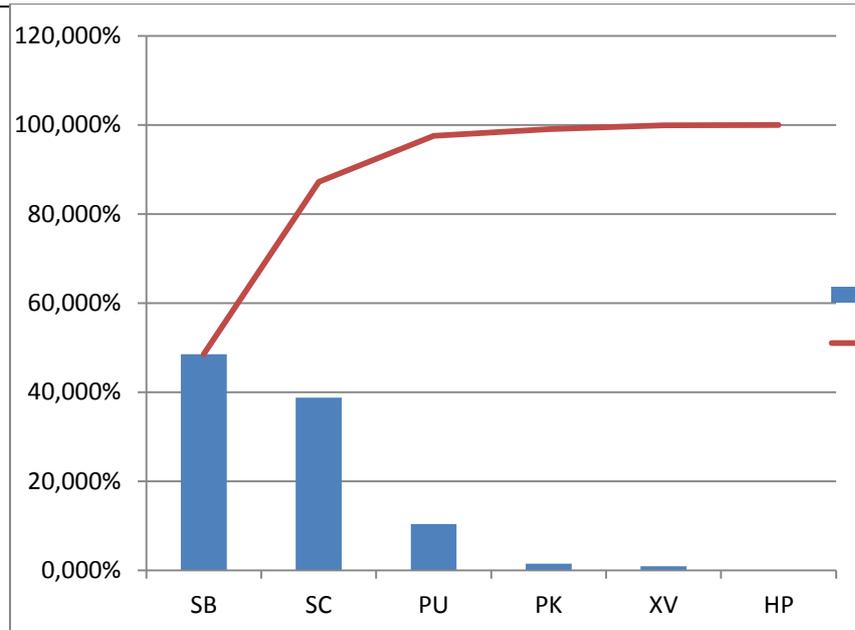


Figure 13 : Courbe de PARETO en termes d'indisponibilité

Le diagramme en N_t est un indicateur de disponibilité, car N_t estime la perte de disponibilité de chaque équipement. Il permet de sélectionner l'ordre de prise en charge des types de défaillance en fonction de leur criticité. (Ici les équipements Débourbeur et Crible). (87% du critère considéré)

Conclusion :

Dans un premier temps, Cette analyse FM met en évidence :

- Deux équipements souvent défaillants qui posent des problèmes de disponibilité (Débourbeur et Crible), ces deux équipements représentent 87% des temps d'arrêt.
- Un équipement qui révèle une faible fiabilité (86% des défaillances) : c'est le débourbeur.

Dans ces conditions, les équipements débourbeur et crible doivent être traités en priorité, car ils sont les plus pénalisants pour la production. Une préventive systématique est une première solution, mais il faut traiter l'aspect fiabilité en parallèle (étude AMDEC...)

Classification des pannes pour le débourbeur

Suite à des pannes répétitives sur cet équipement appartenant à la chaîne de lavage, j'ai décidé d'agir sur la nature des pannes afin de mener une action de maintenance prédictive ou préventive. Le dépouillement des fiches d'historique des pannes (tableau 6) se fera par la méthode ABC (Pareto).

- **Débourbeur**

C'est un équipement qui consiste à malaxer le phosphate brut avec de l'eau pour brasser les grains entre eux, détruire les agglomérats et former ainsi la pulpe de phosphate. La laverie BENI AMIR dispose de deux débourbeurs dans les deux lignes de traitements :

- ✓ SB-002 (HT/MT ou HG)
- ✓ SB-001 (BT/TBT ou LG)

Le tableau suivant récapitule les différentes pannes de débourbeur pendant l'année 2017

Cause de la panne	Fréquence de la panne	Durée d'arrêt
Défaut système de graissage	505	141,9
Filtre de pression colmaté	62	32,6
Fuite au niveau goulotte de la sortie débourbeur	1	1,5
Colmatage du filtre de système de refroidissement du réducteur	3	1
Saleté d'huile de réducteur	2	1,3
Coincement du réducteur	1	1,6
Echauffement exagéré du réducteur principal	2	4,6
Défaut arrêt normal	2	0,3
Défaut injection de la couronne denté	3	1,6
Manque d'huile dans la centrale hydraulique	2	6,1
Contrôle mécanique	2	2,4
Travaux mécanique (Cisaillement les vis de fixation CH003)	1	1,2
Travaux de soudure au niveau de la goulotte d'entre SB001	1	0,9
Défaut de graissage des paliers	3	1,7

Tableau 5 : Répartition des pannes de débourbeur

A travers le tableau ci-dessus on construit le tableau qui nous permettent de bâtir le diagramme de PARETO en termes de fiabilité.

Cause de la panne	Fréquence de la panne	% Fréquence	% cumulé fréquence
-------------------	-----------------------	-------------	--------------------

		de la panne	de la panne
Défaut système de graissage	505	85,593%	85,593%
Filtre de pression colmaté	62	10,508%	96,102%
Colmatage du filtre de système de refroidissement du réducteur	3	0,508%	96,610%
Défaut injection de la couronne denté	3	0,508%	97,119%
Défaut de graissage des paliers	3	0,508%	97,627%
Huile sale de réducteur	2	0,339%	97,966%
Echauffement exagéré du réducteur principal	2	0,339%	98,305%
Défaut arrêt normal	2	0,339%	98,644%
Manque d'huile dans la centrale hydraulique	2	0,339%	98,983%
Contrôle mécanique	2	0,339%	99,322%
Fuite au niveau goulotte de la sortie débourbeur	1	0,169%	99,492%
Coincement du réducteur	1	0,169%	99,661%
Travaux mécanique (Cisaillement les vis de fixation CH003)	1	0,169%	99,831%
Travaux de soudure au niveau de la goulotte d'entre SB001	1	0,169%	100,000%

Tableau 6 : La fréquence des pannes de débourbeur

A partir du tableau ci-dessus, on construit le diagramme PARETO.

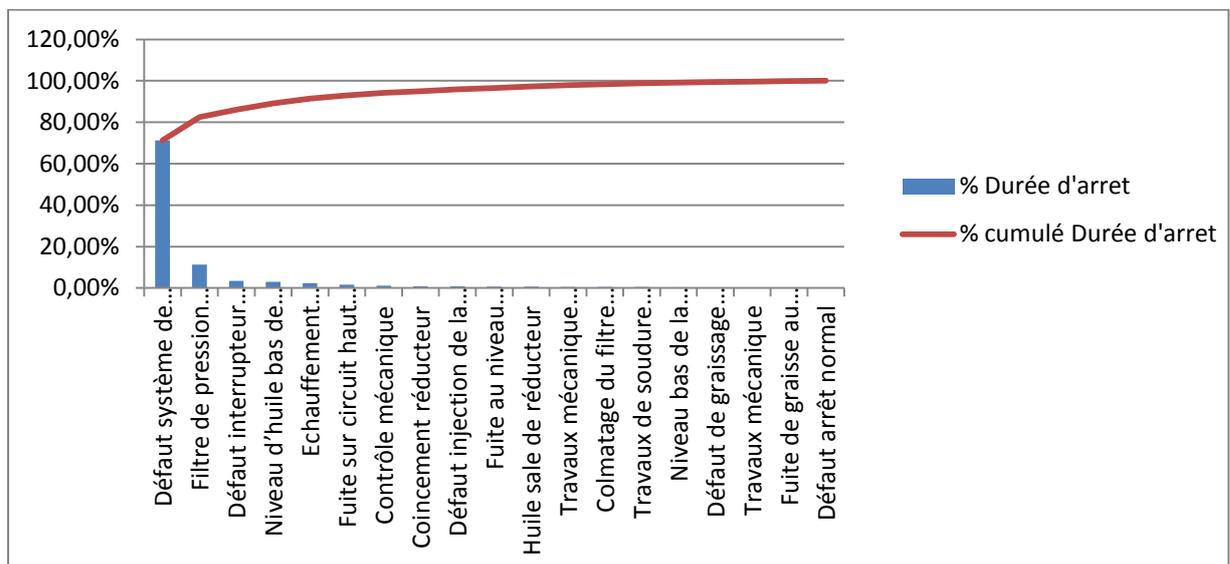


Figure 14 : La répartition de la fréquence des pannes de débourbeur

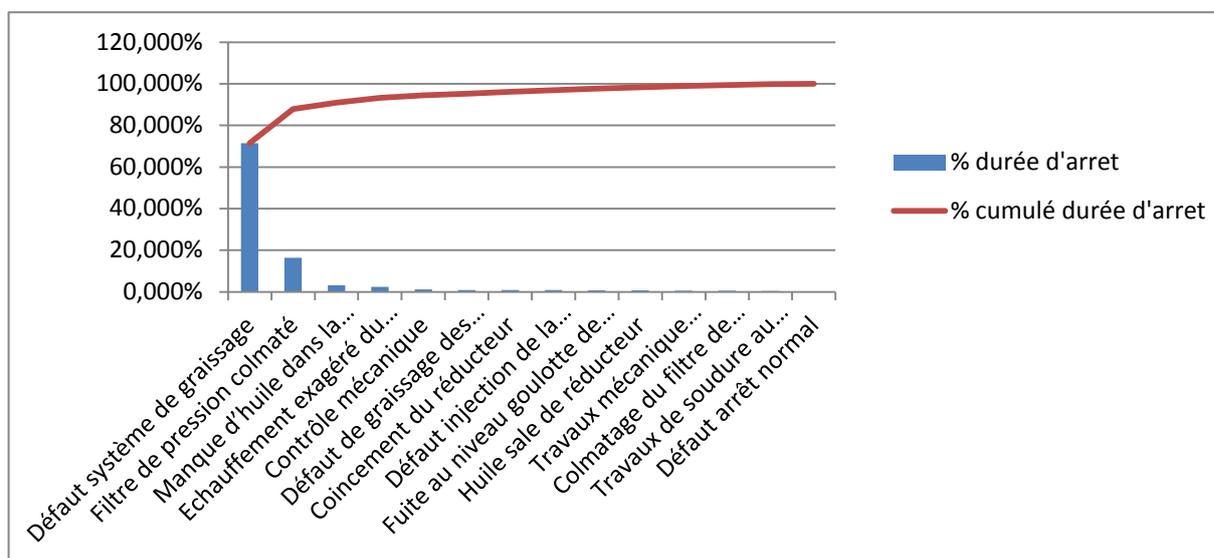
Il est donc évident qu'une amélioration de la fiabilité sur le système de graissage, il peut procurer jusqu'à 86% du critère considérée.

Le tableau ci-dessous représente la durée d'arrêt des pannes du débourbeur

Cause de la panne	Durée d'arrêt	% durée	% cumulé durée
-------------------	---------------	---------	----------------

		d'arrêt	d'arrêt
Défaut système de graissage	141,9	71,414%	71,414%
Filtre de pression colmaté	32,6	16,407%	87,821%
Manque d'huile dans la centrale hydraulique	6,1	3,070%	90,891%
Echauffement exagéré du réducteur principal	4,6	2,315%	93,206%
Contrôle mécanique	2,4	1,208%	94,414%
Défaut de graissage des paliers	1,7	0,856%	95,269%
Coincement du réducteur	1,6	0,805%	96,074%
Défaut injection de la couronne denté	1,6	0,805%	96,880%
Fuite au niveau goulotte de la sortie débourbeur	1,5	0,755%	97,635%
Huile sale de réducteur	1,3	0,654%	98,289%
Travaux mécanique (Cisaillement les vis de fixation CH003)	1,2	0,604%	98,893%
Colmatage du filtre de système de refroidissement du réducteur	1	0,503%	99,396%
Travaux de soudure au niveau de la goulotte d'entre SB001	0,9	0,453%	99,849%
Défaut arrêt normal	0,3	0,151%	100,000%

Tableau 7 : La répartition de la durée des pannes de débourbeur



A partir du tableau ci-dessus, on construit le diagramme PARETO en termes d'indisponibilité.

Figure 15 : La répartition de la durée des pannes de débourbeur

L'analyse PARETO en termes de fiabilité illustre que le système de graissage (de la couronne dentée) est le problème majeur que rencontre le débourbeur durant son fonctionnement. Pour



Cela il va falloir agir en priorité sur ce problème afin que nous puissions le remédier. Il peut procurer jusqu'à 72 % de gain sur les pannes.

Conclusion :

L'analyse PARETO m'a permis de concentrer sur les problèmes critiques que rencontre le déboureur durant son fonctionnement à savoir :

- Défaut de système de graissage.

Dans le présent chapitre, je vais étudier AMDEC et analyse des pannes critiques qui rend le crible incapable de réaliser la fonction pour lequel il a été conçu.

Après avoir déterminé les modes de défaillances les plus pénalisants, je vais élaborer un plan de maintenance préventive pour le crible



CHAPITRE III : Etude AMDEC pour le crible

Introduction

Que l'on soit créateur ou exploitant d'une machine, l'on s'interroge sur sa fiabilité.

Quelles sont les problèmes auxquels on doit s'attendre de la part de cette machine ?

La réponse à cette question passe par la mise en œuvre de méthodes de maintenance. L'une de ces méthodes – l'AMDEC - est parfaitement justifiée lorsque aucun historique concernant l'installation n'est disponible (en particulier pour les machines neuves ou de conception récente). Il faut alors pouvoir prédire les pannes susceptibles d'affecter le fonctionnement de la machine.

Définition

Méthode d'analyse permettant d'identifier les risques de dysfonctionnement des systèmes au stade de leur conception ou de leur exploitation pour en rechercher les causes et les conséquences.

Méthode d'analyse exhaustive et rigoureuse de travail en groupe, très efficace par la mise en commun de l'expérience et de la compétence de chaque participant du groupe de travail. Cette méthode fait ressortir les actions à mettre en place.

But de l'AMDEC

La méthode AMDEC a pour objectif de :

- Rechercher les **dysfonctionnements** pouvant affecter une machine, un procédé
- Identifier les conséquences
- Evaluer la **fréquence**, **gravité** et **la criticité** des dysfonctionnements
- Identifier les **priorités d'action**
- Identifier les **actions** nécessaires

Il existe plusieurs types d'AMDEC (**voir annexe 2**)

La méthodologie

La réalisation d'une AMDEC suppose le déroulement de la méthode comme suit :

- Initialisation
- La constitution d'un groupe de travail
- Analyse matérielle et fonctionnelle du procédé (ou de la machine)

- L'analyse des défaillances potentielles

- L'évaluation de ces défaillances et la détermination de leur criticité
- La définition et la planification des actions

Initialisation

Définition du système

Le criblage (ou tamisage) est l'opération qui permet de sélectionner les grains et de séparer un ensemble de grains en au moins deux sous-ensembles de granulométries différentes, le crible ne laissant passer dans ses mailles que les éléments inférieurs à une certaine taille.



Figure 16 : Crible vibrant



Le crible est constitué de :

- Une caisse servant de support aux tamis,
- Une mécanique d'excitation,
- Une suspension support et amortisseuse,

Le caisson

Il s'agit le plus souvent de l'assemblage de 2 tôles latérales en acier normal non feuilleté avec un ou plusieurs jeux de traverses devant servir à recevoir les garnitures de criblage.

Entre les deux flancs sont montés :

- Un tube entretoise où est logé un arbre balourd.
- Les traverses formant le matelas portent les équipements de criblage
- Des tubes renforçant la structure du caisson

L'excitation

L'excitation du crible vibrant est assurée par 1 arbre balourd alimenté par un moteur de puissance 15 KW.

La suspension

La suspension est assurée par des ressorts à boudin protégés par des gaines plastiques renforcées.

Les objectifs à atteindre

L'objectif est d'augmenter la disponibilité du crible que possible en envisageant des actions préventives et amélioratives qui permettent de rendre cet équipement fiable et capable de faire sa raison d'être.

Le groupe de travail

L'AMDEC étant une méthode prédictive, elle repose fortement sur l'expérience. Il est donc nécessaire de faire appel à des expériences d'horizons divers afin de neutraliser l'aspect subjectif des analyses.

Un groupe de travail doit nécessairement être constitué.

Ce groupe, est composé de 4 à 8 individus issus de divers services de l'entreprise :

- Service production
- Service maintenance
- Service qualité
- Service méthodes

Le groupe de travail était composé de 3 personnes

Analyse matérielle

Découpage du crible en éléments maintenables

Le crible vibrant est l'un des éléments les plus importants dans la chaîne de lavage. Cet équipement déclenche le début de traitement du phosphate.

Les éléments constituant le système de criblage sont les suivants :

Moteur électrique



accouplement (joint à cardon)



Grilles

Revêtement

Traverses

Rampes d'arrosage

Paliers



Ressort



Arbre balourd

Les flancs

Figure 17 : Eléments constituant le crible

Identification des fonctions des éléments

Le tableau ci-dessus récapitule la fonction de chaque élément de système de criblage :

Elément	Fonction
Moteur électrique	Produire un travail mécanique
Joint à carbon	Transmission de puissance
Revêtement	Protéger la goulotte de l'usure
Grilles	Eliminer les grains supérieurs à 2.5mm
Arbre balourd	Assurer l'excitation du crible vibrant
Les flancs	Support
Traverses	Supporter les grilles
Paliers	Guidage en rotation
Ressorts	Amortissements des vibrations
Système d'arrosage	Garder les grains inférieurs à 2.5mm

Tableau 8 : Analyse matérielle du crible

Analyse fonctionnelle

Définition

Le système dont on étudie les défaillances doit d'abord être "décortiqué". A quoi sert -il ? Quelles fonctions doit-il remplir ? Comment fonctionne-t-il ? L'analyse fonctionnelle doit répondre à ces questions, de façon rigoureuse.

Le système est analysé sous ses aspects :

- **Externes** : relations avec le milieu extérieur (qu'est ce qui rentre, qu'est ce qui sort, ...)

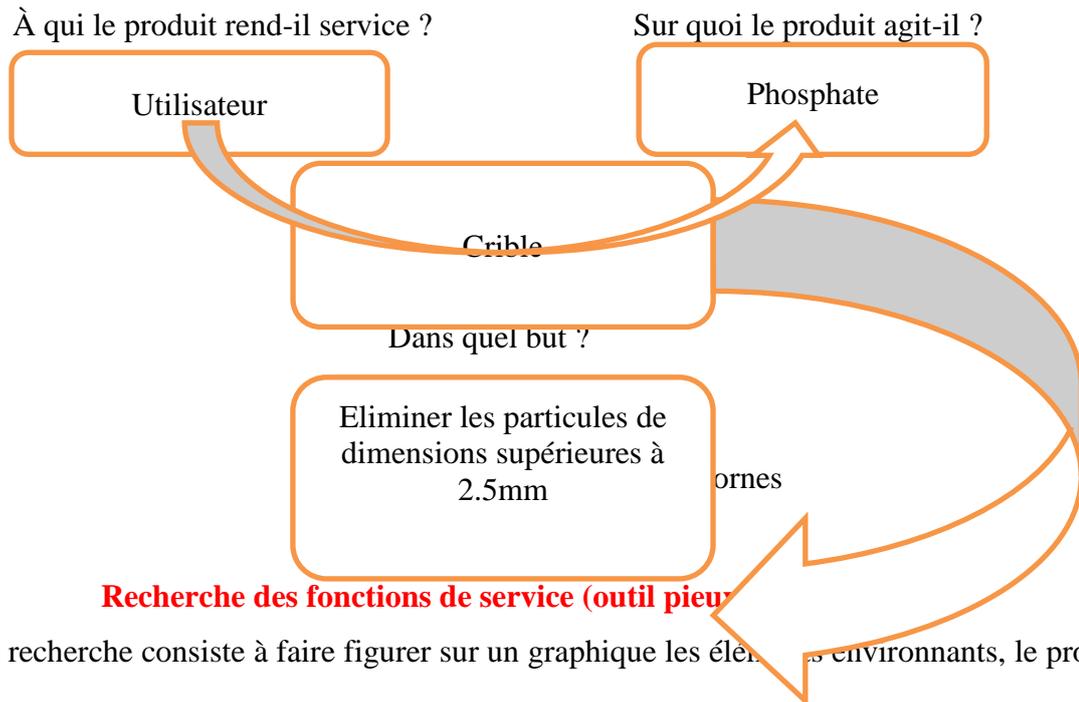
- **Internes** : analyse des flux et des activités au sein du procédé ou de la machine

Définition de besoin

Un équipement fiable capable de remplir la fonction pour lequel a été conçu. C'est-à-dire éliminer les particules de dimensions supérieures à 2.5mm.

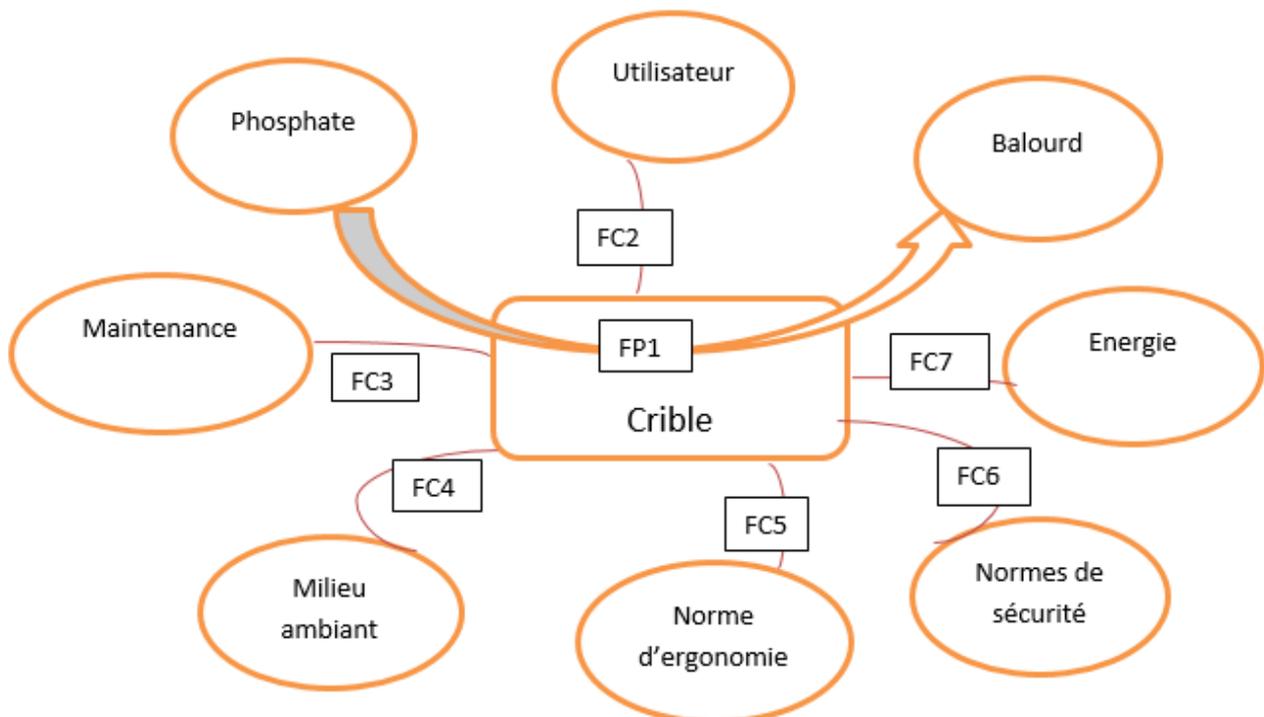
Diagramme bête à corne

L'outil « bête à cornes » pose les questions suivantes pour le produit à étudier.



Recherche des fonctions de service (outil pieuvre)

Cette recherche consiste à faire figurer sur un graphique les éléments environnants, le produit,



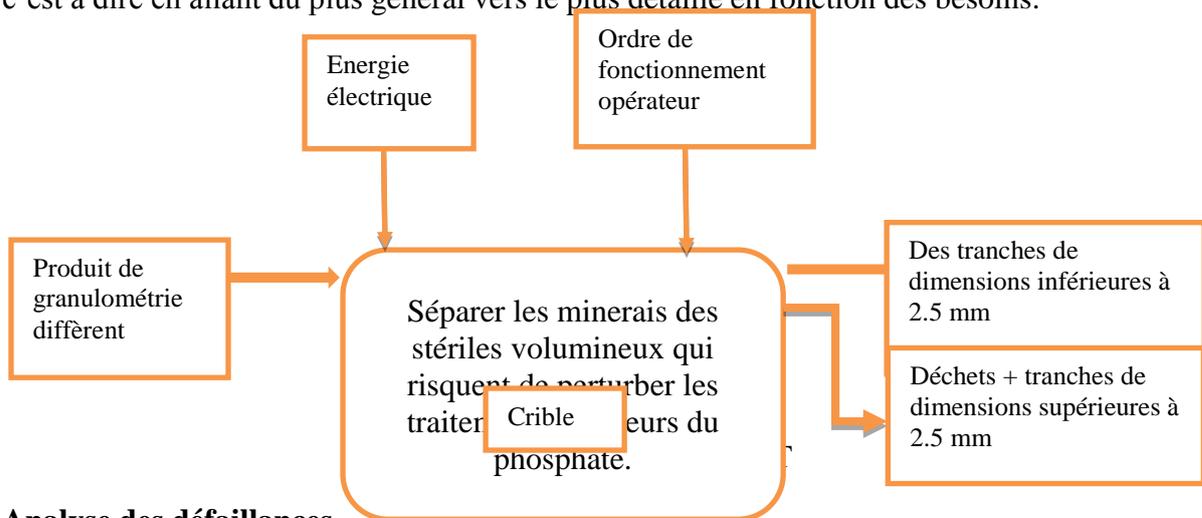
la ou les fonctions principales. Puis à recenser toutes les fonctions contraintes qu'engendrent ces milieux extérieurs.

Figure 19 : Diagramme de l'environnement

- FP1 : l'arbre balourd doit permettre au crible de bien éliminer les tranches supérieures à 2.5 mm
- FC2 : s'adapter à l'utilisateur (être facile à utiliser)
- FC3 : facile à maintenir
- FC4 : résister aux agressions extérieure (température...)
- FC5 : être esthétique
- FC6 : respecter les normes de sécurité
- FC7 : utiliser l'énergie électrique

Méthode SADT

Ce type d'analyse, de décomposition fonctionnelle permet de modéliser et de décrire graphiquement des systèmes techniques. On procède par analyses successives descendantes, c'est à dire en allant du plus général vers le plus détaillé en fonction des besoins.



Analyse des défaillances

Il s'agit d'identifier les schémas du type :



Mode de défaillance

Il concerne la fonction et exprime de quelle manière cette fonction ne fait plus ce qu'elle est sensée faire.

Cause

C'est l'anomalie qui conduit au mode de défaillance.

Effet

L'effet concrétise la conséquence du mode de défaillance.

Evaluation des modes de défaillances

L'évaluation se fait selon 3 critères principaux :

- La gravité
- La fréquence
- La non-détection

Ces critères ne sont pas limitatifs, le groupe de travail peut en définir d'autres plus judicieux par rapport au problème traité.

Chaque critère est évalué dans une plage de notes.

Cette plage est déterminée par le groupe de travail.

Exemple :

De 1 à 4

De 1 à 10

Plus la note est élevée, plus sa sévérité est grande.

Une plage d'évaluation large oblige à plus de finesse dans l'analyse, ce qui peut donner lieu à des controverses au sein du groupe. Le nombre de niveaux d'évaluation doit être pair pour éviter le compromis moyen systématique sur une note centrale (exemple : éviter les plages telles que 1 à 5 car la note 3 aura tendance à être adoptée trop souvent au titre du compromis)

Gravité

Elle exprime l'importance de l'effet sur la qualité du produit (AMDEC procédé) ou sur la productivité (AMDEC machine) ou sur la sécurité (AMDEC sécurité).

Fréquence

On estime la période à laquelle la défaillance est susceptible de se reproduire

Non-détection

Elle exprime l'efficacité du système permettant de détecter le problème

Criticité

Lorsque les 3 critères ont été évalués dans une ligne de la synthèse AMDEC, on fait le produit des 3 notes obtenues pour calculer la criticité.

$$C = G * F * N$$

↑criticité
 ↑gravité
 ↑fréquence
 ↑non-détection

Le groupe de travail doit alors décider **d'un seuil de criticité**.

Au-delà de ce seuil, l'effet de la défaillance n'est pas supportable. Une action est nécessaire

Synthèse

Les critères ci-après répondent à une AMDEC de type machine orientée maintenance

La gravité

- Note 1 : arrêt production inférieur à 1 heure
- Note 2 : arrêt production inférieur à 4 heures
- Note 3 : arrêt production inférieur à 1 jour
- Note 4 : arrêt production supérieur à 1 jour

La fréquence

- Note 1 : moins d'une fois par an
- Note 2 : moins d'une fois par mois
- Note 3 : moins d'une fois par semaine
- Note 4 : plus d'une fois par semaine

La non-détection

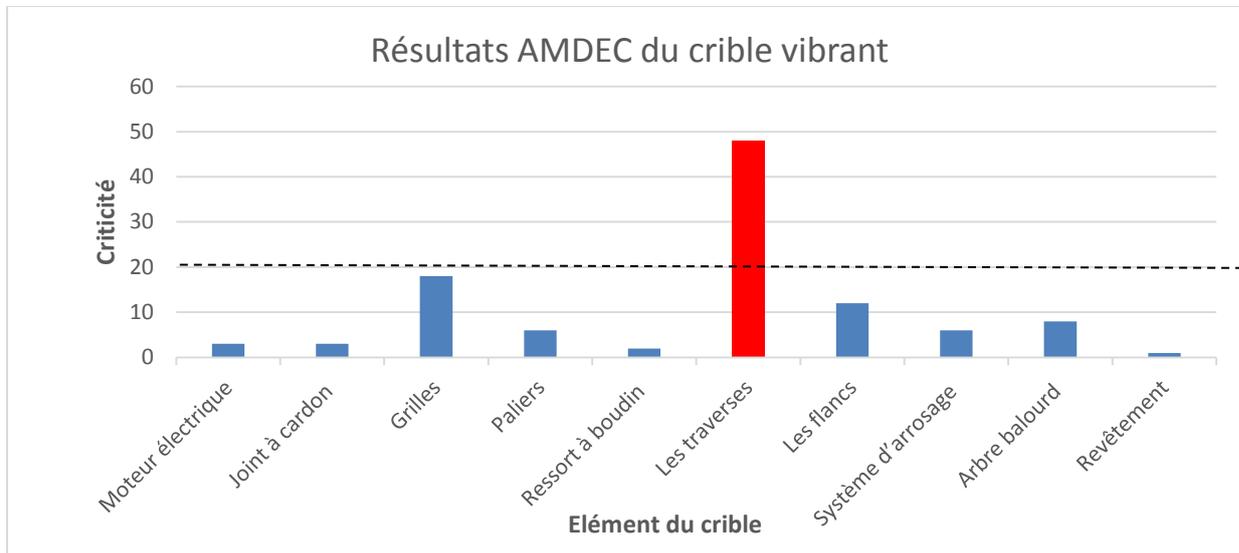
- Note 1 : détection efficace permettant une action préventive
- Note 2 : système présentant des risques de non-détection dans certains cas
- Note 3 : système de détection peu fiable
- Note 4 : aucune détection

Grille AMDEC (voir annexe 3)

Élément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Action Corrective
						F	G	N	C	
Moteur électrique	Produire un travail mécanique	-vibrations	-masse de rotor mal équilibré	Arrêt machine	-visuel	1	1	1	3	Extrait
		-pas de rotation	-pas d'alimentation		-visuel					
		-rotation inversé	-absence de commande -moteur HS -erreur de câblage		-bruit					

Tableau 9 : Synthèse AMDEC du crible

Dans un premier temps l'AMDEC m'a permis de découvrir tous les modes de défaillance possibles, leurs causes, leurs conséquences et leurs méthodes de détection et d'identifier les sous-ensembles critiques du crible comme le montre l'histogramme de la figure 21


Figure 21 : Résultats AMDEC du crible

Puisque la criticité est le produit de 3 facteurs, si on veut diminuer la criticité d'un élément il faut :

- Diminuer la valeur des 3 facteurs.
- Réduire la fréquence par la maintenance préventive.
- Réduire la gravité par une bonne préparation avant l'intervention à travers gammes et la préparation des ressources.
- Réduire la non-détectabilité par la planification des contrôles avec les moyens de mesures adéquats (analyse des huiles, analyse vibratoire...)

Etude de qualité du crible (Méthode des 5 pourquoi)

Les cinq "Pourquoi ?" (En anglais : "5 Why's" ou 5W) est la base d'une méthodologie de résolution de problèmes proposée dans un grand nombre de systèmes de qualité.

Démarche :

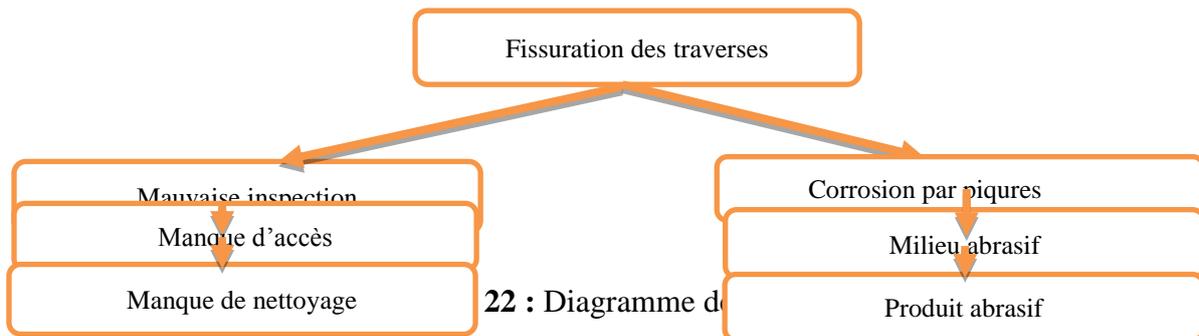
- Enoncer clairement le problème.
- Répondre, en observant les phénomènes physiques, à la question « Pourquoi ? »
- Apporter la solution à cette réponse.

- La réponse faite à chaque étape devient le nouveau problème à résoudre, et ainsi de suite. Pour cela, le problème est reformulé sous la forme d'une question commençant par pourquoi.

Analyse du crible

Le problème névralgique du crible est la fissuration des traverses.

Arbre des causes en répondant à la question pourquoi :



22 : Diagramme d'

Le tableau suivant récapitule les différentes solutions possibles pour faire face à ce grave problème

Problème	Remède
Manque de nettoyage	<ul style="list-style-type: none"> - mise en place de 5S - Programmer des cycles de formation pour les techniciens du service maintenance portants sur les thèmes de maintenance du crible et plus particulièrement les traverses
Produit abrasif	<ul style="list-style-type: none"> - Appliquer la maintenance préventive systématique - Prévoir un stock des pièces de rechange des traverses - Peinture et revêtement en utilisant la silicone.

Elaboration de plan de maintenance préventive

Définition

Selon la norme NF X 60-010, c'est « **un document énonçant les modes opératoires, les ressources et la séquence des activités liées à la maintenance d'un bien** ».

Ce document est établi dans une phase d'analyse et de conception de la maintenance à effectuer sur un matériel. Il rentre totalement dans une démarche de préparation et constitue souvent le cœur du dossier de préparation.



Le plan de maintenance d'un bien doit permettre l'organisation de la maintenance du bien et concourir à sa réalisation.

Objectif

L'établissement du plan de maintenance permet d'atteindre les objectifs suivants :

- Garantir une continuité de service
- Prévenir les risques

Conditions d'établissements

Afin d'assurer une bonne maîtrise dans le temps de la maintenance d'un bien, le plan de maintenance doit contenir toutes les informations nécessaires. Le contexte dans lequel ce plan a été établi doit être précisé. En effet, tout ou partie des dispositions décrites dans le plan de maintenance sont dépendantes du contexte qui prend en compte :

- Le taux d'engagement du bien
- Les objectifs assignés de production
- Les produits fabriqués
- Le taux de défaillance constaté
- Etc.

Si le contexte évolue, le plan de maintenance doit être réexaminé. Les modes de fonctionnement du service maintenance doivent donc intégrer cet examen automatique de la validité du plan de maintenance.

Pièce maîtresse du plan, **l'inventaire des interventions**, listant l'ensemble des interventions à réaliser sur le matériel, comportant éventuellement la périodicité préconisée et les commentaires nécessaire, **doit mentionner** :

- Les modes opératoires associé
- L'état du bien requis pour effectuer l'intervention
- Les ressources
- Etc.

La phase suivante est l'établissement du planning des interventions qui permet de représenter de manière globale et synthétique l'activité de maintenance sur le bien.

Principales actions intégrées au plan de maintenance

Le plan de maintenance définira de façon précise les actions suivantes : **inspections, contrôles, visites, réparations.**



Contexte de rédaction du plan de maintenance

(voir annexe 3)

Conclusion

Pour optimiser le coût de maintenance, l'OCP a met en place des outils de travail **OPS**. Parmi ces outils, on trouve la méthode de résolution de problème dont l'objectif est d'éliminer les causes racines des pannes critiques.

Dans le présent chapitre, je vais appliquer cet outil au débourbeur afin d'identifier les actions pouvant éliminer ou du moins réduire l'échec potentielle.



CHAPITRE IV : Application de la méthode de résolution de problème au débourbeur



OCP Production system

Définition

L'OPS (OCP Production System) est un nouveau système de production lancé en 2010 en collaboration avec Serge BOULOT un consultant formateur et professeur à l'École Centrale de Paris et contient toute une boucle complète des méthodes et concepts a pour objectif de rendre l'OCP une entreprise d'une classe mondiale. Cette notation de l'OPS est inspirée de l'entreprise japonaise TOYOTA qui est la première à créer le TPS (Toyota Production System) comme une forme d'organisation du travail dont l'ingénieur japonais Taïchi OHNO est considéré comme l'inventeur mise en avant par Toyota en 1962.

Pourquoi OPS

Philosophie de l'amélioration continue :

- Besoin de s'adapter à la demande client
- Besoin de s'adapter aux changements de l'environnement
- Besoin d'améliorer sa position face à la concurrence
- Améliorer la marge, rentabilité
- Avoir des équipes motivées, novatrice, curieuse, créatrice
- Développer l'avenir de l'entreprise

Réussir la mise en œuvre de la stratégie du groupe :

- Augmenter les volumes pour capter toute croissance du marché,
- S'adapter au marché et aux variations de la demande clients : flexibilité de production,
- Développer la responsabilité Sociale et Environnementale,

Les grands blocs de L'OPS

L'OCP Production System est constitué de 6 blocs :

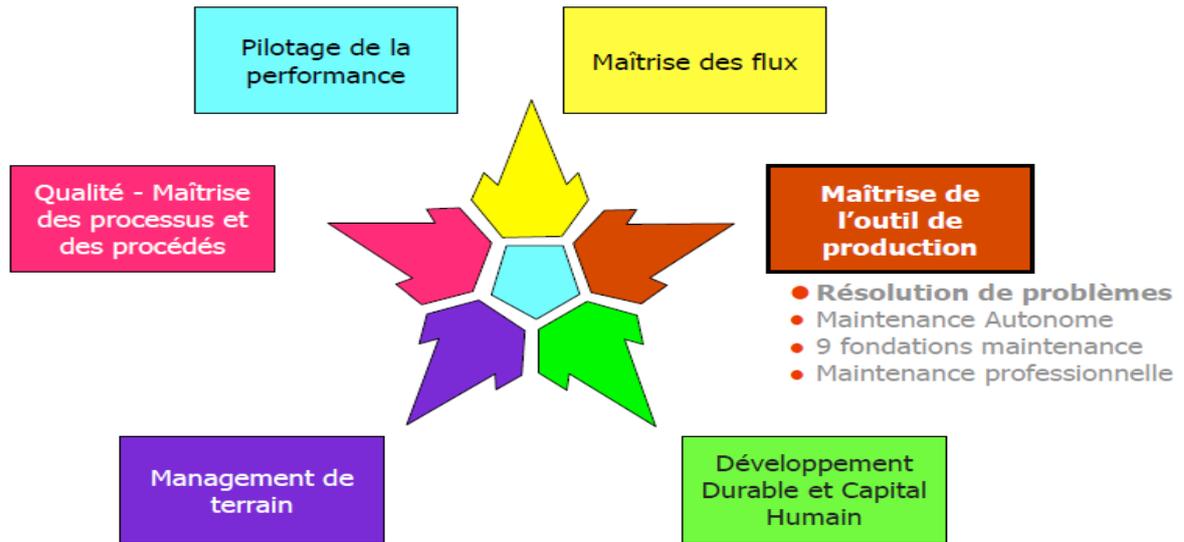
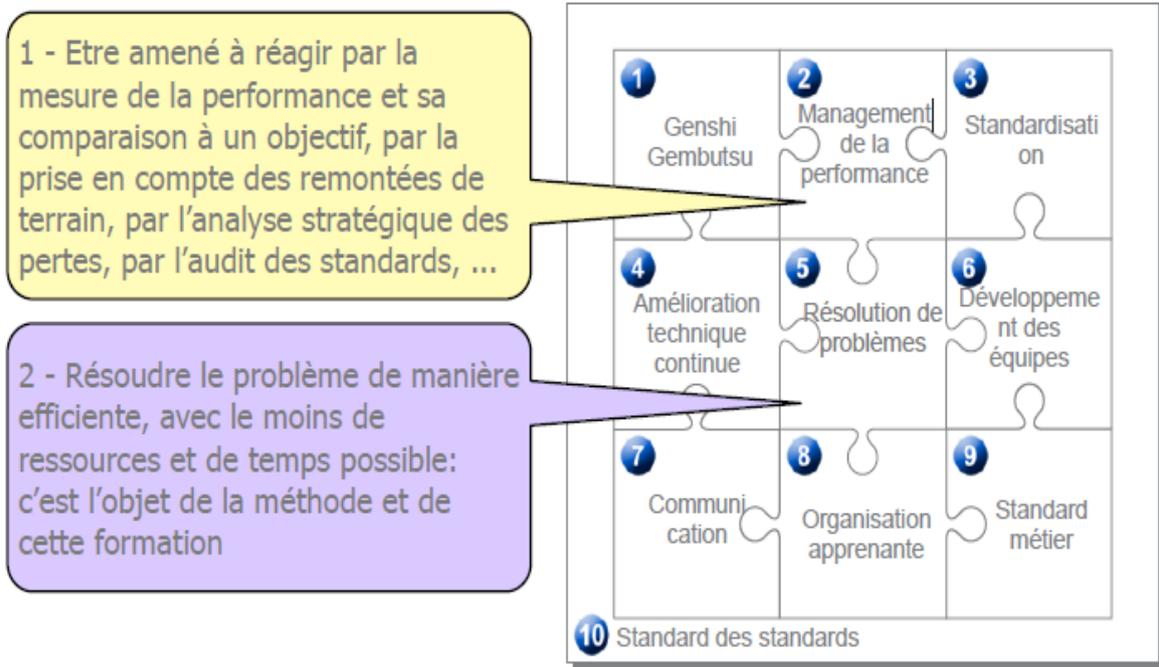


Figure 23 : Blocs de L'OPS

Méthode de résolution de problèmes

Qu'est-ce qu'un problème

Un problème est une situation dans laquelle un individu amené à réagir, ne possède pas d'alternative comportementale : il ne sait pas quoi faire !



Approche classique:

- Chef:
« Qu'est ce qui se passe ? »
- Opérateur:
« Paul a glissé sur de l'huile qui fuit de la machine et s'est blessé à la jambe. »
- Chef:
« Emmenez Paul à l'infirmierie et nettoyez cette huile. »

Approche efficace:

- Manager:
« Quel est le problème ? »
- Opérateur:
« Paul a glissé sur de l'huile qui fuit de la machine et s'est blessé à la jambe. Paul est à l'infirmierie car le joint du boîtier a pas été remplacé lors de la maintenance annuelle. »
- Manager:
« Que peut on faire pour que ce problème ne se reproduise plus ? »
- Opérateur:
« Je prépare un plan de maintenance et je le communique à tous les techniciens. »

Les outils à notre disposition (méthode de 5G)

Les 5G sont des actes simples qui matérialisent 5 étapes fondamentales à accomplir l'une après l'autre, afin de résoudre efficacement un problème posé. C'est une méthode japonaise de résolution des problèmes dont le but est essentiellement basé sur l'arbitrage du conflit entre :

- La théorie (les concepts) et la pratique (la réalité).

Ce que nous voulons faire et ce qui peut être effectivement fait ;

Elle vient répondre à l'une des questions suivantes :

Les processus réalisés dans l'atelier correspondent-ils aux standards ?

Les utilisateurs adoptent-ils réellement les bonnes habitudes ?

La réforme que nous souhaitons mettre en place saura-t-elle fournir le résultat attendu ?

La méthode 5G aide à examiner chaque détail, afin de se procurer une opinion objective d'une situation, en mettant de côté toute supposition arbitraire. A la différence de la méthode des 5M, il ne s'agit pas uniquement de retrouver les causes possibles d'un problème, mais elle s'étend bien au-delà. Sa finalité est de restaurer les pratiques les mieux appropriées et les plus efficaces.

Le but de la méthode 5G est d'assurer le respect et l'application des standards, d'instaurer ou de restaurer les bonnes attitudes afin d'améliorer la productivité. A la différence d'autres

méthodes de résolution des problèmes qui peuvent se faire entièrement en salle par un groupe de travail, la méthode 5G exige de se déplacer au lieu de la scène et d'analyser réellement ce qui se passe sur le terrain.

5G, tire son origine de la première lettre de 5 mots Japonais (Gemba, Gembutsu, Genjitsu, Genri, Gensoku) qui correspondent chacun à l'une des étapes décrite ci-dessous.

GEMBA	L'atelier	Aller sur le terrain	Le lieu de travail, l'endroit où les choses se passent
GEMBUTSU	Les objets	Observer les pièces et les objets	Le "phénomène physique" (Ce qu'il se passe en réalité, ce que l'on peut observer de ses propres yeux, sans aucune idée préconçue sur le sujet)
GENJITSU	Les chiffres	Analyser les faits et les chiffres	Les MESURES, enregistrements, fiches suiveuses, Ordres de travaux, de fabrication, toutes les données associées au phénomène
GENRI	Les principes	Se référer à la théorie	Principes (physiques ou chimiques)
GENSOKU	Les standards	Appliquer les standards	Standards et paramètres (valeurs physiques)

Les 7 étapes de la résolution de problème

Qu'est-ce qu'une méthode ?

Rien n'est plus éloigné de notre conception de la méthode que cette vision composée d'un ensemble de recettes efficaces pour la réalisation d'un résultat prévu. Cette idée de la méthode présuppose son résultat

Depuis le début, alors méthode et programme sont équivalents.

La méthode est l'œuvre d'un être intelligent qui expérimente des stratégies pour répondre aux incertitudes. La méthode est ce qui sert à apprendre, elle est aussi l'apprentissage².

Les 7 étapes de la résolution de problème issu de la base OPS sont récapitulées dans la figure ci-dessous.

² Edgar Morin - extrait de "Éduquer pour l'ère planétaire"

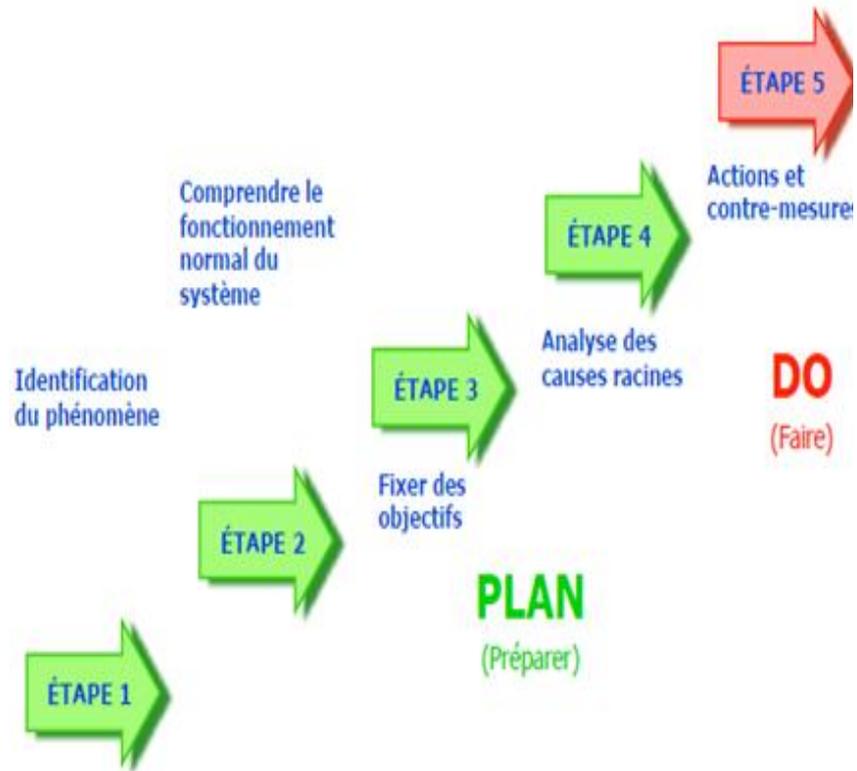


Figure 24 : 7 étapes de résolution de problème

Etape 1 : Identification du phénomène



Contexte général du sujet

Contexte

Pour la laverie BENI AMIR, la chaîne de lavage a pour objectif de préparer le produit aux différents processus de la laverie à savoir : broyage, flottation et décantation.

Enjeux

Une usine qui fonctionne en goulot d'étranglement nécessite une démarche d'amélioration continue efficace pour la réduction des coûts et la minimisation des temps d'arrêt. La fiabilisation des installations est une démarche importante pour améliorer les indicateurs de performance de la maintenance. Le service maintenance de la laverie est entrain de poser les fondements pour instaurer ce qu'on appelle **la maintenance professionnelle** qui commence par la préparation d'un dossier machine complet qui sera comme base de données pour la détermination des pièces de rechanges, et tout cela pour faciliter l'intégration du système de Gestion GMAO. Alors, ces instaurations nous seront des données d'entrée pour entamer un chantier de fiabilisation sur des bases solides.

Objectif final

Assurer la disponibilité des installations de la chaîne de lavage.

Présentation du problème par la méthode QOOQCP

Un problème bien posé est un problème à moitié résolu.

Le sigle QQQCP (pour « Qui fait Quoi ? Où ? Quand ?

Comment ? et Pourquoi ? »), Également connu sous le sigle mnémotechnique QQQQCP, est une méthode empirique qui propose à tout analyste une démarche de travail fondée sur un questionnement systématique. Ceci en vue de collecter les données nécessaires et suffisantes pour analyser et rendre compte d'une situation, d'un problème, d'un processus. (Elle peut être utilisée aussi pour structurer la restitution des résultats de cette analyse).

Quoi	Défaut de système de graissage
Où	Dans la chaîne de lavage équipement « Débourbeur »
Quand	L'année 2017
Comment	Les étapes de résolution de problème : <ul style="list-style-type: none">✓ Identification du problème✓ Comprendre le fonctionnement du système✓ Fixer les objectifs(SMART)✓ Analyse des causes racines✓ Actions et contre-mesures
Pourquoi	<ul style="list-style-type: none">✓ Avoir une disponibilité maximale du débourbeur✓ Avoir zéro panne✓ Optimiser le temps des interventions

Tableau 11 : Méthode QQQQCP

Etape 2 : Comprendre le fonctionnement

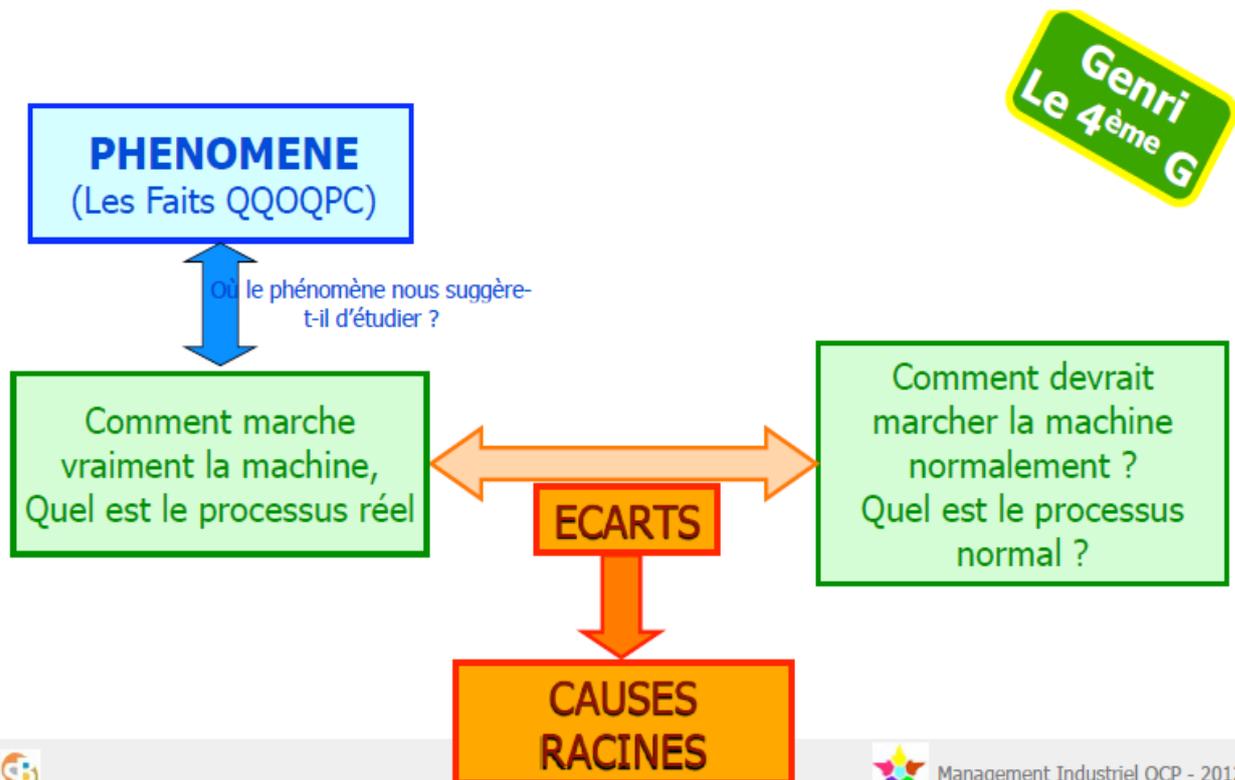
Genri Le 4^{ème} G

COMMENT FONCTIONNE LE SYSTEME NORMALEMENT ?

Comment fonctionne la machine / le processus ?

- Quels sont les éléments clefs de la machine / les tâches clefs du processus
- Et quelles sont leurs fonctions ?
- Comment se dégradent-elles ?

Quels sont les paramètres et principes qui assurent un fonctionnement correcte de la machine / du processus?

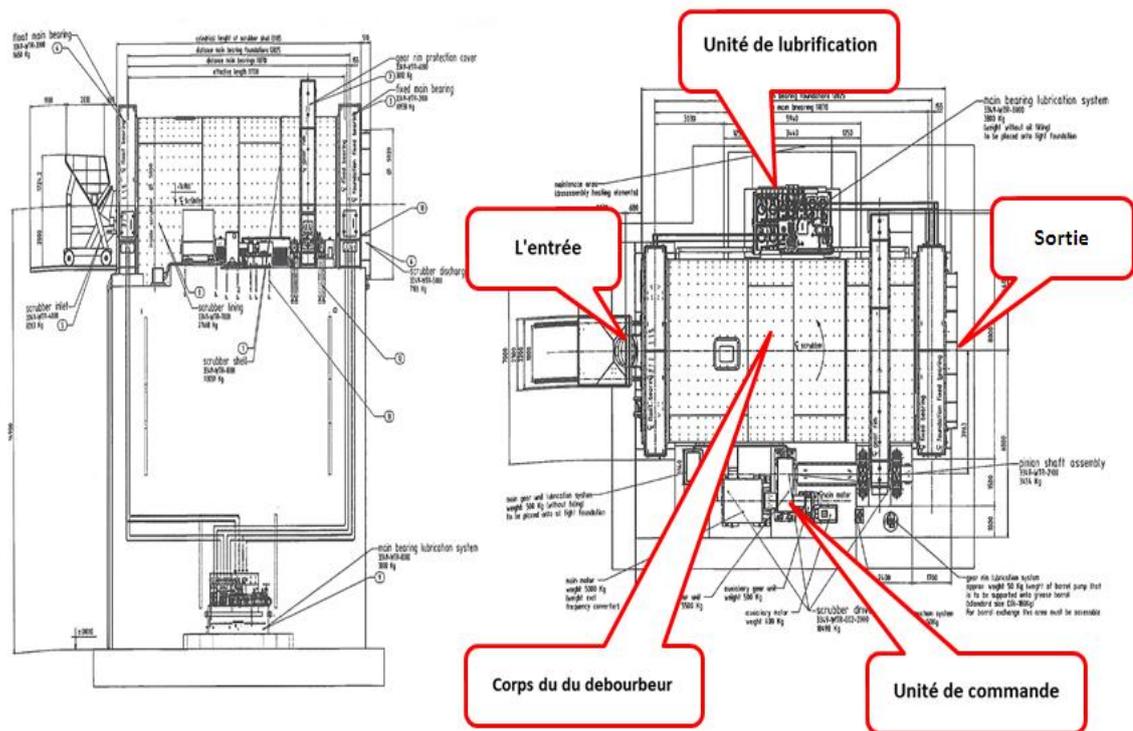


normal du système

Principe de fonctionnement de débourbeur

Description générale

L'image ci-dessous représente le tambour débourbeur accompagnée de différents constituants



de celui-ci.

Figure 25 : Système de débouillage

Le phosphate brut est mis dans une trémie à travers les convoyeurs d'alimentation, la trémie le déverse ensuite dans un extracteur qui de sa part alimente un débourbeur. Ce dernier assure le malaxage du phosphate brut avec l'eau pour brasser les grains entre eux, détruire les agglomérats et former ainsi la pulpe de phosphate. Cette pulpe est déversée sur un crible pour subir la coupure à 2,5mm. Le lavage du phosphate sur le crible est réalisé avec l'eau sous pression provenant de la pompe à eau du crible. Les refus de criblage sont évacués vers la mise à terril par une série de convoyeurs.

Une fois le produit arrive à l'entrée, le tambour alimente en eau pour délayer les matériaux et leur permettre de rouler les uns sur les autres.

L'entraînement du tambour est assuré par 2 motoréducteurs et un système couronne pignon (**voir figure 26 et 27**)

- Moteur principale avec REDUCTEUR PRINCIPAL H2SH17 (800KW, $i=12,432$)
- Moteur auxiliaire avec REDUCTEUR AUXILIAIRE H3SH5 P=18,5KW ; $n1=970$ tr/mn ; $n2=17,79$ tr/mn

Le tambour alimentera régulièrement, d'abord à petit débit par le moteur auxiliaire, afin de vérifier que le transport de la matière s'effectue bien sans débordement, sans colmatage particulier et que l'ensemble de l'installation se comporte bien, Puis progressivement jusqu'au débit nominal par le biais du moteur principal après avoir freiner le moteur auxiliaire.

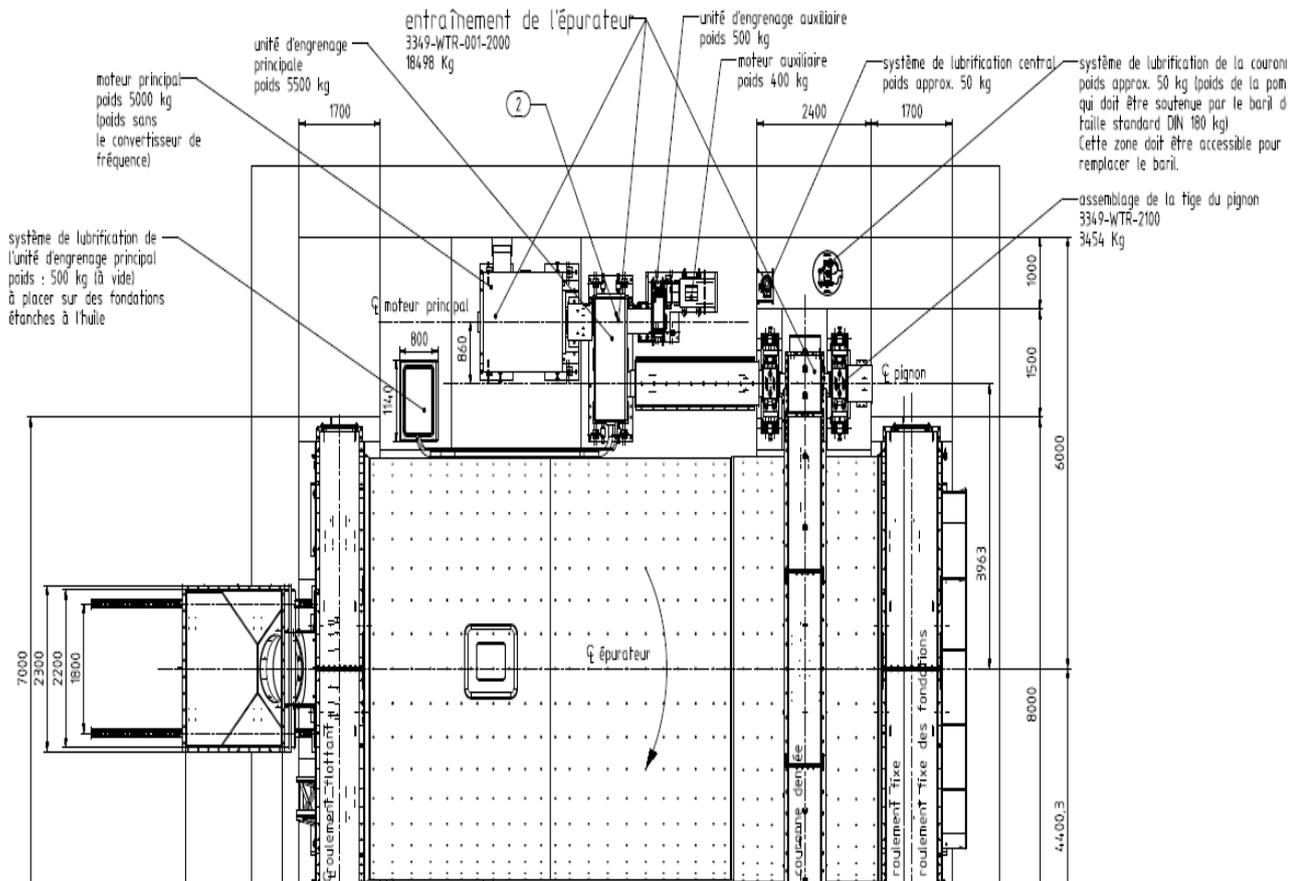


Figure 26 : Système d'entraînement du débourbeur

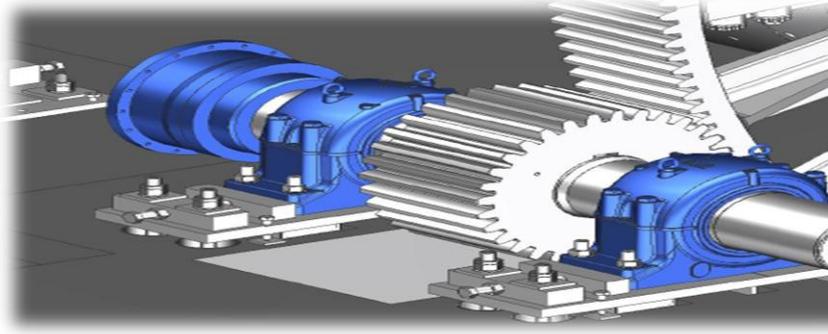


Figure 27 : Couronne-pignon

La transmission de puissance au système couronne pignon est assurée par un ensemble d'accouplements :

- ACCOUPLEMENT RUPEX RWN 450 ENTRE REDUCTEUR PRINCIPAL ET MOTEUR PRINCIPAL
- ACCOUPLEMENT N-EUPEX P160 ENTRE MOTEUR AUXILIAIRE ET REDUCTEUR AUXILIAIRE
- ACCOUPLEMENT ZAPEX ZZS 505 (PIGNON/REDUCTEUR PRINCIPALE)
- ACCOUPLEMENT ZAPEX ZWSE 230 ET L'EMBRAYAGE KSHN 21 (REDUCTEUR AUXILIAIRE/REDUCTEUR PRINCIPALE)

Système de lubrification du patin fixe et mobile (voir la page en annexe 4)

La figure ci-dessus représente la centrale hydraulique des deux patins situés à l'extrémité du tambour, ces patins se flottent dans l'huile donnée par la centrale pour le guidage de la coque comme le montre la figure ci-dessous.

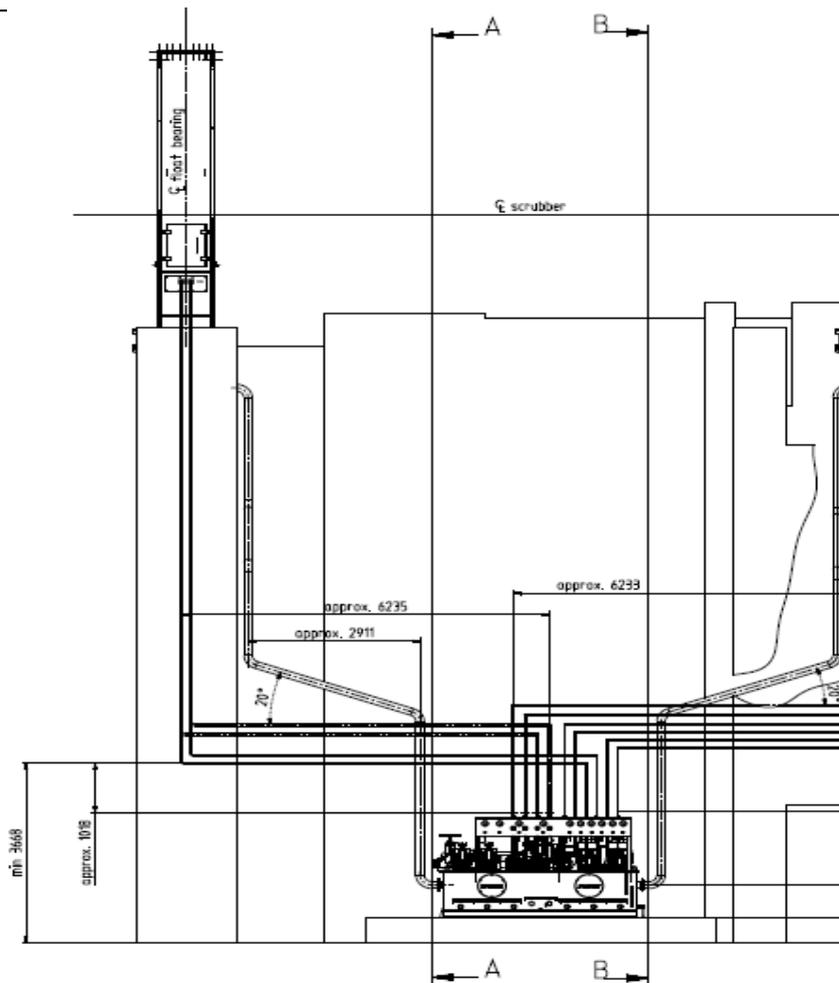


Figure 28 : Système de lubrification des patins

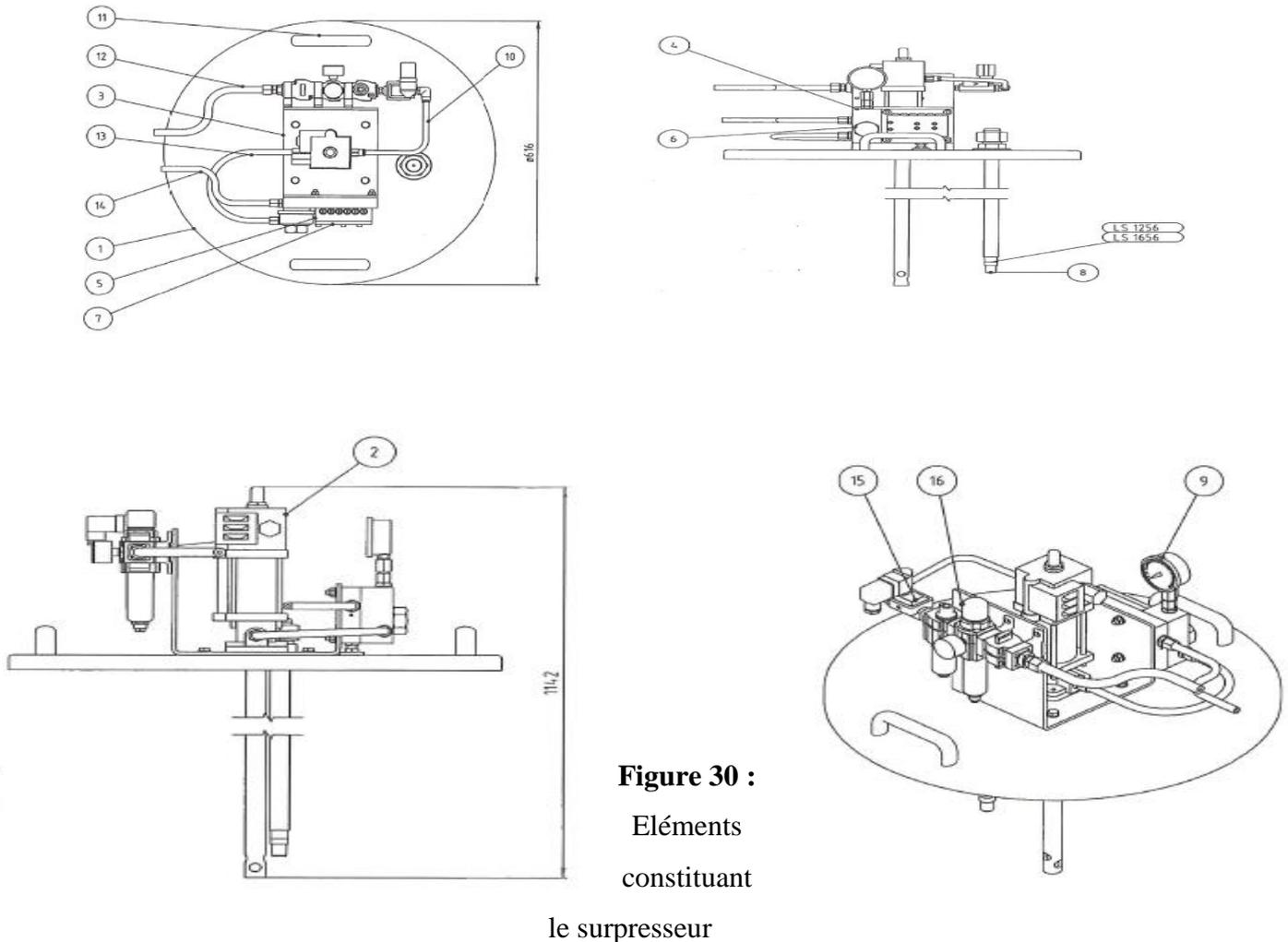


Centrale de graissage de la couronne-pignon

Figure 29 : Système de lubrification de la couronne dentée

Ce baril de graisse (comme le montre la figure 30) assure la lubrification de la couronne, par le biais d'une pompe pneumatique appelée aussi surpresseur. Sont des pompes à piston différentiel à double effet, avec un entraînement pneumatique. Les pompes refoulent lors de la course ascendante pendant la course ascendante, le fluide est simultanément aspiré. La pompe transforme la pression d'air comprimé en une pression de refoulement 50 fois supérieure. Ce type de pompe est muni d'un piston puisoir. Le piston puisoir placé dans la partie inférieure (entrée du fluide) du tube plongeur assiste l'alimentation du fluide dans la chambre d'aspiration de la pompe par pression mécanique. Cette exécution est donc utilisée de préférence pour le refoulement de graisses lubrifiantes. Le tube plongeur est muni d'un piston de précision pour l'utilisation avec des lubrifiants.

Ci-dessous les éléments constituant la pompe pneumatique (surpresseur).


Figure 30 :
 Eléments
 constituant

le surpresseur

La nomenclature de chaque élément est donnée par le tableau (voir **annexe 6**)

D'après l'analyse PARETO que j'ai effectué au début du chapitre 2, il s'avère que le système de graissage de la couronne dentée est le problème qui cause le dysfonctionnement du débourbeur.

En effet, ce problème peut procurer jusqu'à 72 % de gain sur les pannes. Pour cela il faut agir en priorité pour éliminer ou du moins réduire ce grave problème

Etape 3 : Fixer les objectifs

DE COMBIEN PENSONS-NOUS POUVOIR REDUIRE LE PROBLEME?

- Fixer l'objectif du projet de amélioration ciblée
- S'assurer que c'est un objectif SMART
- Calculer les gains en Euros

Spécifique	L'objectif est précis et défini, il dépend de moi, du groupe
Mesurable	Un indicateur de terrain mesurable par les opérateurs
Atteignable	Qui implique un engagement mais qui prend en compte les contraintes
Réaliste	En accord avec le contexte, les moyens et les compétences disponibles
Temps	Qui est planifié, défini dans le temps, avec des étapes

Objectifs par la méthode de SMART

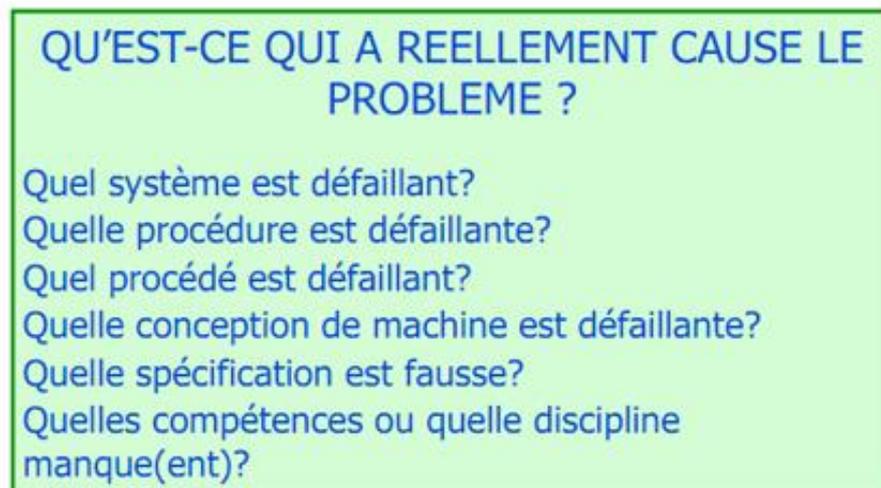
SMART (intelligent en anglais) est un moyen mnémotechnique permettant de décrire les objectifs que l'on veut exprimer de façon la plus claire, la plus simple à comprendre et pour lesquels les résultats sont réalisables. Un indicateur est une variable permettant de fournir des informations pour chacune des étapes d'un projet afin d'aider à la bonne prise de décision.

Spécifique	Avoir zéro pannes
Mesurable	Rapport de suivi de production, MTBF, MTTR
Atteignable	Application du processus de fiabilisation selon OPS, avoir les ressources humains et matériels pour la réalisation
Réaliste	Ressources matériels et compétences
Temporelle	Du 01/03/2018 à 31/05/2018
Ecologie	Avoir une installation nettoyée et sécurisée

Tableau 12 : Méthode SMARTTE

Etape 4 : Analyse des causes racines

La cause racine est un facteur à l'origine d'un problème ou d'une situation donnée qui, si corrigé empêcherait que le problème ne se produise



Recherche des causes racines par le processus de Karl T. Ulrich et Steven D. EPPINGER

Processus d'identification des causes racines du défaut de graissage de la couronne dentée

Etape 1 : établir l'objectif

L'objectif de mon étude s'étend sur la détection de toutes les causes possibles d'une façon exhaustive, qui peuvent rendre le débourbeur incapable de réaliser sa fonction requise. On outre d'apporter les solutions après les évaluer et les optimiser, ces remèdes doivent être éliminer ou du moins réduire l'échec potentiel

Etape 2 : Générer les causes racines

- Mauvaise qualité de la graisse
- Mauvaise qualité de la pompe pneumatique(surpresseur)
- Manque de graisse
- L'air comprimé insuffisant
- L'absence de l'air comprimé
- Manque de l'énergie pneumatique
- Mauvais filtrage de l'air comprimé

- Dégradation des flexibles de la graisse
- Mauvais fonctionnement des distributeurs de la graisse
- Mauvais fonctionnement des injecteurs
- Fuite au niveau du circuit d'air
- Coincement du surpresseur
- Bouchage du distributeur
- Colmatage du filtre
- Pertes par frottement dans les tubes ou flexibles
- Graisse trop épaisse
- Piston endommagé
- Bulle d'air dans la graisse
- Seau de graisse bosselé

Etape 3 : filtrer les causes racines

J'ai travaillé avec la méthode **Workshop WITH **MULTIVOTING****

Données sur la méthode :

- Nombre des participants 17
- Nombre de choix : chaque participant a le droit de choisir **5 idées au maximum**



Les causes racines	Les votes	Nombre des votes	% des votes
Mauvaise qualité de la graisse	xxxxxxxxxxxx	11	19%
Mauvaise qualité du surpresseur	xxxxxxxx	8	14%
Manque de la graisse	xx	2	3%
L'air comprimé insuffisant	xxxx	4	7%
L'absence de l'air comprimé	x	1	2%
Fuite au niveau du circuit d'air	x	1	2%
Coincement du surpresseur	xxxxxxxx	8	14%
Bouchage du distributeur	xxxx	4	7%
Colmatage du filtre de la graisse	xxxx	4	7%
Mauvais fonctionnement des injecteurs	x	1	2%
Mauvais fonctionnement des distributeurs	xx	2	3%
Dégradation des flexibles de la graisse	xx	2	3%
Mauvais filtrage de l'air comprimé	xxx	3	5%
Pertes par frottement dans les tubes ou flexibles	xx	2	3%
Graisse trop épaisse	xxxxxxxxxxxx	11	2%

Seau de graisse bosselé	×	1	2%
Piston endommagé	×	2	3%
Bulle d'air dans la graisse		0	0%
Manque de l'énergie pneumatique	×	1	2%
Total		68	100

Tableau 13 : Workshop avec Multivoting

Le graphe ci-dessous représente la répartition des % des votes.

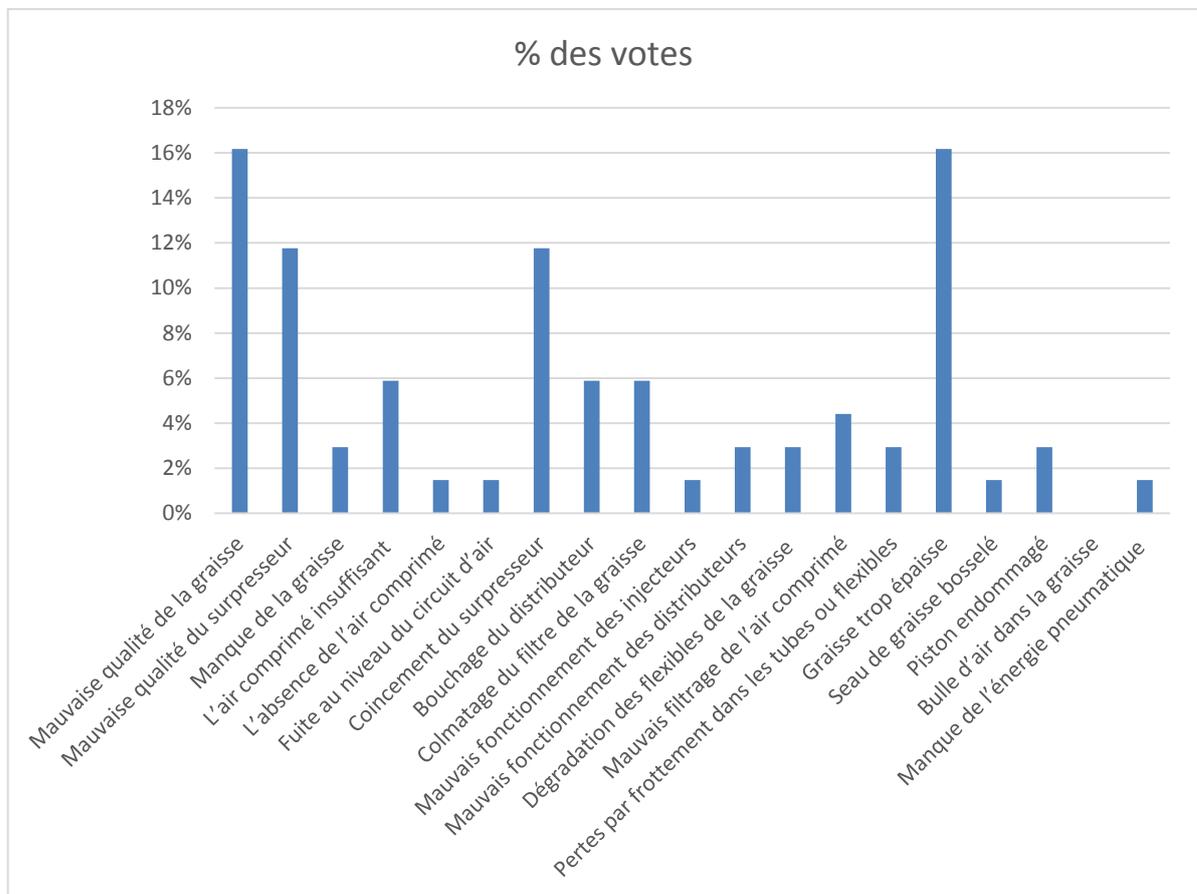


Figure 31 : La répartition des causes racines

La figure ci-dessus montre que la mauvaise qualité de la graisse, mauvaise qualité du surpresseur, coincement du surpresseur, graisse trop épaisse sont les causes racines les plus pénalisants.

Etape 4 : Méthode des affinités

Après avoir demandé à tous les membres de l'équipe de se placer devant le mur et de chercher en silence les idées qui semblent être reliés, on a obtenu comme résultat :





Mauvaise qualité du surpresseur
Coincement du surpresseur Catégorie 2 → Surpresseur inapproprié pour cette utilisation

Etape 5 : sélectionner la pénible cause

Les causes racines restant doivent être répondre à 3 questions à savoir :

Question 1 : Est-ce que la cause est réelle ?

Réponse 1 : l'élimination ou du moins la réduction des causes ci-dessus va entrainer un bon fonctionnement du système de graissage, donc ces causes sont réelles et provoquent le dysfonctionnement du débourbeur.

Question 2 : Est-ce qu'on peut gagner si on arrive à l'éliminer ?

Réponse 2 : l'opportunité est applicable techniquement, le team possède les compétences requises pour la réaliser.

Question 3 : : Est-ce que l'opportunité est faisable financièrement ?

Réponse 3 : l'élimination des causes racines est faisable financièrement.

Etape 5 : Actions et contre-mesures

QUELLES SONT LES CONTRE-MESURES POUR TRAITER LES CAUSES QUI SONT A L'ORIGINE DU PROBLEME?

- Lister les contre-mesures possibles
- Utiliser une matrice de décision pour déterminer la meilleure contre-mesure

Gensoku
Le 5^{ème} G

L'objectif de cette étape est de mettre en œuvre des contre-mesures pour traiter toutes les causes racines.

Développer les contre-mesures possibles

Développer plusieurs idées par un Brainstorming en équipe: la richesse du travail de groupe



Le brainstorming ou remue-méninges est une technique d'étude qualitative et de créativité utilisée notamment pour générer des concepts, des idées publicitaires ou des marques. Le concept du brainstorming a été promu par le publicitaire Alex Osborn dans les années 1950 aux USA.

Une réunion de brainstorming prend la forme d'une réunion de groupe où chacun est invité à émettre librement et spontanément des idées ou suggestions en relation avec le sujet de l'étude. L'animateur doit s'assurer de l'absence de jugements négatifs portés sur les suggestions sous peine de nuire à la « productivité » et à la créativité de la séance de brainstorming.



Après une réunion de brainstorming avec un groupe de personnes, y compris les inspecteurs mécaniques et les mécaniciens de la laverie, j'ai pu sortir avec les solutions suivantes :



- A. Assurer que la pression d'air pour pomper est adéquat pour fonctionner la pompe
- B. Nettoyer ou remplacer les distributeurs
- C. Changer le surpresseur actuel par un autre plus fiable
- D. Contrôler périodiquement les flexibles d'air
- E. Contrôler périodiquement les flexibles de la graisse
- F. Choisir les lignes plus courtes et positionner la pompe au centre
- G. Nettoyer les pièces ou les remplacer si nécessaire
- H. Changer la qualité de la graisse
- I. Utiliser des ceintures chauffantes pour fût, grande souplesse
- J. Utiliser des ceintures chauffantes indéformables pour fût
- K. Utiliser des plaques chauffantes
- L. Chauffage du fût sur roulettes

Ceinture chauffante pour fût, grande souplesse

Le chauffage de fûts est la solution idéale quand une substance doit être réchauffé ou maintenu à une température constante dans des fûts. En chauffant un liquide, sa viscosité diminue et le

Pompage et le transfert du liquide deviennent plus faciles par la suite. En plus, on empêche la cristallisation et la floculation du liquide et il est possible de faire fondre des substances solides.

Les ceintures chauffantes pour fûts assurent une répartition de chaleur régulière grâce à leur conception. Ceci garantit une grande souplesse lors de l'utilisation.

Avantages

- Utilisation souple
- Régulateur intégré
- Pompage et remplissage améliorés
- Empêche la cristallisation et la floculation des liquides

- Contact direct avec le fût
- Dimensions de rangement compactes

Applications

- Produits agroalimentaires
- Automotive

- Graisses

- Savons
- Produits chimiques
- Vernis



Figure 32 : Ceinture chauffante pour fût, grande souplesse

Ceinture chauffante indéformable pour fût

Le chauffage de fûts est la solution idéale quand une substance doit être réchauffé ou maintenu à une température constante dans des fûts standards. En chauffant un liquide, sa viscosité diminue, le pompage et le transfert du liquide deviennent plus faciles par la suite. En plus, on empêche la cristallisation et la floculation du liquide et il est possible de faire fondre des substances solides. La ceinture chauffante pour fûts assure une transmission de chaleur efficace grâce à sa conception et au contact direct avec le fût. On évite ainsi une accumulation de chaleur ce qui préserve le contenu de fût des dommages thermiques. La fermeture par fermeture de serrage rapide permet un montage et un démontage rapides. Le manteau extérieur en tôle offre une protection supplémentaire des dommages des éléments chauffants.

Le chauffage de fûts

Peut s'utiliser seul avec unité de régulation ou en parallèle avec deux chauffages de fûts supplémentaires qui sont raccordés au premier chauffage de fûts.

Avantages

- Répartition de chaleur régulière
- Evite des accumulations de chaleur
- Pompage et remplissage améliorés

- Empêche la cristallisation et la floculation des liquides
- Transmission de chaleur efficace grâce au contact direct entre le fût et la ceinture chauffante

Applications

- Produits agroalimentaires
- Automotive
- Graisses



Figure 33 : Ceinture chauffante indéformable pour fût

Fond chauffant pour fûts

Le fond chauffant est une solution sûre et peu encombrant pour un chauffage régulier du fût.

Avantages

- Fiable et peu encombrant
- Empêche la cristallisation et la floculation des liquides

Applications

- Produits agroalimentaires
- Colles
- Huiles et graisses
- Savons
- Cires et résines
- Produits chimiques



Figure 34 : Fond chauffante pour fût**Chauffage des fûts sur roulettes**

A l'aide des roulettes et des poignées fonctionnelles, le chauffage de fût peut entourer le fût d'une manière simple et rapide et l'enfermer avec sa fermeture de serrage pratique. La taille des poignées permet la manutention avec des gants de protection.

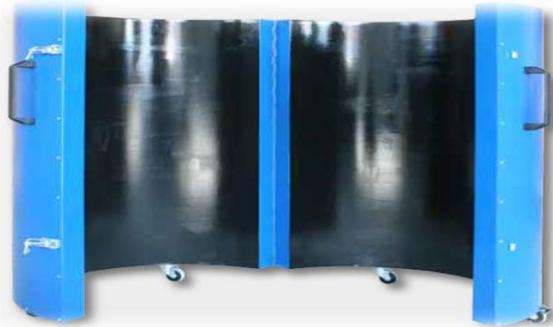
Avantages

- Fiable et peu encombrant
- 4 roulettes, 2 équipées avec des freins
- Fermeture de serrage pratique
- Empêche la cristallisation et la floculation des liquides

Applications

- Produits agroalimentaires
- Colles
- Huiles et graisses
- Savons
- Cires et résines
- Produits chimiques
- Peintures et

verniss



Chauffage des fûts sur

Figure 35 :
roulettes**Identifier la meilleure contre-mesure**

Plusieurs outils possibles :

- Matrice de choix et d'optimisation
- Cotation des verrous
- Matrice de priorisation

Matrice de décision

Objectif

La matrice de décision est un outil d'aide à la décision dont l'objectif est de faciliter la prise de décision concernant le choix de solutions à mettre en œuvre.

Déroulement

- Réunir le maximum d'informations sur le sujet étudié
- Définir les critères de sélection
- Noter les solutions par apport aux critères de sélection
- Effectuer le total des cotations de tous les critères par solution
- Choisir la solution qui présente le total le plus élevé.

Les critères de sélection sont définis comme suit :

- Maintenabilité
- Sécurité
- Coût
- Performance

Les différentes solutions sont ensuite présentées en colonnes, et les critères en lignes dans un tableau comparatif. Chaque solution est notée sur chacun des critères. La somme pondérée de ces notes avec le poids du critère permet d'obtenir un classement des solutions.

Critères	Solutions											
	A	B	C ®	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Coût	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maintenabilité	+	+	0	+	-	-	+	+	+	+	+	0
Performance	-	-	0	-	-	-	0	0	+	+	+	+
Securité	-	+	0	-	-	-	+	0	+	+	+	+
Somme '+'	1	2	0	1	0	0	2	1	3	3	3	2
Somme '-'	3	2	0	3	4	4	1	1	1	1	1	1
Somme '0'	0	0	4	0	0	0	1	2	0	0	0	1
Rang	8	6	6	8	10	10	4	6	1	1	1	4
Score net	-2	0	0	-2	-4	-4	1	0	2	2	2	1
Continue?	Non	revise	Combiner	Non	Non	Non	Non	Combiner	Oui	Oui	Oui	Non

Tableau 14 : Matrice de sélection

Avec :

- ‘+’ La CM est un peu plus satisfaisante que la référence pour le critère concerné
- ‘-’ La CM est un peu moins satisfaisante que la référence pour le critère concerné
- ‘0’ La CM est de même niveau que la référence pour le critère concerné

Ainsi d’après la matrice de décision, les meilleures solutions qui peuvent résoudre les causes racines du système pignon-couronne sont :

- Utiliser des ceintures chauffantes pour fût, grande souplesse
- Utiliser des ceintures chauffantes indéformables pour fût
- Utiliser des plaques chauffantes
- Changement du surpresseur avec le changement de la qualité de graisse

Evaluer les risques pour les contres mesures choisis

Les changements peuvent avoir un impact sur la santé, la sécurité, la qualité et l’environnement. Avant d’entreprendre toute modification même temporaire, il faut utiliser une check-list (**voir annexe 7**) pour identifier les risques et les mettre sous contrôle. Si la modification entraîne un des risques suivants on marque N et on définit les contres mesures sur un Quick kaizen nécessaires sinon on marque

Quick Kaizen (voir page en annexe 8)

Conclusion

Après avoir optimiser les solutions proposées et évaluer les risques que celles-ci peuvent représenter au cours de les mises en œuvre. Il vient d’exécuter ces solutions et voir les résultats C’est que le chapitre suivant va entamer.



CHAPITRE V : Mise en œuvre des solutions proposée

Introduction

Ceintures chauffantes sont destinés au chauffage et au maintien en température de fûts et containers métalliques ou plastiques contenant des produits fluides ou visqueux (eau, huile, cire, [graisse](#), bitume, goudron...).

Les **ceintures chauffantes souples**, d'une puissance de **300 à 1500 W**, sont constituées d'une résistance électrique noyée dans un panneau silicone, à haute tenue mécanique, elles sont prévues pour le chauffage de fûts métalliques de **25 à 200 litres** suivant modèles. Les **ceintures chauffantes souples** sont équipées d'un thermostat réglable **0/120 °C**, d'un câble d'alimentation de 2 m et de crochets et ressorts pour une installation et un démontage rapide et aisé. Cette ceinture chauffante souple est plus particulièrement dédiée au maintien en température des fûts de 200 litres. Possibilité d'utiliser jusqu'à 3 ceintures en même temps.

- Installation rapide
- Facile d'utilisation
- Possibilité d'installer 3 éléments

Mise en œuvre des ceintures chauffantes sur fût

La figure ci-dessus représente la mise en place des ceintures chauffantes sur fûts.



Figure 36 : Ceinture chauffante grande souplesse pour fût

Disponibilité de la chaîne après la mise en place de la ceinture chauffante sur fût

En se basant sur l'historique des pannes de deux mois 3 et 4 de l'année 2018, j'ai pu sortir avec les données présentées sur le tableau 18.

Mois	H. Théoriques	H. d'ouverture	H. disponible	TD
3	1488	1488	1445.9	97%
4	1440	1440	1104	76%

Tableau 15 : Indices de performance de la chaîne de lavage.

Si on compare la disponibilité de la chaîne de lavage après avoir utilisé les ceintures chauffantes sur les fûts utilisés dans le système de graissage dans le mois 3, on trouve qu'il y a une certaine satisfaction de celle-ci. Il a été constaté que cette disponibilité a accrue de **94%** (pendant l'année

2017 et le mois janvier de 2018) à **97%** pendant cette période ce qui est un gain pour la chaîne de lavage parce que celle-ci déclenche le début du traitement du phosphate, Hélas, pendant le mois 4 on remarque que la disponibilité de la chaîne diminue d'une manière excessive jusqu'à **76%**.

Cette diminution de la disponibilité résulte de l'endommagement des éléments internes du surpresseur à cause de la température élevée au sein du fût. D'où l'abandonnement de la contre-mesure des ceintures chauffantes et le changement du surpresseur.



Aperçu sur les fûts KGP-2/P-E avec un nouveau surpresseur

Figure 37 : Fût de type KGP-2/P-E

Avantages

- Très haute résistance aux charges extrêmes
- Haute adhérence sur les surfaces métalliques
- Pulvérisable même à basses températures
- Réduire la consommation de lubrifiant

Vie utile de stockage

La durée de vie minimale du produit est estimée à 60 mois à compter de sa date de fabrication si elle est maintenue dans son emballage d'origine et stocké à température ambiante dans un Endroit sec, en évitant l'eau, humidité et toute source d'inflammation.



CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Au terme de ce projet de fin d'études, une brève rétrospective permet de dresser le bilan du travail effectué avec ses difficultés, ses contraintes, mais aussi et surtout le supplément de formation si riche dont j'ai eu la chance de bénéficier.

Nous pouvons considérer que ce travail de fin d'études, s'est articulé autour de deux volets principaux.

Le 1^{er} volet concerne l'étude de la disponibilité de la chaîne de lavage par l'analyse des indicateurs de performance (MTBF, MTTR et Taux de disponibilité). Il m'a fallu, d'abord à déterminer les équipements névralgiques de cette chaîne en se basant sur des connaissances de base tel que l'historique des pannes de 13 mois récents y compris l'année 2017 et le mois janvier de 2018. Plusieurs équipements ont été classifiés par la méthode **PARETO** et comme résultat de celle-ci, j'ai trouvé que le crible et le débourbeur sont les équipements les plus critiques. L'étude de la maintenance est réalisée en se basant sur plusieurs méthodes, parmi lesquelles, l'étude **AMDEC** (Analyse des Modes de Défaillances, leur Effets et leur Criticité) qui permet d'élaborer une liste de problèmes ou dysfonctionnements possibles du système de criblage, leurs causes et effets, ainsi que des remèdes et solutions préventives. Ensuite j'ai établi un plan de maintenance à appliquer sur le crible suite à la fissuration des traverses.

Le 2^{ème} volet concerne la mise en place de l'un des outils de travail OPS à savoir la méthode de résolution de problème, cette partie concerne essentiellement le débourbeur vu le problème répétitif qu'il présente tel que « Défaut de système de graissage ». Plusieurs propositions ont été étudiées à l'aide du **Brainstorming**. J'ai alors, abouti à une solution conforme aux de sécurité tout en utilisant des ceintures chauffantes sur fûts pour réduire la viscosité de la graisse et par la suite éliminer ou du moins réduire le dysfonctionnement de système de graissage. Ces ceintures ont donné la satisfaction pendant le mois mars de 2018 (97% du taux de disponibilité) mais cette disponibilité comme à décroître au fur et à mesure durant le mois avril (76%). A l'issue de ces données le changement de la pompe pneumatique par une autre plus fiable devienne une obligation.

Une suite à ce travail, serait d'étudier et d'évaluer le changement de la pompe pneumatique, ainsi d'évaluer les risques liés à ce contre mesure par l'utilisation des check List et la gestion du changement. En outre à des essais nécessaires et la mise en service.



BIBLIOGRAPHIE

Documents :

 Toyota production system par Taiichi Ohno, éd. Masson, 1989

 Mise en place de l'AMDEC par Pr. A. EL BARKANY.

Web :

 Site du groupe OCP www.ocpgroup.ma

 www.google.com



ANNEXES

Annexe 1 : Contrat d'interface

Détermination de l'objectif

Objectif = Valeur design de construction

Référence = Valeur cumulée à fin décembre de l'année N-1

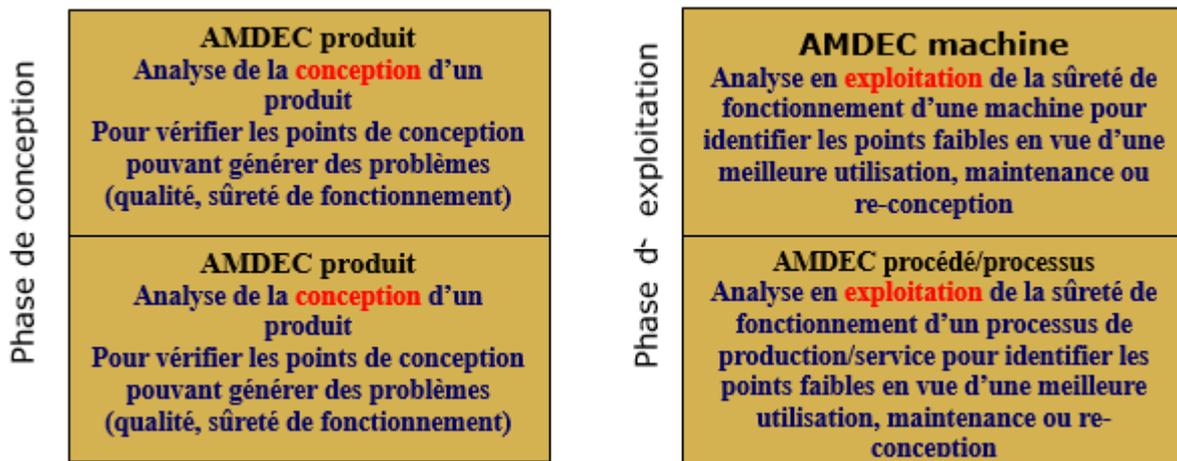
	Objectif	Référence
Chaîne de lavage	96	94

Annexe 2 : Les divers types de l'AMDEC

AMDEC procédé : on identifie les défaillances du procédé de fabrication dont les effets agissent directement sur la qualité du produit fabriqué (les pannes ne sont pas prises en compte).

AMDEC moyen : on identifie les défaillances du moyen de production dont les effets agissent directement sur la productivité de l'entreprise. Il s'agit donc de l'analyse des pannes et de l'optimisation de la maintenance.

Citons également l'**AMDEC sécurité** dont le but est de réduire les risques liés à l'utilisation d'un moyen de production, l'**AMDEC conception** qu'on réalise au cours de la conception d'un outil de production, et l'**AMDEC produit** qui analyse l'impact des défaillances d'un produit sur l'utilisation qu'en fait un client.



Annexe 3 : Synthèse AMDEC

Joint à cardon	Transmission de puissance à l'arbre balourd	-usure -blocage	Non-respect d'angle de fonctionnement tel que 45°	- brisure de cardon	-bruit	1	1	1	3	
Grilles	Trier les granulats	-usure	-produit abrasif	-risque de garder tous les	-visuel					TPM Changement



	suivant des spécifications dimensionnel les données			grains supérieurs à 2.5mm		3	2	3	18	des grilles
Paliers	Supporter et guider en rotation	-usure -Echauffement -Rupture	-Erosion électrique -lubrification inadéquate et contamination -mauvais réglage et paramétrage		-visuel -contrôle par thermomètre	3	2	3	18	
Ressort à boudin	Absorber les vibrations causées par arbre balourd	- fatigue et rupture -perte d'élasticité	- mauvais qualité du matériau -vibration exagéré		-visuel -aucun	2	1	1	2	
Les traverses	Supporter les grilles du crible	-fissure	-produit abrasif -vibrations	Arrêt machine	-visuel	4	4	3	48	Maintenance périodique TPM Inspection journalière
Les flancs	Supporter les profilés	-fissure -vibrations	- produit abrasif	Arrêt machine	-visuel	4	1	3	12	Maintenance De 1 niveau
Système d'arrosage	Garder les tranches inférieures à 2.5µm	-colmatage de filtre partiel ou total -mauvais filtrage	-éléments filtrants percé ou détérioré -Entretien non effectué -présence d'impuretés	-Dommages sur équipement	-visuel	3	2	1	6	
Arbre balourd	Assurer l'excitation	-échauffement des masselottes	-vibrations	- mauvais fonctionnement	-aucun	2	2	2	8	Changement des masselottes
Revêtement	Protéger la goulotte	-usure	-produit abrasif	- mauvais fonctionnement	-visuel	1	1	1	1	

Annexe 4 : Mode opératoire suite à une intervention sur le crible

Installation :

Date d'installation : 15/08/2015
Lieu : OCP BENI AMIR KHOURIBGA
Réception : Pas de réception



Production :

Taux d'engagement : 22 h/jour ; 5 jours / semaine
Produits fabriqués :
Performances rendement :
Rebuts : non mesuré
Produits sous assurance qualité : NON

Maintenance :

Réception maintenance : OUI
Etat documentaire : médiocre
Modifications / améliorations : aucune
Taux de panne : 51 panne / an
Indisponibilité maintenance : ≅ 1 semaine / an
Etat à maintenir : non défini

Inventaire des interventions

Désignation	Périodicité	Ressources - Renvois
Maintenance de 1 ^{er} niveau	Tous les jours	
Contrôle des ressorts	2 / mois	
Contrôle des traverses	1 / mois	
Contrôle du vibreur	1 / mois	
Nettoyage / lubrification des paliers	2 / mois	
Contrôle du niveau d'huile	2 / mois	
Contrôle des flancs	Tous les jours	
Contrôle des grilles	1 / 2 semaines	
Contrôle des vannes D'arrosage	1 / 2 semaines	
Contrôle des courroies	1 / 2 semaines	
Serrage de carter	1 / mois	
Contrôle état des boulons	1 / mois	Check-list (voir annexe 9)



Contrôle de vibration	Tous les jours	Check-list
Contrôle de bruit	Tous les jours	Check-list
Contrôle de rampes D'arrosage	1/2 semaines	
Contrôle des masselottes	1 / mois	

MODE OPERATOIRE D'INTERVENTION

Objet : changement du crible suite à une fissuration dans les traverses

Préparation de l'intervention

Moyens nécessaires

- L'installation doit être disponible pendant la durée totale de l'intervention
- Ressources humaines
 - Encadrant
 - Mécanicien

 - Chaudronnier
 - Conducteur de la grue
 - Conducteur du chariot élévateur
 - Conducteur du camion
 - HSE entreprise
- Outillage spécifique :
 - Grue 200T
 - Grue 100T
 - Grue 40T
 - Chariot élévateur(HYSTER)
 - Camion grue
 - Elingue sangle 10T 3M
 - Elingue câble acier 10T 3M
 - Elingue sangle 5T 2M
 - Palon 5t
 - Palon 2t
 - Pull lift 1,5T
 - Poste de soudure
 - Poste d'oxycoupage
 - Extincteur
 - Meule
 - Boulonneuse
 - Echelle 3m
 - Harnais de sécurité



- Caisse outillage
- Projecteur
- Pièces de rechange et consommables : Les profilés en H, Les grilles

Planning de l'intervention



Objet

Modification des gardes corps de la goulotte d'entrée pour faciliter le démontage

Eclairage des zones des travaux (étage crible, zone de révisions du crible, zone de modification goulotte, zone outillage et pièce de rechange, zone de position grue.)

Préparation des zones : Quarantaine, matériel et outillage, éraille, position grue, travaux de modification goulotte, travaux de révision crible, tableau d'affichage

Intervention

Préparation du chantier

- Nettoyage et rinçage de l'installation
- Balisage de zone du crible
- Aménager à proximité de l'installation un espace où on pourra poser les deux flancs et intervenir
- S'assurer la disponibilité des moyens

Matériel de consignation (EPI obligatoires et spécifiques)

Consignation

- Isoler l'électricité
- Consignation du crible et débourbeur

Sécurité

- L'installation ne présente pas de danger particulier une fois consignée

Démontage et montage du crible

- Démontage de la partie supérieure de la goulotte d'alimentation crible
- Démontage de la partie inférieure de la goulotte d'alimentation crible
- Séparation des rampes et démontage de la conduite principale d'arrosage
- Démontage de la structure au-dessus du crible
- Démontage des rampes, des grilles et rails
- Démontage et dépose du crible
- Dépose goulotte + revêtement goulotte sortie crible
- Démontage des ressorts



- Modification des Goulottes d'entrée crible
- Démontage des 4 traverses médianes
- Sablage et application de la colle sur les flancs du crible
- **Identification des fissures sur les flancs du crible + réparation**
- Démontage des carters des engrenage à masselotte du crible
- Montage des traverses
- Sablage et inspection des flancs du crible
- Changement des engrenages à masselottes du crible

- Démontage des 6 traverses médianes
- Montage des nouvelles traverses
- Dés équipement et équipement des boîtards
- Entretien des paliers
- Suite travaux de changement des broutards
- Revêtement de la goulotte sortie crible par bande
- Rivetage du crible
- Modification des Goulottes d'entrée crible
- Montage goulotte sortie crible après finalisation revêtement
- Changement étanchéité crible
- Montage supports +railles
- Montage crible
- Montage de la conduite principale d'arrosage et des rampes
- Montage des rails, supports et grilles
- Modification des trous de fixation des rails
- Positionnement des rampes

Déconsignation

- Déconsigner l'installation pour l'énergie électrique

On alimentera régulièrement l'appareil vibrant, d'abord à petit débit, afin de vérifier que le transport de la matière s'effectue bien sans déviation sensible à gauche ou à droite, sans débordement et sans colmatage particulier et que l'ensemble de l'installation se comporte bien.



Puis, progressivement jusqu'au débit nominal, en vérifiant bien que le crible fonctionne normalement.

Vérification et mise en route à vide

- Avant la mise en marche du crible vibrant, vérifier la présence et l'efficacité de tous les équipements de protection
- S'assurer du serrage de toute la visserie et en particulier, de la visserie de fixation de la Vibrateur et de fixation de l'appareil vibrant sur son support
- Lors de la mise en marche, un bruit de claquement peut se produire si une vis n'était pas serrée. Il faut alors rechercher l'origine de ce bruit et procéder au resserrage nécessaire. Une vis mal serrée peut progressivement se desserrer et le bruit de claquement n'apparaît

Vérification du vibrateur

- Identité de lestage des volants-balourds
- Absence de point dur (essais de mouvement de rotation partiel à la main)
- Vérification de niveau d'huile
- Capotage correctement fixé, courroies (mettre en place), moteur correctement fixé sur embase.

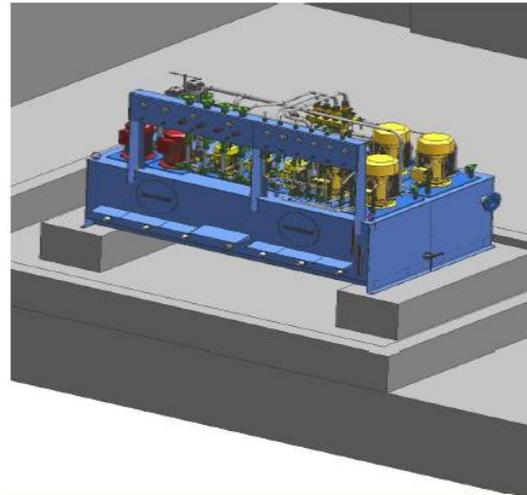
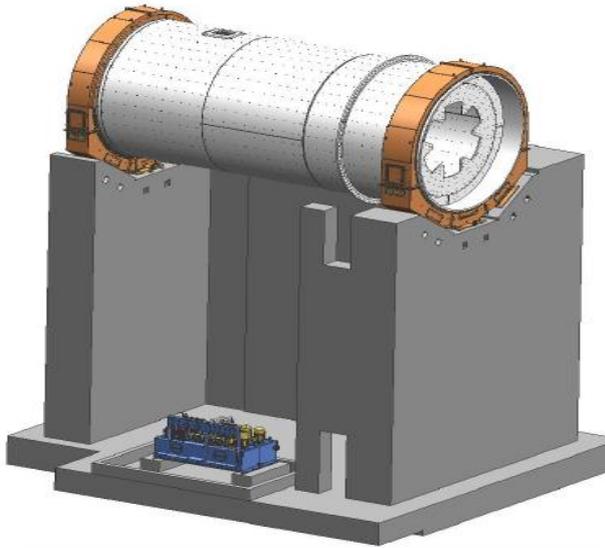
Mise en route avec produit

- S'assurer du serrage de tous les boulons de fixation
- Lors de la mise en marche, aucun bruit de claquement ou mécanique ne doit exister. En cas contraire, il faut chercher l'origine de ce bruit et procéder au serrage nécessaire.

Repli de chantier

- Nettoyer et ranger le chantier
-

Annexe 5 : Centrale hydraulique des patins



Annexe 6 : La nomenclature des éléments constituant le surpresseur

Nombre	Quantité	Description
1	1	Couvercle du baril
2	1	Pompe pneumatique
3	1	Support de montage
4	1	Bloc de filtre
5	1	Distributeur
6	1	Filtre HSA
7	1	Plaque de recouvrement
8	1	Frein
9	1	Manomètre
10	1	Flexible de graisse
11	2	Poignet de fer
12	1	Flexible de l'air comprimé
13	1	Flexible de graisse
14	1	Flexible de graisse
15	1	Vanne
16	1	Unité de maintenance



Annexe 7: Check list

Electricité		O	N	Fluide et pression		O	N
A)	Impact sur les organes de sécurité de la machine ?			A)	Besoin d'un schéma pour les inspections		
B)	Impact sur l'environnement de la machine (eau, feu, ...)			B)	Modifie l'accessibilités aux vannes, ...		
C)	Necessite une revue de conception / application des standards de conception			C)	Modifie l'accessibilités aux instruments de contrôle: mano, thermo, ...		
D)	Pupitres, boutons à étiquetter ?			D)	Modifie des paramètres: pression ,débits, ...		
E)	Impact sur la sécurité des opérations de maintenance ?			E)	Necessite un contrôle de pression: épreuve pour réservoir et conduite.		
F)	Impact sur les mises à la terre, électricité statique			F)			
Automatisme		O	N	Manutention et transport		O	N
A)	Impact sur les modes de dégradation, procédure de relance ?			A)	Implique un système de levage		
B)	Impact sur les défauts et l'aide au diagnostique ?			B)	Change un travail manuel et répétitif		
C)	Modifications des séquences, du grafcet ?			C)	Impact sur les systèmes de stockage et leur protection		
D)	Modification de l'interface HM, de la supervision?			D)	Impact sur les déplacements de personne ou de véhicules?		
E)	Influence unsafe conditions being displayed ?			E)			
F)	Cause possible des interférences?			F)			
Environnement de travail		O	N	Analyse du processus		O	N
A)	Temperature / éclairage / vibrations ?			A)	Modifie les limites du processus ?		
B)	Espace de travail / sol / escaliers ?			B)	Modifie les conditions ou procedures de stockage ?		
C)	Position assise / debout /			C)	Introduit des taches inhabituelles		
D)	Protections, barrières, ...			D)	Génère des tuyauteries cul de sac ? Sans utilités		
E)	Besoin de ventilation ?			E)	Necessite une AMDEC process ?		
F)	Bruit (Inférieur à 80 dB)?			F)			



Annexe 8 : Quick Kaizen

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 80%; margin-bottom: 5px;">Problème</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 80%; margin-bottom: 5px;">Causes possibles</div>
----------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ann

Risque d'end
surpresseur

	Opérations Industrielles Direction de site de Khouriga	FICHE D'INSPECTION VISUELLE										Date d'émission:	19/04/2017
	Entité: Laverie Mini Amir (OIKLBI)	Chaîne de lavage HG										Version:	1.0
Section: Bureau de Méthodes												Code Fiche:	F.INS.M30
												Equipement:	Mécanique
TAG Equipement:	1312 - HG										Outils d'inspection	Moyens de sécurité	
Date d'inspection:													
Inspecteur:													

Sous-ensemble / composant	Éléments à inspecter	État		Sous-ensemble / composant	Éléments à inspecter	État		État		État		État		État		État		État			
		Bon	Mauv.			Bon	Mauv.	Bon	Mauv.	Bon	Mauv.	Bon	Mauv.	Bon	Mauv.	Bon	Mauv.	Bon	Mauv.	Bon	Mauv.
RECHAUVEUR (R) :						POMPE DE DÉCHAUVEUR (R) :															
Moteur principal	État du réducteur			Pompe	État du rétro-jeu																
	État d'huile				État de la pompe																
	État de la pompe				État de la pompe																
	État de la pompe				État de la pompe																
	État de la pompe				État de la pompe																
	État de la pompe				État de la pompe																
	État de la pompe				État de la pompe																
	État de la pompe				État de la pompe																
ACCUMULATEUR D'EAU (R) 21	État			Moteur et système de refroidissement d'huile	État																
	État de la pompe				État de la pompe																
	État de la pompe				État de la pompe																
	État de la pompe				État de la pompe																
Moteur auxiliaire	État du réducteur			Système poids constants	État																
	État d'huile				État																
	État de la pompe				État de la pompe																
	État de la pompe				État de la pompe																
CENTRAL HYDRO-RECHAUVEUR :						CRITÈRE HG :															
Pneûs à solides	État d'axe des solides			Sous-ensemble / composant	Éléments à inspecter	Pneûs fixés et mobile		Moteur principal		Sous-ensemble / composant										État	
	État d'axe des solides					Bon	Mauv.	Bon	Mauv.											Bon	Mauv.
	État de l'huile					État															
Régler le thermostat	État de l'huile			CENTRAL HYDRO-RECHAUVEUR	Éléments à inspecter	État de fonctionnement (pression, débit, température d'huile...)		État		Régulation de débit et puissance										État	
	État de la pompe					État															
	État de la pompe					État															
la ceinture à info	État de la pompe			CENTRAL HYDRO-RECHAUVEUR	Éléments à inspecter	État		État		État de la pompe										État	
	État de la pompe					État															
Actions	État de la pompe			CENTRAL HYDRO-RECHAUVEUR	Éléments à inspecter	État		État		État de la pompe										État	
	État de la pompe					État															
ex 9 : Check list (inspection)	État de la pompe			CENTRAL HYDRO-RECHAUVEUR	Éléments à inspecter	État		État		État de la pompe										État	
	État de la pompe					État															
ex 9 : Check list (inspection)	État de la pompe			CENTRAL HYDRO-RECHAUVEUR	Éléments à inspecter	État		État		État de la pompe										État	
	État de la pompe					État															



Université Sidi Mohammed Ben Abdellah - Fès
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

