



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique Et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة العربي التبسي - تيسة  
Université Larbi Tebessi - Tébessa  
معهد المناجم  
Institut des Mines  
قسم الإلكتروميكانيك  
Département Electromécanique



## MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention d'un diplôme de Master

Filière : Electromécanique

Option : Maintenance Industrielle

### Organisation et gestion de la maintenance au niveau Djebel Onk (Bir El Ater)

Par

Abdelbaki SAMMADI et Abdelmouez BEKHOUCHE

Devant le jury :

Noureddine FARES	MAA	Président	Université Larbi Tebessi Tébessa
Messaoud LOUAFI	Pr	Encadreur	Université Larbi Tebessi Tébessa
Mounia TALEB	MCB	Examineur	Université Larbi Tebessi Tébessa

Promotion 2020-2021

## **Remerciements**

*En premier lieu, nous tenons à remercier notre **DIEU**, notre créateur pour nous avoir donné la force pour accomplir ce travail.*

*On tient également à exprimer nos vifs remerciements à notre encadreur Monsieur **LOUAFI Messaoud** d'avoir bien voulu accepter de diriger ce travail, pour son aide et ses encouragements.*

*Nous adressons aussi nos vifs remerciements à Monsieur **FARES Noureddine** qui nous a fait l'honneur de présider le jury de thèse.*

*Nos remerciements vont également à Madame **TALEB Mounia** qui a accepté d'examiner notre travail et participer au jury de thèse.*

*Nous remercions tout le corps enseignant du département Electromécanique et de l'institut des mines.*

*Nous avons l'honneur et l'immense plaisir  
de transmettre nos remerciements à  
toute l'équipe du complexe **SOMIPHOS- DJBAL ONK-** qui nous a  
donné l'aide afin de réaliser ce travail.*

*Nous remercie tous ceux qui nous ont aidés pour la réalisation  
de ce travail.*



# *Dédicace*

*Anos chère parents, pour leurs sacrifices depuis qu'ils nous mis au monde, qui nous ont toujours soutenu et ont aidés à affronter les difficultés,*

*A nos très chères frères et sœurs pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,*

*A l'ingénieur soufi Adel et Bagdache Pour tous ce qui ont fait pour que nous puissions les honorer,*

*a Tous les profs qui nous ont aidés :*

***LOUAFI Messaoud***

***Amel CHABBI***

*Et à nos examinateurs :*

***Taleb Mounia et Fares Noureddine***

*À toute nos familles et nos amis(es)*



## ملخص

في عملنا، كشفنا عن ضواغط GA 160 ، وكذلك طرق الصيانة. لقد قدمنا تحديدًا منهجيًا وعلاجًا لوجود الأعطال. تم استخدام طريقة AMEC كطريقة صيانة. بالإضافة إلى ذلك، قدمنا باقتراح برنامج للصيانة بناءً على توصيات الشركة المصنعة.

الكلمات المفتاحية: التحليل النقدي - الصيانة - AMDEC - ضواغط GA 160.

## *RESUME*

Dans notre travail, nous avons exposé les compresseurs GA 160, ainsi que les méthodes de maintenance. Nous avons donné une identification systématique et un traitement de la qualité de défaillance. La méthode AMDEC a été utilisée comme méthode de maintenance. De plus, nous avons proposé une gamme type d'entretien basée sur les recommandations du constructeur.

**Mots clés :** Analyse critique, Maintenance, AMDEC, compresseurs GA 160.

## *Abstract*

In our work we have exposed the GA 160 compressors, as well as the maintenance methods. We have given a systematic identification and treatment of the quality of failure. The AMDEC method was used as a maintenance method. In addition, we have offered a standard range of maintenance based on the manufacturer's recommendations.

**Keywords :** Critical analysis, Maintenance, AMDEC, GA 160 compressors.

## *Liste des figures*

N° : figure	Titre	N° : pages
Figure 1	Les différentes formes de maintenance	4
Figure 2	Objectifs généraux de l'entreprise	11
Figure II.1	Situation géologique des gisements de phosphate de la région De Djebel Onk	20
Figure II.2	Organigramme du complexe minier Djbel Onk	22
Figure II.3	Voie sèche (Dépoussiérage).	26
Figure II.4	Organigramme de la chaine de traitement.	27
Figure II.5	Concasseur	28
Figure II.6	Broyage	28
Figure II.7	Criblage	29
Figure II.8	Laverie ( DEBOURBAGE)	31
Figure II.9	Silos de stockage pour le phosphate	34
Figure II.10	Organigramme de la maintenance suivi dans SOMIPHOS.	36
Figure II.11	Organigramme de traitement.	39
Figure III.1	Déroulement d'AMDEC	41
Figure III.2	Définition maintenance productive totale (TPM)	45
Figure III.3	Les piliers de la TPM	46
Figure III.4	Schéma représentant les étapes du 5S	50
Figure IV.1	Vue générale du compresseur GA 160	51

Figure IV.2	Entraînement à vitesse variable : GA VSD	59
Figure IV.3.	Vitesse fie du compresseur GA	59
Figure IV.4.	Schéma d'écoulement du compresseur refroidi par air GA 160.	60
Figure IV.5	Vue avant	61
Figure IV.6	Répartition des pannes du compresseur GA160	63
Figure IV.7	Répartition des heures de pannes par mois	64
Figure IV.8	Plan de maintenance actuel du compresseur GA160	65
Figure IV.9	Heures de marche, panne et arrêt planifié DE COMPRESSEUR GA160	66
Figure IV.10	Diagramme de Pareto	68
Figure IV.11	Diagramme cause- effet	70
Figure IV.12	Diagramme des éléments défailants par criticité	79
Figure.IV.13	Histogramme de nombre des éléments défailants	80
Figure.IV.14	Présentation des criticités	81

## *Liste des tableaux*

<b>N° : Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>N° : page</b>
Tableau I.1	Fonctions du service maintenance	17
Tableau III.1	Niveau de criticité.	43
Tableau III.2	Résultats escomptés et conditions de succès de l'implantation d'une démarche TPM.	49
Tableau III.3	Tableau récapitulant les différentes étapes du 5S et leurs objectifs	50
Tableau IV.1	Texte du schéma d'écoulement du compresseur refroidi par air GA160	61
Tableau IV.2	Distribution des heures de panne	63
Tableau IV.3	Les heures de pannes par mois de compresseur GA160	63
Tableau IV.4	Type de maintenance actuel de compresseur GA160 année 2020	64
Tableau IV.5	Heures de marche et pannes année de compresseur GA160 année 2020	65
Tableau IV.6	Nombre et heures de panne de sous-ensemble	67
Tableau .IV.7	Cumul des heures de panne en pourcentage	68
Tableau IV.8	AMDEC compresseur GA 160 -analyse des modes de défaillance	76
Tableau IV.9	Classement décroissant des causes de défaillance par criticité	78
Tableau.IV.10	Classement décroissant des causes de défaillance	78

	par criticité en %	
Tableau. IV.11	Nombre des éléments défaillants pour chaque criticité	79
Tableau IV.12	Présentation des criticités	80
Tableau.IV.13	Evaluation de la criticité	81
Tableau .IV.14	Programme d'entretien du compresseur GA160	82

# *Nomenclature*

<b>AFNOR</b>	Association Française de Normalisation
<b>CEN</b>	Comité européen de normalisation
<b>MTBF</b>	Moyenne des temps de bon fonctionnement
<b>MTTR</b>	Moyenne des temps techniques de réparation
<b>AMDEC</b>	Analyse des modes de défaillance, de leur effet et leur criticité
<b>G</b>	La gravité
<b>F</b>	La fréquence
<b>D</b>	La détectabilité
<b>C</b>	La criticité
<b>TRS</b>	Le Taux de Rendement Synthétique
<b>TPM</b>	Maintenance productive totale
<b>HAT</b>	Température ambiante élevé
<b>SOMIPHOS</b>	Société des mines de phosphate
<b>HSCCR</b>	Courant de court-circuit nominal élevé

# *SOMMAIRE*

## **CHAPITRE I : Politique et organisation de la maintenance**

I.1. Introduction .....	2
I.2. Définition de la maintenance .....	2
I.3. Types de maintenance .....	3
I.3.1. Maintenance préventive .....	4
a) Maintenance préventive systématique .....	5
b) Maintenance préventive conditionnelle .....	5
I.3.2. Maintenance corrective .....	6
I.3.3. La maintenance améliorative .....	7
I.4. Les niveaux de la maintenance .....	7
I.5. Enjeux Perspectives .....	9
1.5.1. Les enjeux économiques.....	9
1.5.2. Les enjeux technologiques .....	9
1.5.3. Les enjeux sociaux .....	9
I.6. Objectifs de la maintenance dans l'entreprise .....	10
I.6.1. Objectifs généraux .....	10
I.6.2. Maintenance et les zéros.....	11
a) Zéro panne .....	11
b) Zéro défaut .....	12
c) Zéro stock .....	12
d) Zéro délai .....	12
e) Zéro papier .....	13
I.6.3. Objectifs techniques de la maintenance .....	13

I.6.4. Objectifs financiers de la maintenance .....	14
I.6.5. Objectifs d'aspect humain .....	15
I.6.6. Moyens d'action .....	15
I.7. Coûts de maintenance .....	15
I.7.1. coûts directs .....	18
I.7.2. coûts indirects .....	18
I.8. Organisation du service maintenance .....	18
I.8.1. Maintenance centralisée .....	18
I.8.2. Maintenance décentralisée .....	18
I.9. Fonctions de la maintenance .....	17
I.9.1. Fonction étude .....	17
I.9.2. Fonction préparation .....	17
I.9.3. Fonction ordonnancement .....	17
I.9.4. Fonction réalisation .....	18
I.9.5. Fonction gestion .....	18
I.10. Conclusion .....	18

## **CHAPITRE II : Description du complexe minier de DJBEL ONK SOMIPHOS**

II.1. Introduction .....	19
II.2. Situation géographique.....	19
II.3. Organisation générale de la mine .....	20
II.3.1. Structure de la mine.....	20
II.3.2. Organigramme de l'EN SOMIPHOS .....	21
II.4. Description de la chaine de traitement.....	25

II.4.1. Organigramme de la chaine de traitement.....	25
a) Procédé par vois humide.....	25
b) Procédé par voie sèche .....	25
II.4.2. Acheminement préparation mécanique.....	27
• Broyage .....	28
• Criblage .....	29
II.5. Le traitement par voie humide .....	29
• Débourage .....	29
• Séchage B1 (Ex Calcination) .....	30
• Lavage .....	30
• Séchage .....	31
II.6. Le traitement par voie sèche .....	31
• Séchage du phosphate .....	32
• Criblage (2mm) .....	32
• Broyage .....	33
• Sélection .....	33
• Criblage (à 0,8mm) .....	33
• Stockage du produit marchand et expédition .....	33
II.7. Transport du Phosphate .....	34
II.8. Maintenance .....	34
II.8.1. Entretien préventif .....	35
II.8.2. Les méthodes.....	37
a) Les visites systématiques .....	37
b) Les remplacements systématiques.....	38

II.8.3. But de l'entretien préventif .....	38
II.8.4. Les conditions de mise en place de l'entretien préventif .....	38
II.9. Conclusion .....	39

### **CHAPITRE III : Les outils de la maintenance : AMDEC, TPM, 5S, GMAO**

III.1. Introduction .....	40
III.2. AMDEC.....	40
III.2.1. Présentation .....	40
III.2.2. La méthodologie.....	42
III.2.3. Les étapes de la méthode .....	43
Etape 1 : initialisation.....	43
Etape 2 : décomposition fonctionnelle .....	44
Etape 3 : analyse AMDEC .....	44
Etape 4 : synthèse .....	44
a) La gravité G .....	44
b) La fréquence F.....	45
III.3 Maintenance Productive Totale (TPM) .....	45
III.3.1. Définition.....	45
III.3.2. Objectifs .....	46
III.3.3. Présentation de la démarche TPM .....	47
a) Maintenance préventive.....	48
b) Maintenance de conception.....	48
III.3.4. Conclusion.....	48
III.4. Maintenance 5S.....	49
III.4.1. Définition.....	49

III.4.2. Objectif .....	50
III.4.3. Avantage.....	51
III.5. La Gestion de la maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO).....	51
III.5. 1. Définition.....	51
III.5. 2. Les objectifs de la GMAO.....	51
III.5. 3. Caractéristiques générales.....	52
III.5. 4. Intérêt de la GMAO.....	53
III.5. 5. Elaboration d'un plan GMAO.....	53
a) Création de systèmes d'élaboration de la politique de maintenance.....	53
b) Fiches de maintenance.....	53
c) Création de modules liés à l'exécution des travaux.....	53
III.5. 6. Inventaire des logiciels de GMAO.....	54
III.5. 7. Les avantages et les inconvénients.....	55
a) Les avantages principaux.....	55
b) Les inconvénients en général.....	55

## **CHAPITRE IV : partie pratique l'étude de compresseur GA 160**

IVI.1 Introduction.....	56
IV.2. Données techniques .....	57
IV.2.1. Lectures importantes.....	57
IV.2.2. Conditions de référence .....	58
IV.2.3. Limites .....	58
IV.2.4. Réglages de la soupape de sécurité .....	58

IV.2.5. Spécifications pour les compresseurs GA 160.....	58
IV.2.6. Installations .....	59
IV.3. Emplacement des composants .....	61
IV.3.1. Circuit d'air.....	62
IV.3.2. Circuit d'huile .....	62
IV.4. Application de la méthode AMDEC .....	62
IV.4.1. Statistiques des heures de pannes du compresseur GA160 .....	62
IV.4.2. Analyse du plan de maintenance actuel de compresseur GA160 .....	64
IV.4.3. Répartition des heures de marches et heures d'arrêts non planifié .....	65
IV.5. Etude de diagramme de PARETO .....	66
IV.5.1.Partage du compresseur .....	66
<b>a)</b> Circuit d'air.....	66
<b>b)</b> Circuit d'huile .....	66
<b>c)</b> Circuit de refroidissement .....	67
<b>d)</b> Composants électriques .....	67
<b>e)</b> Bâti .....	67
IV.6. Analyse AMDEC .....	71
IV.7. Synthèse ou évaluation de la criticité.....	77
IV.8. Conclusion .....	83
Conclusion générale .....	84
Références bibliographiques.....	85
Annexes.....	86



# *Introduction générale*

# *Introduction générale*

L'exigence d'une bonne maintenance a pour raison le maintien des équipements et aussi la diminution des pannes. En effet, ces dernières coûtent cher, elles occasionnent des coûts de réparation, de non qualité de produit, et d'autres couts indirects.

Le succès de la maintenance et ou la mise en œuvre de nouvelles méthodes d'organisation afin d'avoir une parfaite efficacité, la maintenance industrielle doit avoir les liens spécifiques avec le service de comptabilité, le service personnel et la direction de production

L'objectif principal de ce mémoire est de présenter une vue générale sur la maintenance. Nous insistons, en premier lieu, sur ces bases méthodologiques et techniques, d'une part. Et d'autre part, nous utilisons l'AMDEC comme solution globale, qui cerne assez bien les problèmes de fonctionnement du compresseurs GA 160. Cette approche est intéressante pour les techniciens et les ingénieurs puisqu'elle conduit naturellement à sélectionner les pannes les plus critiques, de trouver des solutions fiables.

Le présent travail est représenté en quatre chapitres. Dans un premier chapitre nous présentons des généralités sur la maintenance. Dans le deuxième chapitre, nous exposons le complexe minier de DJBEL ONK – SOMIPHOS- dans le quelle nous avons effectués notre stage de fin d'étude.

Le troisième chapitre est consacré aux méthodes générales de la maintenance et en particulier la méthode AMDEC. Dans le quatrième chapitre nous intéressons à l'application de la méthode AMDEC sur le compresseur GA 160.

Une gamme type d'entretien est proposée pour augmenter la durée de vie du moteur d'entraînement à la fin du quatrième chapitre.

Notre travail se termine par une conclusion, qui résume l'ensemble des chapitres.

# *Chapitre I*

## *Politique et organisation de la maintenance*

**I.1. Introduction**

Afin de rester compétitive, l'entreprise doit toujours produire de meilleurs produits à moindre coût. Pour minimiser ce coût on fabrique plus vite et sans interruption des produits de qualité, sans défaut afin d'atteindre la production maximale par unité de temps.

L'automatisation et l'informatique permettent d'augmenter considérablement cette rapidité de production. Cependant, les limitations technologiques des moyens de production ne permettent pas d'augmenter les cadences

De plus, produire plus sous-entend produire sans ralentissements, ni arrêts. Pour cela, le système de production ne doit subir qu'un nombre minimum de temps de non production. Exceptés les arrêts inévitables dû à la production elle-même, les machines ne doivent jamais (ou presque) connaître de défaillances tout en fonctionnant à un régime permettant le rendement maximal.

Cet objectif est un des buts de la fonction maintenance d'une entreprise. Il s'agit de maintenir un bien dans un état lui permettant de répondre de façon optimale à sa fonction.

**I.2. Définition de la maintenance**

La maintenance regroupe les actions de dépannage, de réparation, de réglage, de révision, de contrôle et de vérification des équipements matériels (machines, véhicules, objets manufacturés, etc.) ou même immatériels (logiciels).

Une première définition normative de la maintenance fut donnée par l'AFNOR en 1994 (norme NFX 60- e.010), à savoir « l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé ».

Depuis 2001, elle a été remplacée par une nouvelle définition, désormais européenne (NF EN 13306 X 60-319) : « Ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise ».

Le dictionnaire Larousse définit la maintenance comme : « L'ensemble qui permet de maintenir ou de rétablir un système en état de fonctionnement» Le projet "CEN" (Comité Européen de Normalisation) la définit par : « L'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de gestion durant le cycle de vie d'un matériel, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise ».

La fonction requise est ainsi définie par : « la fonction ou l'ensemble des fonctions d'un bien considéré comme nécessaire pour fournir un service déterminé ».

Les objectifs de la maintenance sont de prolonger la durée de vie utile des équipements au plus bas coût possible, d'assurer la qualité et la quantité de produits fabriqués tout en respectant les délais, d'optimiser les actions de maintenance tout en contribuant à la sécurité au travail et en respectant l'environnement [1].

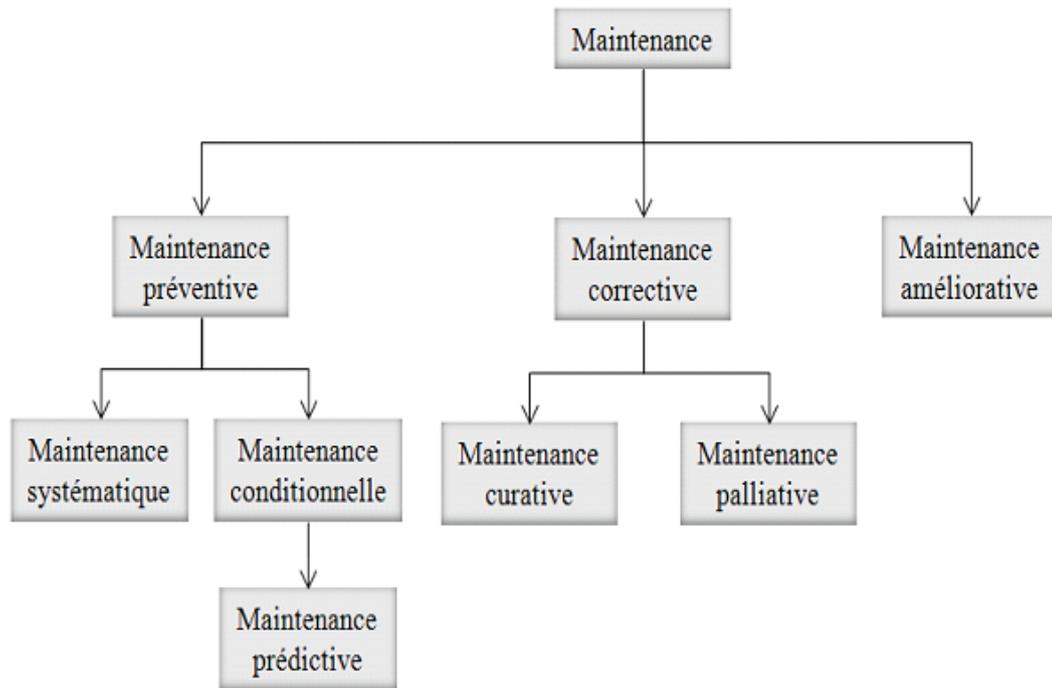
Comme le dit Monchy [2], pour la maintenance, la meilleure panne est celle qui n'arrive pas, une bonne panne est celle que l'on a prévue, la pire panne étant la panne inattendue, au mauvais endroit et au mauvais moment. Les différents types de panne sont entraînés par différents types de maintenance.

### **I.3. Types de maintenance**

En dépit des différentes appellations et modes d'entretien classiques préconisés par les uns et les autres, deux formes de maintenance à retenir, celle curative et préventive pour pouvoir formuler les trois seuls types de maintenance que stipule la norme AFNOR NF X 60-010: la maintenance corrective, la maintenance préventive, la maintenance prédictive (prévisionnelle).

Pratiquement tous les autres modes de maintenance ne seront que des sous-classes de ces trois types principaux. Avant de donner les différentes définitions, l'exemple simple d'usure et de changement des plaquettes de frein d'un véhicule illustre clairement la configuration spécifique de chaque type de maintenance.

La figure (I.1) illustre clairement les différents types de la maintenance :



**Figure 1** : Les différentes formes de maintenance [3].

### **I.3.1. Maintenance préventive**

La maintenance préventive effectuée selon des critères prédéterminés, dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation service rendu. Elle doit permettre d'éviter des défaillances des matériels en cours d'utilisation. L'analyse des coûts doit mettre en évidence un gain par rapport aux défaillances qu'elle permet d'éviter.

Le but de la maintenance préventive est de :

- augmenter la durée de vie des matériels ;
- diminuer la probabilité des défaillances en service ;
- diminuer le temps d'arrêt en cas de révision ou de panne ;
- prévenir et aussi prévoir les interventions de la maintenance corrective coûteuse ;
- permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions ;
- éviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant, etc..;
- diminuer le budget de la maintenance ;
- supprimer les causes d'accidents graves.

**a) Maintenance préventive systématique**

La maintenance préventive effectuée selon un échéancier établi selon le temps ou le nombre d'unités d'usage. Cette périodicité d'intervention est déterminée à partir de la mise en service ou après une révision partielle ou complète.

Cette méthode nécessite de connaître le comportement du matériel ; les usures ; les modes de dégradations ; le temps moyen de bon fonctionnement entre deux avaries (MTBF).

La maintenance systématique peut être appliquée dans les cas suivants :

- équipements soumis à la législation en vigueur (sécurité réglementée) ;
- équipements dont la panne risque de provoquer des accidents graves ;
- équipements ayant un coût de défaillance élevé ;
- équipements dont les dépenses de fonctionnement deviennent anormalement élevés au cours de leur temps de service.

**b) Maintenance préventive conditionnelle**

La maintenance préventive subordonnée à un type d'événement prédéterminé, (autodiagnostic, information d'un capteur, mesure d'une usure, ...), révélateur de l'état de dégradation du bien. La maintenance conditionnelle est donc une maintenance dépendant de l'expérience et faisant intervenir des informations recueillies en temps réel. Cette surveillance de la dégradation permet de fixer un seuil d'alarme avant un seuil d'admissibilité.

Le principal intérêt d'une telle stratégie est de pouvoir utiliser les entités au maximum de leur possibilité mais aussi de diminuer le nombre des opérations de maintenance corrective.

La maintenance préventive conditionnelle se caractérise par la mise en évidence des points faibles. Suivant les cas, il est souhaitable de les mettre sous surveillance et à partir de là, nous pouvons décider d'une intervention lorsqu'un certain seuil est atteint, mais les contrôles demeurent systématiques et font partie des moyens de contrôle non destructifs.

La maintenance préventive conditionnelle se fait par des mesures pertinentes sur le matériel en fonctionnement. Ils peuvent porter par exemple sur :

- le niveau et la qualité d'une huile ;
- les températures et les pressions ;

- la tension et l'intensité du matériel électrique ;
- les vibrations et les jeux mécaniques ;

De tous les paramètres énumérés, l'analyse vibratoire est de loin la plus riche quant aux informations recueillies. Sa compréhension autorise la prise à bon en pleine connaissance de cause des décisions qui sont à la base d'une maintenance préventive conditionnelle. La surveillance peut être soit périodique, soit continue.

#### ❖ La maintenance prédictive

Consiste quant à elle à prédire les pannes avant même qu'elles n'arrivent en analysant un historique de données annonciatrices de dysfonctionnement. Elle permet d'émettre un risque basé sur l'observation de données provenant de plusieurs sources (capteurs, IOT, GMAO...).

La maintenance prédictive a pour but de revoir et éviter autant que possible une nouvelle panne qui nuirait au bon fonctionnement de l'entreprise. La maintenance prédictive permet donc d'éviter que la panne ne se produise et qu'une réparation ne soit nécessaire. Certaines pannes sont en effet très coûteuses et nuisent fortement à la productivité et à la rentabilité de l'entreprise à court et moyen terme.

#### I.3.2. Maintenance corrective

La maintenance corrective correspond à une attitude de défense (subir) dans l'attente d'une défaillance fortuite, attitude caractéristique de l'entretien traditionnel. D'après AFNOR (norme X 60-010) : «Opération de maintenance effectuée après défaillance ».

Après apparition d'une défaillance, le maintenancier doit mettre en œuvre un certain nombre d'opérations dont les définitions sont données ci-dessous. Ces opérations s'effectuent par étapes (dans l'ordre) :

- test : c'est à dire la comparaison des mesures avec une référence.
- détection ou action de déceler l'apparition d'une défaillance.
- localisation ou action conduisant à rechercher précisément les éléments par lesquels la défaillance se manifeste.
- diagnostic ou identification et analyse des causes de la défaillance.
- dépannage, réparation ou remise en état (avec ou sans modification).

- contrôle du bon fonctionnement après intervention.
- amélioration éventuelle : c'est à dire éviter la réapparition de la panne.
- historique ou mise en mémoire de l'intervention pour une exploitation ultérieure.

### **I.3.3. La maintenance améliorative**

L'amélioration des biens d'équipement est un « ensemble des mesures techniques, administratives et de gestion, destinées à améliorer la sûreté de fonctionnement d'un bien sans changer sa fonction requise » (norme NF EN 13306).

On apporte donc des modifications à la conception d'origine dans le but d'augmenter la durée de vie des composants, de les standardiser, de réduire la consommation d'énergie, d'améliorer la maintenabilité, etc.. C'est une aide importante si l'on décide ensuite de construire un équipement effectuant le même travail mais à la technologie moderne : on n'y retrouvera plus les mêmes problèmes.

La maintenance améliorative est un état d'esprit nécessitant un pouvoir d'observation critique et une attitude créative. Un projet d'amélioration passe obligatoirement par une étude économique sérieuse : l'amélioration doit être rentable. Tout le matériel est concerné, sauf bien sûr, le matériel proche de la réforme.

Les objectifs de la maintenance améliorative d'un bien sont :

- L'augmentation des performances de production ;
- L'augmentation de la fiabilité ;
- L'amélioration de la maintenabilité ;
- La standardisation de certains éléments ou sous-ensemble ;
- L'augmentation de la sécurité des utilisateurs.

### **I.4. Les niveaux de la maintenance [4]**

Le degré du développement de la maintenance est classifié en 5 niveaux. Ces niveaux sont donnés par la norme à titre indicatif pour servir de guide et leur utilisation pratique n'est concevable qu'entre des parties qui sont convenues de leur définition précise selon le type de bien maintenir.

- **1<sup>er</sup> niveau** : Réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'éléments accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement, ou échanges d'éléments consommables accessibles en toute sécurité, tels que voyants ou certains fusibles, etc.... Ce type d'intervention peut être effectué par l'exploitant du bien, sur place, sans outillage et à l'aide des instructions d'utilisation. Le stock des pièces consommables nécessaires est très faible.
- **2<sup>ème</sup> niveau** : Dépannage par échange standard des éléments prévus à cet effet et opérations mineures de maintenance préventive, telles que graissage ou contrôle de bon fonctionnement. Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien habilité de qualification moyenne, sur place, avec l'outillage portable défini par les instructions de maintenance, et à l'aide de ces mêmes instructions. On peut se procurer les pièces de rechange transportables nécessaires sans délai et à proximité immédiate du lieu d'exploitation
- **3<sup>ème</sup> niveau** : Identification et diagnostic des pannes, réparations par échange de composants ou d'éléments fonctionnels, réparations mécaniques mineures et toutes opérations courantes de maintenance préventive telles que réglage général ou réaligement des appareils de mesure. Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien spécialisé, sur place ou dans le local de maintenance, à l'aide de l'outillage prévu dans les instructions de maintenance ainsi que des appareils de mesure et de réglage, et éventuellement des bancs d'essais et de contrôle des équipements et en utilisant l'ensemble de la documentation nécessaire à la maintenance du bien ainsi que les pièces approvisionnées par le magasin.
- **4<sup>ème</sup> niveau** : Tous les travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction. Ce niveau comprend aussi le réglage des appareils de mesure utilisés pour la maintenance, et éventuellement la vérification des étalons du travail par les organismes spécialisés. Ce type d'intervention peut être effectué par une équipe comprenant un encadrement technique très spécialisé, dans un atelier spécialisé.
- **5<sup>ème</sup> niveau** : Rénovation, reconstruction ou exécution des réparations importantes confiées à un atelier central ou à une unité extérieure. Par définition, ce type de

travaux est donc effectué par le constructeur, ou par le reconstruteur, avec des moyens définis par le constructeur et donc proches de la fabrication.

## **I.5. Enjeux Perspectives**

### **I.5.1. Les enjeux économiques**

Le manque ou la mauvaise application de la maintenance conduisent inéluctablement à des défaillances qui peuvent se manifester soit par une simple indisponibilité de l'outil de production, soit avec un accident qui peut entraîner des pertes matérielles, voire humaines.

Dans l'un comme dans l'autre de ces deux cas, les pertes financières peuvent être immenses et justifier, à elles seules, la recherche incessante de l'amélioration de la maintenance.

Il importe de noter que le coût d'indisponibilité de l'outil de production, à la suite d'une panne, peut atteindre des valeurs considérables selon le secteur d'activité sans compter les pertes d'image de marque difficilement chiffrables, mais très pénalisantes pour l'entreprise. Lorsque la panne cause des dégâts matériels ou humains, les pertes financières sont davantage élevées.

### **I.5.2. Les enjeux technologiques**

La pratique de la maintenance, particulièrement sur le plan technique, est un excellent moyen de maîtrise de la technologie et l'un des meilleurs vecteurs de transfert de technologie.

En effet, le fait de démonter et de remonter une machine, de la nettoyer, de la régler, d'y remplacer des composants... d'en consulter ou constituer la documentation conduit à sa connaissance profonde, ce qui permet dans, une première étape, d'améliorer l'équipement et, dans une étape suivante, de créer des machines analogues. La maintenance est une excellente école de la technologie.

### **I.5.3. Les enjeux sociaux**

Les besoins humains qui peuvent se concrétiser à travers la maintenance sont principalement :

- la sécurité ;
- la protection de l'environnement ;
- l'emploi.

Parmi les fonctions et les objectifs de la maintenance, la sécurité et la protection de l'environnement s'imposent d'évidence, particulièrement dans un monde technologique de plus en plus dangereux et de plus en plus agressif pour l'environnement et l'homme.

Il est à noter que la cannibalisation et le reconditionnement d'organes de machine pour en allonger la durée de vie sont des méthodes contribuant à la protection de l'environnement.

Par ailleurs, la maintenance nécessite souvent le recours à la sous-traitance, ce qui entraîne la prolifération de petites et moyennes entreprises de maintenance pour le reconditionnement de pièces, la fabrication de rechange, la chaudronnerie, les contrôles et analyses non destructifs, le nettoyage, les protections de surface. Ce sont des emplois qui sont créés et qui contribuent à résorber le chômage, l'un des maux majeurs de toute société.

En outre, il convient de noter que la robotisation et l'informatisation de production ont pour conséquence de réduire l'effectif du personnel de production, mais celui de la maintenance demeure nécessaire et ne subit, souvent, qu'une réduction limitée. Néanmoins, une réadaptation du métier de mainteneur est à faire.

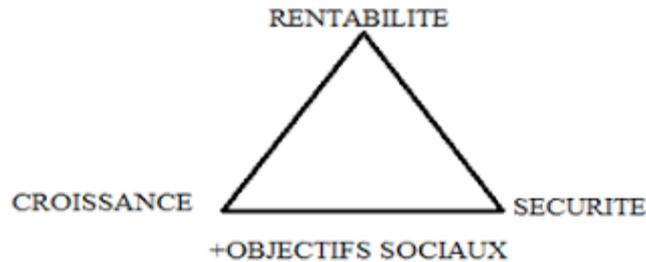
Il est indéniable qu'un opérateur de maintenance est un des emplois les plus stables et l'un des profils les plus recherchés. En effet, même en période de récession ou d'arrêt d'activité de production, le personnel de maintenance continue à travailler pour entretenir le parc machine et autres équipements annexes en attendant la reprise de l'activité. La maintenance est l'une des activités les plus pérennes.

## **I.6. Objectifs de la maintenance dans l'entreprise [5]**

### **I.6.1. Objectifs généraux**

Les objectifs poursuivis par la fonction maintenance résultent des objectifs généraux qui, dans le cas d'une entreprise portent essentiellement sur la rentabilité, la croissance, la sécurité, ainsi que sur des objectifs sociaux.

La fonction maintenance doit, comme les autres fonctions, contribuer à la réalisation de cet objectif essentiel, à savoir la rentabilité et la compétitivité des entreprises et l'efficacité des administrations. La sécurité des personnes et des biens constitue une composante prioritaire des objectifs de la maintenance.



**Figure 2** : Objectifs généraux de l'entreprise [6].

### **1.6.2. La maintenance et les zéros [7]**

L'excellence opérationnelle vise à produire le bon produit au bon moment en bonne qualité avec le moindre coût et sans gaspillage. Pour ce faire, des outils de gestion de production tels que « les **5 zéros** » sont mis en place pour assurer un niveau de qualité et de service et améliorer la productivité globale. Ces 5 zéros correspondent à :

Les 5 zéros olympiques, dont il s'agit désignent un ensemble d'objectifs opérationnels de management des entreprises consistant en :

- Zéro panne
- Zéro défaut
- Zéro stock
- Zéro délai
- Zéro papier

#### **a) Zéro panne**

Le juste-à-temps implique une production tirée par la demande et donc une grande continuité dans le travail. Tout arrêt lié au dysfonctionnement des outils de production, tout équipement en panne entraîne une perte double : des actifs, machines et équipes, non productifs, et une production non disponible pour les clients.

L'objectif zéro panne concerne essentiellement la maintenance. Il s'agit d'un impératif en ce qui concerne les fonctions mettant en jeu la sécurité des personnes.

**b) Zéro défaut**

Le produit fabriqué doit avoir une qualité irréprochable. Le cout d'un retour en usine est excessivement onéreux selon le type de produit (par exemple, le retour en usine de véhicules d'une grande entreprise en raison d'un défaut mécanique ou technique). Le cout de la non-satisfaction des clients est également à prendre en compte, car un client non satisfait est un client perdu. De plus, les contrôles de la qualité doivent être rigoureux et effectués à chaque étape du processus de fabrication.

L'objectif zéro défaut intéresse la gestion de la qualité, mais la maintenance s'y trouve étroitement liée, car la qualité de la production dépend fortement de l'état des équipements.

**c) Zéro stock**

La stratégie du juste à temps consiste, notamment, à mettre à disposition les bons produits au bon moment. Le but est d'éviter les stockages inutiles. Le stock immobilise de l'argent et de la place sans générer de valeur ajoutée aux produits stockés. De plus, le stock doit être surveillé, ce qui constitue un facteur de dépenses supplémentaires (matérielle et humaine).

L'objectif zéro stock concerne également la maintenance en particulier pour l'organisation à flux tendus ou les stocks intermédiaires sont fortement réduits. Un résultat ne peut être obtenu qu'avec une fiabilité satisfaisante des équipements en amont.

**d) Zéro délai**

Une fois la commande émise par le client, les processus de préparation, de conditionnement et d'expédition doivent être réalisés le plus rapidement possible et sans temps mort afin que le client reçoive la commande dans un délai minimum. Chaque étape doit être optimisée afin qu'il n'y ait jamais de rupture de charge dans le processus.

L'objectif zéro délai intéresse la fonction maintenance en ce qui concerne la durée d'intervention en cas d'incident, pour réduire au maximum la durée d'immobilisation.

#### **e) Zéro papier**

L'écologie est une préoccupation de plus en plus importante au niveau mondial. Aujourd'hui, ce point revêt un caractère essentiel. En effet, respecter la règle du zéro papier permet non seulement de générer des économies sur l'achat de consommables, mais aussi, cette pratique est écologique, car elle permet de sauvegarder des milliers d'arbres en supprimant la consommation de tonnes de papier.

L'objectif zéro papier concerne moins directement la maintenance, mais l'application de l'informatique à de nombreuses fonctions de maintenance contribue à sa réalisation.

### **I.6.3. Objectifs techniques de la maintenance**

Ces objectifs dépendent essentiellement de la nature des entreprises considérées et leurs impératifs d'exploitation. Les objectifs techniques de disponibilité effective des équipements peuvent consister en :

- un taux maximum de disponibilité effective,
- un nombre minimum d'arrêts,
- un taux de fiabilité,
- des objectifs de MTBF et MTTR.

Le Taux de Rendement Synthétique (TRS), de la méthode Japonaise TPM présente l'avantage de prendre en compte toutes les causes d'arrêts ou de pertes, à savoir :

- Panne,
- Changements de série et réglages,
- Passages à vide, micro-arrêts,
- Diminution de cadence,
- Pertes pour défaut de qualité,
- Pertes au démarrage.

Le TRS rassemble donc les pertes liées à la maintenance et les autres pertes, telles que celles pour le changement de série et démarrages. Les fonctions maintenance et qualité sont étroitement liées dans la méthode TPM, qui consiste une méthode globale de management [5].

#### I.6.4. Objectifs financiers de la maintenance [5]

Lorsqu' un ensemble d'objectifs technique a pu être défini pour la maintenance, l'objectif financier consiste alors à réaliser cet objectif technique au moindre coût. Cet objectif de moindre coût concerne évidemment le long terme. Le coût global d'acquisition et d'utilisation défini précédemment constitue alors l'indicateur le plus pertinent.

Lorsque les coûts d'indisponibilité peuvent être estimés de façon complète, cet dans la mesure où les contraintes et règles de sécurité sont satisfaisantes, c'est l'ensemble des coûts directs de maintenance et des coûts d'indisponibilité qu'il importe de rendre minimum.

Cette optimisation doit être effectuée à long terme le coût global d'acquisition et d'utilisation constitue également un indicateur pertinent, en y incluant ici les coûts d'indisponibilité. A court terme, le budget du service maintenance constitue également un outil de gestion utile, et en fait nécessaire dans le cadre de l'élaboration du budget de l'entreprise. Si la priorité est donnée au budget de la maintenance, la qualité du service rendu devient une résultante du moins en supposant le budget disponible utilise au mieux. Une troisième voie consiste à chercher à optimiser le ratio ci-après :

$$\frac{\text{Coût de maintenance} + \text{coût d'indisponibilité}}{\text{Chiffre d'affaires relatif à la production}} \quad (1.1)$$

Les règles relatives à la sécurité étant satisfaites, l'application de ce ratio permet d'adapter le management de la maintenance de façon à maximiser la rentabilité de l'entreprise et de contribuer à sa compétitivité.

Les coûts d'indisponibilité indiqués au numérateur désignent les coûts de non-efficacité liés à la fonction maintenance, dits « coûts de non maintenance ».

L'application de ce ratio revient ainsi à rendre minimum le volume totale de l'iceberg comprenant :

- Les coûts directs de maintenance qui en représente la partie visible,
- Les coûts de non-efficacité liés à la maintenance qui en constituent la partie cachée.

### **I.6.5. Objectifs d'aspect humain**

Les conditions de travail et la sécurité ne peuvent être ignorées. La maintenance doit se préoccuper des accidents possibles dans son personnel et de ceux occasionnés aux autres par sa présence.

Toute préparation de travail débutera par la rédaction de consignes (travaux électriques, travaux au feu, risques de chutes, intoxication, contamination, explosion, etc.) et se terminera par une remise en état définitive (protections, consignes, etc.).

Comme un membre de l'entretien fait partie du comité Hygiène et Sécurité, il lui appartient d'étudier toute modification, protection à effectuer sur les matériels pour éliminer les risques d'accidents.

### **I.6.6. Moyens d'action**

Les moyens permettant de réaliser les objectifs précédents sont nombreux ils portent sur :

- les moyens de la fonction maintenance : personnel, fournisseurs et équipement, sous-traitance, documentation, organisation général, la gestion de ces moyens ;
- les méthodes : maintenance préventive, systématique ou conditionnelle, corrective, et leur utilisation optimale ;
- les outils de gestion : coût global de cycle de vie ;
- l'amélioration systématique des équipements : fiabilité, maintenabilité disponibilité ;
- le système d'information et mesure, concernant les indicateurs techniques et financiers ;
- l'utilisation de l'informatique.

## **I.7. Coûts de maintenance [8]**

Regroupe les coûts des interventions correctives et préventives nécessaires pour maintenir l'installation aux niveaux de disponibilité et sécurité requis. Il comprend également l'ensemble des coûts logistiques nécessaires aux opérations de maintenance ainsi que les frais généraux imputables à l'existence d'une infrastructure de maintenance (hommes et équipements).

### **I.7.1. coûts directs**

On appelle coûts directs de maintenance l'ensemble des coûts relatifs à la réalisation des opérations de maintenance (approvisionnements et frais administratifs compris). Les coûts directs regroupent :

- Coût de main d'œuvre d'intervention : temps passé x taux horaire.
- Travaux sous-traités sur interventions (contrats en dépense contrôlée)

### **I.7.2. coûts indirects**

On appelle coûts indirects de maintenance l'ensemble des coûts engendrés par l'indisponibilité de l'installation (renouvellement d'une campagne d'essais, personnel inutilisé, etc.) les coûts indirects de maintenance correspondent au coût d'arrêt d'expérimentation.

## **I.8. Organisation du service maintenance [9]**

Deux types d'organisation peuvent être mises en place selon la spécificité et la taille de l'entreprise :

### **I.8.1. Maintenance centralisée**

Ce type d'organisation prévoit la centralisation de toutes les activités de maintenance sous forme d'une seule entité. Cette entité gère la maintenance globale de toute l'entreprise (ateliers et secteurs). Parmi les avantages de ce type d'organisation on peut citer : -facilité de planning -facilité de surveillance -magasins bien équipés -contrôle effectif de la main-d'œuvre.

### I.8.2. Maintenance décentralisée

Chaque secteur d'activité à son atelier sectoriel de maintenance. Comme caractéristique de ce type d'organisation, on trouve : -service rapide -connaissances spécialisées -une prise en charge de chaque installation -moins de paperasse -les frais réels de maintenance par poste de travail [2].

### I.9. Fonctions de la maintenance (Norme FD X 60-000)

Les fonctions du service maintenance sont présentées dans le tableau I.1.

**Tableau I.1.** Fonctions du service maintenance

Les fonctions de la maintenance	Etude
	Préparation
	Ordonnancement
	Réalisation
	Gestion

#### I.9.1. Fonction étude

Sa mission principale est l'analyse du travail à réaliser en fonction de la politique de la maintenance choisie. Elle implique la mise en œuvre d'un plan de maintenance avec des objectifs chiffrés et des indicateurs mesurables.

#### I.9.2. Fonction préparation

La préparation des interventions de maintenance doit être considérée comme une fonction à part entière du processus de la maintenance. Toutes les conditions nécessaires à la bonne réalisation d'une intervention de maintenance seront ainsi prévues, définies et caractérisées. Une telle préparation devra bien sûr s'inscrire dans le respect des objectifs généraux tels qu'ils sont définis par la politique de maintenance, tel que : coût, délai, qualité, sécurité.

### **I.9.3. Fonction ordonnancement**

L'ordonnancement représente la fonction du "chef d'orchestre". Dans un service maintenance caractérisé par l'extrême variété des tâches en nature, en durée, en urgence et en criticité.

### **I.9.4. Fonction réalisation**

La réalisation consiste à mettre en œuvre les moyens définis dans le dossier de préparation dans les règles de l'art pour atteindre les résultats attendus dans les délais préconisés par l'ordonnancement.

### **I.9.5. Fonction gestion**

La fonction gestion du service maintenance devra être capable d'assurer la gestion des équipements, la gestion des interventions, la gestion des stocks, la gestion des ressources humaines et la gestion du budget.

## **I.10. Conclusion**

Les entreprises sont de plus en plus sensibilisées à l'importance des coûts induits par les défaillances accidentelles des systèmes de production. Alors que la maintenance, jusqu'à très récemment, était considérée comme génératrice de dépenses, les entreprises sont de plus en plus conscientes qu'elle peut contribuer d'une manière significative à la performance globale de l'entreprise.

La stratégie de maintenance a des répercussions directes sur l'exploitation d'un système, sur la production et bien évidemment sur les charges financières. Lors du choix de la méthode de maintenance, il faut arbitrer entre les performances que l'on souhaite obtenir du système de production et les coûts que l'on est prêt à assumer pour le maintenir [4].

## *Chapitre II*

*Description du complexe  
minier de DJBEL ONK  
SOMIPHOS*

### II.1. Introduction

Le complexe du Djebel Onk est la principale stratégie business unit de FERPHOS pour la production de phosphate. Composé de deux mines à ciel ouvert des gisements de phosphate et d'une usine de traitement de phosphate, le Complexe du Djebel Onk jouit dans le cadre de l'organisation de FERPHOS. D'une autonomie de gestion administrative et financière lui permettant d'être à l'écoute de ses clients et plus proches de leurs exigences.

Le gisement de phosphate de Djebel Onk a été découvert en 1908 par les français. Ce n'est qu'en 1931 que commence les premières études par la compagnie de phosphate de Constantine en suite fut créer la société Djebel ONK en 1936. De 1961 à 1963 fut précisé les valeurs du gisement de Djebel Onk. Et ce n'est qu'au mois de février 1965 que débute l'exploitation de DJEMI DJEMA.

Actuellement le complexe exploite une nouvelle carrière de KEF SNOUNE après l'épuisement de la carrière de DJEMI DJEMA.

Le complexe du Djebel Onk est en phase finale de certification aux normes de L'International Standardisation Organisation, ISO 9001, Version 2000 (Système de Management de la Qualité) et ISO 14001 (Système de Management Environnemental).

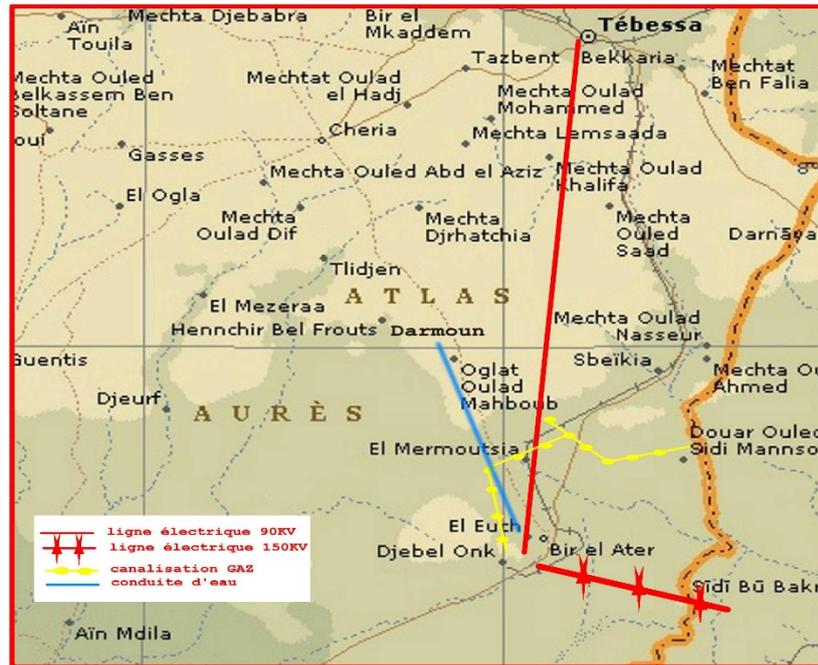
Le minerai du Djebel Onk est un phosphate en grain, sableux (PSEUDOOLITHES et PELLETS), souvent à support organique (diatomées et radiolaires), dont la granulométrie appartient le plus souvent à la classe des arénites (gains < à 2mm), plus rarement à celle des redites (proportions des grains > à 2mm). Le minerai tout venant titre généralement de 25 à 28 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; il est très carbonaté et présente un rapport  $CaO/P_2O_5 = 1,75$  à  $1,90$  %. Le phosphate de Djebel Onk est généralement peu siliceux et peu feraleux.

### II.2. Situation géographique

Le complexe minier de DJEBEL ONK se trouve dans la région de DJEBEL ONK qui est située au SUD-EST de l'Algérie, à 100Km de la ville de Tébessa et à 20Km de la frontière Tunisienne.

Cette région constitue la limite géographique naturelle entre les Hauts plateaux Constantinois et le domaine saharien. Le massif de DJEBEL ONK forme un ensemble calcaire de 20 Km de longueur qui culmine à 1198 m d'altitude au djebel Tarfaya, les altitudes les plus basses au pied du DJEBEL ONK sont d'environ 635 m [10, 12, 13].

Les réserves en phosphate reconnues du bassin phosphaté de Djebel Onk s'élèvent à plus de 2 milliards de tonnes.



**CARTE DE LA SITUATION DE LA WILAYA DE TEBESSA**

**Figure II.1.** Situation géologique des gisements de phosphate de la région De Djebel Onk [10, 11].

### II.3. Organisation générale de la mine

L'EN SOMIPHOS issue de la dernière restructuration de L' EN FERPHOS, à caractère économique, est chargée du développement de production nationale et internationale du fer et du phosphate par l'intermédiaire de DJEBEL-ONK (DJEMIDJEMA).

#### II.3.1. Structure de la mine

Cette entreprise gère et organise les différents départements, eux-mêmes structurés par différents services pour la bonne gestion et l'exploitation rationnelle de la mine.

- SOMIPHOS se compose de:
  - Direction générale
  - CERAD (centre d'étude et de recherche appliquée et développement)
  - IPA (installations portuaires Annaba)
  - CMDO (complexe minier de Djebel Onk)
- Le complexe de Djebel Onk est composé de :
  - Direction du Complexe
  - Service personnels
  - Service comptabilité générale

- Service comptabilité analytique
- Service sécurité
- Responsable management qualité et environnement.
- Direction technique
- La direction technique comporte 5 départements :
  - Département Extraction
  - Département Traitement
  - DED département Etude et Développement
  - DEMR (Département Entretien Matériels roulants)
  - DEMF (Département Entretien Matériels fixes)

Et 3 Services

- Service approvisionnement achats
- Service gestion des stocks
- Bureau technique

### **II.3.2. Organigramme de l'EN SOMIPHOS**

L'organigramme du complexe minier Djbel Onk est représenté dans la figure II.2

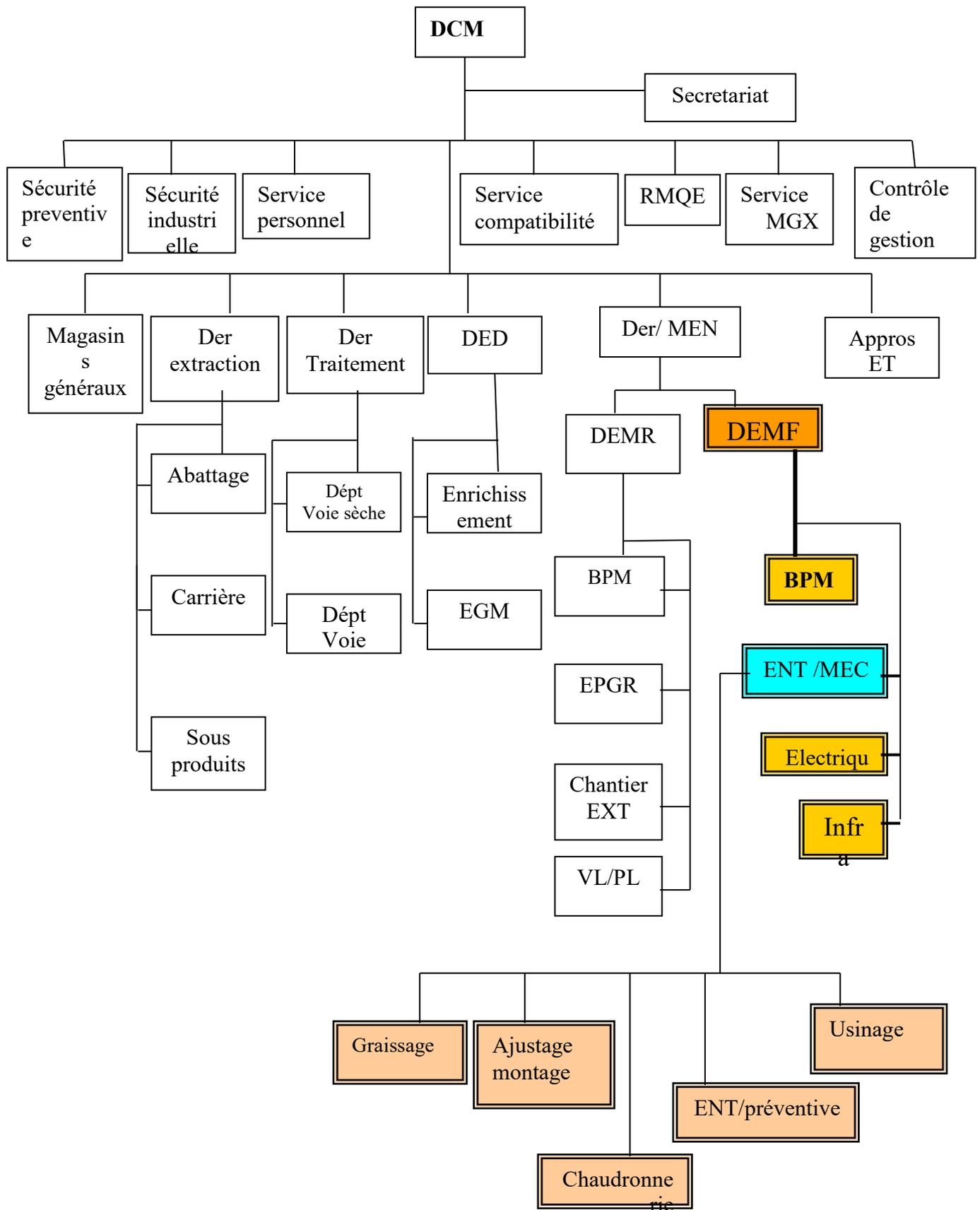


Figure II.2. Organigramme du complexe minier Djbel Onk.

❖ **DCM** : Direction du Complexe Minier

Sécurité préventif : DSP (garde qui assure la sécurité du complexe du danger extérieur)

Sécurité industrielle : assure la sécurité à l'intérieur du complexe

Service personnel : la gestion administrative des personnels

- formation
- section paie.
- section sociale

Service comptabilité : gestion financière du complexe

Contrôle de gestion (comptabilité analytique)

❖ **MGX** : Service Moyens généraux :

- cantina (restaurant), hôtel, social, coopérative

❖ **RMQE** : Responsable Management Qualité et Environnement ISO 9001-14001

**1. Direction extraction** : extraire le phosphate du gisement et le transport au concasseur.

- Abattage :-stérile
  - Phosphate
- Carrière : - Chargement
  - Transport
- Sous-produit (n'est pas lié à la production)
  - Vente sable
  - Vente ferrailles
  - Vente pièce de rechange stocke morts
  - Vente entière des engins reformés

**2. Direction traitement**

- Voie sèche : Il s'occupe de la production du produit dépoussiéré.
- Voie humide : Il s'occupe de la production du produit débourbé lavé.

**3. Direction de la maintenance**

\* **D.E.M.R** : Département Entretien Matériel Roulant :(Bulls, Camions, Chargeuses, Sondeuses...).

- EPGR : Entretien préventif et grosses réparations

- Entretien Chantier extérieur

- VL/PL : Véhicules légers et poids lourds

\***D.E.M.F** : Département entretien matériel fixe (concasseur, broyeur....)

- BPM : Bureau préparation et méthodes

- **ENT /Mécanique** : Réparation mécanique

  - Electrique: Réparation électrique

  - Infrastructures:

  - Fours: réparation fours

  - Génie : génie civil

  - Maintenance infrastructure

  - Construction

#### 4. **DED** : Département Etude et Développement

- a. EGM : Etude Géologique Minière

- b. Carrière

- c. Enrichissement :

Usine chaîne de traitement

Services liés à la DT :

- 1) Appris et achats : Approvisionnement et Achats

- 2) Magasins Généraux : Gestion de stocks

- 3) Bureau technique :

- Statistique

  - heures de marche

  - production

- PARC

#### ❖ **Rôle du BPM**

La préparation à un grand rôle à jouer. En effet le bureau de préparation est chargé de :

- La tenue des dossiers entretien machines.
- La préparation des dossiers réparation.
- L'établissement des bons de sortie
- La préparation des demandes d'achats exceptionnels.
- Le contrôle de ventilation des bons.
- La décision de travail ou proposition de reforme.

- L'établissement du PEP (PLAN ENTRETIEN PREVENTIF)
- Suivi des travaux.
- Elaborations des cahiers des charges.
- Préconisation de la pièce de recharge.

❖ **Rôle de l'ENT/MEC**

- Assure la supervision de toutes les activités opérationnelles d'entretien mécanique.
- Assure tous les travaux d'entretien et de préparation mécanique des équipements de la production et des installations annexes.
- Dirige les activités de plusieurs équipes et contremaître chargés des travaux de soudage et chaudronnerie.
- Assure et supervise les activités de plusieurs équipes de soudure et de chaudronnerie
- Soudeur professionnel capable de résoudre les problèmes de soudage les plus complexes.
- Effectuer tous les travaux de soudure électriques et autogènes.
- Supervise et contrôle les activités d'un atelier d'usinage.
- Assure tous les travaux de tournage et de fraisage suivant croquis et plans.

## **II.4. Description de la chaine de traitement**

### **II.4.1. Organigramme de la chaine de traitement**

La figure II.3 expose l'organigramme de la chaine de traitement, on distingue deux types de procédés:

#### **a) Procédé par voies humide**

Cette opération s'effectue dans les ateliers de débouillage, le séchage B1 (Ex. calcination), lavage et séchage (DK1) elle permet d'enrichir le minerai à une teneur de (63% - 65%)

#### **b) Procédé par voie sèche**

Cette opération s'effectue dans les ateliers de dépoussiérage (DK2 et DK3),



**Figure II.3.** Voie sèche (Dépoussiérage).

- elle permet d'obtenir un produit titrant de (63% 65%) TPL et (66% à 68%) TPL
- Procédé d'enrichissement du minerai phosphate
- Préparation mécanique.

Pour subir des traitements par voie humide ou sèche, le minerai tout venant de la carrière doit passer par la préparation mécanique. Cette opération comporte trois opérations :(concassage, broyage et criblage)

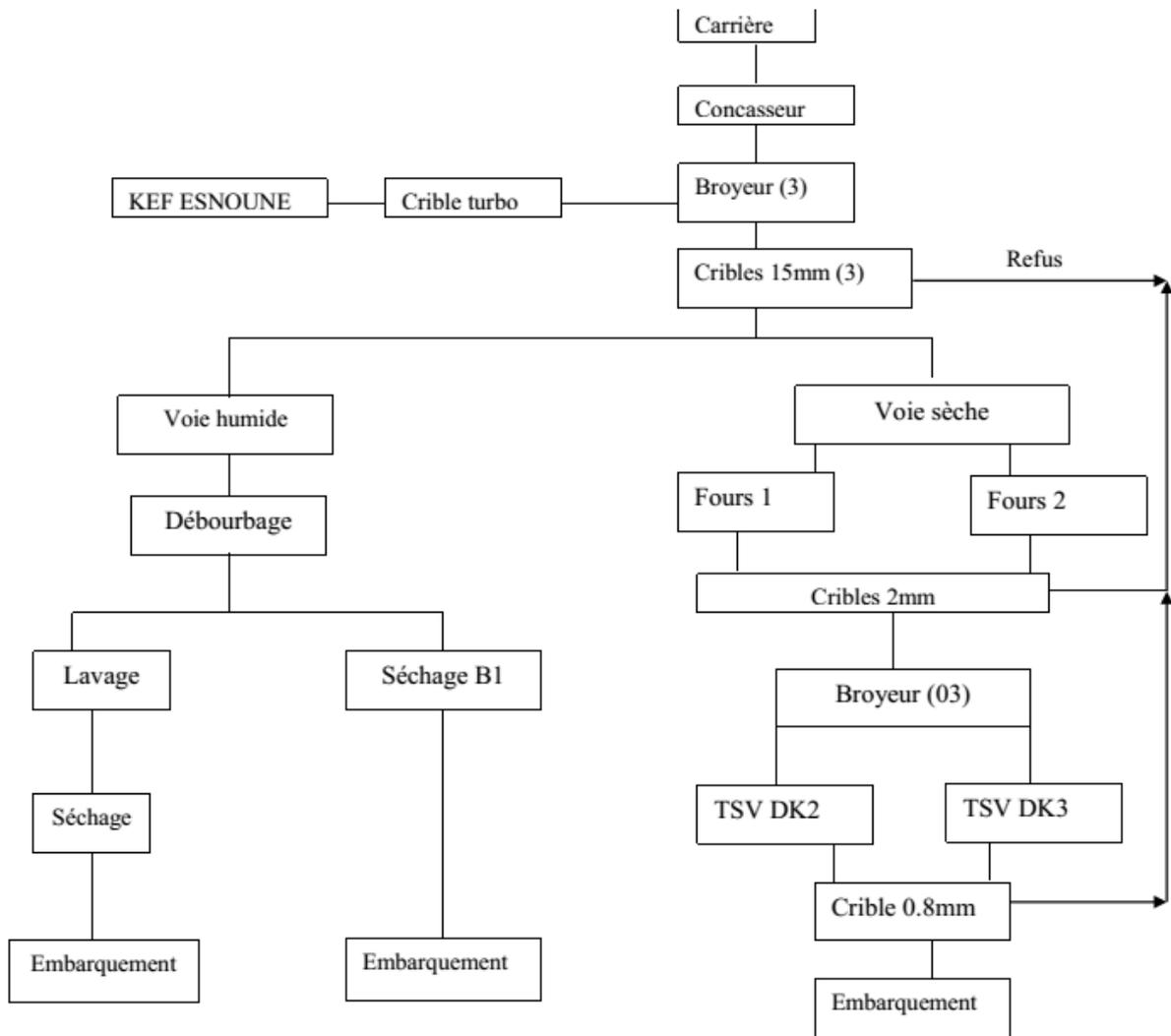


Figure II.4. Organigramme de la chaîne de traitement.

#### II.4.2. Acheminement préparation mécanique

- **Installations Kef essnoun**

Pour ce qui est tout venant de Kef essnoun, l'équipement de concassage utilisé est un broyeur (HAZEMAG) muni d'un système de scalpage d'un taux de réduction allant jusqu'à 60%.

Le produit concassé de Kef essnoun alimente deux cribles inclinés (HAZEMAG) avec une maille de 15mm, le refus de ces cribles est recyclé pour revenir aux broyeurs (WEDAG).

- **Concassage**

Cette opération consiste à réduire les blocs de (1m) venant de la carrière à une granulométrie inférieure à un diamètre 200mm, au moyen d'un concasseur giratoire de capacité 1000à 1200T/H.



**Figure II.5.** Concasseur

- **Broyage**

Cette opération a pour but, la réduction des blocs de minerai venant du concasseur à une granulométrie inférieure à 20mm cette opération se fait au moyen de 03 broyeurs à marteaux de capacité 250T/H chacun.



**Figure II.6.** Broyage

- **Criblage**

Cette opération est utilisée pour opérer une sélection inférieure à 15mm et sera expédié vers les deux voies de la chaînes de traitement (DK1): débouillage – lavage et (DK2, DK3) dépoussiérage.



**Figure II.7.** Criblage

Le refus de dimensions supérieures à 15mm et qui contient près de 20%  $P_2O_5$ , est expédié par convoyeur à bande vers une trémie pour être repris par camions et évacué vers les stériles. L'atelier criblage est constitué de (03) cribles WEDAG de 250 T/h chacun.

### **II.5. Le traitement par voie humide**

Le traitement d'enrichissement permet d'obtenir un produit marchand titrant de (63% à 65%) TPL, il comporte trois opérations :

- **Débouillage**

Le but de cette opération consiste à éliminer tout ce qui est argile, la tranche granulométrique intéressante et comprise entre 0.08mm et 1.25mm. Le passet crible de dimensions inférieure à 15mm est mise pulpe avec de l'eau dans un rapport solide/liquide égale à  $2/3(t/m^2)$ , alimente les cribles humides puis vers des hydro cyclones pour séparer les

fines (argile) du produit et en fin le produit passe à travers des filtres à bande pour une séparation liquide solide le produit sortant à une humidité inférieure à 15%.

Les principales composantes de l'atelier débouillage sont les pompes (K6, DORCCO, MIR) les hydro cyclones et deux filtres à bande

- **Séchage B1 (Ex Calcination)**

Les trois lignes du séchage B1 sont modifiés pour les utiliser comme fours sécheurs, et utilisent actuellement le Gaz naturel comme énergie, le produit sortant du débouillage est acheminé vers les fours du séchage B1 pour séchage et embarquement .

- 1- Débouillage
- 2- Calcination (four sécheur)
- 3- Expedition.

- **Lavage**

A fait objet de modification pour le traitement du produit, transfert produit du débouillage vers lavage

- 1- Débouillage
- 2- Lavage
- 3- Séchage
- 4- Embarquement

Le produit venant des cribles, après mise en pulpe et avant les filtres à bandes est acheminé vers le lavage sous forme de pulpe par une pompe.

Le produit subit des coupures par hydro cyclones et ensuite essoré par des filtres a bande avant d'être séché.

L'atelier lavage est similaire à l'atelier débouillage en matière d'équipement.



**Figure II.8.** Laverie ( DEBOURBAGE)

- **Séchage**

Cette opération consiste à réduire la teneur en eau dans le produit lavé (humidité de 13% ), jusqu'à 1%, au moyen de 2 fours sécheur rotatif réglé à la température de vaporisation d'eau (105 °C +5 °C). UN cyclone est placé juste à la sortie du four sécheur qui récupère les fines pour être dégagé avec la vapeur, et la gamme noble rejoint le reste du produit séché titrant de 33,4% à 35,24%  $P_2O_5$  et qui sera transféré vers les silos de stockage du produit marchand pour expédition.

## **II.6. Le traitement par voie sèche**

(Dépoussiérage DK2, DK3)

Ce traitement d'enrichissement à pour but d'obtenir une coupure de dimensions entre 0,08mm et 0,8mm: et un produit titrant de (63% à 65%) et (66% à 68%) TPL.

Le produit brut broyé tamisé à 15mm est acheminé vers une trémie de stockage primaire (400T), qui alimente une goulotte par l'intermédiaire d'un dosomètre qui mesure et totalise le débit de phosphate humide entrant au Four sécheur et régule l'alimentation de ce dernier.

- **Séchage du phosphate**

Se fait dans deux fours: DK2 et DK3, et est assuré par des gaz chauds qui apportent d'une part les calories nécessaire à l'évaporation de l'eau du produit, d'autre part les calories nécessaire pour la fluidisation du lit du séchoir.

Ces gaz chauds sont obtenus dans une chambre de combustion ou est brûlé du gaz avec un excès d'air pour abaisser la température (à environ 1000°C (capacité max) et à environ 300°C ( capacité min )).

L'air de combustion et de dilution à une pression suffisante pour maintenir le lit en fluidisation sont assurés par deux ventilateurs, le four sécheur est composé de deux compartiment: le compartiment de séchage proprement dit et la boite à vent, qui sont séparée par un dôme de briques réfractaires ou sont fixées des tuyères régulièrement espacées pour empêcher le produit de descendre dans la boite à vent et avoir une distribution régulière des gaz chauds.

Les gaz chauds passent donc de la chambre de combustion dans la boite à vent en suite vers le compartiment de séchage (à travers les tuyères) ou ils assurent la fluidisation et provoquent une certaine séparation granulométrique du produit (chocs et frottement des grains les uns contre les autres ), les plus grosses (-15mm ) seront déchargées à travers une vanne à glissière sur un transporteur à bande pour subir une opération d'enrichissement , et les plus fines particules seront récupérées dans une première batterie de cyclones dont l'efficacité sur les graines de 100 microns est supérieure à 99% , une deuxième batterie de cyclones reçoit les gaz chargés de fines stériles (-80 microns ) ou ils seront dépoussiéré avant d'être évacués à l'atmosphère par l'intermédiaire d'une cheminé (-40 microns).

La décharge de la première batterie des cyclones est effectuée par une trickle valve sur le même transporteur à bande qui reçoit le produit sortant du four sécheur. Par contre la décharge de la deuxième batterie de cyclones est effectuées par une trickle valve sur un autre transporteur de stériles pour être mélangé à l'eau et évacuées à l'oued sous la forme de boue.

- **Criblage (2mm)**

Le convoyeur alimenté en produit séché sortant du four et des fines recueillies par la première batterie des cyclones déverse sur les cribles (à résonance de 2mm environ ) par l'intermédiaire d'une goulotte double munie d'une tôle réglable permettant la division du jet et la répartition du produit.

Les admis sous crible (passant crible) sont évacués par un convoyeur vers les broyeurs et un autre convoyeur qui reprend les refus du post criblage et les fines recueillies dans les cyclones de dépoussiérage des cribles. On trouve 02 cribles REWHUM pour chaque DK.

- **Broyage**

Le convoyeur transportant la gamme de dimension en microns inférieur à 2mm alimente une trémie sur 03 broyeurs (capacité de la trémie de 140 T environ) les broyeurs DRAGON sont de type à percussion et qui peuvent assurer un débit moyen de 200T/h pour un seul broyeur. Le minerai broyé subit également un partage, les fines particules vers les cyclones et le reste rejoint une batterie de sélecteurs pour une sélection et aboutir directement à la phase finale de traitement et qui est un criblage (0,8 mm).

- **Sélection**

La sélection est un procédé qui permet d'enlever les particules inférieur à 80 microns (poussières), le produit descend dans un séparateur dynamique et des ventilateurs à contre courant aspirent les poussières qui seront récupérées par un filtre à manche et après cette poussière sera rejetée vers l'oued après être mise en pulpe avec l'eau.

- **Criblage (à 0,8mm)**

Cette phase finale de traitement est assurée au moyen de deux cribles pour chaque DK à 0,8mm environ le refus criblé est collectés par un convoyeur qui alimente une trémie à stériles et les passant criblées de dimension 80microns à 800microns sont récupérées sous forme de produit marchand titrant de (63% à 65%) et (66% à 68%) TPL.

- **Stockage du produit marchand et expédition**

Le stockage dans le complexe minier de DJEBEL ONK comprend 05 silos pour le phosphate traité par voie sèche, la capacité d'un silo est de 4000T soit une capacité totale de 20000T.

La capacité des trémies de stockage du phosphate traité par voie humide est de 400T par trémie, soit une capacité totale de 2800T.



**Figure II.9.** Silos de stockage pour le phosphate

### **II.7. Transport du Phosphate**

L'expédition du phosphate marchand est réalisée par chemin de fer par des trains de 34 wagons (la rame) du type auto videur et par camions de capacité 40T.

### **II.8. Maintenance**

La fonction Maintenance est primordiale au sein de toutes Entreprises. Les retombés de ses actions et leurs rentabilité démontre son importance dans la chaîne de production d'où sa place de choix dans le monde industriel sans cesse en évolution et de plus en plus performant.

Elle constitue et représente un enjeu économique considérable pour toutes entreprises souhaitant disposer d'un outil de production sans failles et rentable.

L'inexistence ou l'insuffisance de maintenance influera sur la productivité et sera néfaste pour l'entreprise sur le plan économique et sur son existence même. Les conséquences d'une telle situation se traduira pour l'entreprise par:

- Des pannes fréquentes de l'outil de production,
- Des arrêts de production,
- Des diminutions de rendement,

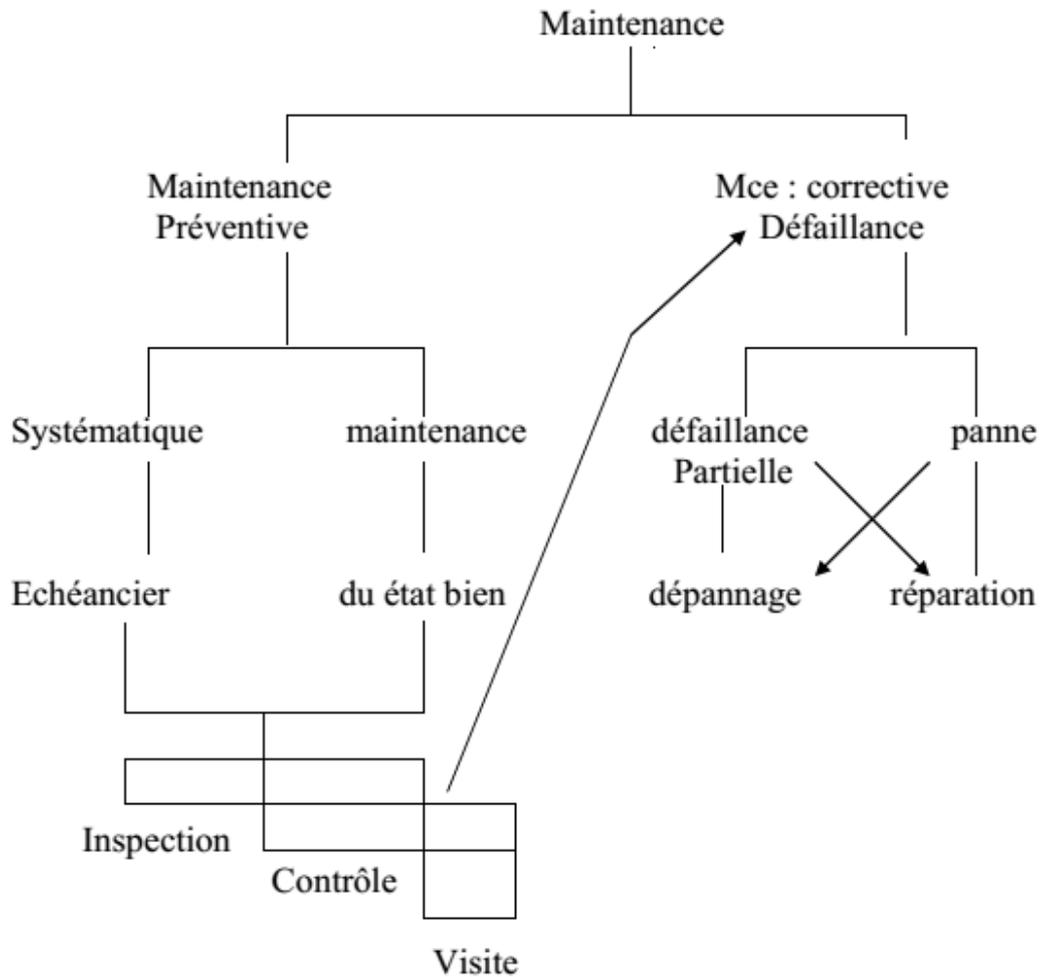
- Des retards dans les délais de livraison,
- Des pertes d'exploitation,
- Des produits de mauvaise qualité,
- Des déformations des installations dus aux actions de bricolage pour palier au plus pressé,
- Des usures rapides du matériel dont la fiabilité deviennent incertaines,
- Des accumulations de retards sur toutes les prévisions.
- Les équipements de la voie sèche (Dépoussiérage).

### **II.8.1. Entretien préventif**

Le préventif est défini comme l'ensemble des opérations ou interventions d'entretien déclenchées préventivement a priori par le service BPM. Il s'oppose aux opérations curatives déclenchées par les perturbations ou par les événements. Et donc subies par le service entretien.

Nous incluons dans l'entretien préventif:

- Les visites et opérations déclenchées par ces visites.
- Le remplacement systématique.
- Les programmes d'entretien préventif comportent toujours les activités fondamentales suivantes:



**Figure II.10.** Organigramme de la maintenance suivi dans SOMIPHOS.

Inspection périodique des équipements de façon à éviter les situations pouvant conduire à de arrêts de production. Tout programme d'entretien bien développé dans l'industrie moderne comporte toujours les opérations suivantes:

Nettoyage, graissage, contrôle, correction des défauts ou des erreurs ainsi que l'emploi des moyens de protection du personnel.

L'entretien préventif exerce des effets positifs sur les charges du service relatives à l'entretien correctif et sur ses charges totales.

On peut alors prévoir et organiser à l'avance la plus part des travaux de réparation et les exécuter d'une manière plus profitable et plus économique.

Tout programme d'entretien préventif bien conçu procure des profits excédant largement ses coûts de réparation.

### **II.8.2. Les méthodes**

Il existe deux méthodes:

#### **a) Les visites systématiques**

C'est la solution la plus facile à mettre en place. Il existe différentes formes envisageables l'on choisit en fonction d'impératifs techniques et de critères économiques.

#### **❖ Visites lorsque la machine est en marche**

Les visites ou inspections en cours de marche sont:

- Contrôle du niveau d'huile.
- Contrôle de la qualité d'huile.
- Contrôle de la température.
- Mesure de vibration.
- Mesure d'épaisseurs.
- Bruits.
- Echauffement.
- Fuite d'huile

Les visites ou inspections en cours de marche ont aujourd'hui une tendance à ce développer avec l'utilisation de plus en plus d'outillages spéciaux permettant d'effectuer des contrôles non distinctifs en cours de marche peut dans de nombreux cas enregistrés en permanence "en temps réel" avec l'assistance l'outils informatique dans une salle de contrôle.

L'alerte et le déclenchement d'une demande d'expertise ou d'intervention préventive au près du service maintenance quand il sera nécessaire.

Cette méthode d'entretien est en voie de développement. On constate qu'il est possible de faire l'entretien préventif sans arrêter la production.

#### **❖ Visite à l'arrêt**

Compte tenu du type de visite à effectuer et du temps dont on dispose. Ces visites peuvent s'effectuées:

- Sans démontage (contrôle de l'état, des équipements)
- Avec démontage partiel (Révision partielle).
- Avec démontage totale (Révision générale).

**b) Les remplacements systématiques**

Le remplacement systématique se définit par une prévision de changement d'une pièce sous ensemble ou ensemble après diagnostic de machine et évaluation de la durée de vie de ces dernières.

**II.8.3. But de l'entretien préventif**

Les principaux avantages de l'entretien préventif sont les suivants:

- Moins d'arrêt de production du fait de la diminution des pannes.
- Des frais de l'entretien moins élevés.
- De moindre frais de préparation du fait que les petites réparations demandent moins de temps, moins de pièces détachées et une durée d'arrêt réduite.
- Découverte facile des articles dont l'entretien est coûteux ce qui permet d'étudier et corriger des causes de frais (mauvais traitement de l'équipement vieillissement de l'équipement ou mauvais emploi).
- Diminution du nombre de réparations importantes et élimination des travaux identiques.
- Meilleure conservation de l'outillage ce qui lui assure une vie plus longue.

**II.8.4. Les conditions de mise en place de l'entretien préventif**

Il est indispensable de disposer d'une nomenclature du matériel. Elle est établie à partir des conditions d'utilisations et d'usure. Il est utile de posséder l'historique du matériel.

On résume le procédé de traitement dans l'organigramme présenté dans la figure II.11

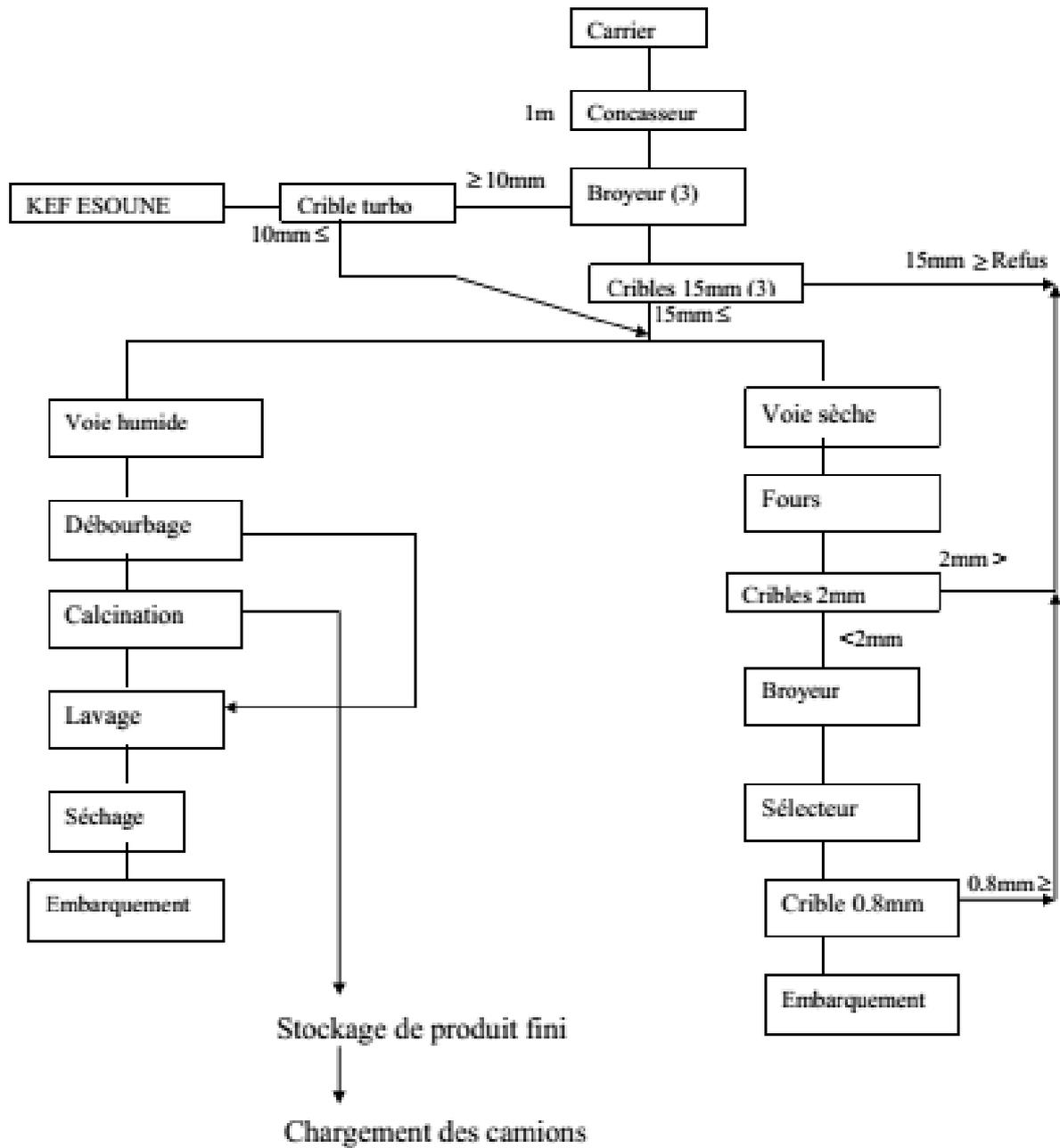


Figure II.11. Organigramme de traitement.

**II.9. Conclusion**

Le complexe minier de Djebel Onk est spécialisé dans l’exploitation et le traitement des phosphates. Il joue un rôle de plus en plus important dans le développement économique national, et la promotion des échanges extérieurs de l’Algérie. Les réserves algériennes sont considérés énormes et s’élèvent à quelques milliards de tonnes avec une production de 1,5 millions de tonne par an.

# *Chapitre III*

*Les outils de la  
maintenance : AMDEC,  
TPM, 5S, GMAO*

### III.1. Introduction

La maintenance est une fonction de soutien dont l'objectif est de maintenir un bien dans un état dans lequel il peut remplir, de façon efficace, une fonction requise d'un processus déterminé.

Dans le contexte actuel d'ouverture des marchés, les entreprises doivent améliorer leur compétitivité et donc leur productivité. « Produire plus pour moins cher » c'est avoir une meilleure disponibilité des moyens de production et c'est dépenser moins. Or la maintenance influe sur les deux facteurs : une maintenance mieux ciblée, c'est moins d'indisponibilité ; une maintenance mieux maîtrisée, c'est moins de dépenses, Au vu de l'importance du processus maintenance et de son impact sur les performances des installations, des méthodes d'optimisation ont été développées permettant d'aider les responsables de maintenance à construire ou à modifier les stratégies de maintenance telle que la méthode **AMDEC**, la méthode **TPM**, méthode des **5S** et la **GMAO**.

### III.2. AMDEC

Que l'on soit créateur ou exploitant d'une machine, il est normal de s'interroger sur sa fiabilité. Quels 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 c'est 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.

L'**AMDEC** est une méthode qualitative et inductive qui définit une règle ou une loi à partir de l'expérience : un raisonnement inductif visant à identifier les risques de pannes potentielles contenues dans un avant-projet de produit ou de système, quelles que soient les technologies, de façon à les supprimer ou à les maîtriser. (Norme **AFNOR X 60-510** de décembre 1986.)

#### III.2.1. Présentation

L'AMDEC ou Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leur Criticité est une technique d'analyse préventive permettant d'identifier et de traiter les causes potentielles des défauts et des défaillances avant qu'ils ne surviennent. L'AMDEC est une méthode rigoureuse de travail en groupe, très efficace grâce à la mise en commun de l'expérience et des

connaissances de chaque participant, à condition toutefois que l'animateur AMDEC soit suffisamment expérimenté.

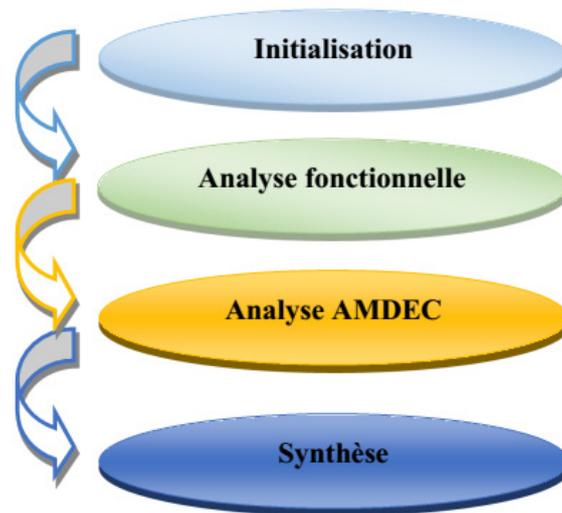


Figure III.1. Déroulement d'AMDEC [2].

La méthode AMDEC a pour objectif :

- L'obtention d'une disponibilité maximale.
- D'identifier les causes et les effets de l'échec potentiel d'un procédé ou d'un moyen de production,
- D'identifier les actions pouvant éliminer (ou du moins réduire) l'échec potentiel.
- Analyser les conséquences des défaillances.
- Identifier les modes de défaillances.
- Préciser pour chaque mode de défaillance les moyens et les procédures de détection.
- Déterminer l'importance ou la criticité de chaque mode de défaillance.
- Classer les modes de défaillance.
- Établir des échelles de signification et de probabilité de défaillance.

La méthode consiste à imaginer les dysfonctionnements menant à l'échec avant même que ceux-ci ne se produisent. C'est donc essentiellement une méthode prédictive.

Il existe plusieurs types d'AMDEC dont les deux suivantes :

- **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 qui en est faite.

### III.2.2. Définition de la criticité

Afin de déterminer l'importance de chaque mode de défaillance on calcul l'indice de criticité. L'indice de criticité est calculé pour chaque défaillance à partir de combinaison des trois indices

$$C = F \times N \times G \quad (\text{III.1})$$

Tel que :

- **C** : indice de criticité.
- **F** : indice de la fréquence d'apparition de la défaillance.
- **G** : indice de gravité, de conséquence que la défaillance génère.
- **N** : indice de la non-détection de l'apparition de la défaillance.

Le calcul de criticité est fait par le produit des notes G.F.N seuil de criticité acceptable ou non, permettant la hiérarchisation et la mise en place d'action corrective qui peut être défini  
Comme suit :

Tableau III.1. Niveau de criticité.

N°	NIVEAU DE CRITICITE	ACTIONS CORRECTIVES A ENGAGER
1	$1 \leq C < 10$ Criticité négligeable	Aucune modification de conception Maintenance corrective
2	$10 \leq C < 20$ Criticité moyenne	Amélioration des performances de l'élément Maintenance préventive systématique
3	$20 \leq C < 40$ Criticité élevée	Révision de la conception du sous-ensemble et du choix des éléments Surveillance particulière, maintenance préventive conditionnelle / prévisionnelle
4	$40 \leq C < 64$ Criticité interdite	Remise en cause complète de la conception

### III.2.3. La méthodologie

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

- La constitution d'un groupe de travail,
- L'analyse 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.

La méthode est identique pour l'AMDEC procédé et l'AMDEC moyen de production. Les différences, lorsqu'elles sont significatives, seront mises en évidence dans la suite de ce document.

### III.2.4. Les étapes de la méthode

#### Etape 1 : initialisation

- ◆ Définition du système à étudier
- ◆ Définition de la phase de fonctionnement
- ◆ Définition des objectifs à atteindre
- ◆ Constitution du groupe de travail

- ◆ Etablissement du planning
- ◆ Mise au point des supports de l'étude

### **Etape 2 : décomposition fonctionnelle**

- ◆ Découpage du système
- ◆ Identification des fonctions des sous-ensembles
- ◆ Identification des fonctions des éléments

### **Etape 3 : analyse AMDEC**

#### **Phase a : analyse des mécanismes de défaillance**

- ◆ Identification des modes de défaillance
- ◆ Recherche des causes
- ◆ Recherche des effets
- ◆ Recensement des détections

#### **Phase b : évaluation de la criticité**

- ◆ Estimation du temps d'intervention
- ◆ Evaluation des critères de cotation
- ◆ Calcul de la criticité

#### **Phase c : proposition d'actions correctives**

- ◆ Recherche des actions correctives
- ◆ Calcul de la nouvelle criticité

### **Etape 4 : synthèse**

- ◆ Hiérarchisation des défaillances
- ◆ Liste des points critiques
- ◆ Liste des recommandations

#### **a) La gravité G**

La gravité est le premier facteur de la criticité à définir, on commence par celui-ci car en fonction de sa note, on doit ou pas continuer l'AMDEC. Il faut définir la gravité d'une

défaillance pour chacun des 4 points : la sécurité, la production, la qualité, l'impact environnemental. Si un des points à un score plus haut que les autres, on prendra la note la plus haute afin de faire ressortir le point critique.

#### b) La fréquence F

Pour définir l'occurrence d'une panne, il faut se baser sur l'expérience propre, celle de l'opérateur ou des techniciens maintenance (historique de pannes). On peut aussi faire des comparaisons avec d'autres équipements connus relativement similaire.

### III.3 Maintenance Productive Totale (TPM)

#### III.3.1. Définition

La TPM est une philosophie de maintenance industrielle développée au Japon dans les années 1970 [14]. Il s'agit d'un système global de maintenance industrielle qui vise l'obtention du rendement maximal des équipements sur tout leur cycle de vie tout en diminuant les coûts. Cette recherche de la performance repose sur la participation de tous les services et de tout le personnel à l'effort commun. L'esprit de la TPM est de tout mettre en œuvre pour éliminer les pertes directement à la source.

Des rencontres multidisciplinaires sont organisées pour permettre le partage de l'information et la recherche de solutions communes. Par le biais de formations techniques et de la standardisation des méthodes, elle réalise l'amélioration progressive et continue de l'efficacité du service de maintenance et transfère l'entretien de premier niveau aux opérateurs. La mise en place d'indicateurs de performance globaux permet de cibler les secteurs critiques où doivent être déployés les efforts puis d'évaluer les résultats obtenus.

**Maintenance** : Maintenir en bon état ; réparer, nettoyer, graisser et accepter d'y consacrer le temps nécessaire.

**Productive** : Assurer la maintenance tout en produisant ou en pénalisant le moins possible la production.

**Totale** : Considérer tous les aspects et y associer tout le monde.

Figure III.1. Définition maintenance productive totale (TPM).

### III.3.2. Objectifs [15]

Le but de la Maintenance Productive Totale est de réduire autant que possible les arrêts d'activités pour cause de maintenance, améliorer la productivité globale en impliquant tout le personnel. La figure III.1 présente la maison de la TPM.

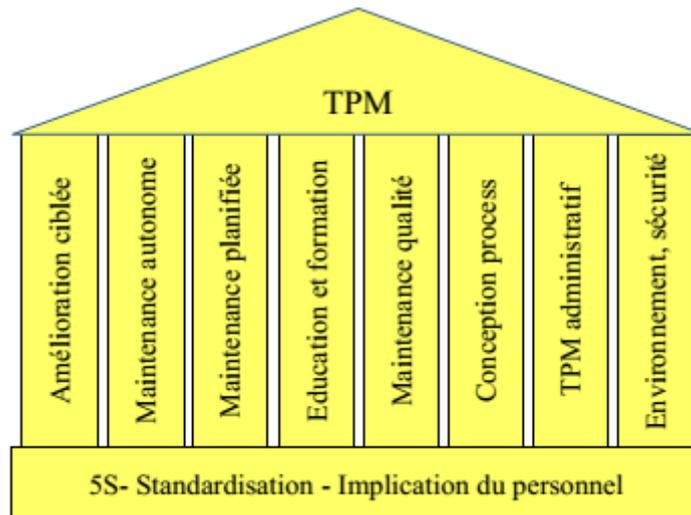


Figure III.2. Les piliers de la TPM. [16]

Ce concept consiste aussi à maximiser la performance des équipements, la disponibilité et la qualité de l'équipement avec la participation de tout le personnel de l'unité productive en question.

La TPM a pour objectif de :

- Acquérir une meilleure maîtrise des ressources humaines, matérielles et financières.
- Réduire les coûts et augmenter la fiabilité des équipements avec une disponibilité maximale.
- Responsabiliser l'opérateur par rapport à la machine / produit et pourrait conduire à la recherche de l'amélioration des performances, en proposant des solutions pour mettre fin aux défaillances répétitives et améliorer la qualité de la fabrication.
- Accroître les compétences des opérateurs, leurs savoir-faire et leur sécurité.
- Soulager le service maintenance des travaux ne nécessitant pas de compétences particulières.
- Permettre ainsi à ce service de se consacrer à son rôle essentiel (intervention de haut niveau, analyse des défaillances, mise en œuvre).

### III.3.3. Présentation de la démarche TPM [17]

De nos jours, la TPM est considérée comme une démarche d'amélioration continue de la performance industrielle, qui s'inscrit dans une politique de maîtrise totale de la qualité et de l'excellence. La TPM se caractérise par le fait que tous les services de l'entreprise sont impliqués directement ou indirectement dans cette démarche.

Bien des entreprises font de la maintenance corrective et préventive. Mais pour faire le maximum afin d'améliorer la productivité des installations et réduire les coûts, un autre outil s'avère nécessaire : la TPM.

La TPM va beaucoup plus loin en ajoutant deux autres modes de maintenance : la maintenance d'amélioration et la maintenance de conception.

La TPM, c'est aussi une approche très structurée qui fournit les conditions propices à la « fabrication parfaite » : zéro perte, zéro défaut, zéro panne, zéro accident. Cet outil peut permettre d'accomplir beaucoup :

- Éliminer les six causes principales de pertes (pannes, changements de série et réglages, passages à vide/arrêts mineurs, ralentissements, pertes de qualité/ retouches, redémarrages).
- Former les opérateurs à la maintenance autonome : nettoyage, inspection, détection des anomalies, réglages simples (maintenance de niveau 1).
- Mettre en place un système de maintenance planifiée.
- Mettre en place un système de maintenance de la qualité des produits.
- Concevoir des équipements plus faciles à opérer, plus fiables et dont l'entretien soit le moins coûteux possible. La TPM est implantée au moyen de principes qu'on appelle les cinq piliers de la TPM. L'ordre d'application peut varier selon les situations.

Maintenance d'amélioration. Ce premier pilier consiste à améliorer les équipements existants pour éliminer les pertes de rendement et favoriser la maintenabilité. En d'autres termes, on gère systématiquement toutes les activités qui influencent l'efficacité des équipements. Exemple : l'élimination des sources de pertes de rendement. Il s'agit de créer des équipes de projet ou des groupes de travail qui analyseront ces pertes et amélioreront les équipements en vue de les éliminer. Maintenance autonome. La maintenance autonome consiste à responsabiliser tout le personnel et à faire en sorte qu'il participe aux activités quotidiennes de maintenance. Ainsi, plusieurs employés qui ne font pas de maintenance peuvent, grâce au contact étroit qu'ils ont avec les équipements qu'ils utilisent, détecter d'éventuelles

anomalies, les corriger eux-mêmes dans certains cas, ou, à défaut, les signaler au personnel de maintenance et ainsi prévenir les pertes. En maintenance traditionnelle, l'attitude consiste à dire : « moi je fabrique, toi tu ré pares ». La TPM, bien au contraire, propose une vision intégrée du travail ; l'attitude nouvelle consiste à dire : « je prends soin moi-même de ma machine ».

#### **a) Maintenance préventive**

La maintenance préventive comprend les activités menées selon un programme précis et assurées par le personnel de maintenance. Ce sont les activités qui nécessitent des compétences particulières (révisions générales, réparations complexes, etc.). De préférence, les activités de maintenance préventive sont établies en fonction du diagnostic plutôt que de manière systématique.

#### **b) Maintenance de conception**

L'objectif est d'améliorer la conception des équipements nouveaux ou existants en vue de réduire les pertes de rendement et les besoins de maintenance. En participant à la correction et à l'amélioration des équipements, le personnel en apprend beaucoup sur la qualité de leur conception. Cette expérience peut être mise à contribution pour la conception ou la révision. Développement du personnel. L'application de la TPM requiert un personnel qui possède de bonnes connaissances en matière d'équipement. Ce qui veut dire qu'il doit apprendre à vérifier la qualité des produits et à surveiller le fonctionnement des équipements. Quant au personnel de maintenance, il doit être capable de réagir rapidement à des situations complexes.

### **III.3.4. Conclusion**

L'aspect à considérer, lors de l'implantation de la TPM, est principalement le facteur humain. Les pré-requis à la TPM semblent être en effet plus du côté culture d'entreprise et du potentiel d'apprentissage des employés, que du côté technique de la maintenance. Il est donc crucial de bien planifier et gérer le facteur humain pour garantir la réussite d'un tel changement. Les méthodes d'implantation présentées dans la littérature sont semblables mais non génériques. L'implantation du concept de la TPM doit s'effectuer progressivement. NAKAJIMA [18], propose une période de deux à trois ans aux membres de l'usine (incluant travailleurs et

administrateurs) pour adopter cette philosophie. Il conseille également d'essayer ce programme dans le cadre d'un projet pilote avant de généraliser l'expérience.

Le tableau III.2 résume les résultats escomptés ainsi que les conditions de succès de l'implantation d'une démarche TPM.

**Tableau III.2.** Résultats escomptés et conditions de succès de l'implantation d'une démarche TPM.

Résultats escomptés	Conditions de succès
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rentabilisation optimale des dépenses d'exploitation et d'entretien.</li> <li>• Diminution des pannes et des arrêts non planifiés.</li> <li>• Amélioration de la qualité.</li> <li>• Environnement de travail plus propre.</li> <li>• Motivation accrue des employés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévoir un délai d'environ trois ans</li> <li>• Obtenir l'engagement des dirigeants.</li> <li>• Mobiliser les ressources humaines de tous les services et de tous les niveaux hiérarchiques.</li> <li>• Responsabiliser les employés.</li> <li>• Adapter la structure organisationnelle.</li> <li>• Se donner des systèmes d'information adéquats.</li> <li>• Etablir un programme d'implantation.</li> </ul>

### III.4. Maintenance 5S

#### III.4.1. Définition

La méthode du 5S a été proposée par Takashi OSADA en 1991. Il s'agit d'une technique de management japonaise visant à l'amélioration continue des tâches effectuées dans les entreprises. Le 5S est un sigle de 5 mots japonais : Seiri (débarras), Seiton (Rangement), Seiso (Nettoyage), Seiketsu (Ordre), Shitsuke (Rigueur).

La méthode des 5S est une pratique traduisant la volonté de débarrasser son environnement de vie ou de travail des choses qui l'encombrent, de veiller à ce qu'il reste rangé, de le garder en ordre, de le nettoyer et d'y instaurer la rigueur nécessaire à la qualité et au juste à temps. Elle fonctionne aussi bien pour l'usine que pour le bureau et elle se base sur des règles de bons sens et simples mais qui souvent sont négligées. Pour réussir à mettre en place les 5S, il faut les appliquer dans l'ordre et les mener jusqu'au bout. [15]

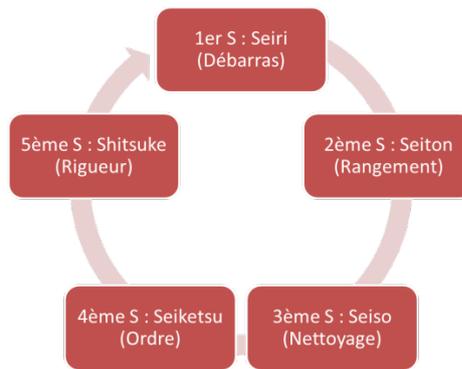


Figure III.3. Schéma représentant les étapes du 5S [16].

Le 5S permet la réorganisation du poste de travail en tenant compte de l’ergonomie, de la qualité et la sécurité de vie au travail. Chaque opérateur va s’approprier son poste de travail en s’imposant un entretien rigoureux et un rangement optimal.

Le 5S est une méthode simple à comprendre et intuitive. Elle s’applique à tous et dans tous les environnements, aussi bien dans l’atelier, dans les postes de travail, dans les bureaux, les magasins de stockage, dans un entrepôt mais aussi chez soi.

**III.4.2. Objectif [18]**

Le tableau suivant résume les différentes étapes du 5S et les objectifs associés :

**Tableau III.3.** Tableau récapitulatif des différentes étapes du 5S et leurs objectifs

ÉTAPES	OBJECTIFS
1S : SEIRI Trier et débarrasser	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garder le strict nécessaire : Supprimer tout ce qui ne sert pas à l’exécution du travail</li> <li>- Trier les objets en fonction de leurs fréquences d’utilisation</li> <li>- Diminuer les temps de recherche</li> </ul>
2S : SEITON Ranger	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ranger les objets utiles et nécessaires. Placer ces objets au plus proche du poste de travail et selon la fréquence d’utilisation</li> <li>- Retrouver les objets rapidement</li> <li>- Conserver les objets en bon état</li> </ul>
3S : SEISO Nettoyer, Faire scintiller	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nettoyer en profondeur tout l’environnement de travail ainsi que le poste de travail</li> <li>- Responsabiliser les opérateurs en leur attribuant des zones de nettoyage pour leur faire respecter le nettoyage</li> <li>- Rendre intolérable la saleté et le désordre</li> </ul>
4S : SEIKETSU Standardiser	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir chaque zone visuellement par un marquage au sol, affichage, étiquettes</li> <li>- Formaliser les pratiques et les faire respecter.</li> </ul>
5S : SHITSUKE Suivre et faire évoluer	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maintenir les efforts faits et les faire évoluer</li> <li>- Évaluer les résultats obtenus</li> <li>- Pratiquer la démarche d’amélioration continue</li> </ul>

### III.4.3. Avantages

Les avantages des 5S sont nombreux :

- Alléger l'espace de travail de ce qui y est inutile ;
- Organiser l'espace de travail de façon efficace ;
- Améliorer l'état de propreté des lieux ;
- Prévenir l'apparition de la saleté et du désordre ;
- Encourager les efforts allant dans ce sens : auto-disciplinaire.
- L'ensemble du système permet par ailleurs :
- D'améliorer les conditions de travail et le moral du personnel (il est plus agréable de travailler dans un lieu propre et bien rangé) ;
- De réduire les dépenses en temps et en énergie ;
- De réduire les risques d'accidents et/ou sanitaires ;
- D'améliorer la qualité de la production.
- Améliorer la gestion de la production.

## III.5. La Gestion de la maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO)

### III.5. 1. Définition

G.M.A.O. signifie **G**estion de **M**aintenance **A**ssistée par **O**rdinateur. Il s'agit d'un logiciel spécialisé pour réaliser la gestion d'un service technique. La Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur est constituée d'une base de données (historique) qui est alimentée par le personnel de maintenance via un formulaire. Chaque GMAO est personnalisée selon les besoins spécifique d'exploitation de l'historique ou le fonctionnement d'un site.

### III.5. 2. Les objectifs de la GMAO

- Objectifs à caractère économique :
  - Réduire les prix de revient par diminution des coûts de maintenance
  - Gérer les parcs de matériels
  - Gérer les pièces de rechange

- Permettre la gestion prévisionnelle de la maintenance
- Objectifs à caractère technique :
  - Réduire les temps de maintenance
  - Faciliter la maintenance des systèmes complexes
  - Améliorer la disponibilité du parc
  - Augmenter la qualité de la maintenance
  - Prolonger la durabilité des équipements
  - Faciliter le suivi de l'activité de maintenance : déclencher et suivre des opérations de maintenance préventive, recenser et connaître la situation des travaux à réaliser avec les éléments de programmation (quand, où, par qui, avec quoi et comment)
  - Améliorer la gestion de la documentation de maintenance. Rendre accessible à tous la documentation technique opérationnelle (nomenclatures, fiches techniques, etc.), élaborer et améliorer progressivement cette documentation, réduire les temps de recherche et de classement.
- Objectifs à caractère humain :
  - Libérer le technicien de certaines tâches offrant peu d'intérêt : éviter les temps passés par l'encadrement de maintenance à des travaux administratifs au détriment de ses objectifs de gestion technique
  - Accroître la rigueur dans l'analyse et dans le report des informations

### III.5. 3. Caractéristiques générales

Un logiciel de GMAO permet de construire une base de données dans laquelle on retrouvera :

- Les articles du magasin,
- Les fournisseurs,
- La gestion des entrées et sorties des articles,
- La gestion des achats,
- La gestion des actifs (équipements et sous-ensembles),
- La gestion des interventions correctives,
- La gestion des interventions préventives,
- La gestion des demandes d'interventions,
- Les analyses financières et le suivi des indicateurs de maintenance,

- La gestion des contacts clients et la facturation.

#### **III.5. 4. Intérêt de la GMAO**

- la diminution de la consommation globale d'énergie (un matériel bien entretenu consomme moins d'énergie) ;
- la réduction du temps consacré à la maintenance préventive (meilleure planification) ;
- la diminution des heures supplémentaires (panne réparée en dehors des heures normales) ;
- la diminution du temps consacré au correctif ;
- la diminution des pertes de production due aux pannes ;
- la diminution du temps consacré à la gestion administrative du service maintenance ;
- prolongation de la durée de vie des matériels due à une maintenance préventive mieux faite ;

#### **III.5. 5. Elaboration d'un plan GMAO**

L'élaboration d'un plan dans ce domaine consiste à structurer le système d'information et d'organisation du service maintenance en vue de divers objectifs fondamentaux.

##### **a) Création de systèmes d'élaboration de la politique de maintenance**

- Définition des politiques de maintenance,
- Programme de base de la maintenance,
- Gamme de maintenance.

##### **b) Fiches de maintenance**

- Création de systèmes liés au déclenchement des interventions préventives ou correctives :
- Diagnostic, recherche de l'origine de la panne et peut-être de sa cause,
- Gestion des demandes des travaux correctifs et d'amélioration,
- Déclenchement des interventions préventives.

##### **c) Création de modules liés à l'exécution des travaux**

- Préparation des interventions,
- Planification des interventions et des ressources,

- Lancement,
- Suivre l'exécution des travaux,
- Créer une banque de données maintenance (historique).

La mise en place de tels systèmes se fait par deux démarches complémentaires ;

- une sur le site «production» :
  - connaissance des réseaux d'informations,
  - des données liées au matériel,
  - des rapports d'intervention,
  - connaissance des stocks pièces de rechange,
  - connaissance des limites des interventions,
- une au niveau de la direction ou de siège :
  - connaissance des informations provenant des autres sites de production,
  - des normes en vigueur dans la société,
  - des objectifs liés à la maintenance, (amélioration de la disponibilité, extension de l'expérience pour s'autres unités).

### **III.5. 6. Inventaire des logiciels de GMAO**

Le souci croissant de gagner en efficacité, rapidité et technicité fait que la maintenance assistée par ordinateur prend une ampleur croissante. De nombreux

logiciels se sont développés et sont en cours de production. Pour mieux choisir, il

est nécessaire de classer ces logiciels. On peut proposer comme catégorie les secteurs suivants :

- la G.M.A.O «industrie» : gestion de maintenance assistée par ordinateur côté industrie ; (Ratios techniques, magasinage, fiche machines, suivi de projet, PERT, planification);
- la G.M.A.O. partie tertiaire : gestion des bâtiments (planification, aspect comptabilité) ;
- la G.M.A.O service après-vente : suivi de clientèle, analyse des retours clients ;
- l'aide au diagnostic algorithmique : arbre de défaillances, arbre de maintenance, etc.

- le monitoring : analyse des signaux, des alarmes, préventif conditionnel ;
- l'aide au diagnostic Système Expert ;
- la fiabilité : statistique, analyse de données.

### **III.5. 7. Les avantages et les inconvénients [20]**

#### **a) Les avantages principaux**

- Conserver toutes les informations techniques définissant le matériel de production.
- Conserver et accéder rapidement à tout l'historique des interventions.
- Organiser et faciliter des pièces en stock, connaître leurs caractéristiques savoir sur quels équipements elles sont installées.
- Faciliter la gestion des achats de pièces et leur connaissance (caractéristiques techniques).
- Suivre les dépenses du service.
- Archiver et accéder immédiatement à toute la documentation technique maintenance.

#### **b) Les inconvénients en général**

- Difficultés d'assimilation du programme (temps de fonction).
- Mise en route longue et progressive.
- Temps perdu en saisie (nécessite une grande rigueur dans la saisie quotidienne des informations).
- Participation réelle incompatible avec les exigences de l'informatique (rapidité de réaction, codification, volume d'information à saisir).
- Coût d'investissement élevé et le gain économique incertain.

*CHAPITRE IV :*  
*Partie pratique l'étude de*  
*compresseur GA 160*

### IVI.1 Introduction

Les compresseurs GA sont des compresseurs à vis à injection d'huile, entraînés par un moteur électrique et enfermés dans un capotage insonorisant.

Le compresseur GA 160 est un compresseur refroidi par air, il est mono-étagés. Les fonctions suivantes sont disponibles en option :

#### ◆ Protection thermique du moteur PT 1000

La protection thermique PT1000 protège le moteur d'entraînement. Cinq capteurs sont installés dans le moteur, deux pour mesurer la température des roulements et trois pour mesurer la température des enroulements. Les relevés peuvent être affichés sur l'écran du régulateur Elektronikon.

Un message s'affiche sur l'écran et la DEL d'alarme générale s'allume si l'une des températures dépasse le réglage d'avertissement de mise à l'arrêt par défaut.

#### ◆ Surveillance SPM

Plusieurs capteurs de vibration sont installés sur le moteur d'entraînement et les éléments compresseurs. Les relevés peuvent être affichés sur l'écran du régulateur Elektronikon.

#### ◆ Réchauffeur anti-condensation

Un réchauffeur anti-condensation est monté dans le moteur afin d'éviter toute condensation pendant les périodes d'inactivité.

#### ◆ Température ambiante élevée (HAT)

Le compresseur a été spécialement conçu pour fonctionner en continu dans un environnement chaud et humide. La température ambiante maximum est de 55 °C (131 °F). SMARTBOX Lors de la commande du compresseur, il est possible de choisir l'option gratuite SMARTBOX montée sur l'armoire électrique (sauf pour le Japon et la Corée). La SMARTBOX permet de lire les paramètres du compresseur sur un site Web protégé par login, appelé SMARTLINK. L'antenne connectée est montée sur l'extérieur de l'armoire électrique. (Se reporter à la section *SMARTBOX et SMARTLINK.*) [21]

◆ Courant de court-circuit nominal élevé (HSCCR)

Armoire de contrôle avec courant de court-circuit nominal de 50 kA pour les variantes IEC



Figure IV.1. Vue générale du compresseur GA 160 [21].

## IV.2. Données techniques [21]

### IV.2.1. Lectures importantes

Pression de sortie du compresseur	bar(e) (psig)	Dépend des pressions de décharge et de charge programmées
Perte de charge des filtres à air	bar	Inférieure à 0,05
Différence de pression du séparateur d'huile	bar	Inférieure à 0,8
Pression d'injection d'huile des éléments compresseurs	bar(e) (psig)	Dépend des pressions de décharge et de charge programmées
Température de sortie du compresseur, compresseurs Pack refroidis par air	°C	Environ 28
Température d'entrée d'air de refroidissement des modèles GA 110, GA 132 et GA 160 Pack	°C	Inférieure à 46
Température d'entrée d'air de refroidissement des modèles GA 110, GA 132 et GA 160 Pack, version pour température ambiante élevée	°C	Inférieure à 55

## IV.2.2. Conditions de référence

Pression d'entrée en absolu	bar(a)	1
Humidité relative de l'air	%	0
Température d'entrée d'air	°C	20
Pression nominale de service		<a href="#">Voir Spécifications des compresseurs</a>
Température d'entrée de l'agent de refroidissement	°C	20

## IV.2.3. Limites

Température d'entrée d'air/ambiante maximum, GA Pack, version pour température ambiante élevée	°C	55
Température d'entrée d'air/ambiante minimum	°C	0
Température d'air de refroidissement maximum, GA Pack, version pour température ambiante élevée	°C	55
Température d'air de refroidissement minimum	°C	0
Pression maximum de service		Voir la section <a href="#">Spécifications des compresseurs.</a>

## IV.2.4. Réglages de la soupape de sécurité

Type de compresseur	Réglage
Pour les compresseurs GA avec une pression maximum de service de 5,5 ou 7,5 bar	11 bar(e)

## IV.2.5. Spécifications pour les compresseurs GA160 7,5 bar (108,8 psi) 50

Hz

	Unités	GA 160
Pression maximum de service, GA Pack	bar(e)	7,5
Pression nominale de service	bar(e)	7,0
Vitesse à l'arbre du moteur	tr/min	1490
Puissance d'entrée, GA Pack	kW	187,5
Puissance d'entrée, compresseurs GA conçus pour une température ambiante élevée	kW	164,0
Capacité d'huile, GA	l	89
Niveau sonore, GA	dB(A)	71

IV.2.6. Installations

Les installations de l'entraînement à vitesse variable et la vitesse fixe du compresseur GA sont exposées dans les figures IV.2 et IV.3

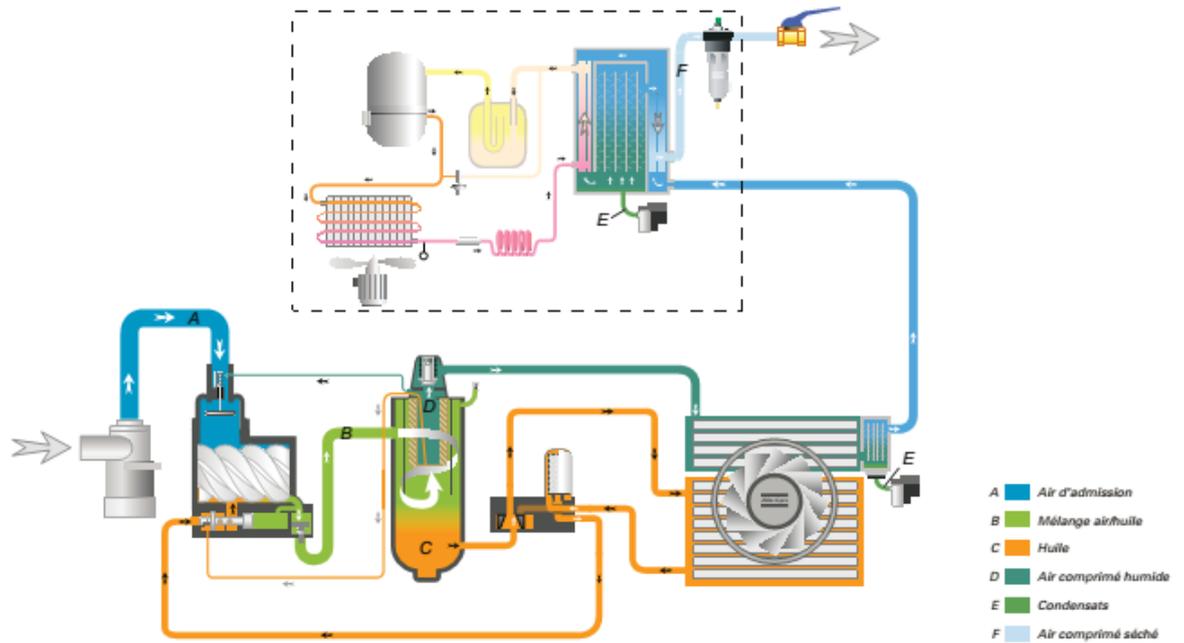


Figure IV.2. Entraînement à vitesse variable : GA VSD [21]

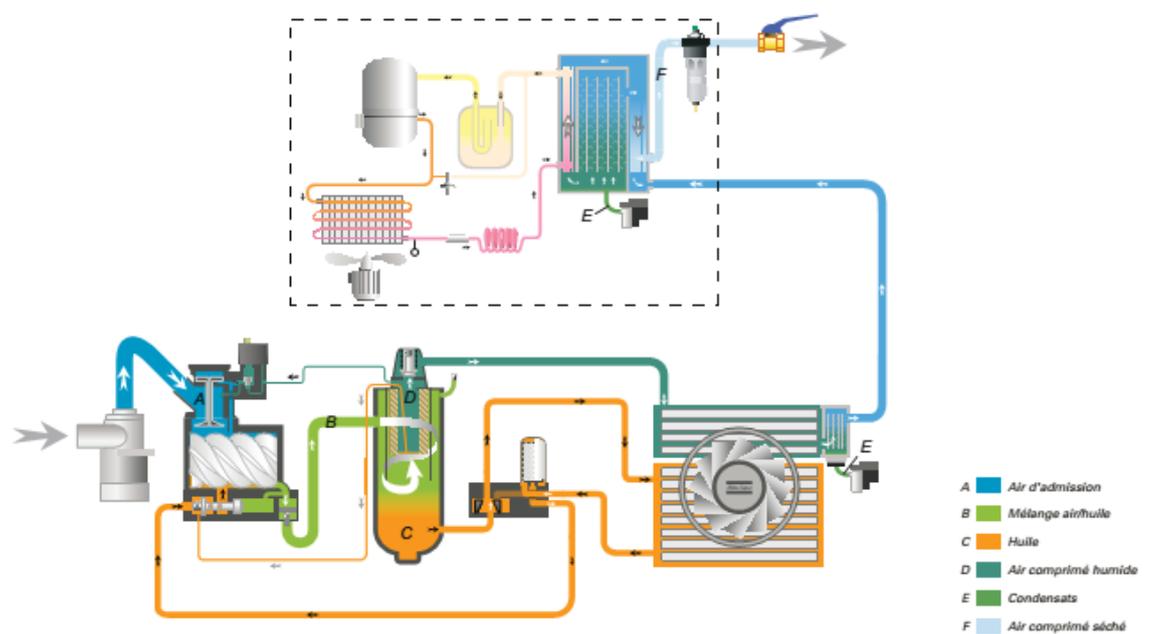


Figure IV.3. Vitesse fie du compresseur GA [21]

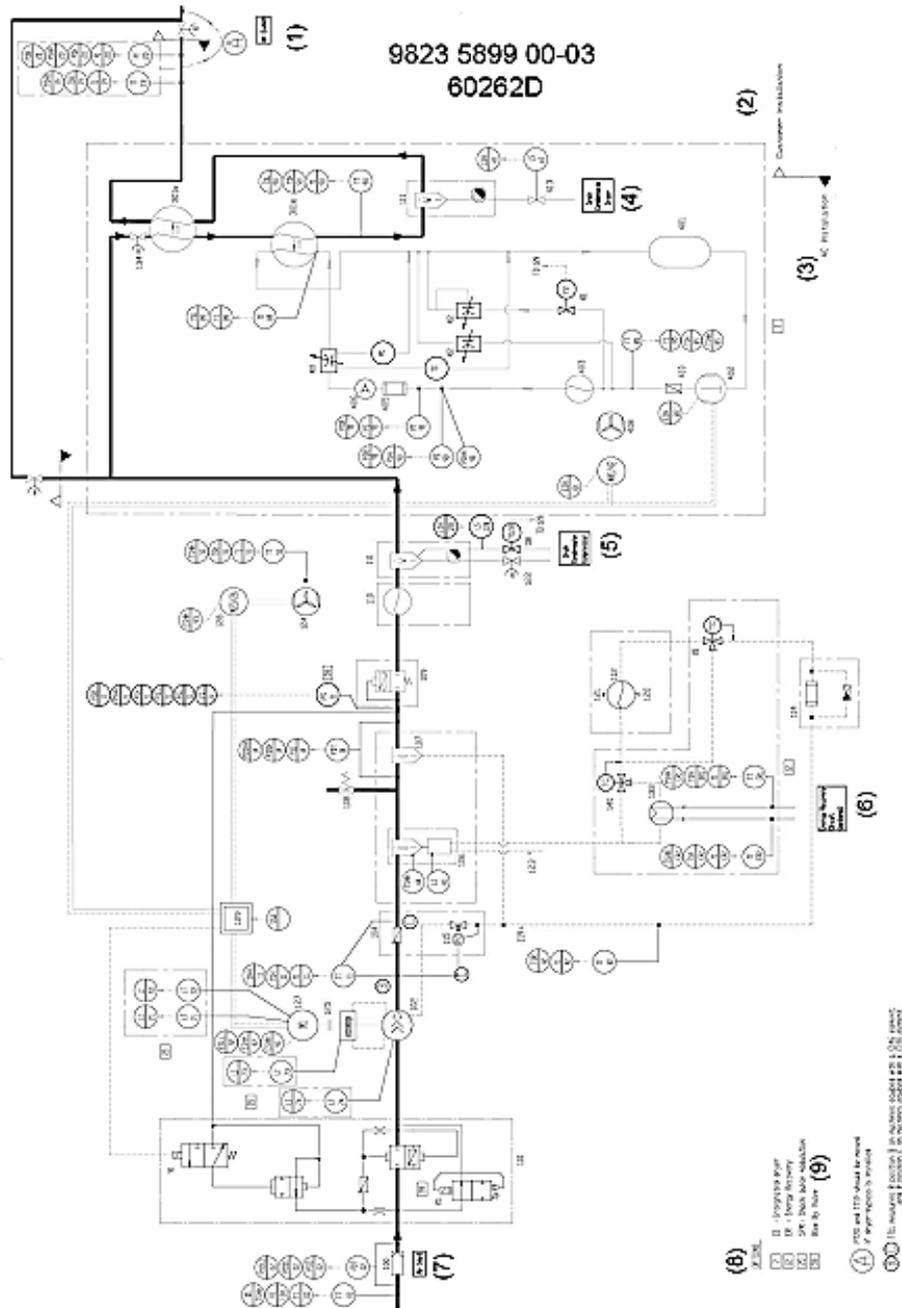


Figure IV.4. Schéma d'écoulement du compresseur refroidi par air GA 160.

La description du texte de la figure IV.4 est exposée dans le tableau IV.1

Tableau IV.1. Texte du schéma d'écoulement du compresseur refroidi par air GA160

Référence	Description
(1)	Sortie d'air
(2)	Installation client
(3)	Installation Atlas Copco
(4)	Purge des condensats du sécheur
(5)	Purge des condensats du compresseur
(6)	Circuit de récupération d'énergie (en option)
(7)	Entrée d'air
(8)	Options
(9)	Valve de dérivation
ID	Sécheur intégré
ER	Récupération d'énergie
SPM	Modulation par onde de choc
A	PT20 et TT19 doivent être déplacés si une dérivation du sécheur est installée
B,C	TT11 effectue une mesure au niveau du point C sur les machines équipées d'un élément C 190

## IV.3. Emplacement des composants

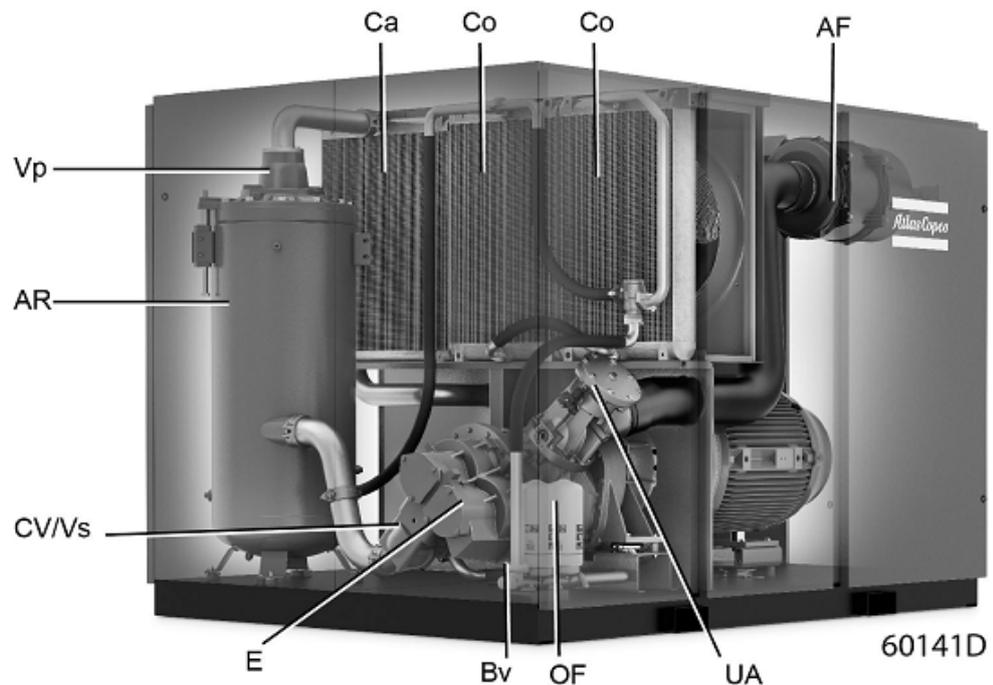


Figure IV.5. Vue avant

### IV.3.1. Circuit d'air

L'air aspiré via le filtre (AF) et le déchargeur (UA) est comprimé dans l'élément compresseur (E). L'air comprimé et l'huile sont refoulés, via le clapet anti-retour (CV), dans le réservoir d'air/séparateur d'huile (AR) dans lequel l'air comprimé est séparé de l'huile. L'air est ensuite refoulé dans le refroidisseur d'air (Ca) via la soupape à minimum de pression (Vp). Sur les compresseurs GA Pack, l'air refroidi est refoulé via le réservoir des condensats et la sortie vers le réseau d'air.

Le clapet anti-retour (CV) empêche le retour de l'air comprimé. La soupape à minimum de pression (Vp) évite que la pression du réservoir descende au-dessous de la pression minimum. La soupape est équipée d'un clapet anti-retour intégré.

### IV.3.2. Circuit d'huile

A partir du réservoir (AR), l'air sous pression véhicule l'huile à travers le refroidisseur d'huile (Co), les filtres (OF) et le clapet d'arrêt d'huile (Vs) pour atteindre l'élément compresseur (E) et ses points de lubrification.

Le clapet d'arrêt d'huile (Vs) empêche la submersion par l'huile des éléments compresseurs lors de l'arrêt du compresseur. La vanne (BV) contourne le refroidisseur d'huile (Co) lorsque le compresseur démarre à froid, garantissant ainsi un réchauffement rapide de l'huile à la température de service normale.

Dans le réservoir d'air (AR), la plus grande partie de l'huile est éliminée de l'air par centrifugation. La quasi-totalité de l'huile restante est retirée par l'élément séparateur.

## IV.4. Application du méthode AMDEC

### IV.4.1. Statistiques des heures de pannes du compresseur GA160

Les statistiques des heures pannes, arrêt et entretien dans la durée **01/01/2020** jusqu'au **31/12/2020** au pour le compresseur GA160 :

Tableau IV.2. Distribution des heures de panne

Service	Entretien mécanique	Electrique et régulation	Traitement	Totale
heures d'arrêts(h)	120	16	720	856
Nombre d'arrêt	10	10	720	740

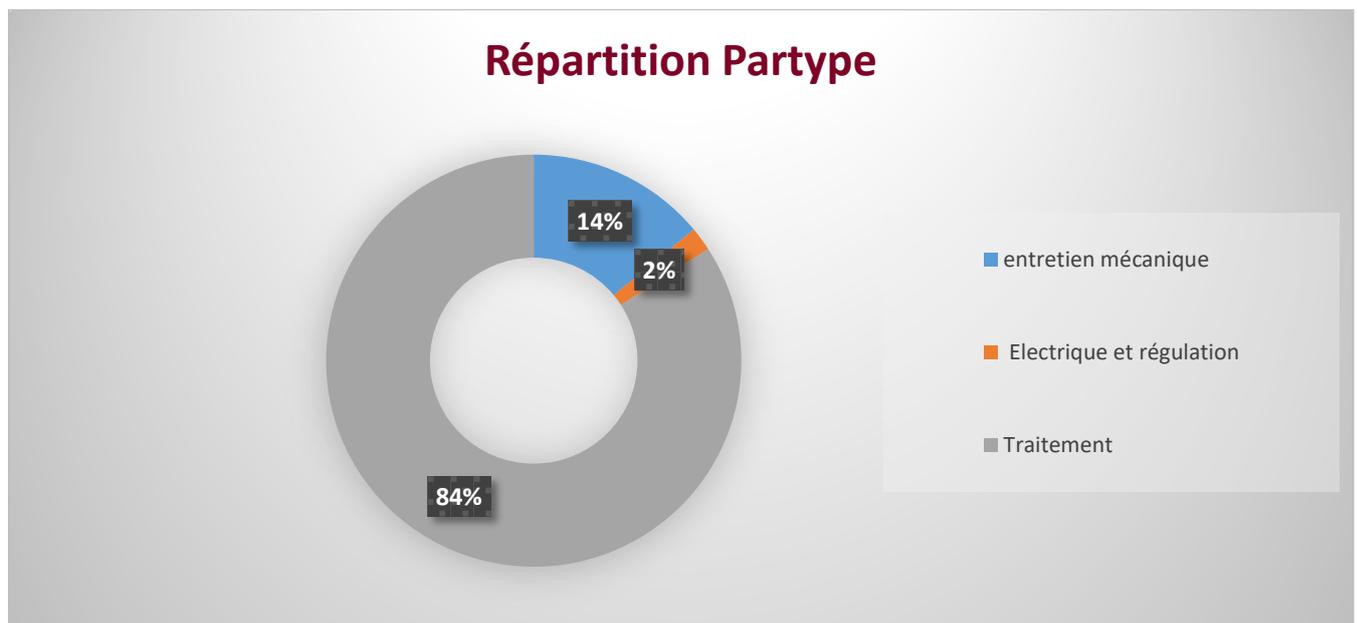
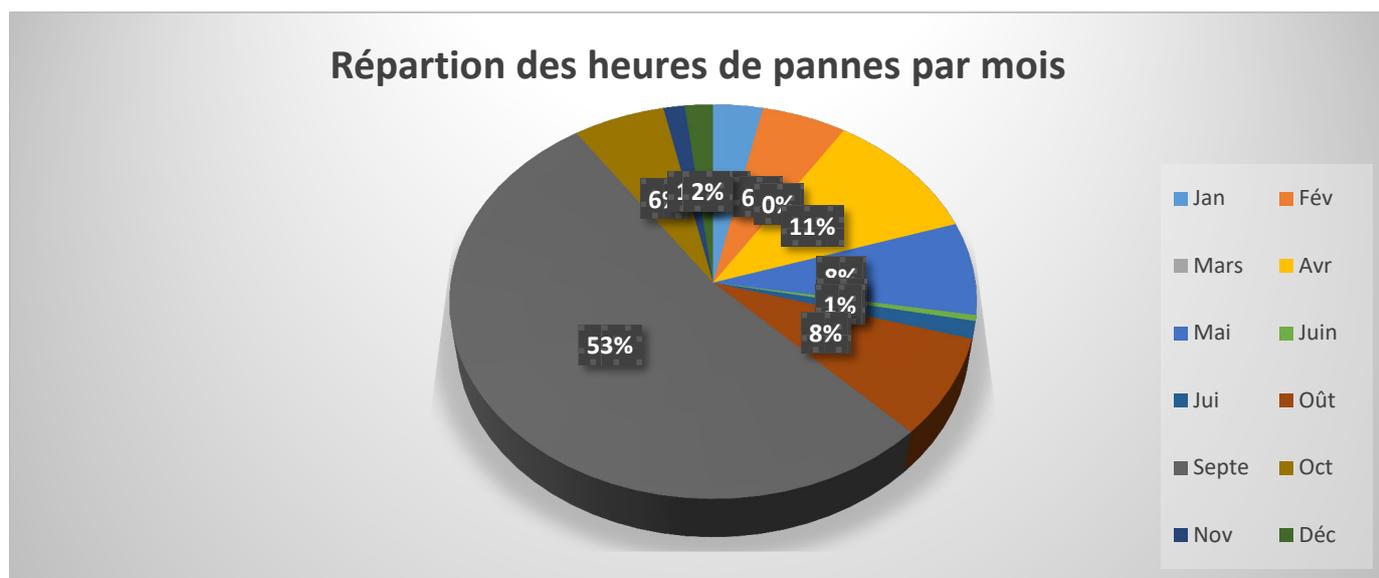


Figure IV.6. Répartition des pannes du compresseur GA160.

Tableau IV.3. Les heures de pannes par mois de compresseur GA160

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Jui	Août	Septe	Oct	Nov	Déc
Heures des pannes (h)	7	12	0	23	16	1	3	17	111	13	3	4



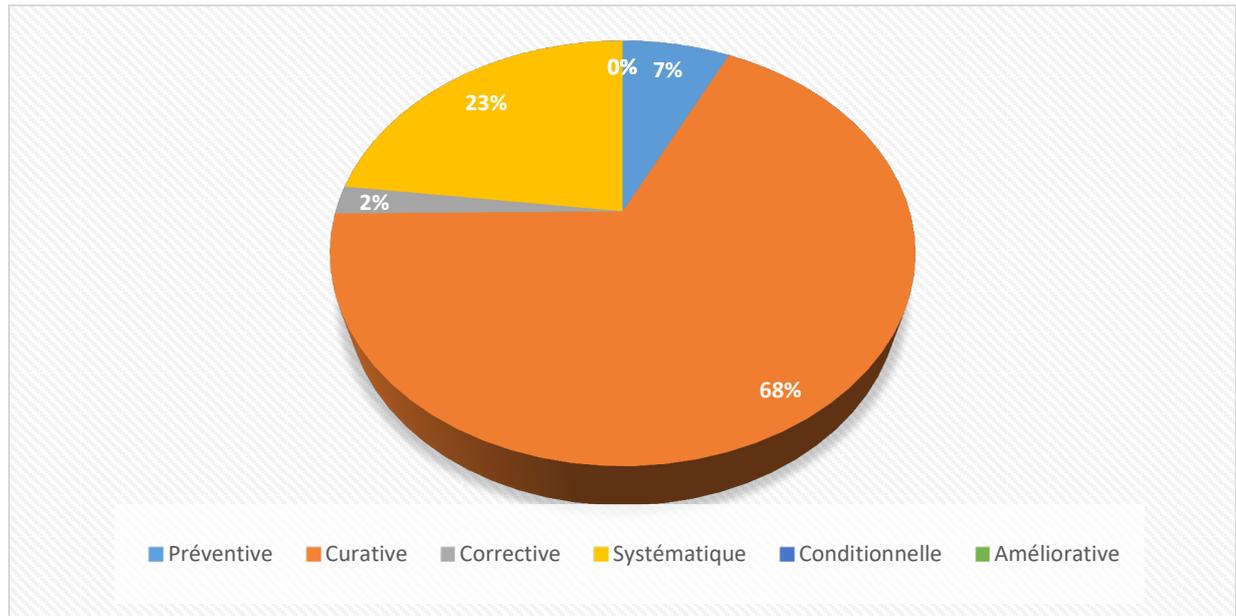
**Figure IV.7.** Répartition des heures de pannes par mois

#### IV.4.2. Analyse du plan de maintenance actuel de compresseur GA160

Après avoir défini les différents types de maintenance, il est impératif avant de se lancer dans l'analyse des données statistiques d'étudier celle adoptée actuellement par le service maintenance, Pour cette partie nous nous sommes basés sur les données acquies pendant la période du **01/01/2020** jusqu'au **31/12/2020**. Ces données sont résumées dans les tableaux suivant

**Tableau IV.4.** Type de maintenance actuel de compresseur GA160 année 2020

Type de maintenance	Préventive	Curative	Corrective	Systématique	Conditionnelle	Améliorative	Totale
<b>Temps (h)</b>	10	94	3	32	0	0	139
<b>Temps (%)</b>	7,19	68	2,15	23,02	0	0	100



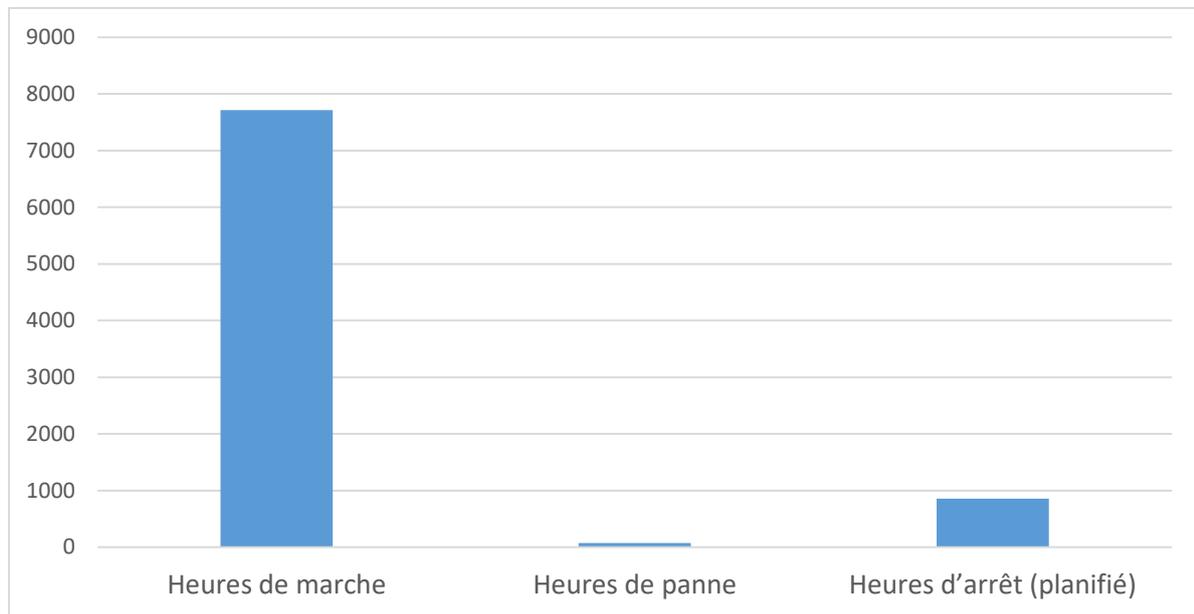
**Figure IV.8.** Plan de maintenance actuel du compresseur GA160

#### IV.4.3. Répartition des heures de marches et heures d'arrêts non planifié

Les statistiques des heures de pannes et de marche annuelles sont présentées dans le tableau IV.5

**Tableau IV.5.** Heures de marche et pannes année de compresseur GA160 année 2020

Heures de marche	Heures de panne	Heures d'arrêt (planifié)	Totale
7713	71	856	8640
89,27%	0,82%	9,90%	100



**Figure IV.9.** Heures de marche, panne et arrêt planifié DE COMPRESSEUR GA160

D'après la figure IV.9 on peut remarquer que les heures de pannes sont très négligeables par rapport aux celles de marche et d'arrêts.

## IV.5. Etude de diagramme de PARETO

### IV.5.1.Partage du compresseur

Pour simplifier cette étude statistique, les systèmes de la machinent été subdivisés en plusieurs systèmes fonctionnels

#### a) Circuit d'air :

Flexibles et filtres à air efficaces Vanne de prise d'air Système de régulation  
« tout ou rien »

#### b) Circuit d'huile :

- Filtres à huile hautes performances
- Circuit d'huile complet

- Système de séparation air/huile

**c) Circuit de refroidissement :**

- Réfrigérant final d'air comprimé et réfrigérant d'huile
- Tubes en acier inoxydable et enveloppes de refroidisseur pour les versions refroidies par eau Ventilateurs axiaux pour les versions refroidies par air. Séparateur d'eau intégré Purges électroniques des condensats sans perte d'air comprimé Circuit d'eau, d'huile et d'air complet Lubrifiant synthétique Roto Xtend

**d) Composants électriques**

- Moteur électrique TEFC, IP 55, classe F Démarreurs (étoile-triangle)
- Régulateur Elektronikon
- Relais de séquence de phase

**e) Bâti**

Amortisseurs de vibrations flexibles Capot insonorisant Plate-forme structurelle ne nécessitant pas de fondations Suppression des émissions/distorsions harmoniques.

**Tableau IV.6.** Nombre et heures de panne de sous-ensemble

Sous-ensembles	Nombre des pannes	Les heures des pannes(h)
Circuit d'air	3	4
Circuit d'huile	5	120
Circuit de refroidissement	1	2
Composants électriques	10	16
Bâti	0	0

Tableau .IV.7. Cumul des heures de panne en pourcentage

Sous-Ensembles	Nombre des pannes	Cumule des pannes	Des pannes Cumulées%	Heures des pannes	Cumule des heures	Cumul des heures %
Circuit d'aire	3	3	14,28	4	4	2,5
Circuit d'huile	5	8	38,09	120	124	78,5
Circuit de refroidissement	2	10	47,61	20	144	91,1
Composant Electrique	10	20	95,23	13	157	99,4
Moteur et ses équipements	1	21	100	1	158	100

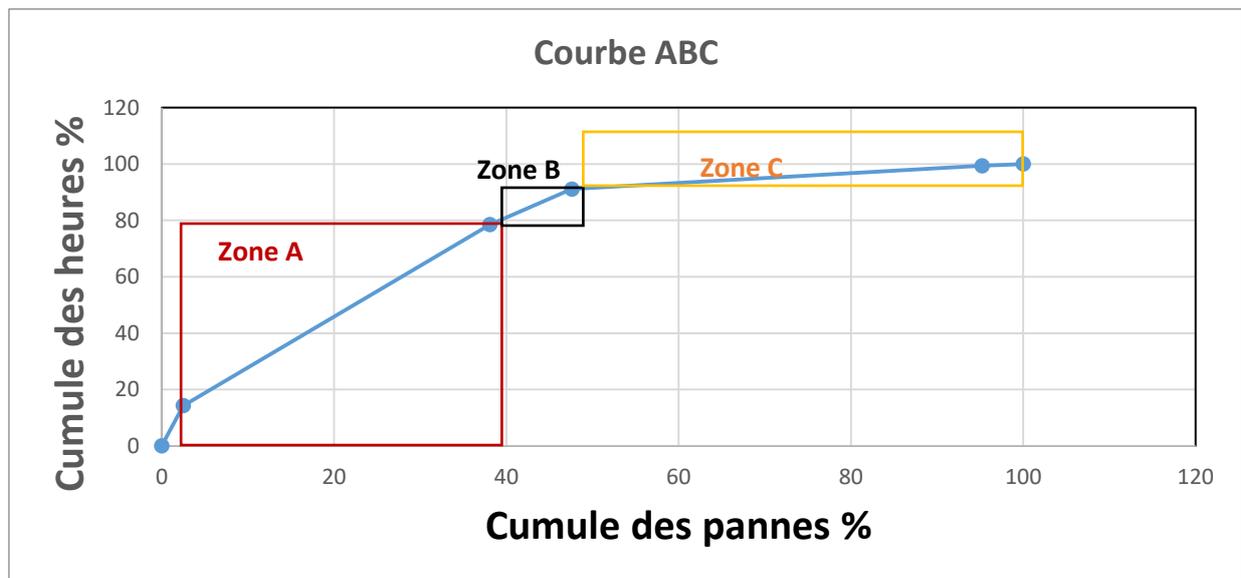


Figure IV.10. Diagramme de Pareto

### Interprétation du diagramme de Pareto

D'après la figure IV.10 on peut remarquer clairement que le diagramme de Pareto se compose en trois zones A, B et C.

**a) La zone A**

Nous montrions que 38.09% des sous-ensembles occasionnent 78.5% des temps de panne ; il s'agit des équipements : Circuit d'Air et circuit d'huile donc une attention particulière devrait être réservée à cette zone.

**b) La zone B**

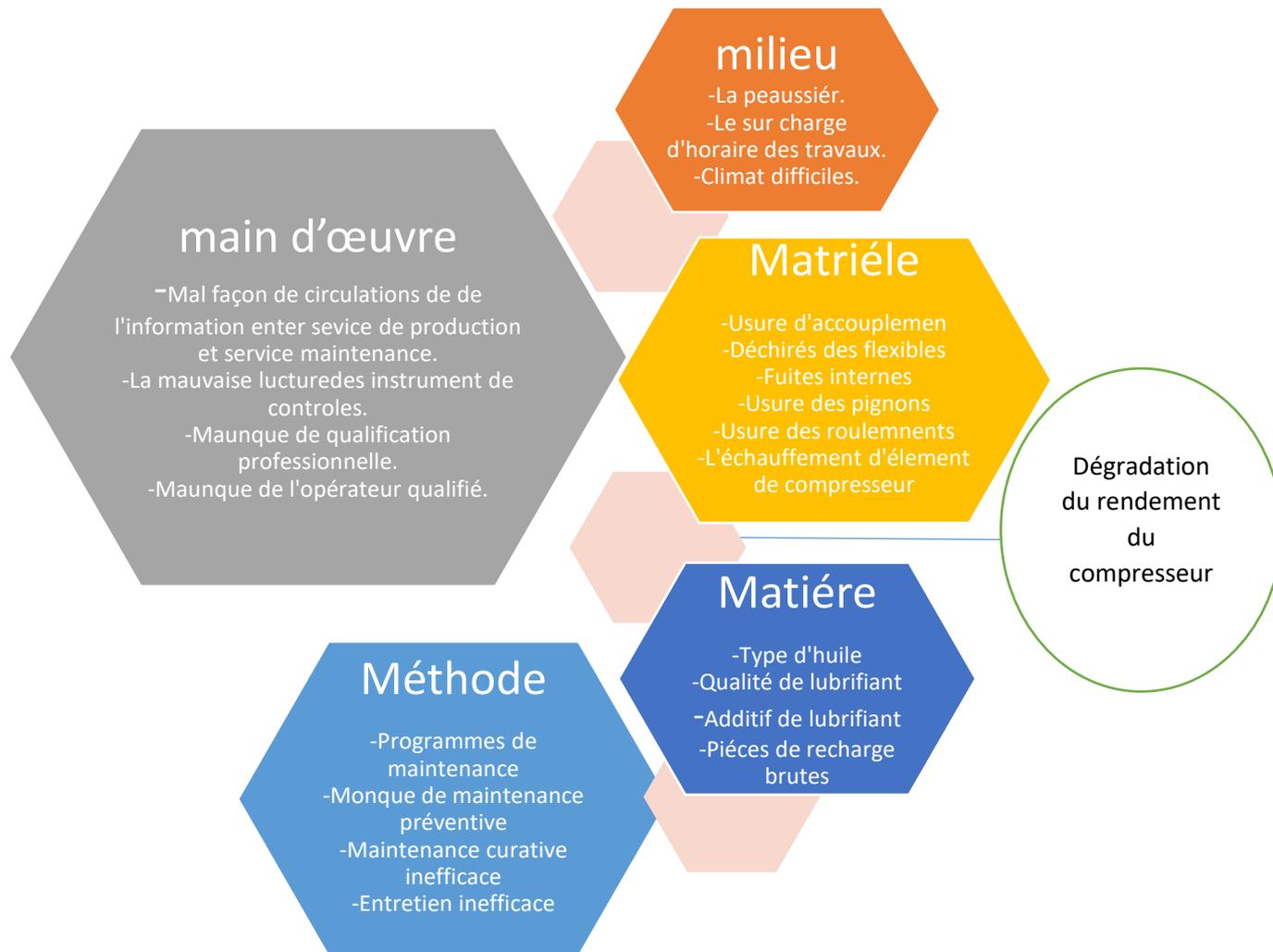
La zone B indique que 47.61% des sous-ensembles sont à l'origine de 12.6% des temps d'arrêts ; il s'agit de Circuit de refroidissement.

**c) La zone C**

En fin nous avons la zone C constituée de composants électriques et moteur et ses équipements qui occasionnant seulement 8.8% des temps d'arrêts.

Les équipements appartiennent à un même sous ensemble sont interdépendantes, le dysfonctionnement d'un équipement entraîne la perte de production de l'ensemble. Ceci entraîne également la perte de production de la mine entière.

Un outil de résolution de problème d'entreprise appelé Le diagramme causes- effets est exposé dans la figure IV.11. Pour le raison de représenter graphiquement les causes aboutissant à un effet.



**Figure IV.11.** Diagramme cause- effet

### Interprétation du diagramme ISHIKAWA

- **Matière :** Pour ce qui concerne la matière, type de l'huile, la qualité de lubrifiant et les pièces de rechange non conforme sont facteurs pénibles sur la rentabilité de la machine.
- **Milieu :** Le milieu poussiéreux et le climat difficile (température élevé) sont les principaux facteurs qui influent sur la disponibilité.

- **Main d'œuvre** : L'absence de formation et le problème de qualification des opérateurs sont des problèmes primordiaux qu'il faut obligatoirement résoudre. L'absence de communication rend les tâches plus difficiles.
- **Matériel** : Les machines sont en général utilisées dans des mauvaises situations (qui cause des fuites internes et déchirés des flexibles ainsi les usures des d'accouplements et roulement).
- **Méthode** : Le manque d'information sur l'état de la machine ainsi l'inefficacité de la maintenance curative rend la tâche des opérateurs de maintenance difficile, il devient nécessaire de positionner une équipe d'intervention plus proche de la machine.

#### IV.6. Analyse AMDEC

Après le recensement et l'identification de toutes les causes qui provoquent les pannes de lu compresseur GA 160, nous passons au calcul de la criticité des défaillances fonctionnelles, à l'aide de produit :

$$F \times G \times D = C \qquad \text{IV.1}$$

Prenant en compte la fréquence et la gravité de défaillance, comme indices de calcul. Nous obtenons le tableau IV.8 suivant :

**Tableau IV.8.** AMDEC compresseur GA 160 -analyse des modes de défaillance

AMDEC MACHINE -ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEURS CRITICITES										
Compresseur GA160										
Eléments	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet de la défaillance	Mode de détection	Criticité				Action corrective
						F	G	D	C	
Moteur de ventilateur	Permet aux pales d'entrer en rotation	-Surchauffe	-Les ailettes de refroidissement encrassées. - Faible niveau de liquide de refroidissement dans le radiateur	-Le moteur tourne difficilement.  - Manque tirage.	Par Capteur de détection	1	1	1	1	Remplacé après 4000H

Flexibles	Transmission d'huile	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rupture</li> <li>- Fissuration</li> <li>- Eclatement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grande charge</li> <li>- Température élevée</li> <li>- Pression élevée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perte d'huile</li> <li>- influe sur le circuit d'huile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Capteur de température</li> <li>-Capteur de niveau d'huile</li> </ul>	2	3	3	18	Changement de flexible endommagé
Roulements	Serve à la rotation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Blocage</li> <li>- Déformation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usure entrée d'impuretés</li> <li>- Manque huile de la lubrification</li> <li>-Manque de Graissage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Etanchéité endommagé du raccord vanne sur le tuyau d'installation</li> <li>-Perte de liquide réfrigérant</li> </ul>	visuel	2	2	3	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Changement de roulement</li> <li>-Graissage de roulement</li> </ul>
Filtre à huile	Filtration d'huile	Filtre bouché	Poussière et qualité de l'huile	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Chute de pression d'huile</li> <li>- Température élevée d'huile</li> </ul>	visuel	2	1	1	2	-Changement de filtre d'huile

Filtre d'aire	Filtration d'aire	Filtre bouché	Poussière	-La consommation d'air est supérieure au débit d'air du compresseur -Le débit ou la pression d'air du compresseur est au-dessous de la normale	-Capture de débit	2	1	1	2	-Soufflage de filtre d'aire -Changement de filtre d'aire
---------------	-------------------	---------------	-----------	---	-------------------	---	---	---	---	---

Soupape de charge	<p>-soupape à flotteur pour la purge automatique des condensats ainsi qu'une vanne de purge manuelle.</p> <p>-Sécurité de purge</p>	<p>Dysfonctionnement de la purge électronique du condensat(EWD)</p>	<p>Environnement difficile (Grand Poussier)</p>	<p>-Colmatage du refroidisseur d'air</p> <p>-Colmatage des refroidisseurs d'huile</p>	<p>Visual</p>	<p>2</p>	<p>1</p>	<p>2</p>	<p>4</p>	<p>Changement de soupape</p>
-------------------	---	---	---	---	---------------	----------	----------	----------	----------	------------------------------



Réservoir	Stocker temporairement (huile, eau...)	Les réservoirs des condensats ne déchargent pas les condensats pendant la charge.	Tuyau de décharge du réservoir des condensats colmaté	-Chute de pression d'huile -Perte de liquide réfrigérant	Capture de température	1	1	1	1	-Changement du tuyau -Remplissage du réservoir
-----------	--	---	---	---	------------------------	---	---	---	---	---

### IV.7. Synthèse ou évaluation de la criticité

A partir du tableau AMDEC (tableau IV.8) on a hiérarchisé les défaillances selon le seuil de criticité, les éléments dont la criticité atteint le seuil demande des actions correctives, ainsi ceux qui ont la gravité et la fréquence entre 3 et 4 doivent entrainer une action corrective de conception, même si la criticité n'atteint pas le seuil fixé. On classe les éléments par ordre décroissant selon leur criticité dans le tableau IV.9 :

**Tableau IV.9.** Classement décroissant des causes de défaillance par criticité

Eléments	Criticité	Cause de défaillance
<b>Flexibles</b>	<b>18</b>	- Grande charge - Température élevée - Pression élevée
<b>Roulement</b>	<b>12</b>	- Usure entrée d'impuretés - Manque huile de la lubrification -Manque de Graissage
<b>Soupape de charge</b>	<b>4</b>	Enivrement difficile (Grand Poussier)
<b>Filtre à huile</b>	<b>2</b>	Poussière et qualité de l'huile
<b>Filtre d'aire</b>	<b>2</b>	Poussière

<b>Refroidisseur</b>	<b>2</b>	-obstruction de circuit d'eau du refroidissement ou débit d'eau très faible -compresseur refroidis par air apport d'aire de refroidissement insuffisant ou température d'aire de refroidissement trop élever
<b>Moteur de ventilateur</b>	<b>1</b>	-Les ailettes de refroidissement encrassées. - Faible niveau de liquide de refroidissement dans le radiateur
<b>Réservoir</b>	<b>1</b>	Tuyau de décharge du réservoir des condensats colmaté

**Tableau.IV.10.** Classement décroissant des causes de défaillance par criticité en %

Eléments	Flexibles	Roulement	Soupape de charge	Filtre à huile	Filtre d'aire	Refroidisseu r	Moteur de ventilateur	Réservoir	Totale
<b>Criticité</b>	18	12	4	2	2	2	1	1	42

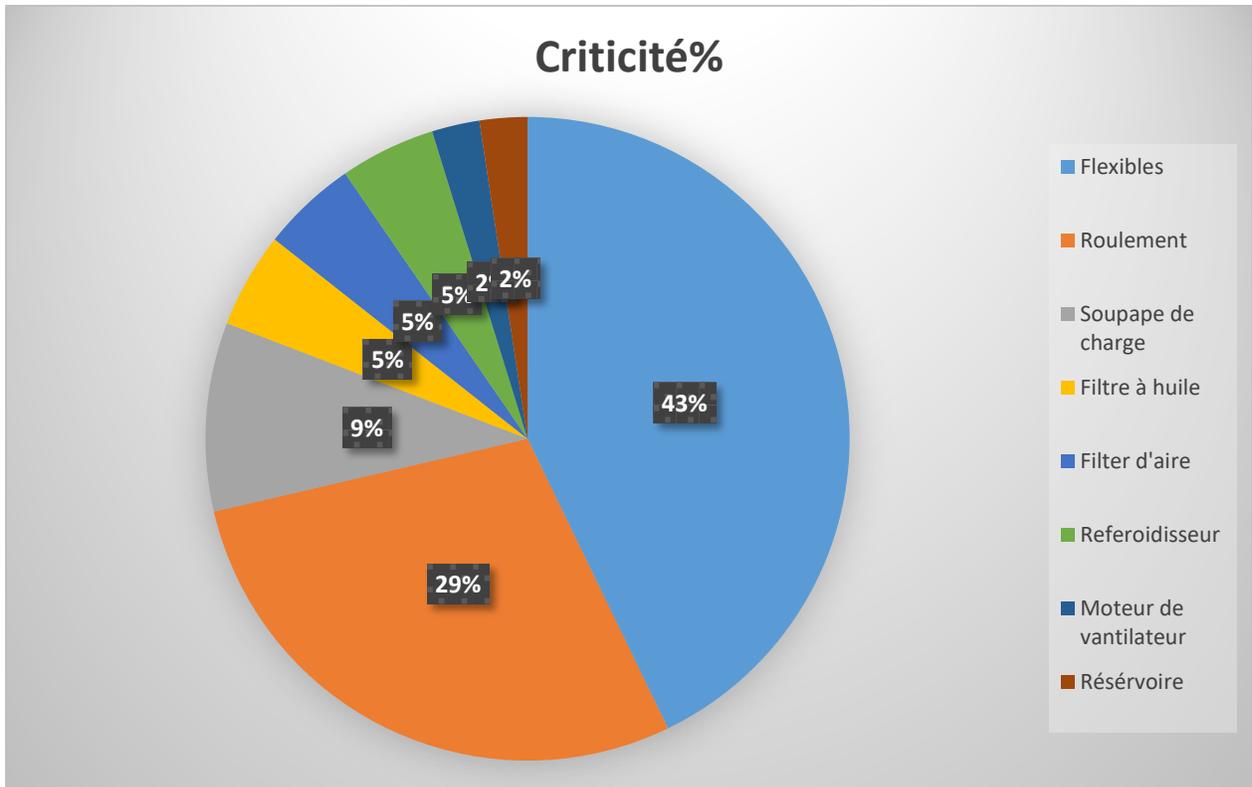


Figure IV.12. Diagramme des éléments défaillants par criticité

Tableau. IV.11. Nombre des éléments défaillants pour chaque criticité

criticité	1	2	4	12	18
Nombre des éléments	2	3	1	1	1

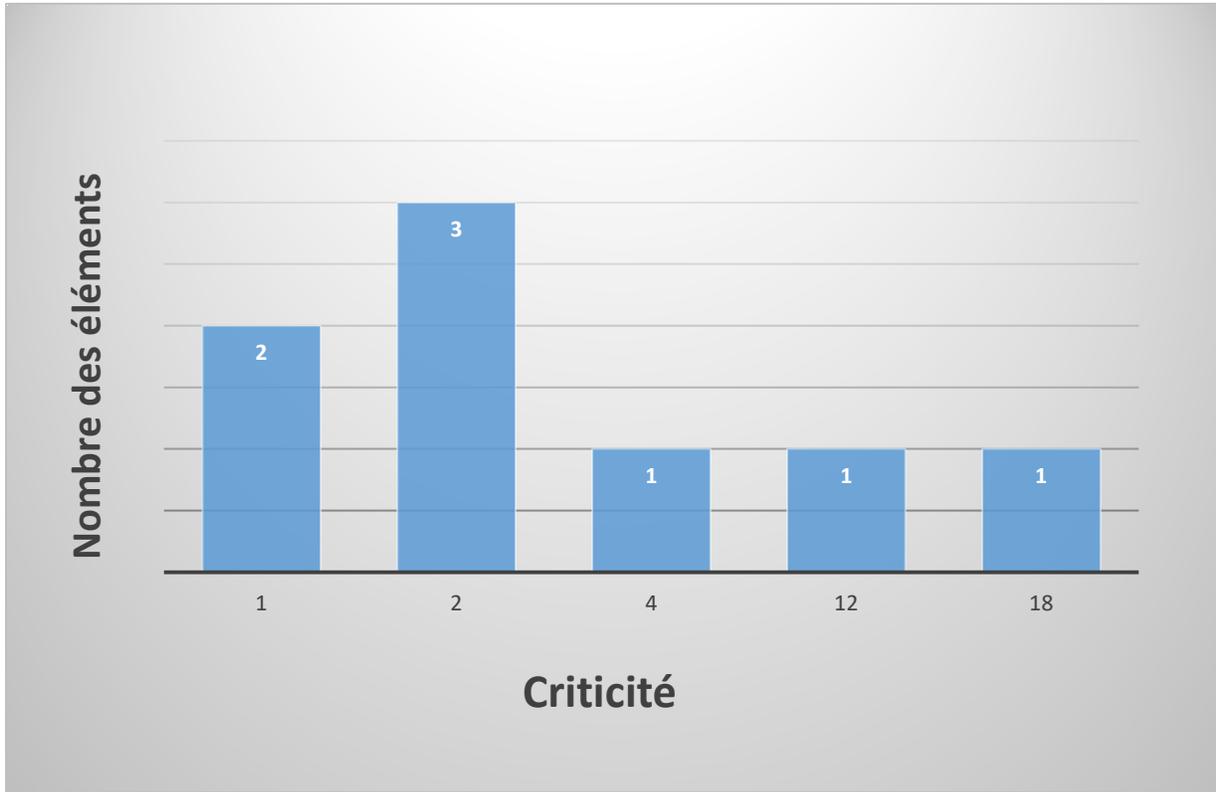


Figure.IV.13. Histogramme de nombre des éléments défailants

Tableau IV.12. Présentation des criticités

Criticité	Niveau	Cause	Fréquence	Cumule %
$1 \leq C < 2$	Négligeable	2	0.222	22.2
$2 \leq C < 4$	Moyenne	3	0.333	55.5
$4 \leq C < 12$	Élevée	2	0.222	77.7
$12 \leq C < 18$	Tré élevée	1	0.111	88.8
$C \geq 18$	Interdit	1	0.111	100

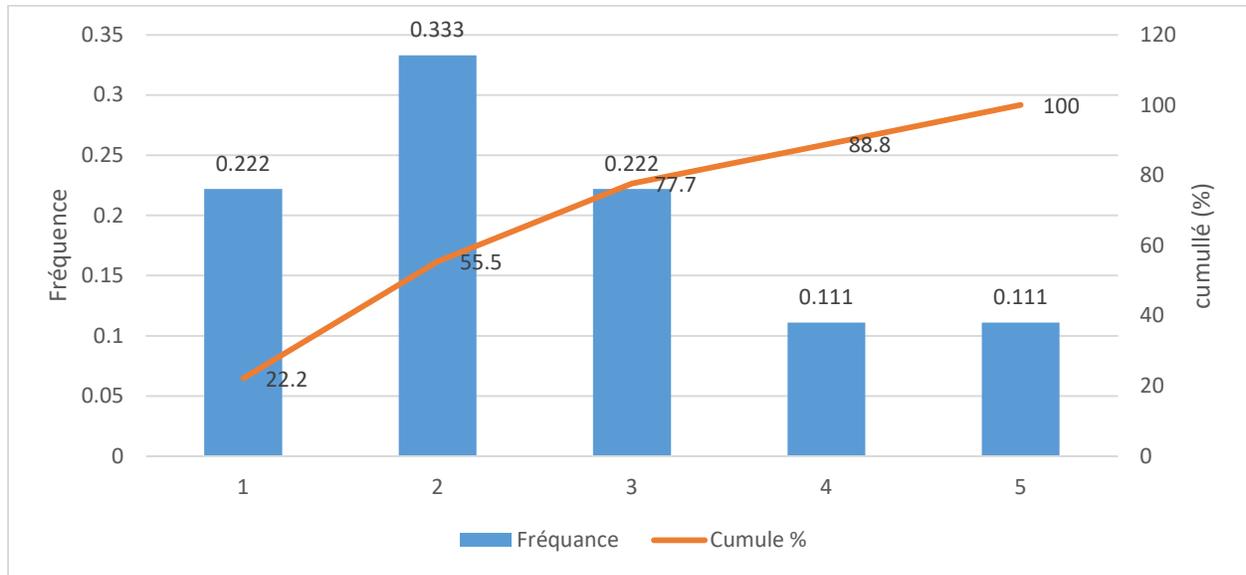


Figure.IV.14. Présentation des criticités

Tableau.IV.13. Evaluation de la criticité

Niveau de criticité	Elements	Criticité	Action corrective
$1 \leq C < 2$	Réservoir	1	Amélioration de performance de l'élément Maintenance préventive conditionnelle
	Moteur de ventilateur	1	
$2 \leq C < 4$	Filtre d'aire	2	Maintenance préventive systématique
	Filtre d'huile	2	
$4 \leq C < 12$	Soupape de charge	4	Maintenance curative
$12 \leq C < 18$	Roulement	12	Maintenance curative
$C \geq 18$	Flexible	18	

D'après les résultats obtenus et présentés dans les tableaux précédents, on peut constater qu'on a quatre catégories :

- **Catégorie 01** : représente 22,2 % des causes qui ont une criticité  $1 \leq C < 2$  contient le réservoir et le moteur de ventilateur.
- **Catégorie 02** : représente 33,3 % des causes qui ont une criticité  $2 \leq C < 4$  Il s'agit des éléments suivants : filtres d'air et filtres d'huile.
- **Catégorie 03** : représente 22,2 % des causes qui ont une criticité  $4 \leq C < 12$ , contient les soupapes.

- **Catégorie 04** : représente 22,2 % des causes qui ont une criticité  $12 \leq C$  qui s'agit des roulements et flexibles.

**Tableau .IV.14.** Programme d'entretien du compresseur GA160

Fréquence	Heures totales	Action
Tous les jours	8	Contrôler les données à l'écran.
//	8	Pendant la charge, contrôler l'évacuation des condensats.
//	8	Contrôler le niveau d'huile. Avant le démarrage, le niveau doit se situer au milieu du voyant.
Tous les 3 mois	--	Nettoyer le compresseur.
//	--	Contrôler l'étanchéité.
//	500	Contrôler les refroidisseurs ; les nettoyer si nécessaire. Voir la section Refroidisseur.
//	--	Déposer les éléments du filtre à air et les inspecter.
Tous les ans	--	Faire tester la soupape de sécurité.
//	--	Faire inspecter tous les flexibles.
//	4000	Remplacer les filtres à huile.
//	8000	En cas d'utilisation de lubrifiant Roto-Xtend Duty Fluid, remplacer l'huile.
Tous les 2 ans	8000	Faire remplacer l'élément séparateur d'huile.
Selon affichage	--	Effectuer les opérations d'entretien conformément aux plans d'entretien affichés.

#### IV.8. Conclusion

Dans ce chapitre nous sommes intéressés par les compresseurs GA 160, pour cela nous avons appliqué la méthode AMDEC pour étudier les différents états de la maintenance.

L'analyse des différents niveaux de la criticité nous permet de classer les éléments analysés et le types de la maintenance utilisé que ce soit préventive ou bien curative.

Nous avons obtenus les résultats suivants :

- $1 \leq C < 2$  : Aucune modification : maintenance préventive préventive conditionnelle : (réservoir et le moteur de ventilation)
- $2 \leq C < 4$  : Changement des éléments, maintenance préventive systématique (filtres d'air et filtres d'huile)
- $4 \leq C < 12$  : Amélioration de performance de l'élément Maintenance curative (les soupapes)
- ❖  $C \geq 12$  : Remise en cause complète de la conception et maintenance curative (Roulements et flexibles).

La méthode consiste à anticiper les dysfonctionnements menant à l'échec avant même que ceux-ci ne se produisent.

Le plan de maintenance proposé est basé sur les recommandations du constructeur. Il sert à protéger les compresseurs contre les arrêts répétitifs et augmente sa durée de vie.

# *Conclusion générale*

## *Conclusion générale*

La maintenance des systèmes industriels est devenue un point essentiel lors de leur conception et de leur exploitation, tant pour des questions de sécurité et de sûreté de fonctionnement, que pour des questions de rentabilité.

Les compresseurs sont des organes mécaniques destinés à augmenter la pression d'un gaz, et donc son énergie, ils occupent une place primordiale dans les mines. C'est pourquoi la maintenance du compresseur est une préoccupation des constructeurs et utilisateurs.

Dans ce travail, nous avons décrit les généralités sur la maintenance, ces méthodes et ces objectifs.

La partie théorique de cette étude, nous a permis, d'appliquer la méthode AMDEC. Cette dernière, nous a permis de sélectionner les éléments les plus critiques qui causent les pannes du compresseur GA 160.

La méthode AMDEC nous a permis de voir les éléments les plus critiques qui causent les majorités des heures d'arrêts. De plus nous avons proposé un tableau d'entretien préventif basé sur les recommandations du constructeur, avec un formulaire de gamme à appliquer dans la mine.

Nous envisageons, en perspectives, d'appliquer cette gamme dans la mine de Djbel Onk Bir El Ater.

*Références  
bibliographiques*

## *Références bibliographiques*

[1] Najahi, Y., Outil d'aide à l'implantation d'un système de gestion de la maintenance, Université Laval, 2003, 311p.

[2] Monchy, F., Maintenance : méthodes et organisations, Paris, Dunod, 2003. 505p.

[3] AUBREVILLE Jean- Marie. Maintenance industrielle de l'entretien de base à l'opération de la sureté, Edition ellipse paris 2004.

[4] BENISSAAD Ismail. Maintenance industrielle, année universitaire 2007-2008.

[5] Driss Bouami. Le GRAND LIVRE de la MAINTENANCE, Concepts, démarches, méthodes, outils et techniques, Edition AFNOR.

[6] GHOMARI S.MAMI E.F. "Qualité et normes ISO –Actes de symposium international sur la qualité et maintenance au service de l'entreprise Tome 1-Qualima 01 Université Abou bekr Belkaid Tlemcen 21 et 22 novembre 2004.

[7] Julien Barassin *Chef de projets, Groupe GCL Europe, Conseil logistique, [www.gclgroup.com](http://www.gclgroup.com)*

[8] Lionel DUMONT, Laurent MOREL, MODELISATION DES COUTS DE MAINTENANCE : APPLICATION SUR L'INSTALLATION D'EXPERIMENTATION AIRIX, 3e Conférence Francophone de modélisation et simulation « Conception, Analyse et Gestion des Systèmes Industriels » MOSIM'01 – du 25 au 27 avril 2001 – Troyes (France).

[9] BOITEL Daniel et HAZARD Claude. Guide pratique de la maintenance, entretien manuels d'enseignements. Edition Nathan cop Paris 1987.

[10] RE.SONA, « Rapport sur les travaux de prospection et d'évaluation sur les phosphates dans le district minier de Djebel Onk », 1979.

[11] B. Ayadi, « Caractérisation et choix d'un schéma de traitement du minerai cuivrefer de Douamis (Ouenza) », Thèse magistère, université d'Annaba ,2010.

[12] G.Duchatelle, « Minerai de phosphate de Djebel Onk, carrière de Djemi Djema.Etude minéralogique », Rapp. interne CERPHOS, 1975, p 55.

[13] R. Chaabia, M. Bounouala, « analyse du processus d'enrichissement de minerai de phosphate et choix d'un schéma de traitement des rejets « cas de Djbel Onk » Wilaya de Tebéssa- Algérie », Laboratoire de Ressources Naturelles et Aménagement, Université Badji Mokhtar Annaba, 2013.

[14] Yves Pimor, T.P.M. La maintenance productive pour produire juste à temps, MASSON Paris Milan Barcelone Bonn (1991), ISBN : 2-225-82288-3 ISSN : 0986-0371.

[15] Guide pratique de la TPM par Japan Institute of Plant Maintenance Editions IQM (Institut Qualité et Management).

[16] A. FITHI, A. MOUSRIJ, H. GZIRI, Vers une démarche d'implantation d'un système de management de la maintenance industrielle, Analyse et état de l'art, Laboratoire d'ingénierie Mécanique, Management Industriel et Innovation, Xth International Conference on Integrated Design and Production, CPI 2015, December 2-4, 2015, Tangier - Morocco.

[17] M. TAJIRI, F. GOTOH. TPM Implementation: A Japanese Approach. McGraw-Hill. 1992.

[18] S.NAKAJIMA. La maintenance productive Totale : Mise en œuvre. AFNOR. 1989.

[19] HOHMANN Christian, Guide pratique des 5S - pour les managers et les encadrants, Editions d'organisations. France, 2006.

[20] J.N. Cuvelette, Maintenance assistée par ordinateur. Editions, Techniques de l'ingénieur (h 6610), 87.

[21] Atlas Copco, GA 160 APF199762, Manuel d'instructions Traduction de la notice originale, [www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com)

# *Annexes*

FICHE N°:40-1	COMPRESSEUR GA 160	CALCINATION  736/737
------------------	--------------------	----------------------------

Programme d'entretien préventif

Fréquence Heures totales Action

Tous les jours (8H) Contrôler les données à l'écran.

Tous les jours (8H) Pendant la charge, contrôler l'évacuation des condensats.

Tous les jours (8H) Contrôler le niveau d'huile. Avant le démarrage, le niveau doit se situer au milieu du voyant.

Tous les 3 mois -- Nettoyer le compresseur.

Tous les 3 mois -- Contrôler l'étanchéité.

Tous les 3 mois -- Contrôler les refroidisseurs ; les nettoyer si nécessaire. Voir la section Refroidisseur.

Tous les 3 mois -- Déposer les éléments du filtre à air et les inspecter.

Tous les ans -- Faire tester la soupape de sécurité.

Tous les ans -- Faire inspecter tous les flexibles.

Tous les ans 4000 Remplacer les filtres à huile.

Tous les ans 8000 En cas d'utilisation de lubrifiant Roto-Xtend Duty Fluid, remplacer l'huile.

Tous les 2 ans 8000 Faire remplacer l'élément séparateur d'huile.

Après 40000 heures de fonctionnement Faire remplacer le moteur du ventilateur.

Laisser l'endroit de travail propre

FICHE  
N°:40-1

COMPRESSEUR GA 160

ALCINATION  
736/737

**Programme d'entretien préventif**

**Fréquence Heures totales Action**

Tous les jours (8H) Contrôler les données à l'écran.

Tous les jours (8H) Pendant la charge, contrôler l'évacuation des condensats.

Tous les jours (8H) Contrôler le niveau d'huile. Avant le démarrage, le niveau doit être au milieu du voyant.

Tous les 3 mois -- Nettoyer le compresseur.

Tous les 3 mois -- Contrôler l'étanchéité.

Tous les 3 mois -- Contrôler les refroidisseurs ; les nettoyer si nécessaire. Voir la section

Tous les 3 mois -- Déposer les éléments du filtre à air et les inspecter.

Tous les ans -- Faire tester la soupape de sécurité.

Tous les ans -- Faire inspecter tous les flexibles.

Tous les ans 4000 Remplacer les filtres à huile.

Tous les ans 8000 En cas d'utilisation de lubrifiant Roto-Xtend Duty Fluid, remplacer l'huile.

Tous les 2 ans 8000 Faire remplacer l'élément séparateur d'huile.

Après 40000 heures de fonctionnement Faire remplacer le moteur du ventilateur.

Laisser l'endroit de travail propre

**Rapport** : Les en pannes survenus durant l'année 21020 sur le compresseur type :GA160

Mois	Nbre /panne	Constatation	H-P	Diagnostic sur le motif ou défaillance	Observation
février	1	-Disque d'accouplement en caoutchouc endommagé	03 heure	- Desserrage des boulons d'arrêt sur moyeu d'accouplement	Vibration importante
avril	1	-Pignon d'entraînement endommagé. -Roulement détérioré - étanchéité endommagé	11 heure	-étanchéité endommagé du raccord vanne sur le tuyau d'installation -Perte de liquide réfrigérant.	Echauffement important d'huile
septe	1	-Deux flexibles d'huile endommagés. -Deux roulements supportant vis spirale sont grillées -Perte quantité d'huile	57 heure	X-Deux flexibles d'huile endommagés (déchirés) à cause des micros fissures .	-Chute de pression D'huile . Température élevée
Total	03		71 heure		

**SUIVI DES TRAVAUX D'ARRET ENTRETIEN MECANIQUE SUR COMPRESSUER TYPE : GA 160**

Mois	DT(PV/ CU/corr)	Travaux effectues	Heure d'arrêt	Observation
Janvier	Pref	Soufflage des filtres à air ✓	02 heure	Travaux Terminés
		Graissage des roulements de moteur	01 heure	
		Changement les filtres à huile X	02 heure	
Février	Pref	Changement les filtres à air ✓	01 heure	Travaux Terminés
	CU	Changement : sur le lieu Disque d'accouplement en caoutchouc	02 heure ✓	Travaux Terminés
avril	CU	Changement : sur le lieu Pignon d'entraînement Roulement et joint étanchéité sur la conduite . -Liquide réfrigérant.	09 heure	Travaux Terminés
Mai	Systematique	Travaux préventif programmé sur l'ensemble	16 heure	Travaux Terminés

Juillet	CORR	Remplissage d'huile	03 heure	<i>Travaux Terminés</i>
Aout	Systématique	Travaux préventif programmé sur l'ensemble	16 heure	<i>Travaux Terminés</i>
sept	CU	Démontage de l'élément ( deux vis spirale ) et transport vers Atelier pour la réparation -Changement flexibles d'huile endommagés - Changement roulements	54 heure	<i>Travaux Terminés</i>
Oct	CU	Changement Kit 8000 heure	12 heure	<i>Travaux Terminés</i>
NOV	Pref	Changement les filtres à air	01 heure	<i>Travaux Terminés</i>
DEC	CU	Vidange et remplissage d'huile roto-inject fluid	04 heure	<i>Travaux Terminés</i>
totale	10		120 heure	

SERVICE ELECTRIQUE ET REGULATION

SUIVI DES TRAVAUX D'ARRET SUR COMPRESSUER TYPE : GA 160

<i>Mois</i>	<i>DT(PV/ CU/corr)</i>	<i>Travaux effectues</i>	<i>Heure d'arrêt</i>	<i>Observation</i>
Janvier	CU	Changement :Soupape de décharge	02 heure	<i>Travaux Terminés</i>
Février	CU	Changement :Trois Fusibles	01 heure	<i>Travaux Terminés</i>
	Pref	Console programmée (afficheur )	03 heure	
	CU	Changement : Refroidisseur	02 heure	<i>Travaux Terminés</i>
avril	CU	Changement : Soupape d'arrêt d'huile	02 heure	<i>Travaux Terminés</i>
	CU	Soupape de sécurité	01 heure	
Juin	CU	Changement :Capteur de température	01 heure	<i>Travaux Terminés</i>

Aout	CU	Changement : sonde de vibration	01 heure	<i>Travaux Terminés</i>
Oct	CU	Changement : 4 fiches électrique	01 heure	<i>Travaux Terminés</i>
NOV	CU	Changement : Câble électrique	02 heure	<i>Travaux Terminés</i>
Total	10		16 heure	

Département traitement

*Les heures d'arrêt pour le contrôle et la vérification pour chaque poste 01heure / 12 heure*

Nombre	Périodique	Travaux effectués		
02fois/Jr	Systématique	<u>SURVEILLANCE/</u> : de l'ensemble Contrôle et vérification des paramètres : Pression de huile Température d'huile Niveau d'huile Heures de marche	<u>02 heure/ 24 heure</u>	<i>Travaux Fait</i>
mois	60 fois	//	<u>60 heure</u>	//
Trimestre	180 fois	//	<u>180 heure</u>	//
<u>Total / année</u>	<u>720 fois</u>	//	<u>720 heure</u>	//

*Tableau des heures d'arrêt durant année*

SERVICE	Nombre des arrêt	Heure d( arrêt	OBSERVATION
Entretien mécanique	10	120	
Electrique et régulation	10	16	
Traitement	720	720	
Totale / année	730	856	

*Tableau des heures du marche durant année*

Totale / année	Heure /année	Heure d' arrêt	Heure en panne	OBSERVATION
7713 heure	8640	856	71	

**FERPHOS**<sup>®</sup>  
Group



مجموعة  
**فر فوس**<sup>®</sup>

SOCIETE DES MINES DE PHOSPHASOMIPHOS Spa  
COMPLEXE MINIER DE DJEBEL ONK

Procès –verbal  
De réception provisoire

D'un compresseur stationnaire à vis rotative lubrifiée à air

Marque ; atlas copco

N°série APF 154016

TYPE : GA 160 7.5 bar

Année : 2010

Lieu d'installation : salle de machine calcination

N° de contrat 03/CMDO/SOMIPHOS/ATLAS COPCO/2010

L'an deux mille dix et le vingt six du mois de septembre s'est tenu une réunion au BPM(DEMF)

Etaient présents

Représentant SOMIPHOS

REBIAI A/MOUNEF CHEF SERVICE BPM PAR INTERIM

LYAZID ZIOUECHE CHEF SERVICE ENT/MEC

AAAYACHI NABIL : chef service voie humide

REPRESENTANT DE ATLAS COPCO

CHERIFI FARES : ING APRES VENTE

RABHI TOUFIK : INTERVENANT

Objet l'ordre du jour :

Réception provisoire d'un compresseur objet du contrat

03/CMDO/SOMIPHOS/ATLAS COPCO/2010

Opération effectuée

Marche à vide compresseur

Essai satisfaisant

Marche en charge du compresseur

Essai satisfaisant

Paramètres relevés après la mise en service

Pression de service	07bars
Delta p séparateur d'huile	0.08bars
Delta filtre à air	0.014bars
Température sortie élément	99°C
TEMPERATURE SORTIE COMPRESSEUR	38°C
TEMPERATURE AIR	27°C
TEMPERATURE INJ D'HUILE	64°C
TEMPERATURE SEPARATEUR D'huile	90°C
VITESSE VENTULATEUR	1000tr/min

Conclusion

Compresseur est mis en production :

Remarques

Rien à signalé pendant la marche en production du compresseur

Signatures SOMIPHOS

REBIAI A/MOUNEF

Y/ZIOUECHE

N/AAAYACHI

GUERGAH RHEDA

Signatures ATLA COPCO

FARES CHERIFI

REBHITOUFIK



**SOMIPHOS** Spa, capital social de 1.000.000 .000 DA, Complexe Minier De Diebel Onk BP 61/62 Bir El Ater, 12200

Tébessa, Algérie Tél. : 213.037.44.61.03 – 213.037. 44.81.52 Fax : 213.037.

E-mail :

[ferphos@yahoo.fr](mailto:ferphos@yahoo.fr)

FICHE N°:40

COMPRESSEUR GA 160

732/733/734/séchage B1

Fréquence	Travaux
Tous les jours	Contrôle les mesures à l'écran
Tous les jours	Pendant la charge, contrôler l'évacuation des condensats
Tous les jours	Contrôler le niveau d'huile. Avant le démarrage, le niveau doit se situer au milieu du voyant.
Toutes les semaines	Contrôles la propreté des filtres de l'armoire. Les remplacer ou les nettoyer s'ils sont poussiéreux
Toutes les semaines	Purger les condensats du réservoir d'air, le cas échéant
Tous les 3 mois	Nettoyer le compresseur.
Tous les 3 mois	Contrôler l'étanchéité.
Tous les 3 mois	Contrôler les refroidisseurs ; les nettoyer si nécessaire.
Tous les 3 mois	Déposer les et les inspecter
Tous les ans	Faire inspecter tous les flexibles.
Tous les ans	En cas d'utilisation de lubrifiant Roto - Inject fluide, Remplacer l'huile.
Tous les ans	Remplacer les filtres à huile.
Tous les ans	Remplacer l'élément du filtre à air.
Tous les ans	Graisser le moteur.
Tous les 2 ans	Faire remplacer l'élément séparateur d'huile.

Laisser l'endroit de travail propre

PM/REF/2020/...../B.A/A/F.

hy LE: 18/09/2020

DEMF/Sce :BPM

A Monsieur le directeur du Maintenance

S/c voie hiérarchique

OBJET : : Compte rendu sur compresseur GA160 rep :732

Après avoir signaler le : 18/09/2020 par service ENT/MEC le dégât matériel ; Cassure de l'accouplement transmission et suite au diagnostique effectuée sur place par nous agents de service BPM pour déterminer les causes probables de ce dégât matériel ; nous vous informons ce qui suite :

**Constats :**

- 1-Disque d'accouplement en caoutchouc endommager .
- 2- Demi accouplement coté moteur trouvée cassée. Et la 2eme partie est usée.
- 3- Demi accouplement coté moteur à été montée sur bout d'arbre par un vis d'arrêt trouvé desserré
- 4-Deux flexibles d'huile sont endommagé ( déchirés )
- 5- Présence des traces des particules du métal dans huile
- 6-Une fuite d'huile importante .
- 7-Deux pignons d'entraînement sont usées .
- 8-Deux roulements supportant le vis spirale sont grillées
- 9- Une perte de liquide réfrigérant sur sécheur .
- 10-Un échauffement important d'élément du compresseur .

**Recommandations :**

- 1-Démontage de l'élément et le transport vers l'ATELIER pour la réparation des organes :
  - changement des roulements grillés
  - changement pignons d'entraînement usées
  - Contrôler l'état des deux vis spirale et le jeu au moment de montage
- 2- changement un accouplement complet ( avec disque en caoutchoucs )
- 3-Assurer un bon alignement lors de montage de nouveau accouplement.
- 4-Prévoir les vis d'arrêt sur les deux parties de l'accouplement
- 5- changement les flexibles endommagés
- 6-Vérifier la fixation des plots sous le moteur électrique et châssis
- 4- Remplissage d'huile dans élément du compresseur .
- 5- contrôler l'état des roulements du moteur électrique et les graissés
- 6- Injecter le liquide réfrigérant à l'intérieur de sécheur
- 7- Vérifier les raccords sur les conduites du circuit de refroidissement
- 8-Contrôler les paramétré sur l'afficheur :
  - ' Température- pression-débit- fréquence de rotation '

**NB :** Après la mise en service La surveillance de fonctionnement de compresseur est indispensable

Sincères salutations

**PLAN D'ENTRETIEN PREVENTIF 2020**  
**CMDO**

Tous les 3 mois	Contrôler l'étanchéité.
Tous les 3 mois	Contrôler les refroidisseurs ; les nettoyer si nécessaire.
Tous les 3 mois	Déposer les et les inspecter
Tous les ans	Faire inspecter tous les flexibles.
Tous les ans	En cas d'utilisation de lubrifiant Roto - Inject fluide, Remplacer l'huile.
Tous les ans	Remplacer les filtres à huile.
Tous les ans	Remplacer l'élément du filtre à air.
Tous les ans	Graisser le moteur.
Tous les 2 ans	Faire remplacer l'élément séparateur d'huile.

**COMPRESSEUR GA 160**

**Programme d'entretien préventif**

**Fréquence Heures totales Action**

- Tous les jours (8H) Contrôler les données à l'écran.
- Tous les jours (8H) Pendant la charge, contrôler l'évacuation des condensats.
- Tous les jours (8H) Contrôler le niveau d'huile. Avant le démarrage, le niveau doit se situer au milieu du voyant.
- Tous les 3 mois -- Nettoyer le compresseur.
- Tous les 3 mois -- Contrôler l'étanchéité.
- Tous les 3 mois -- Contrôler les refroidisseurs ; les nettoyer si nécessaire. Voir la section Refroidisseur.
- Tous les 3 mois -- Déposer les éléments du filtre à air et les inspecter.
- Tous les ans -- Faire tester la soupape de sécurité.
- Tous les ans -- Faire inspecter tous les flexibles.
- Tous les ans 4000 Remplacer les filtres à huile.
- Tous les ans 8000 En cas d'utilisation de lubrifiant Roto-Xtend Duty Fluid, remplacer l'huile.
- Tous les 2 ans 8000 Faire remplacer l'élément séparateur d'huile.
- Après 40000 heures de fonctionnement Faire remplacer le moteur du ventilateur

SERVICE :bureau préparation et méthode

Le :22/03/2021

Fournisseur : ATLAS COPCO

Travaux entretien préventif /hebdomadaire

Equipement :Compresseur type :GA160

- 1-Contrôler les flexibles et les raccords entre le circuit de refroidissement par huile .
- 2-Serrage des collier sur manchettes des tuyaux de collecteur coté sorties d'eau
- 3-Contrôler l'état et le fonctionnement des soupapes de décharge et de sécurité
- 4-Graissage des roulements du moteur électrique .
- 5-.Vérifier l'installation du sécheur et liquide réfrigérant .
- 6- Vérifier l'état des plots et la fixation de l'ensemble
- 7 Contrôler l'état des deux ventilateurs de refroidissement et les Nettoyer si nécessaires
- 8-Vérifier les paramètres avant et après la mise en service .

Laisser endroit propre

RAPPORT D'INTERVENTION

N° SAV/

Société: SOMIPHOS Birel AG  
Adresse: Birel AG

Contact:  
Téléphone: 0660343651

Mise en service:  Révision/Entretien:  Visite/inspection:

Type de machine: GALBO N° de série: APP 20 3864 Année: 2015  
Pression: 7.3 Heures totales: 5 Heures charge: 5  
N° Elém 1 (BP): 1 N° Elém 2 (HP): 1 N° Moteur: 17

Sort. Comp: <u>7</u> Bar	Sort. Elém 1: <u>85</u> °C	Pt. De Rosée: <u>5</u> °C
Op filtre : <u>-0.13</u> Bar	Entr. Elém 2: <u>1</u> °C	T. Huile : <u>51</u> °C
P. Intern. : <u>1</u> Bar	Sort. Elém 2: <u>1</u> °C	Entrée eau : <u>1</u> °C
P. Huile : <u>5.5</u> Bar	T. Ambiante: <u>27</u> °C	Sortie eau : <u>1</u> °C

Travaux: MISE EN SERVICE -

Actions:

- démontage des Calles de transport
- Vérification état du filtre d'air
- Vérification serrage des connexions électrique (c. l. en h)
- Vérification section des câbles d'alimentation (c. l. en h)
- Vérification niveau d'huile (Bon)
- Vérification serrage des filtres à l'huile
- Vérification sens de rotation des ventilateurs
- Vérification sens de rotation compresseur
- Vérification fonctionnement Sécher
- Vérification fonctionnement (ok) système de purge manuelle et Automatique d'eau ok
- Vérification état des A. aux. tem
- essai du compresseur en charge et à vide fonctionnant normal. Réglage de pression charge 6.2
- Décharge 6.8 bar compresseur en production pour usine

Remarques: à prévoir l'installation Esi pour la gestion des compresseurs dans le hall

Date départ: 1 Date retour: 07/05/17  
Kilométrage: 4 Km Heures trajet: 4 h Heures client: 6 h

Date signature:

Visite N°	1	2
	3	4
	5	6

ingénieur / Technicien: AGUENIL MOHAMED  
Responsable client: [Signature]



SOCIETE : FERPHOS (SOMIPHOS SPA)	CODE CLIENT :	CONTACT : M AMMAR BEGGAS	TELEPHONE :
ADRESSE : BIR EL ATER	VILLE : NEBESSA	PROVINCE :	CODE POSTAL :

DONNEES DE LA MACHINE :

TYPE MACHINE :	N° SERIE :	ANNEE :	CODE MANUEL :	TOTAL H.MARCHE :	TOTAL H.CHARGE :
----------------	------------	---------	---------------	------------------	------------------

RAPPORT DE REPARATION :

PIECES :

Description :	Référence :	Qté	Description :	Référence :	Qté
1			7		
2			8		
3			9		
4			10		
5			11		
6			12		

TRAVAUX :

visite suite à la demande du client pour faire un diagnostic sur ses machines (04 Compresseurs GA160).

Pour le compresseur GA160 - ARP 910 789 - 7.16a - 1992 (Total 8000h) (733) nécessite une révision générale 3000h et une révision élémentaire mise à jour du module de contrôle et la capture de pression et température (remplacement de entire module par le MK II).

Pour le compresseur GA160 - ARP 950 734 - 7.16a - 1992 (Total 81000h) (731) nécessite une révision générale 3000h et une révision élémentaire mise à jour du module de contrôle et la capture de pression et température.

REMARQUES :

DEPLACEMENT ET HEURES DE VTRAVAIL :

VEHICULE :	JOUR :		KILOMETRAGE		HORAIRE				TOTAL H/M
	DEPART :	RETOUR :	DEPART :	RETOUR :	DEPART AC :	RETOUR CLIENT :	DEPART CLIENT :	RETOUR AC :	

DATE : 18/07/2010	TECHNICIEN	Responsable Client
VISITE : 1 2 3 4 5	SIGNATURE	SIGNATURE ET NOM
VISA DT :		



SOCIETE : SOMIPHOS SPA CODE CLIENT : \_\_\_\_\_ CONTACT : M. REBBA TELEPHONE : \_\_\_\_\_  
 ADRESSE : Complexe Minier Djebel-Onk VILLE : \_\_\_\_\_ PROVINCE : \_\_\_\_\_ CODE POSTAL : \_\_\_\_\_  
BIT EL ATER. TEBESSA

DONNEES DE LA MACHINE :

TYPE MACHINE :	N° SERIE :	ANNEE :	CODE MANUEL :	TOTAL H.MARCHE :	TOTAL H.CHARGE :
<u>GAM60</u>	<u>APF154016</u>	<u>2010</u>		<u>5H</u>	<u>3H.</u>

RAPPORT DE REPARATION :

PIECES :

Description :	Référence :	Qté	Description :	Référence :	Qté
1			7		
2			8		
3			9		
4			10		
5			11		
6			12		

TRAVAUX :

Visite suite à la demande de client pour la mise en service de compresseur GAM60.

Cable électrique ; OK , Cale de Transport = OK ; huile : 1Lok

Vérification de connexion électrique variateur : OK ; niveau de huile : ok ; documentation et clés : ok mise en marche à vide et en charge. On a relevés les paramètres suivant :

P.S : 7 Bar ; Δseparateur : 0,08 ; ΔP filtre d'air 0,014 ;

P.injection huile : 5 Bar ; T.S comp 38°C ; T.S Element : 49°C ;

T.E Air 27°C ; T.injection huile 60°C ; T.Séparateur huile 90°C.

REMARQUES : Vitesse ventilateur 1100 tr/m.

Mise en service direct vert le production. R.A.S.

DEPLACEMENT ET HEURES DE VTRAVAIL :

VEHICULE :	JOUR : DEPART :      RETOUR :	KILOMETRAGE DEPART :      RETOUR :	HORAIRE DEPART      RETOUR AC :      CLIENT      CLIENT      AC :	TOTAL H/M
			<u>M. 11/10</u>	

DATE : 26/09/2010

VISITE : ① ② 3 4 5

VISA DT : \_\_\_\_\_

Responsable Client

REBBA / MOUNEF

SIGNATURE ET NOM



SOCIETE : \_\_\_\_\_ CODE CLIENT : \_\_\_\_\_ CONTACT : \_\_\_\_\_ TELEPHONE : \_\_\_\_\_  
 DRESSE : \_\_\_\_\_ VILLE : \_\_\_\_\_ PROVINCE : \_\_\_\_\_ CODE POSTAL : \_\_\_\_\_

ONNEES DE LA MACHINE :  
 TYPE MACHINE : \_\_\_\_\_ N° SERIE : \_\_\_\_\_ ANNEE : \_\_\_\_\_ CODE MANUEL : \_\_\_\_\_ TOTAL H.MARCHE : \_\_\_\_\_ TOTAL H.CHARGE : \_\_\_\_\_

RAPPORT DE REPARATION :

PIECES :	Description :	Référence :	Qté
1			7
2			8
3			9
4			10
5			11
6			12

TRAVAUX :  
 Pour le Compresseur GA160 - AIF 283 133 - 7.1/ba - 2003 (370301h)  
 (734)  
 nécessité de révision général 8000h et de révision élément  
 Pour le Compresseur GA160 - ARP 910 864 - 7.1/ba - 1992 (61801h)  
 (732)  
 nécessité de révision général 8000h et de révision élément  
 - mise à jour de module de contrôle et des capteurs de pression  
 et température (remplacement d'ence module réf 1900 019801  
 par Ann MK II).

REMARQUES :  
 en urgence le client demande un diagnostic sur l'élément réf  
 1616 5233 So AIA 48 84 01 et retrofit kit de 03 ence Module

DEPLACEMENT ET HEURES DE VTRAVAIL :

VEHICULE :	JOUR : DEPART :      RETOUR :	KILOMETRAGE DEPART :      RETOUR :	HORAIRE DEPART AC :      RETOUR CLIENT : DEPART CLIENT :      RETOUR AC :	TOTAL H/M
------------	----------------------------------	---------------------------------------	---	-----------

DATE : 18/07/2010  
 VISITE : 1 2 3 4 5  
 VISA DT : \_\_\_\_\_  
 TECHNICIEN : \_\_\_\_\_  
 SIGNATURE : \_\_\_\_\_  
 Responsable client : \_\_\_\_\_  
 SIGNATURE ET NOM : \_\_\_\_\_  
 BEGGAS



SOMIPHOS		DEMANDE INTERVENTION ENTRITIEN		N° 100429 Form 16/21	
ATELIER OU SERVICE BPM / Regn		APPAREIL OU SECTEUR Compresseur 733		Inter	
		COMPTE IMPUTATION 7010		Entretien	
INTERVENTION DEMANDE Verification et Entretien Compresseur 733 Change capteur de pression				Electrique	
				Régulateur <input checked="" type="checkbox"/>	
				Date ... 22/02/2021 Heure.....	
				Normal	
RESULTAT INTERVENTION Saldé = 22/02/2021				Visa chef de service	
				Urgent	
				Visa Contremaitre	