



## PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du :

**Diplôme d'Ingénieur d'Etat**  
Spécialité : **Conception Mécanique et Innovation**

**Mise en place des fondations de la maintenance professionnelle d'une nouvelle ligne de production d'acide phosphorique**

Effectué au sein du Groupe OCP JORF LASFAR

Soutenu le 04 juillet 2015

Par :

**M. LARAQUI HOUSSAINI MHAMMED**

Jury :

Pr. Mr. A. JABRI (FSTF)  
Pr. Mr. A. EL KHALFI (FSTF)  
Pr. Mr. A. EL BARKANY (FSTF)

Encadré par :

Pr. Mr. A. JABRI (FSTF)  
Mr. FESSAS HASSAN (OCP)

Année Universitaire : 2014-2015



## REMERCIEMENT

*Au terme de ce travail je tiens à remercier mes encadrants Mr. A. JABRI de la faculté des sciences et technique de FES et Mr. FESSAS Hassan de l'Office Chérifiens des Phosphates, pour les efforts qu'ils ont fourni pour réussir ce projet de fin d'études, le temps qu'ils m'ont consacré et les informations précieuses qu'ils m'ont communiquées.*

*Mes remerciements s'adressent également à M. MHOUEL technicien au sein du service, qui a accepté de me faire profiter de ses connaissances, ses grandes expériences, et qu'il m'a toujours porté aide appréciable et conseils avisés.*

*Je remercie vivement les chefs d'équipes et opérateurs de la production et de la maintenance pour leur soutien, aide, compréhension et sympathie.*

*Je tiens à remercier les membres du jury, m'ayant fait l'honneur de juger mon travail. Ainsi que tout le corps professoral et administratif de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.*

*Enfin, à ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail : je vous prie d'accepter l'expression de ma profonde gratitude.*

## *Résumé*

Dans le cadre de la politique générale d'amélioration des services et d'assurance de la disponibilité permanente des installations de production, l'Office Chérifien des Phosphates a opté pour une modernisation des modes de gestion de la maintenance en utilisant de nouveaux concepts tels que la Maintenance professionnelle basée sur la fiabilité et l'Analyse des Causes Racines des pannes des équipements.

C'est dans cette optique que le projet de fin d'études s'inscrit, ce dernier vise en particulier : La mise en place des fondations de la maintenance professionnelle appliquée sur des équipements critiques de la nouvelle ligne de production d'acide phosphorique qui sont le ventilateur d'assainissement des gaz et l'épaississeur.

Pour se faire on a commencé tout d'abord par l'explication du principe de fonctionnement des équipements ensuite on a élaboré les fondations de la maintenance professionnelle à savoir développer les dossiers machines, développer le processus de gestion de lubrification et améliorer les ressources de maintenance et pour finir on a élaboré des plans d'actions de maintenance en se basant sur l'analyse AMDE appliquée au ventilateur et l'épaississeur .

## *Abstract*

As part of the general policy of improving services and insurance of the permanent availability of production facilities, Chérifien Phosphates Office opted for a modernization of maintenance management modes using new concepts such as professional maintenance based on reliability and the Causal Analysis Roots of equipment failures.

It is in this context that the proposed graduation comes, it aims, in particular, the establishment of the foundations of professional service applied to critical equipment of the new phosphoric acid production line which are fan of the sewage gas and the thickener.

To do so first of all we started by explaining the operating principle of the equipment then developed the foundations of the professional maintenance namely to develop the machines files, develop the lubrication management processes and improve maintenance resources and Finally we developed maintenance action plans based on the AMDE analysis applied to the fan and the thickener.

## ملخص

كجزء من سياسة لتحسين الخدمات وضمان استمرار توافر مرافق الإنتاج، اختار المكتب الشريف للفوسفاط لتحديث وسائل إدارة الصيانة باستخدام مفاهيم جديدة مثل صيانة المهني على أساس الوثوقية وجذور التحليل السببي لأعطال المعدات.

وفي هذا السياق يأتي مشروع نهاية الدراسة الذي نحن بصدد تقديمه، و الذي يهدف ، على وجه الخصوص الي تطبيق أسس الخدمات المهنية على المعدات الضرورية من خط الانتاج حامض الفوسفوريك الجديد

للقيام بذلك في المقام الأول بدأنا بإعطاء مبدأ لتشغيل المعدات

ثم وضعت أسس معدات الصيانة المهنية وهي وضع ملفات آلات وتطوير عمليات إدارة التشحيم وتحسين موارد الصيانة وأخيرا تم تطوير خطط عمل الصيانة علي المعدات

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : La carte du principaux site d'implantation .....	14
Figure 2: vue 3D de la ligne E.....	20
Figure 3 : processus de production de la ligne E.....	21
Figure 4: épaisseur.....	22
Figure 5: les piliers du projet OPS .....	26
Figure 6: ventilateur d'assainissement .....	28
Figure 7: fiche signalétique du ventilateur .....	28
Figure 8: schéma cinématique du ventilateur .....	28
Figure 9: l'épaisseur.....	30
Figure 10: composante de l'épaisseur.....	31
Figure 11: sous ensemble du ventilateur .....	34
Figure 12: changement des accouplements .....	37
Figure 13: sous ensemble de l'épaisseur.....	39
Figure 14: râteaux.....	40
Figure 15: système d'entraînement .....	40
Figure 16 : puits d'alimentation .....	41
Figure 17: le réservoir .....	42
Figure 18: réassemblage de l'entraînement.....	44
Figure 19: la méthode 5S.....	50

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: fiche d'équipement du ventilateur.....	33
Tableau 2: fiche d'équipement de l'épaisseur .....	38
Tableau 3: planning de lubrification des équipements .....	49
Tableau 4: les standard 5S provisoire.....	54
Tableau 5: tableau AMDE du ventilateur.....	60
Tableau 6: tableau AMDE de l'épaisseur .....	65
Tableau 7: plan d'action de maintenance corrective du ventilateur.....	67
Tableau 8: plan d'action de maintenance corrective de l'épaisseur .....	69
Tableau 9: plan d'action de maintenance préventive du ventilateur.....	72
Tableau 10: plan d'action de maintenance préventive de l'épaisseur .....	74

## TABLES DES MATIERES

<b>REMERCIEMENT .....</b>	<b>2</b>
<b>Résumé .....</b>	<b>3</b>
<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>6</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX .....</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>10</b>
<b>Chapitre I : Environnement du projet .....</b>	<b>12</b>
I) Présentation du groupe OCP.....	13
1.1) Présentation générale.....	13
1.2) Historique .....	13
1.3) principaux sites d'implantation de phosphate.....	14
1.4) fiche signalétique du groupe OCP .....	15
II) Complexe industriel de l'OCP Jorf Lasfar .....	15
2.1) présentation générale .....	15
2.2) Maroc phosphore III et IV .....	15
2.3) Atelier phosphorique de Maroc phosphore.....	16
2.4) Procédé de traitement de phosphate dans l'entité phosphorique .....	17
2.5) Service d'accueil INJ /P/ MM .....	19
III) Présentation de la ligne E.....	19
3.1) Description du projet : .....	19
3.2) Description du processus de production de la ligne E.....	21
IV) Présentation du projet .....	25
4.1) Le sujet de l'étude.....	25
4.2) Présentation du projet OCP production système (OPS) .....	25
V) Description et fonctionnement des équipements .....	27
5.1) Le ventilateur d'assainissement des gaz .....	27
5.2) L'épaississeur .....	30
<b>Chapitre II : Elaboration des fondations de la maintenance professionnelle sur le ventilateur et l'épaississeur .....</b>	<b>32</b>
I)       Élaboration des dossiers machines .....	33
1.1) Le Dossier machine du ventilateur .....	33

1.2) Le Dossier machine de l'épaisseur .....	38
II) Gestion de la lubrification .....	45
2.1) Généralité sur la lubrification .....	45
2.2) Planning de lubrification .....	47
III) les ressources de maintenances .....	50
3.1) Présentation de la méthode 5S .....	50
3.2) Application d'un chantier 5S dans la zone 03 E d'assainissement .....	51
<b>Chapitre III: Amélioration de l'état actuelle du ventilateur et de l'épaisseur .....</b>	<b>56</b>
I) Analyse AMDE .....	57
1.1) Présentation de l'AMDE.....	57
1.2) Application de l'analyse AMDE .....	57
II) Les plans d'actions de maintenance des équipements.....	66
2.1) Élaboration d'un plan d'action de maintenance corrective .....	66
2.2) Élaboration d'un plan d'action de maintenance préventive .....	72
<b>Conclusion et perspective .....</b>	<b>76</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>77</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>78</b>
ANNEXE 1 : listes des composants du ventilateur d'assainissement .....	79
ANNEXE 2 : listes des composants de l'épaisseur .....	82

## INTRODUCTION GENERALE

*Dans le cadre de la stratégie du groupe OCP qui vise à réduire les pertes, augmenter la capacité et assurer la flexibilité industrielle, plusieurs nouveaux projets de développement sont lancés.*

*Une première usine d'acide phosphorique alimentée par la pulpe du pipeline, dite ligne E, a vu le jour au sein du complexe industriel de Jorf Lasfar. Cette nouvelle usine permet une augmentation de la capacité de production d'acide phosphorique, une nette amélioration des rendements qui a nécessité de la mise en place de nouveaux équipements différents de ceux existants.*

*Dans l'objectif d'anticiper et d'intégrer les piliers fondamentaux de l'OCP PRODUCTION SYSTEM, dont notamment la maintenance professionnelle et dans le cadre du programme « Operational Readiness », sur les familles d'équipements prévus être installés lors de ce projet intitulé : « Mise en place des fondations de la maintenance professionnelle sur des équipements critiques de la ligne E qui sont le ventilateur d'assainissement des gaz et l'épaississeur ».*

*Pour aborder l'étude de ce projet et révéler la démarche suivie pour la réalisation, le présent rapport s'articule sur quatre chapitres.*

*Le premier chapitre présente de façon générale le Groupe OCP et sa filiale Maroc Phosphore Jorf Lasfar. Ensuite , je présente une description de mon projet ainsi que le principe de fonctionnement du ventilateur d'assainissement des gaz et de l'épaississeur .*

*Le deuxième chapitre est consacré à l'élaboration des fondations de la maintenance professionnelles sur les équipements :*

*Premièrement on va développer les dossiers machines en commençant par donner les fiches des équipements ensuite on va identifier les sous ensembles et les composants et enfin on va donner quelques instructions de maintenance pour les équipements.*

*Deuxièmement on va donner les plannings de lubrification des équipements. Troisièmement on va améliorer les ressources de maintenances en appliquant un chantier 5S sur la zone 03 E du ventilateur d'assainissements des gaz.*

*Dans le dernier chapitre on va établir les plans d'actions de maintenances corrective et préventive pour améliorer l'état actuel des équipements.*

## **Chapitre I : Environnement du projet**

---

Le premier chapitre comportera dans un premier lieu une présentation de l'Office Chérifien des phosphates (OCP) ou on va donner une vision sur le pôle industriel Jorf Lasfer tout en expliquant les différents procédés de traitement de phosphate ensuite on va présenter la nouvelle ligne de production d'acide phosphorique : la ligne E.

En deuxième partie, le chapitre comporte une présentation du sujet d'étude ainsi que la description et le fonctionnement des équipements

---

## **I) Présentation du groupe OCP**

### **1.1) Présentation générale**

Le groupe Office Chérifien des Phosphates est un établissement public à vocation industrielle et commerciale, il a le monopole de l'exploitation et de la valorisation des phosphates du royaume depuis la prospection minière jusqu'à la commercialisation du minerai et de ses dérivés transformés localement. Le phosphate provenant des sites d'exploitation minière limités à Khouribga, Benguerir, Youssoufia et Boucraa (*Laâyoune*) subit plusieurs opérations de traitement. Le phosphate ainsi traité peut suivre deux orientations :

- Exportation comme matière première à une quarantaine de pays à travers le monde.
- Livraison aux industries chimiques du Groupe localisées à Safi et à Jorf Lasfar pour être transformées en produits dérivés comme l'acide phosphorique de base, l'acide phosphorique purifié et les engrais solides.

Pour mieux satisfaire les clients, le groupe OCP compte sur quatre points forts : le capital humain, le savoir-faire, l'écoute de ses clients et la qualité de ses produits.

### **1.2) Historique**

Les phosphates marocains sont exploités dans le cadre d'un monopole d'état confié à un établissement public créé en août 1920, l'Office Chérifien des Phosphates, devenu Groupe OCP en 1975. Mais c'est le premier mars 1921 que l'activité d'extraction et de traitement démarre à Boujniba, dans la région de Khouribga.

En 1965, avec la mise en service de Maroc Chimie à Safi, le groupe devient également exportateur de produits dérivés. En 1998, il franchit une nouvelle étape en lançant la fabrication et l'exportation d'acide phosphorique purifié.

Le 28 février 2008, l'OCP, établissement public régi par le dahir n°1-60-178 du 4 Safar 1380 (29 juillet 1960), est transformé en une société anonyme à conseil d'administration, dénommée " OCP SA ", régie par les dispositions de la loi n°17-95 relative aux sociétés anonymes.

Parallèlement, de nombreux partenariats sont développés avec des opérateurs industriels du secteur, au Maroc et à l'étranger.

### 1.3) principaux sites d'implantation de phosphate

- L'activité Mines a pour principale mission l'extraction, le traitement, l'enrichissement et la livraison du phosphate aussi bien aux industries chimiques (Safi et Jorf Lasfar) qu'à l'exportation via les ports de Casablanca, Jorf Lasfar, Safi et Laâyoune.

Les bassins phosphatés marocains sont répartis comme suit :

- Bassin des Oulad Abdoun dans la région de Khouribga ;
- Bassin de Gantour dans la région de Youssoufia ;
- Bassin de Oued Eddahab dans le Sahara marocain ;
- Bassin de Meskala dans la région d'Essaouira ;

La carte de principaux sites d'implantation au Maroc se présente comme suit : (figure 1)

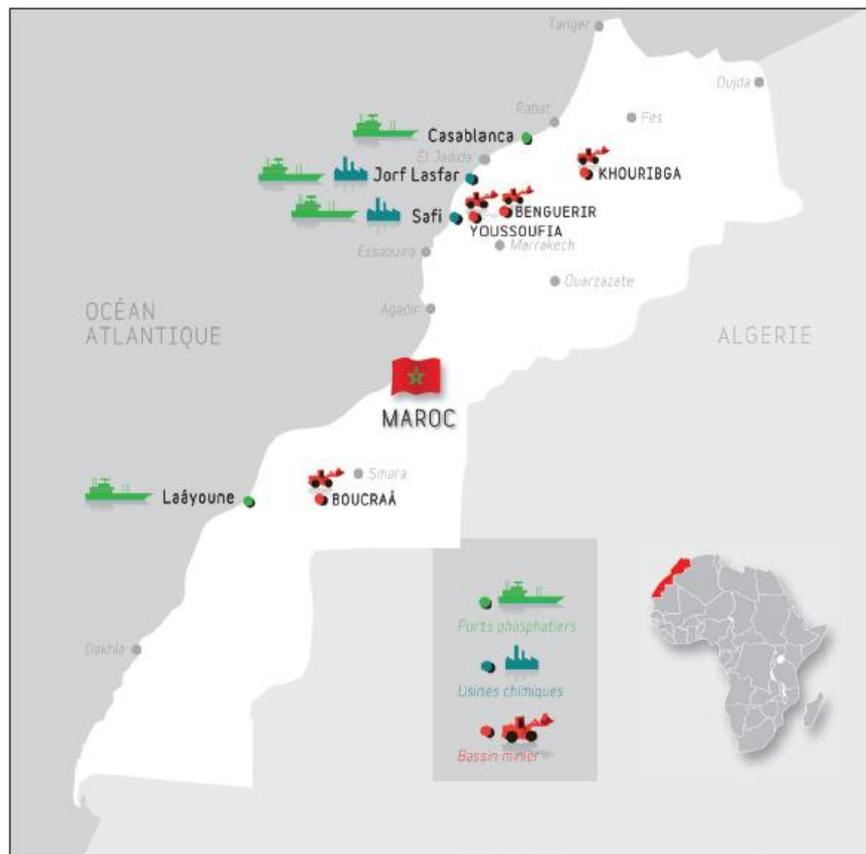


Figure 1 : La carte du principaux site d'implantation

#### 1.4) fiche signalétique du groupe OCP

Dénomination	Groupe Office Chérifien des Phosphates
Raison Sociale	OCP SA
Statut Juridique	Etablissement publique relevant du droit privé
Président de la direction	M. Mustapha TERRAB
Capital Social	8 287 500 000 Dhs
Produits	Phosphates, acides phosphorique, engrais
Effectif	18000 dont 6% ingénieurs et équivalents

## II) Complexe industriel de l'OCP Jorf Lasfar

### 2.1) présentation générale

Le complexe des industries chimiques de Jorf Lasfar a été mis en exploitation en 1986. Il est situé à 24 KM au sud de la ville d'El Jadida avec une superficie globale de 1835 ha dont environ 80% non encore occupés. Le site a l'avantage de la proximité de l'un des plus importants ports du Royaume.

Le site de Jorf Lasfar regroupe les industries Chimiques de valorisation de minerais de phosphates et de production des engrais phosphates et /ou azotes.

Les produits commercialisés par le site sont :

- L'acide phosphorique ordinaire qualité engrais ;
- L'acide phosphorique purifié qualité alimentaire ;
- Les engrais ;

### 2.2) Maroc phosphore III et IV

Après le complexe industriel Maroc Phosphore I et II à Safi, le groupe OCP a décidé de réaliser le complexe industriel Maroc Phosphore III-IV à Jorf Lasfar pour doubler sa capacité de valorisation des phosphates.

Ce complexe qui a démarré en 1986, permet de produire annuellement : 1,7 Millions de tonnes P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> d'acide phosphorique.

Cette production nécessite la transformation d'environ :

- 6,5 Millions de tonnes de phosphates extraites des gisements de Khouribga
- 0,41 Millions de tonnes d'ammoniac.

- 1,8 Millions tonnes de soufre.
- 16,5 Millions m<sup>3</sup> d'eau de procédé.
- 650 Millions m<sup>3</sup> d'eau de mer.

L'apport énergétique nécessaire à cette transformation est fourni par trois groupes turboalternateurs de 37,4 MW chacun, fonctionnant au moyen de la vapeur haute pression produite par la chaleur dégagée par la combustion du soufre au niveau de l'atelier sulfurique. Le complexe MP III-IV dispose de plusieurs ateliers :

- Centrale thermoélectrique
- Atelier de traitement des eaux
- Station de reprise d'eau de mer, elle refoule 78 000 m<sup>3</sup>/h d'eau de mer vers les différentes unités de Maroc Phosphore III et IV.
  
- Atelier sulfurique :
  - Nombre d'unité : 6 unités
  - Capacité : 2650 tonnes monohydrate par jour par unité
  - Procédé : MONSANTO à double absorption
- Atelier phosphorique :
  - Nombre d'unité : 8 unités
  - Capacité nominale : 5400 tonnes P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> par jour d'acide 54%
  - Procédé : RHONE Poulenc
- Atelier des engrais :
  - Nombre d'unité : 4 unités
  - Capacité nominale : 1980 tonnes par jour

### **2.3) Atelier phosphorique de Maroc phosphore**

L'atelier phosphorique de Maroc Phosphore III-IV a démarré en 1986 dans l'objectif de réaliser une production annuelle de 1 420 000 T de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sous forme d'acide phosphorique 29%, en exploitant huit lignes identiques selon le procédé Rhône Poulenc, chacune est d'une capacité unitaire journalière de 550 T P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Pour faire face à l'accrue de la demande du marché mondial en matière d'acide et engrais, l'atelier phosphorique se trouvait dans la nécessité d'augmenter la production de ces lignes. C'est ainsi que l'atelier phosphorique a connu le projet du revamping des lignes d'attaque-filtration.

Le revamping désigne toute modification de l'installation dont l'objectif est d'augmenter la productivité, il visait :

- L'augmentation de la capacité nominale de l'unité de broyage de phosphate de 90 T/h à 130 T/h ;
- L'augmentation de la capacité de production d'acide phosphorique 29% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de 550T par jour à 750 T par jour pour chaque ligne.

Ce projet de Revamping a permis d'augmenter la productivité de l'unité d'attaque filtration de l'atelier phosphorique de 40 % tout en maintenant le même rendement chimique et le même titre d'acide produit.

Chacune des lignes comprend les unités suivantes :

- unité de broyage du phosphate.
- unité d'Attaque – Filtration.
- unité de stockage d'acide à 29% en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.
- unité de concentration.
- unité de stockage d'acide à 54% en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

#### **2.4) Procédé de traitement de phosphate dans l'entité phosphorique**

La production de l'acide phosphorique H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> concentré à 54% en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> passe par les Transformations Suivantes :

1. Broyage.
2. Attaque-Filtration.
3. Stockage de l'acide 29%.
4. Concentration de l'acide 29% à 54% par vaporisation d'eau.
5. Stockage d'acide 54%

#### ✓ *Description du procédé*

##### **Unité de broyage :**

Constitué d'un broyeur et quatre cribles parallèles a pour fonction de réduire la granulométrie de phosphate sec, à la finesse requise pour la fabrication de l'acide phosphorique selon le procédé RHONE-POULENC.

Les avantages visés sont :

- faciliter l'attaque du minerai du phosphate durant la phase de réaction.

- Diminuer les pertes lors de l'attaque du minéral. Ces pertes peuvent être dues à l'enrobage des grains de phosphate par les sulfates de calcium qui précipitent à leurs surfaces, s'opposant au bon contact des produits réactionnels.

#### **Unité d'attaque filtration :**

Elle est constituée d'une cuve agitée où s'effectue l'attaque des phosphates broyés par l'acide sulfurique à 98.5% en présence d'acide phosphorique recyclée.

La cuve d'attaque est équipée d'un agitateur central qui assure l'homogénéisation, quatre (4) disperseurs d'acide sulfurique et six (6) agitateurs refroidisseurs de la bouillie pour maintenir la température à 78°C.

Le refroidissement s'effectue par balayage d'air qui évacue les effluents gazeux de la cuve vers le venturi et la tour de lavage, avant d'être évacué par la cheminée, pour subir un lavage par l'eau. L'eau récupérée est utilisée pour le lavage dans toiles des filtres.

La cuve d'attaque déborde vers la cuve de passage destinée à l'augmentation du temps de séjour de la réaction puis envoyé vers le filtre.

La filtration permet de séparer le gypse de l'acide phosphorique, au moyen d'un filtre de type UCEGO n°11. Il comporte essentiellement une table tournante fonctionnant sous vide

A ce niveau, on récupère séparément l'acide moyen, l'acide fort et le gypse. Après séparation du 1er filtrat on obtient acide fort, le gâteau du filtre subit trois lavages à contre-courant :

- 1er lavage se fait par l'acide faible pour obtenir l'acide moyen
- 2ème lavage se fait par l'eau gypseuse pour obtenir l'acide faible

Le lavage des toiles se fait avec l'eau de procédé, le filtrat du secteur lavage toiles constitue l'eau gypseuse.

Le gypse produit est évacué vers la mer. Tandis que l'acide fort est envoyé vers le stockage d'acide 29% et l'acide moyen est recyclé vers la cuve d'attaque.

#### **Unité de stockage d'acide à 29% en P2O5**

Chaque ligne de production dispose de deux bacs de stockage et un décanteur interconnectés où l'acide passe successivement dans :

- Désursaturateur équipé des chicane et d'un agitateur pour le refroidissement et l'homogénéisation de l'acide.
- Décanteur : équipé d'un racleur, le décanteur assure la séparation liquide-solide. Les boues sont recyclées par une pompe vers la cuve d'attaque.
- Un bac intermédiaire qui sert au stockage d'acide à 29% en P2O5 décanté et refroidie, et assure l'alimentation de l'unité concentration.

#### **Unité de concentration :**

Est destinée à la production d'acide phosphorique à 54% en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> à partir de l'acide à 29% en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Cette unité est composée, de deux échelons par une ligne de concentration.

Le principe de la concentration se base sur l'évaporation sous vide de l'eau et des matières volatiles contenues dans l'acide.

Chaque échelon est constituée essentiellement de :

- Un échangeur à blocs de graphite destiné au réchauffage d'acide.
- Un bouilleur où se s'effectue la séparation acide / vapeur à une pression de 60 mm Hg et à une température de 78°C.
- Un condenseur a pour fonction la condensation des effluents dégagés du bouilleur où ils subissent un lavage par l'eau de mer. Les gaz non condensés sont envoyés vers une batterie d'éjecteurs pour être lavé par l'eau de mer avant d'être évacués vers l'atmosphère.

#### **Unité de stockage d'acide à 54% en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> :**

Le marché international demande une teneur en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> supérieure ou égale à 54% avec un taux de solide inférieure à 0.5% d'où l'unité de stockage non clarifié 54% en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Les équipements principaux :

- désursaturateur
- décanteur
- bac de stockage

### **2.5) Service d'accueil INJ /P/ MM**

J'ai effectué mon projet de fin d'étude au sein du service de Maintenance Mécanique de l'entité phosphorique.

La mission assignée à la fonction maintenance consiste à mettre à la disposition de l'exploitation, des équipements performants et disponibles, capables de contribuer à la réalisation des objectifs de production à temps avec un rapport coût/qualité optimal.

## **III) Présentation de la ligne E**

### **3.1) Description du projet :**

La ligne E est la première usine d'acide phosphorique alimentée par la pulpe, cette nouvelle usine permet une augmentation de la capacité de production de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, une nette amélioration

des rendements, tout en assurant une plus grande flexibilité de production, ses équipements technologiques et industriels ont fait l'objet de plusieurs test et essais.

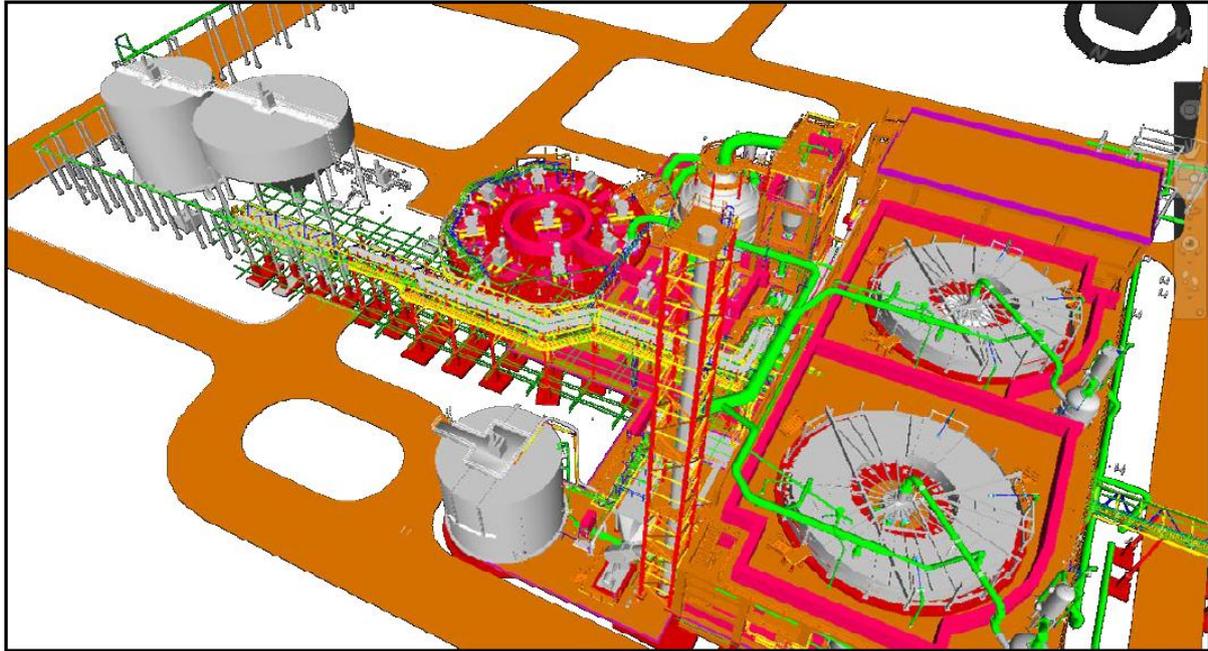


Figure 2: vue 3D de la ligne E

La ligne E se caractérise par l'efficacité de ces processus industriels ainsi que par leur efficience, elle présente plusieurs avantages tel que : la proximité du port avec un grand tirant d'eau, l'alimentation en eau de mer et eau douce sur de faibles distances. D'une capacité de 1400 tonnes par jour, elle se distingue par l'utilisation de technologies de pointe et une amélioration environnementale importante. L'utilisation de la pulpe de phosphate permet de supprimer les poussières, avec un gain consistant en consommation d'énergie (-40%) et d'eau (-20%), par rapport aux anciennes lignes de production, du notamment à la suppression du broyage.

Utilisant les technologies les plus avancées, cette nouvelle usine de production d'acide phosphorique fait état d'un bilan écologique très satisfaisant, la technologie utilisée pour la conception et la réalisation de cette usine. Ainsi que les processus de production, permettent en effet de baisser de moitié les émissions de fluor. Alimenté par la pulpe de phosphate, cette usine a gagné le pari d'éliminer totalement les rejets de particules de poussière.

### 3.2) Description du processus de production de la ligne E

La ligne E phosphorique est destinée à produire 450.000 t/an en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de concentration de 28% en acide phosphorique

L'atelier phosphorique se compose des unités suivantes :

- 02E : Stockage, épaissement, et alimentation de la réaction en pulpe.
- 03E : Réaction – filtration – laveur des fumées, utilités.

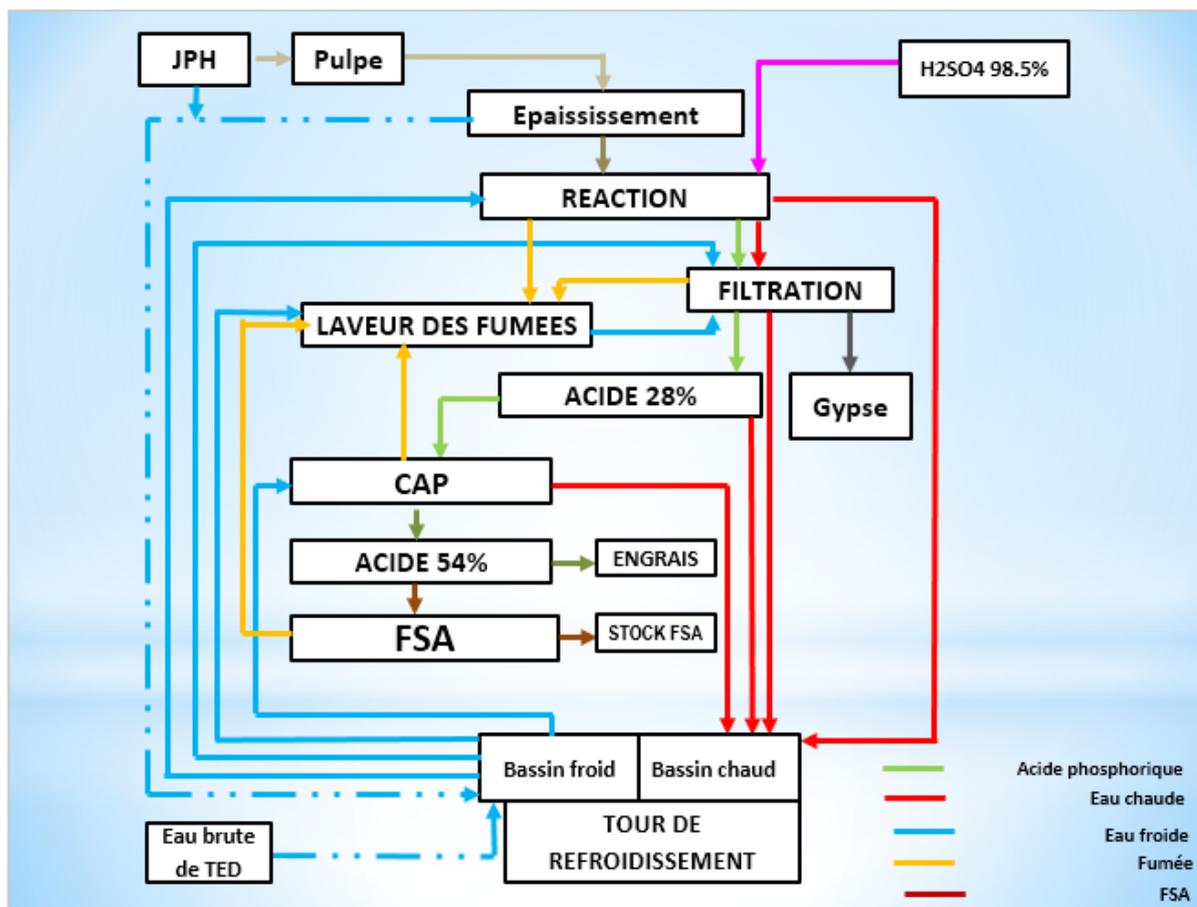


Figure 3 : processus de production de la ligne E

### -Épauissement unité 02 E

L'atelier 02 E se compose des équipements suivants :

- Un bac de réception de la pulpe 02EAR01 et de capacité 2150m<sup>3</sup> par bac
- D'un épauisseur 02EAR05 de capacité environ 1500 mètre cube
- Une fosse de récupération 02ER04 d'eau de capacité 10 mètre cube.
- D'un ensemble de pompe KREBS de transfert et de recirculation de la pulpe.

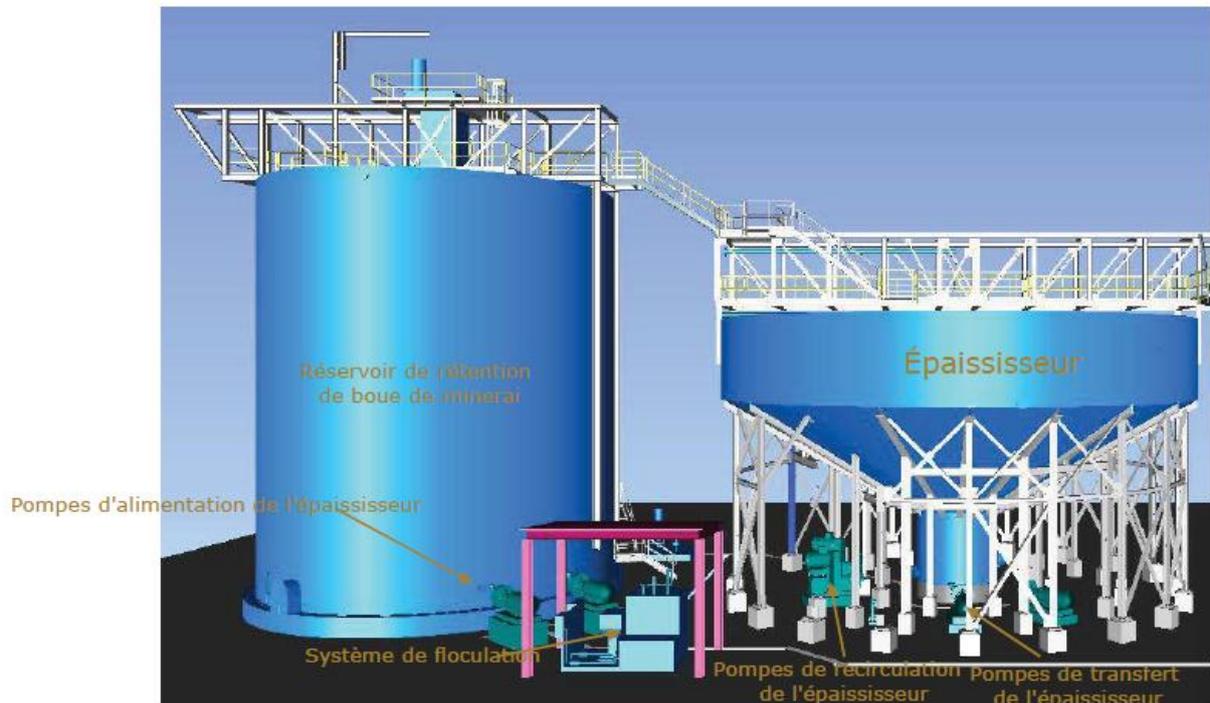


Figure 4: épauissement

- La pulpe de phosphate à 55 % de solide est livrée à l'unité E par le JPH vers les bacs de réception 02EAR01, avec une possibilité d'alimenter directement l'épauisseur (en cas de non disponibilité du R01), la pulpe est pompée vers l'épauisseur 02ER05 où elle s'est mélangée avec le floculant dans la conduite de la pulpe juste avant l'entrée du puits. Une circulation de pulpe du cône de décharge est assurée par les pompes 02EAP07 et 02EKP07 pour éviter un sur-épauissement de la pulpe.
- L'eau est collectée dans une rigole supérieure et par débordement alimente la fosse (03ER07) utilisée par suite dans le procès .le solide décante au fond de l'épauisseur puis évacué vers le cône de décharge (sou verse) par un racleur entraîné par 04 moteurs

électriques. La pulpe atteint un taux de solide de 65% et refoulée par les pompes 02EAP05 ou 02 AKP05 vers le réacteur 03EM01

- Le décanteur est un élément qui vient s'insérer dans le circuit, entre le bac de réception et le filtre et dont le rôle est de débarrasser le phosphate de la présence éventuelle d'eau, pour rendre l'opération rapide l'ajout d'effluent est recommandé.

### ***-Attaque-filtration***

#### **✚ Unité d'attaque :**

La section d'attaque est constitué d'un réacteur où a lieu l'attaque du phosphate par l'acide sulfurique. Ce réacteur est bâti en béton et composé de 8 compartiments. Lors de l'attaque, l'acide sulfurique est mélangé à l'acide phosphorique recyclé dans un mélangeur puis injecté dans un compartiment choisi par le responsable de production (le compartiment 1 ou 3) ; tandis que la pulpe est introduite au niveau d'un autre compartiment avec les boues extraites du décanteur et les effluents liquides (le compartiment 2 et 4).

Le produit de la réaction donne lieu à une bouillie d'acide phosphorique, permettant son homogénéisation.

#### **✚ Système de refroidissement :**

Le caractère exothermique de la réaction de production d'acide phosphorique et de la dilution de l'acide sulfurique impose le refroidissement de la bouillie et le maintien de sa température entre 79 et 81°C pour assurer les bonnes conditions de formation de cristaux de sulfate de calcium déshydraté. Ce refroidissement est réalisé moyennant un évaporateur à bas niveau « LLFC » : Low Level Flash Cooler. La bouillie de réaction effectue une boucle du réacteur, à l'évaporateur grâce à un circulateur.

L'évaporation d'une certaine quantité d'eau de la bouillie, au niveau du flash cooler, permet l'extraction d'une certaine quantité de chaleur provoquant par la même occasion l'effet de refroidissement souhaité. La différence de température entre l'entrée et la sortie du LLFC est de 2 à 3°C.

#### **✚ Unité de filtration :**

La fabrication d'acide phosphorique par attaque sulfurique conduit à une opération de séparation liquide-solide (l'acide phosphorique et le sulfate de calcium). La méthode de séparation la plus utilisée est la filtration.

Le filtre est constitué de 6 secteurs :

- **Pré-secteur :**

La bouillie tombe directement sur les toiles filtrantes, la zone où il n'y a pas encore formation du gâteau, le filtrat recueilli contient un taux de solide assez important, en plus malgré le séchage des toiles, ces dernières conservent de l'eau, ce qui baisse un peu la concentration de l'acide produit, c'est pour cela il est recyclé vers l'aspiration de la pompe.

- **Secteur acide fort :**

A ce stade, le filtre recueille l'acide fort (teneur de 29% en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), et l'aspire vers le séparateur d'acide puis repris par une pompe et envoyé vers le stockage.

- **Secteur acide moyen**

Le gâteau formé après filtration de l'acide fort contient des quantités importantes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, c'est pour cela le lavage du gâteau est indispensable.

Le lavage est réalisé à contre-courant par l'acide faible (6% à 8%). Le filtrat, après cette opération, est enrichi jusqu'à une teneur de 18 à 20% en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, est mélangé avec l'acide du pré-secteur puis repris par une pompe et renvoyé vers la cuve d'attaque.

- **Secteur acide faible :**

Le gâteau du gypse contient toujours de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, un deuxième lavage est fait par l'eau provenant du bac de stockage. Cette opération permet d'extraire le maximum d'acide produit. Le filtrat obtenu contient 6 à 8% en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> est refoulé vers le premier lavage au moyen d'une pompe.

- **Extraction du gypse :**

A l'aide d'une pompe de soufflage, le gâteau est évacué en déchargeant la cellule tournante de gypse dans le sens inverse.

- **Lavage de toile :**

La couche mince du gypse qui reste suspendu, est lavée par l'eau chaude provenant du lavage des gaz passant de pré-condenseur. L'eau est introduite sous une pression de 3.5 à 4.5 bars et une température de 65 à 70°C environ.

### Section lavage des gaz :

Lors de la réaction de dissolution du phosphate, il se forme certains composés volatils tels que  $\text{SiF}_4$ , HF qui, rejetés dans l'atmosphère, peuvent être nocifs à l'environnement.

Il a pour rôle de réduire la quantité du fluor rejetée à l'atmosphère. Les gaz à traiter sont entraînés vers le laveur de gaz pour être solubilisés ou condensés dans l'eau.

Deux tours de lavage à l'eau brute sont installées pour assurer l'assainissement de ces gaz. L'acide phosphorique produit est alors stocké dans un bac de stockage antiacide, muni des agitateurs. De ce réservoir les pompes centrifuges alimentent individuellement chacune des lignes de concentration.

## IV) Présentation du projet

### 4.1) Le sujet de l'étude

Mon objectif était la mise en place des fondations de la maintenance professionnelle appliquées sur les équipements (ventilateur d'assainissement des gaz, épaisseur) de la nouvelle ligne de production d'acide phosphorique : la ligne E à savoir :

- 1 : développer les dossiers machines
- 2 : développer et mettre en place le processus de gestion de la lubrification
- 3 : améliorer les ressources de maintenance (5S)
- 5: effectuer une analyse AMDE sur les équipements et engager un plan d'action pour améliorer leur état actuelle

### 4.2) Présentation du projet OCP production système (OPS)

L'OPS est l'un des projets d'envergure qui rentre dans le cadre de la stratégie industrielle du groupe, et s'inspire essentiellement du système de production de Toyota, connu sous le nom de TPS. Il propose un système global efficace et performant reposant sur le respect des personnes et l'amélioration continue.

- les piliers du projet OPS :

Le projet OPS est constitué de 6 blocs :

- Maîtrise des flux
- Maîtrise de l'outil de production

- Développement durable et capital humain
- Management de terrain
- Qualité-Maitrise des processus et des procédés
- Pilotage de la performance

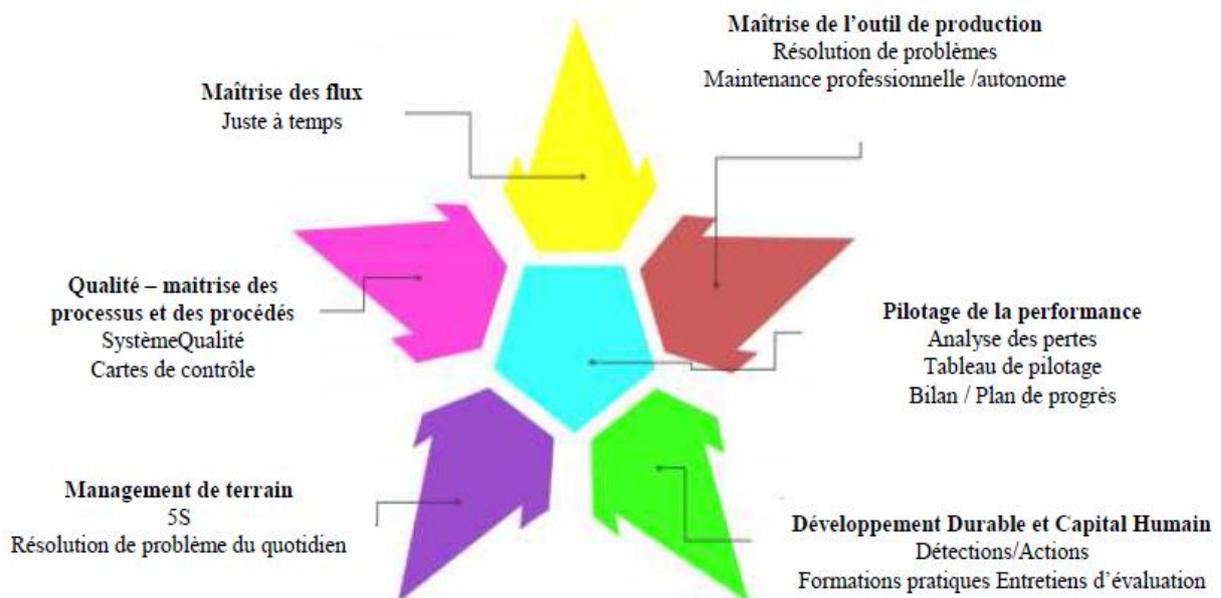


Figure 5: les piliers du projet OPS

### ✓ **Bloc : Maîtrise de l'outil de production**

La maîtrise de l'outil de production est basée sur les principaux axes suivants :

- les outils de **résolutions de problèmes** évolués tels que Standard Kaizen, Major Kaizen
- **la maintenance autonome** : ce que fais chaque opérateur au quotidien pour garantir les conditions de base sur son équipement (propre, lubrifié et serré), bases indispensables pour développer les méthodes de maintenance préventive.
- les 9 processus fondamentaux de **maintenance professionnelle**
- les chantiers pluridisciplinaires de fiabilisation d'un équipement prioritaire.

Dans cette étude nous ne s'intéressons pas aux autres blocs. Le bloc qui contient la Maintenance professionnelle c'est la maîtrise de l'outil de production.

### ✓ *Présentation de la maintenance professionnelle*

La maintenance professionnelle est le facteur-clé de chaque entreprise. Il s'agit d'un changement culturel pour passer du dépannage et réparation au préventif pour obtenir 0 Panne, c'est un changement culturel pour :

- Le management : reconnaître ce qui ne se voit pas (le préventif), plutôt que ce qui se voit (les dépannages) ;
- Le responsable de maintenance : un autre challenge ;
- Les techniciens de maintenance : un autre métier.

### ✓ *Objectifs de la maintenance professionnelle*

La maintenance professionnelle a pour objectifs de :

- maximiser la fiabilité des équipements pour un coût économique. En améliorant la fiabilité, la sécurité et la qualité produit seront également améliorées,
- éliminer les activités de maintenance non planifiées, improvisées.
- utiliser les méthodes de maintenance (périodiques, conditionnelles, autonome, ...) en fonction de la criticité des machines pour un meilleur coût.
- développer les compétences des personnels de maintenance et des opérateurs pour supporter la stratégie de maintenance professionnelle.
- Créer une culture zéro défaillance.
- Planifier les activités pour réduire au maximum les arrêts de production.

## **V) Description et fonctionnement des équipements**

### **5.1) le ventilateur d'assainissement des gaz**

Un ventilateur est une turbomachine réceptrice, comportant une ou plusieurs roues autour d'un axe, entraînée par une puissance mécanique primaire qui lui est transmise. Il entretient l'écoulement d'un fluide gazeux qui reçoit ainsi, en le traversant une puissance mécanique utilisable correspondant à un travail réel.

Le ventilateur d'assainissement est installé entre le SCRUBBER et cheminée pour assurer le dégagement des gaz qui traversent le laveur des gaz vers la cheminée.



Figure 6: ventilateur d'assainissement

**Ventilateur Type** : CR3-1.00D Taille 167  
Disposition Dp

**N° Fabrication** : 38326

**Moteur Électrique** : 250 Kw à 1.000 r.p.m. - Fourniture GRUBER

Marque : ABB  
 Taille (Type) : M3BP 355 MLB-6  
 Voltage : 660 V.  
 Protection : IP-55  
 Forme : B-3

Figure 7: fiche signalétique du ventilateur

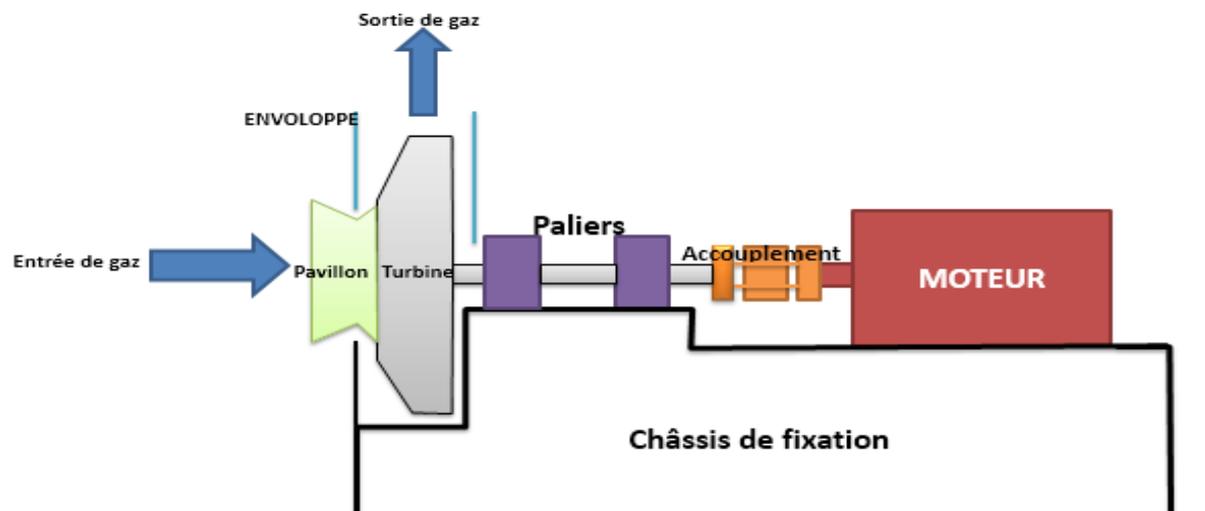


Figure 8: schéma cinématique du ventilateur

## ✓ Les éléments constitutifs du ventilateur :

### ❖ Volute

C'est l'enveloppe extérieure du ventilateur à laquelle on assemble le tuyau d'impulsion.

### ❖ Roue

Le rotor est calé sur l'extrémité de l'axe du support de roulements. Le sens de rotation du rotor sera toujours le même que celui du développement de la volute

### ❖ Châssis

Le châssis est fabriqué en général en tôle d'acier au carbone avec des profilés laminés à la base.

### ❖ Paliers

Le palier côté ventilateur est dénommé "palier fixe" et il supporte la charge radiale et la charge axiale.

Le palier du côté de l'actionnement est dénommé "palier libre"; il supporte, uniquement la charge radiale et il doit permettre le déplacement axial.

### ❖ Accouplements

L'entraînement du ventilateur se fait à l'aide d'un accouplement élastique monté sur les extrémités de l'essieu du moteur et du ventilateur. L'accouplement est doté d'une protection.

## ✓ Caractéristiques du ventilateur

Composantes	Caractéristiques
<b>Le moteur électrique</b>	P=250kW ; N=1000tr/min ; F=50 Hz
<b>L'accouplement</b>	Référence : RADEX-NNANA 3 Taille : 115
<b>Les paliers</b>	2 roulements 22222 k3 de dimension 110 x200 x53
<b>La turbine</b>	Dimension : D=1686, L=541; poids=526 Kg

## 5.2) l'épaississeur

Un épaississeur est une machine de sédimentation gravitaire, l'alimentation est introduite dans le centre du réservoir cylindrique.

L'épaississeur est une large cuve cylindrique d'un diamètre de 20m avec un fond incliné à 30° lui donnant la forme d'un cône. Sa capacité de traitement est de 310t/h de pulpe diluée.

Le but de l'épaississeur est l'augmentation de taux solide 55% à 65% et de réduire de 10% de l'eau vers la fosse R07 pour le lavage du gaz au niveau de pré condenseur.

Le principe de fonctionnement de l'épaississeur est semblable à celui d'un décanteur. Il utilise la gravité afin de séparer les phases solide et liquide. Lorsque le poids et la force de traînée d'une particule sont à l'équilibre.

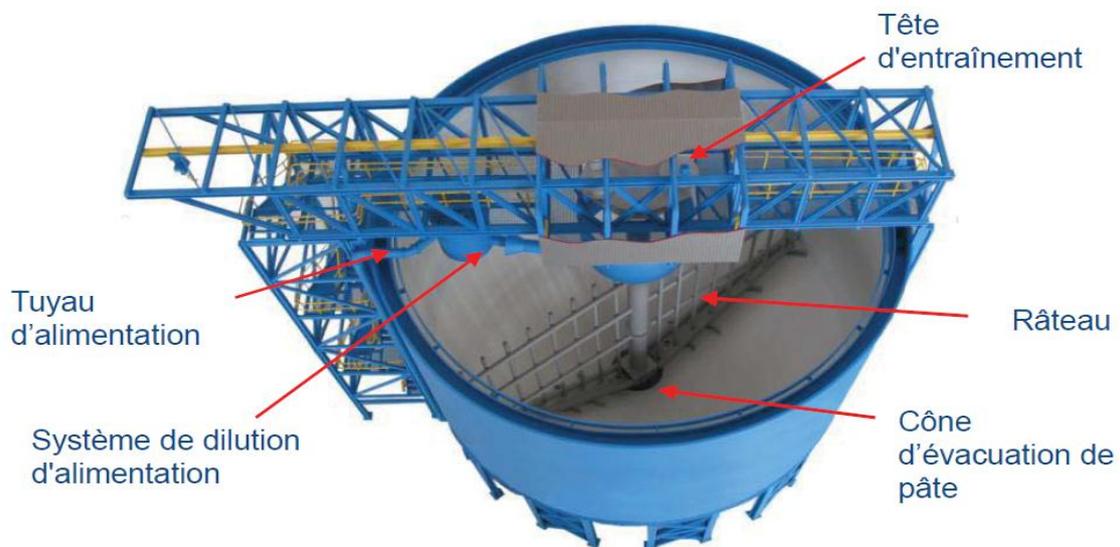


Figure 9: l'épaississeur

### ✓ Les composantes de l'épaississeur

Les principales composantes de l'épaississeur sont :

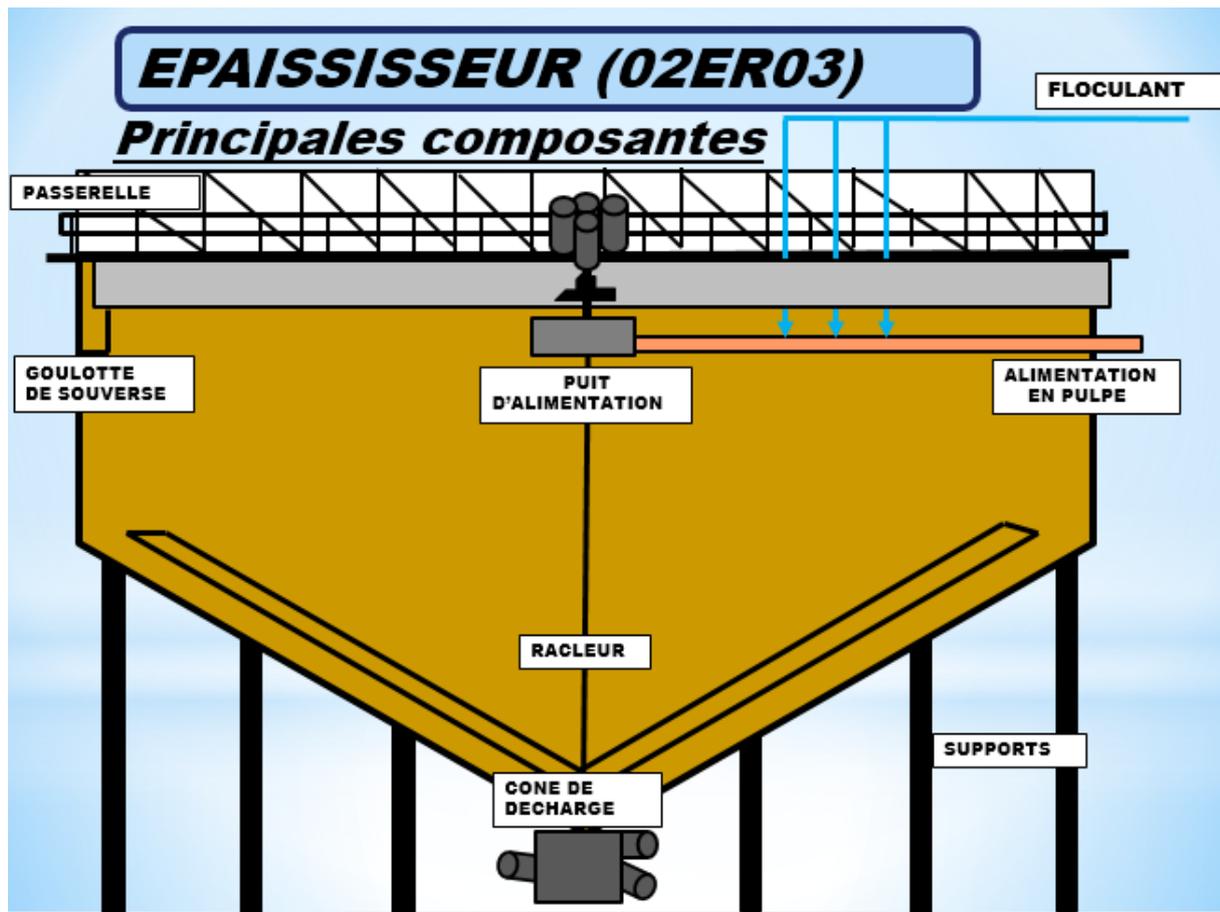


Figure 10: composante de l'épaississeur

- Le groupe d'entraînement composé de 04 moteurs (un est utilisé comme maître et les 03 autres sont esclaves) et un réducteur.
- Le racleur qui permet l'entraînement du solide vers le cône de décharge.
- Un agitateur (ou pompe de dilution) 02EA06
- Le puits et le cône de décharge.
- Les supports qui sont en acier au carbone.
- La passerelle au-dessus de l'épaississeur.
- La conduite d'alimentation en pulpe placée sous la passerelle du décanteur.

## Conclusion

Ce chapitre a été premièrement consacré à la présentation de l'environnement dans lequel le projet a été effectué, deuxièmement on a donné une vision globale sur le contexte de notre projet ensuite on a expliqué le fonctionnement du ventilateur d'assainissements des gaz et de l'épaississeur avant d'élaborer les fondations de la maintenance professionnelle sur ces équipements dans le prochain chapitre

## **Chapitre II : Elaboration des fondations de la maintenance professionnelle sur le ventilateur et l'épaisseur**

---

Dans ce chapitre on va Elaborer les fondations de la maintenance professionnelle sur les équipements à savoir :

- Développer les dossiers machines
  - Développer le Processus de gestion de lubrification
  - Améliorer Les ressources de maintenances (5S)
-

## D) Élaboration des dossiers machines

Un dossier machine comprend :

- Fiche équipement, Identification des sous-ensembles ;
- Détail des sous-ensembles et composants ;
- Informations sur les composants ;
- Standards de maintenance, les instructions de maintenance ;

Et dans le cadre de la maintenance professionnelle la préparation des dossiers machine est un pilier fondamental pour la réussite de cette politique. Il permet de capitaliser le savoir et les compétences sur les équipements, mettre en pratique les outils OPS, avoir un langage commun utilisant les formulaires et méthodes.

### 1.1) Le dossier machine du ventilateur

#### ✓ Fiche d'équipement

Tableau 1: fiche d'équipement du ventilateur

<b>Maintenance professionnelle</b>					
<b>Dossier machine</b>		<b>Atelier phosphorique : ligne E</b>	<b>Etape du procédé : attaque</b>		<b>Page 1</b>
<b>Fiche d'équipement</b>		<b>Ligne de fabrication</b>	<b>Préparé le :</b>		<b>Sur</b>
			<b>Par :</b>		
<b>1. Nom de L'équipement</b>	<b>Ventilateur d'assainissement</b>				
<b>2. N° de L'équipement</b>	<b>03E-C02</b>	<b>Model et N° Fournisseur</b>	CR3-1,00D PCAP432J/11	<b>Spécification No's :</b>	
				03010OS-1	
<b>3. emplacement</b>	Ligne E, 03 sections d'assainissement	Fonction principale : assurer le dégagement des gaz qui traverse le laveur des gaz (SCRUBBER) vers le cheminée			

<b>4. fabricant</b>	GRUBER HERMANOS	Date de fabrication		date de montage	2013
<b>Date des essais</b>		Prise en main par la production	2014	Date de mise en production	
<b>5. enregistrement</b>					
<b>Des modifications</b>					

✓ **identification des sous ensemble**

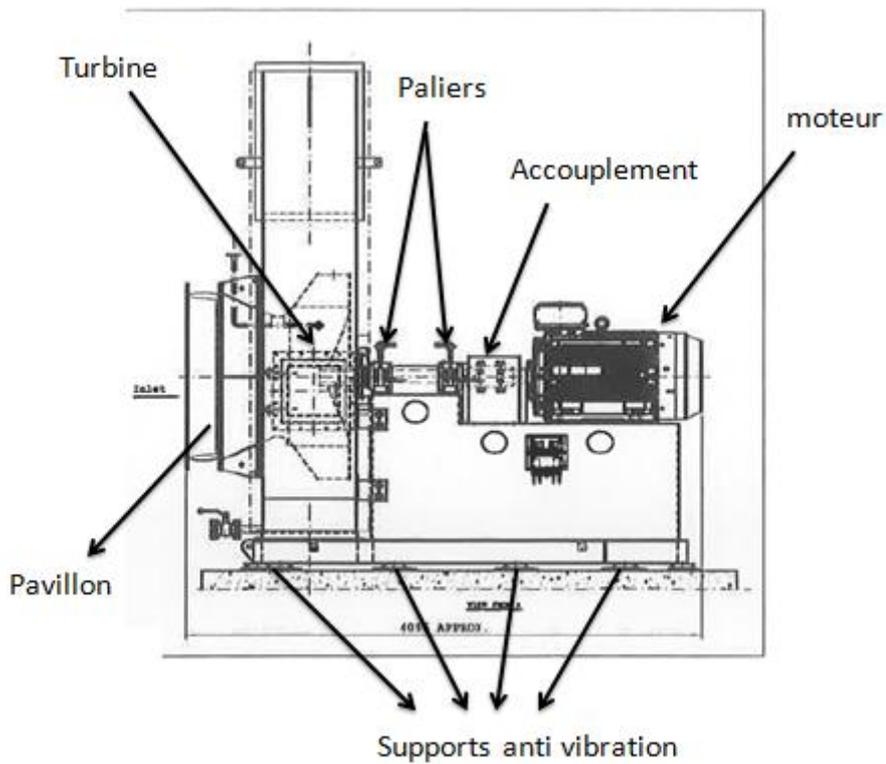


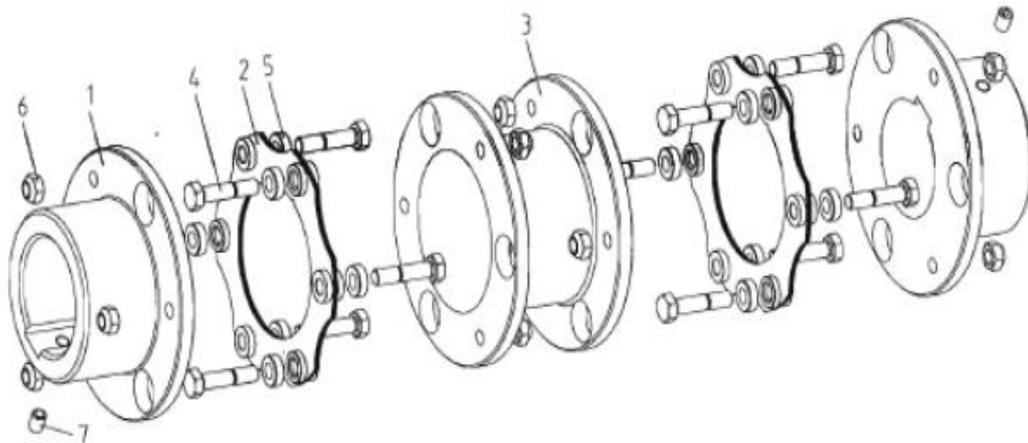
Figure 11: sous ensemble du ventilateur

✓ **identification des composantes**

❖ **accouplement**

Il permet de transmettre le mouvement de rotation

Pièce N°	Désignation
1	Moyeu à flasque
2	Jeu de membranes
3	Entretoise
4	Vis d'ajustage
5	Douille
6	Ecrou de sécurité
7	Goupille filetée DIN EN ISO 4029

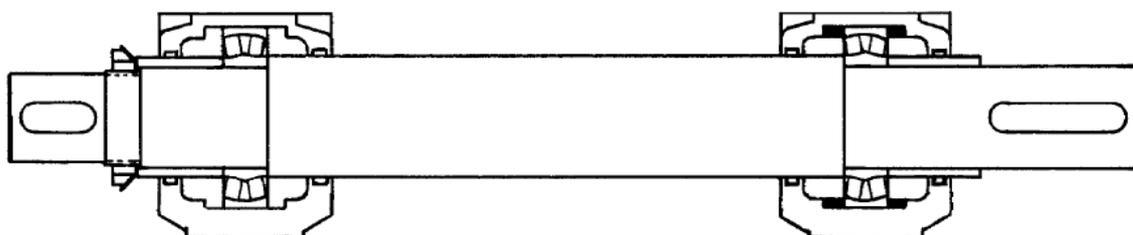


❖ **palier**

Il permet de guider l'arbre en rotation

**PALIER LIBRE**

**PALIER FIXE**

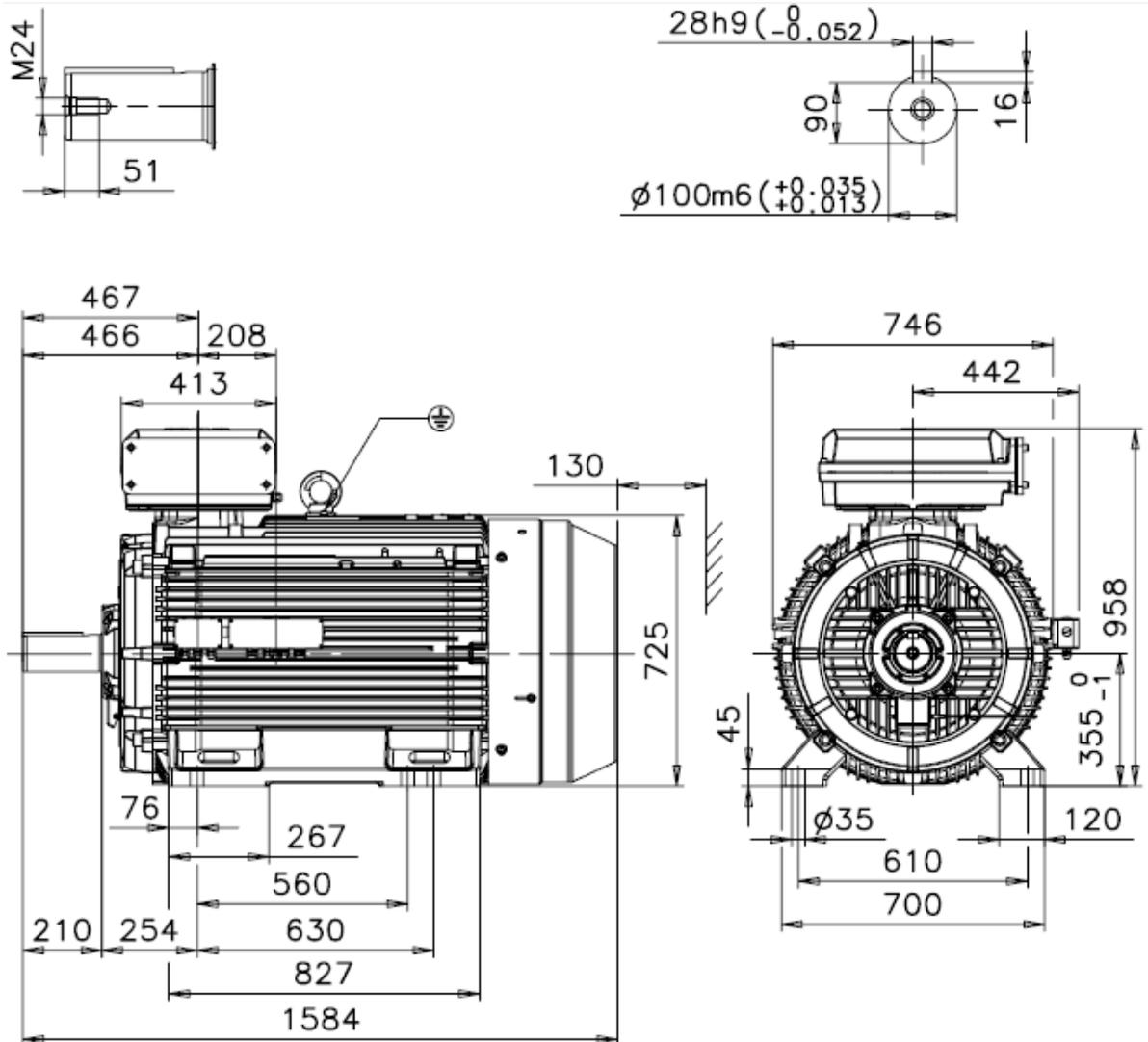


❖ **Roue**

Elle permet l'aspiration des gaz

### ❖ Le moteur électrique

Il permet de convertir l'énergie électrique en énergie mécanique



### ✓ instruction de maintenance annuelle

### ❖ changement d'accouplement

Pour changer l'accouplement il faut s'assurer avant tout que l'équipement est bien positionné que le système d'entraînement est débranché et il faut mettre en place des éléments de protection adoptée et des capots de protection

La méthode est décrite dans la figure 11 :

## Instruction de maintenance: Changement des accouplements

**MAINTENANCE PROFESSIONNELLE**

<b>Atelier</b>		<b>Phosphorique</b>		<b>Etape procédé</b>		<b>Attaque</b>	
<b>Nom de l'équipement</b>		<b>ventilateur</b>		<b>Crée par</b>		<b>Le</b>	
<b>N° de l'équipement</b>		<b>03EC02</b>		<b>Approuvé par</b>		<b>Le</b>	
<b>Type de maintenance</b>	Insp	Lub	Réglage	Test	Remplac.	Verif.	Autre
<b>Fréquence</b>	Jour	Sem.	2 sem.	Mois	3 Mois	6 Mois	Annuel

**Sécurité**

1. Positionnement de l'équipement
2. Consignation toutes énergies de l'équipement
3. Débrancher le système d'entraînement
4. mettre en place des éléments de protection
- Adoptés et des capots de protection



**Matériel/outillage utilisé:**

**Méthode**

1. Contrôler la présence de tous les composants
2. Montage des moyeux à flasque
3. Montage des paquets de membranes
4. Couple de serrage des boulons avec écrous
5. Désalignement/alignement de l'accouplement

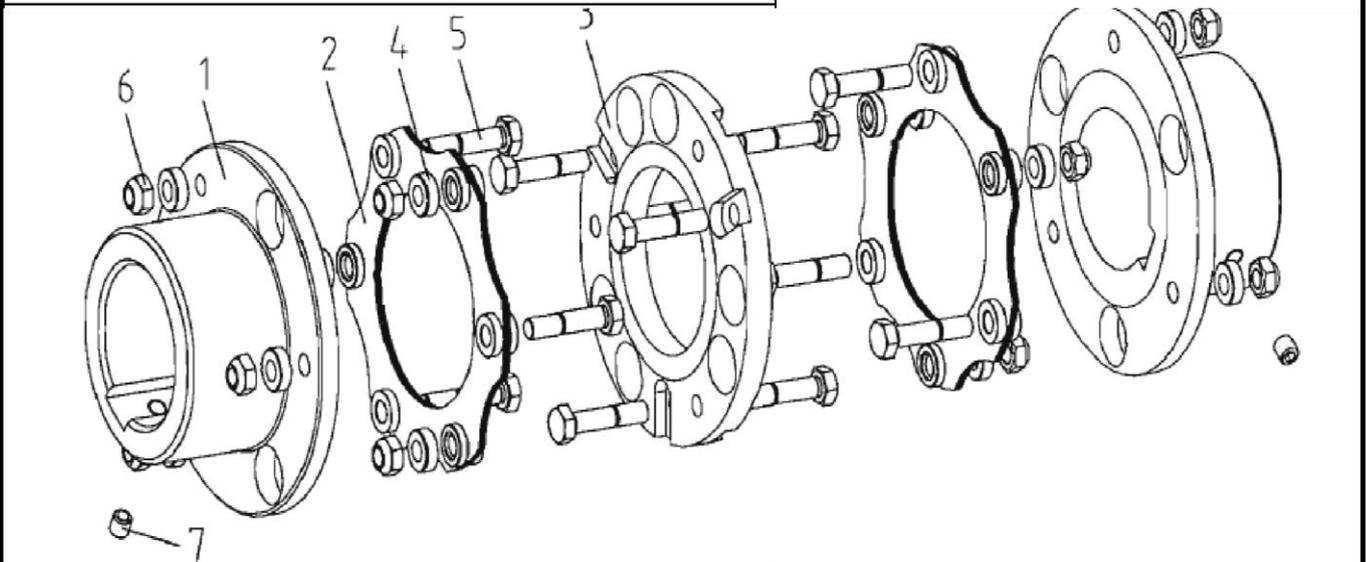


Figure 12: changement des accouplements

**1.2) dossier machine de l'épaisseur**

✓ **Fiche d'équipement**

Tableau 2: fiche d'équipement de l'épaisseur

<b>Maintenance professionnelle</b>					
<b>Dossier machine</b>		<b>Atelier phosphorique : ligne E</b>	<b>Etape du procédé : épaissement</b>		<b>Page 1</b>
<b>Fiche d'équipement</b>		<b>Ligne de fabrication</b>	<b>Préparé le :</b>		<b>Sur</b>
			<b>Par :</b>		
<b>1. Nom de L'équipement</b>	<b>Epaisseur</b>				
<b>2. N° de L'équipement</b>	<b>03E-R05</b>	<b>Model et N°</b> <b>Fournisseur</b>		<b>Spécification</b> <b>No's :</b>	
<b>3. emplacement</b>	Ligne E, unité 02	Fonction principale : augmenter le taux de solide de la pulpe			
<b>4. fabricant</b>	FLSmidth	<b>Date de fabrication</b>		<b>date de montage</b>	2013
<b>Date des essais</b>		<b>Prise en main par la production</b>	2014	<b>Date de mise en production</b>	
<b>5. enregistrement</b>					
<b>Des modifications</b>					

✓ **Identification des sous-ensembles**

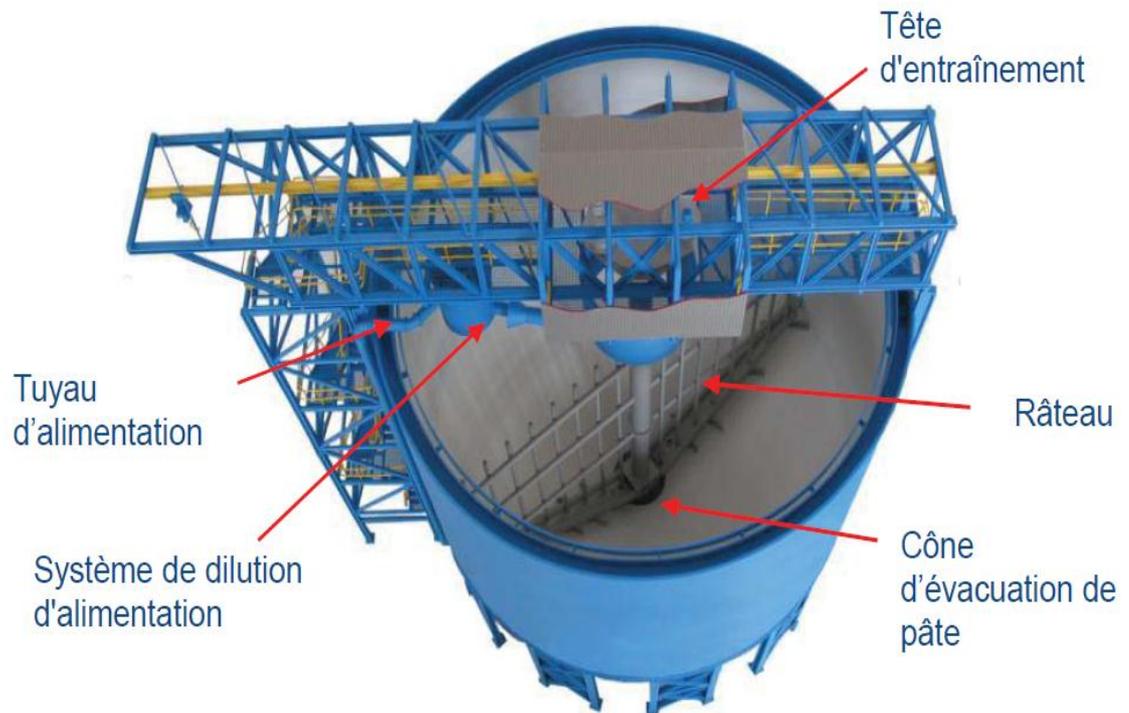


Figure 13: sous ensemble de l'épaississeur

✓ **Identification des composantes**

❖ **Râteaux**

Les râteaux servent à déplacer le matériau décanté vers le centre de l'épaississeur d'où le Matériau est évacué, ils doivent être configurés à une hauteur et à un angle particuliers pour Faciliter le procédé

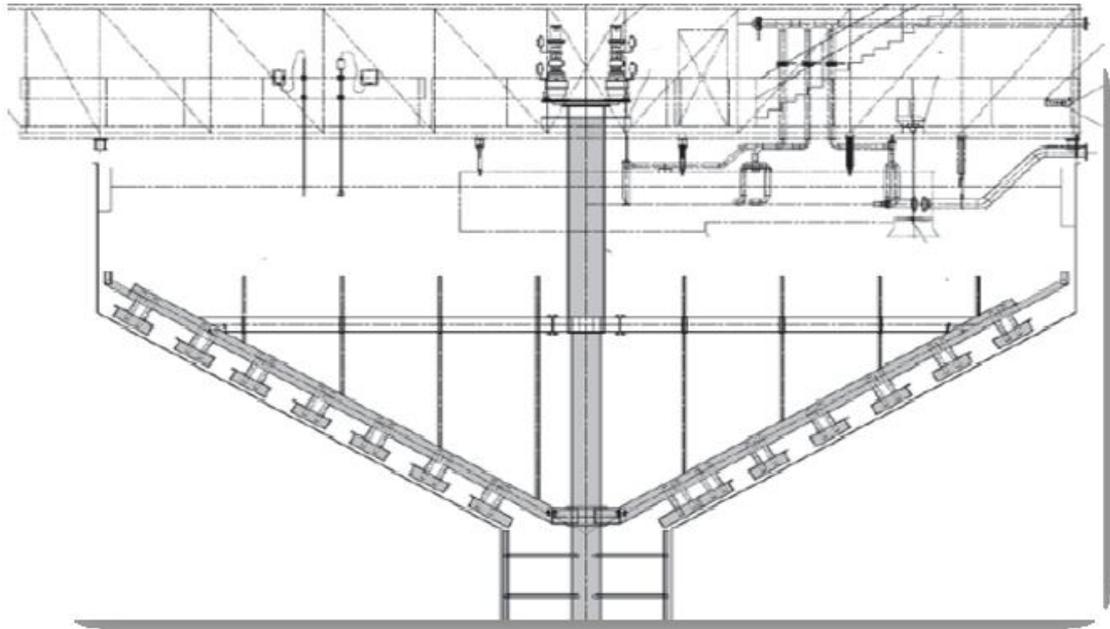


Figure 14: râteaux

- **Le système d'entraînement :**

Le système d'entraînement est composé de quatre moteurs, chaque moteur est lié à la fin à un pignon, ces derniers qui vont faire tourner la couronne.

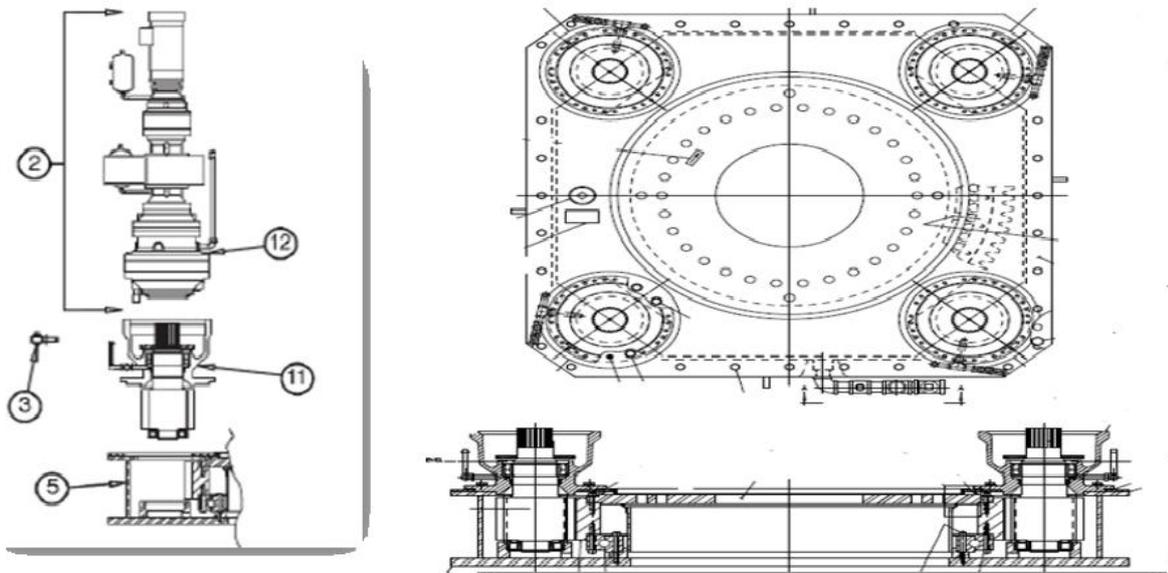


Figure 15: système d'entraînement

- **Puits d'alimentation**

Le puits d'alimentation aide à ralentir la vitesse de l'alimentation d'arrivée pour Éviter de perturber le matériau en décantation dans le réservoir, il assure :

- une meilleure répartition du débit
- un point d'entrée unique
- un meilleur mélange solides-polymères
- un temps de séjour plus long dans le puits d'alimentation
- un taux de cisaillement plus faible
- meilleure clarté de surverse
- taux de décantation plus élevés

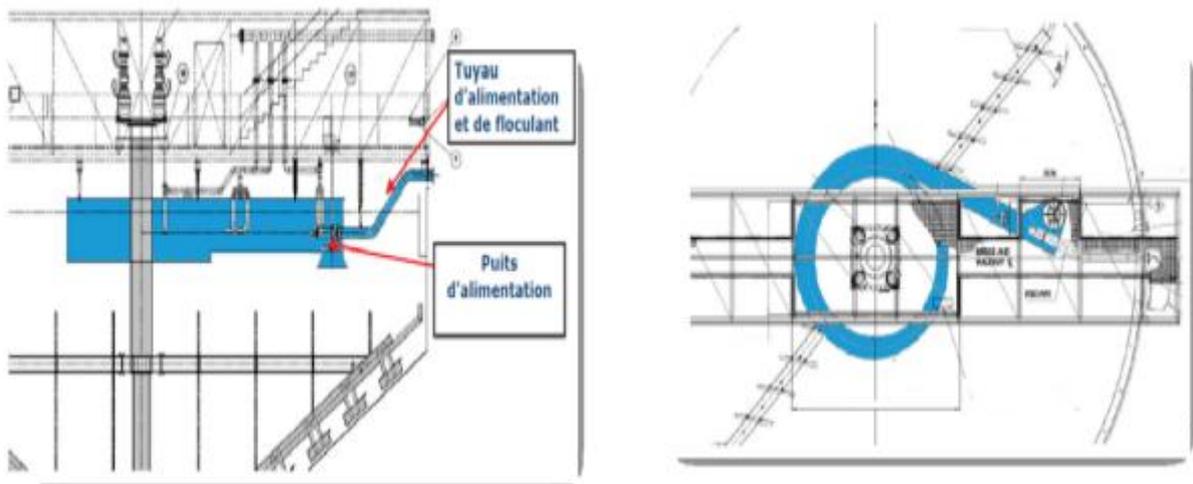


Figure 16 : puits d'alimentation

- **Le réservoir**

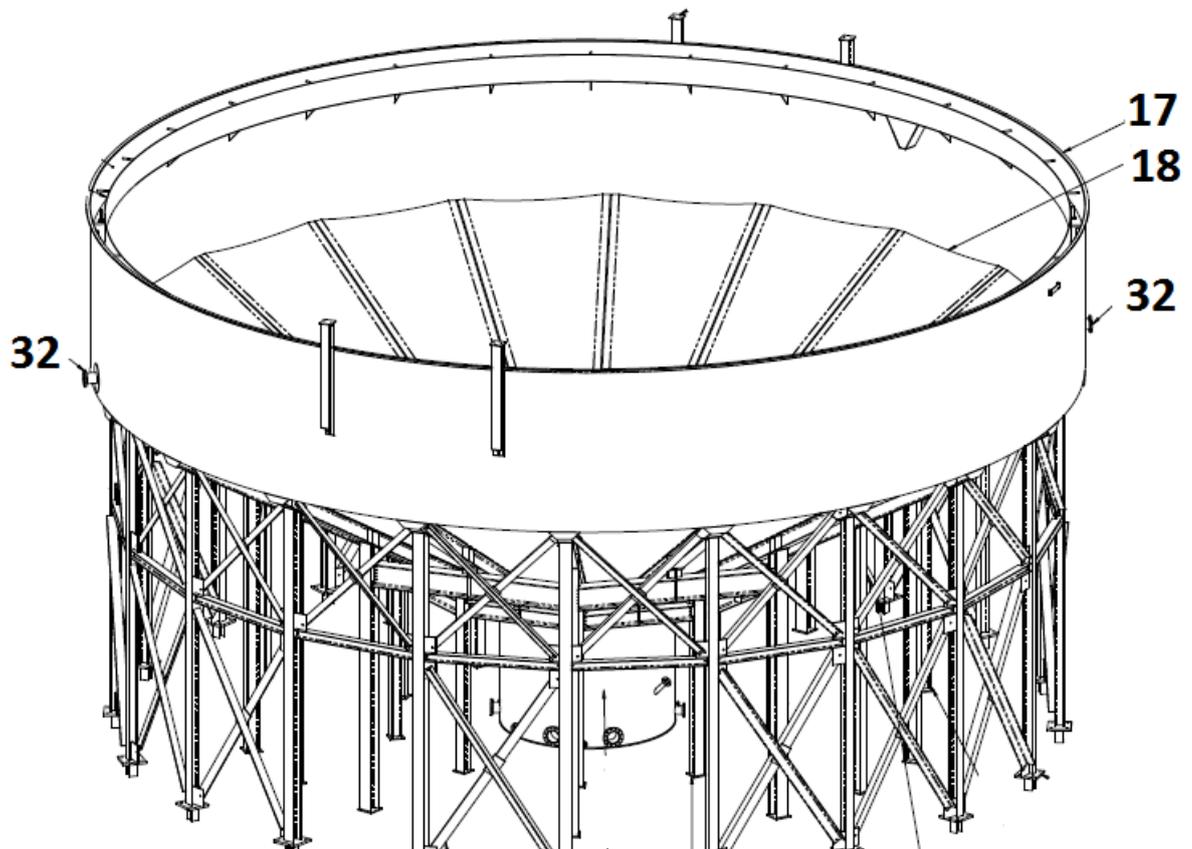


Figure 17: le réservoir

- ✓ **instruction de maintenance annuelle**

- ❖ **réassemblage d'entraînement**

Avant de commencer il faut s'assurer avant tout que l'équipement est bien positionné et il faut vérifier le couple d'entraînement avant le démontage et il faut aussi vérifier que l'alimentation de l'entrée est verrouillée .

La méthode est décrite dans la figure 17.

## Instruction de maintenance: Réassemblage de l'entraînement.

### MAINTENANCE PROFESSIONNELLE

<b>Atelier Phosphorique</b>			<b>Etape procédé Epaisseur</b>				
<b>Nom de l'équipement Epaisseur</b>			<b>Crée par</b>				
<b>N° de l'équipement</b>			<b>Approuvé par Le</b>				
	Insp	Lub	Réglage	Test	Remplac.	Verif.	Autre
<b>Fréquence</b>	Jour	Sem.	2 sem.	Mois	3 Mois	6 Mois	Annuel

#### Sécurité

1. Positionnement de l'équipement



2. Consignation toutes énergies de l'équipement

3. Vérifier le couple d'entraînement avant de procéder au démontage

4. Vérifier que l'alimentation de l'entrée est occupée ou verrouillée

#### Matériel/outillage utilisé

1. collier à vis de serrage

2. serre-joint à sangle

#### Méthode

1. Placez le roulement sur l'engrenage principal et installez les vis d'assemblage.

2. Lubrifiez et serrez les vis d'assemblage uniformément suivant une séquence diamétralement opposée. Le couple final de toutes les vis d'assemblage doit être de 245 pi-lb ± 10 pi-lb lubrifiées.

3. Placez l'ensemble de l'engrenage principal et du roulement dans le boîtier de l'entraînement

4. Fixez les vis d'assemblage du roulement.

5. Lubrifiez et serrez les vis d'assemblage en étapes égales suivant une séquence diamétralement opposée pour éviter tout gauchissement des roulements.

Le couple final de toutes les vis d'assemblage doit être 245 pi-lb ± 10 pi-lb lubrifiées.

6. Installez le joint à lèvres (11) entre l'adaptateur à engrenage et la base de l'entraînement à l'aide d'un serre-joint à sangle et d'un collier à vis de serrage
7. Placez l'adaptateur à engrenage (3) sur l'engrenage principal
8. Installez et serrez les vis d'assemblage. Lubrifiez et serrez les vis d'assemblages
9. Installez le couvercle de l'entraînement en utilisant de la silicone RTV entre le couvercle et le boîtier
10. Appliquez un enduit d'étanchéité en silicone Ultra Blue RTV-Silicone sur la surface de montage inférieure du boîtier de roulement supérieur.
11. Installez les ensembles d'entraînement d'entrée (réducteurs et moteur) sur les ensembles de boîtier de roulement supérieur.
12. Réinstallez l'ensemble d'entraînement d'entrée, le tuyau de vidange d'huile.
13. Installez les vis de retenue de l'ensemble d'entraînement d'entrée.
14. Reconnectez et alignez l'arbre de râteau sur l'adaptateur à engrenage.
15. Lubrifiez l'ensemble de l'entraînement.
16. Connectez le câblage électrique aux moteurs d'entraînement.
17. Retirez les cales et les étais provisoires du réservoir.
18. Démarrez l'entraînement et vérifiez sa rotation.

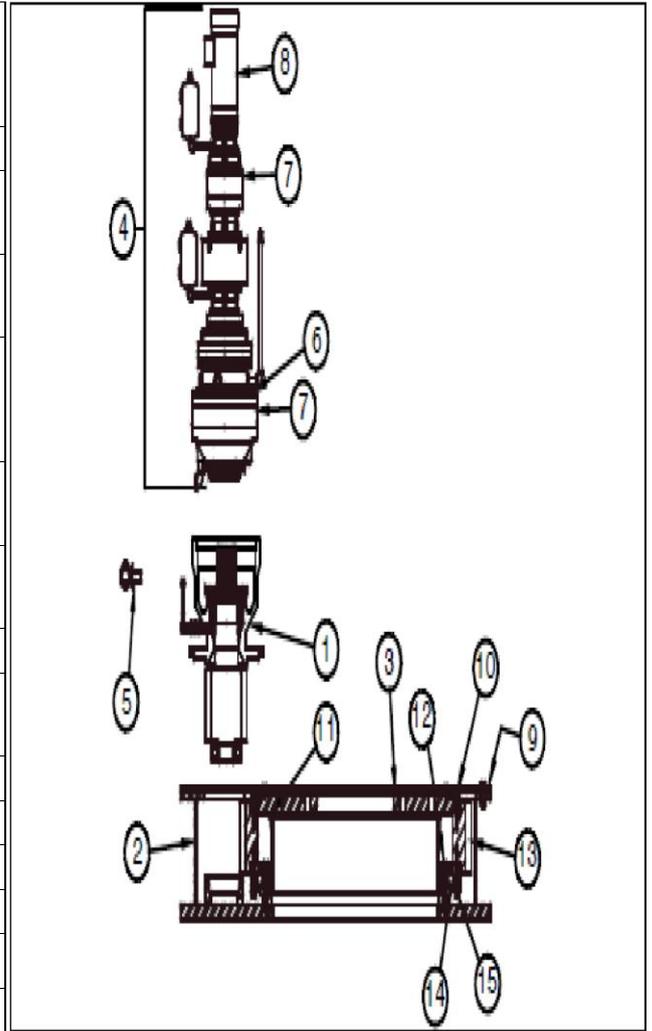


Figure 18: réassemblage de l'entraînement

## II) Gestion de la lubrification

### 2.1) Généralité sur la lubrification

- **Les Lubrifiants :**

Les lubrifiants ont pour rôle de réduire les frottements entre pièces en mouvement, ou de diminuer la résistance passive de pièces fixes. Ils sont obtenus par raffinage des fractions lourdes du pétrole brut. Les lubrifiants peuvent être liquides ou fluides (huiles), consistants (graisses ou gel de silicone), ou solides (graphite, téflon).

Les performances et caractéristiques diffèrent d'un lubrifiant à l'autre, leur seul point commun est qu'ils sont tous composés d'un constituant principal appelé « base lubrifiante », qui représente 75 à 85% de l'huile ou d'une graisse et qui peut être d'origine pétrolière ou synthétique.

Les bases minérales sont fabriquées à partir du pétrole brut. Elles sont de très loin les plus utilisées, aussi bien dans les applications automobiles qu'industrielles. Ce sont des mélanges d'hydrocarbures ayant subi de nombreuses opérations de raffinage.

Les bases de synthèse sont des produits obtenus par réaction chimique de plusieurs composants. Deux grandes familles de produits sont utilisées pour la formulation des lubrifiants : les esters et les hydrocarbures de synthèse. Ces produits présentent une viscosité remarquablement stable quelle que soit la température. Cette propriété est une supériorité majeure sur les bases minérales qui nécessitent l'adjonction d'additifs améliorants de viscosité en plus grande quantité. Leur résistance à l'oxydation est aussi accrue, d'où une plus grande longévité de l'huile qui permet un espacement entre vidange plus important.

A noter qu'il existe aussi des huiles dites de semi synthèse qui s'obtiennent à partir d'un mélange des deux précédentes (généralement 70 à 80% d'huile minérale et 20 à 30% d'huile de synthèse).

- **Les graisses :**

Les graisses sont composées de :

- ✓ 70 à 95 % d'huile de base (minérales, synthétiques ou végétales) qui sert d'agent lubrifiant
- ✓ 0 à 10 % d'additifs identiques à ceux cités précédemment
- ✓ 3 à 20 % d'un agent épaississant ou gélifiant qui a pour rôle de donner la consistance au lubrifiant (semi fluide, fluide, mou ou dur) et d'emprisonner l'huile de base et les additifs pour qu'ils ne s'écoulent pas.

Les graisses se distinguent par leur adhérence aux surfaces à lubrifier, leur insolubilité à l'eau, leur résistance au cisaillement et leur durée de vie. En règle générale une graisse ne peut dépasser plus de 300°C (température à laquelle l'huile de base se sépare de l'épaississant). Au-delà, on parle plutôt de pâtes ou vernis à base d'aluminium ou de cuivre.

Outre son rôle de lubrifiant (réduction de l'usure mécanique et des pertes d'énergie dues aux frottements), la graisse crée une barrière d'étanchéité vis-à-vis des éléments extérieurs (poussières, eau, solvants, chaleur, etc.).

- ✓ **Les graisses silicones** : les silicones sont des polymères à base de composés organiques du silicium, remarquables pour leur stabilité thermique, leur grande inertie chimique et leur caractère d'isolant électrique. Les silicones sont très résistantes vis-à-vis de la chaleur, de l'oxydation et des rayons ultraviolets. Les silicones peuvent se présenter sous forme d'huiles, d'élastomères ou de résines.
- ✓ **Les graisses alimentaires** : ces graisses sont spécialement conçues pour un contact fortuit avec les aliments. Les lubrifiants, additifs et gélifiants qu'elles contiennent doivent être conformes aux prescriptions du CNERNA (Centre National d'Étude et de Recherche sur la Nutrition et l'Alimentation) ; seul organisme reconnu à ce jour en Europe pour le référencement des matières premières utilisables en contact fortuit avec les aliments.

- **Choix de lubrifiant**

le choix des lubrifiants doit tenir compte des conditions de fonctionnement et d'environnement propres à chacune des machines on retrouve parmi ces conditions : la température, la vitesse, la charge , l'humidité et la présence d'eau, l'existence de poussière, les modes d'application du lubrifiant , les intervalles d'appoint ou de renouvellement , le type de graissage par circulation ou par lubrifiant perdu , l'accessibilité des oints de graissage et les pertes en lubrifiant .

- **Stockage des lubrifiants**

Les graisses et les huiles sont disponibles dans des bidons et des tambours dont la capacité est de l'ordre de 200 litres. L'achat de l'huile en citerne se justifie,

Comparé à l'achat par bidons, par le fait que le cout est plus bas mais aussi par la possibilité avantageuse offerte par le stockage en citerne d'usine

La graisse peut être fournie dans des bilans de 200 litres, des tonneaux en plastiques ainsi que dans des réservoirs centraux, réutilisables, des systèmes centralisés de graissage à la graisse,

de diminuer les pertes lors de différentes manipulations et la réduction de l'espace réservé au stockage ainsi que l'assurance d'une grande propreté

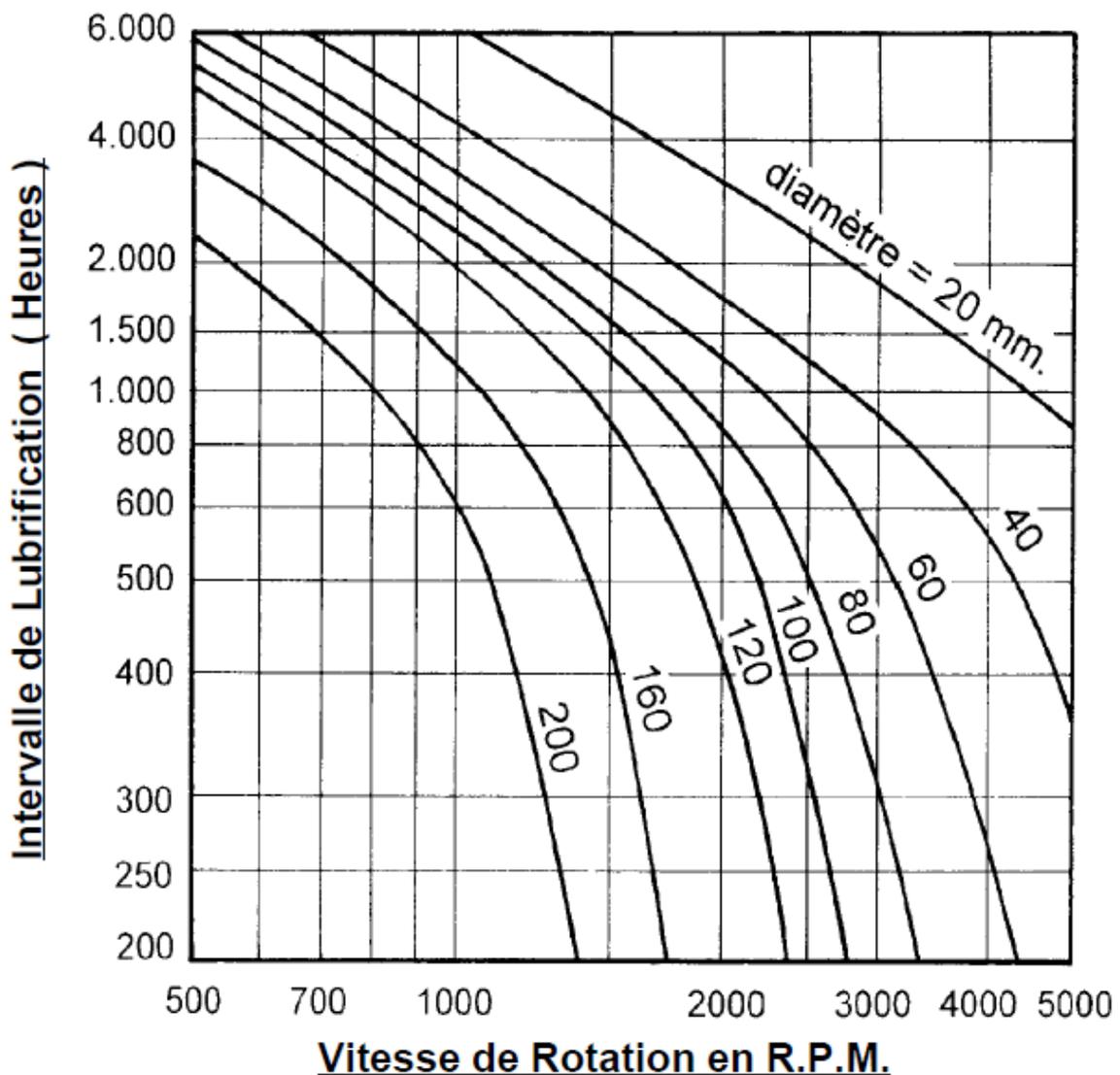
**2.2) Planning de lubrification**

Le service de maintenance mécanique au sein de la ligne E , a mis en place un planning de lubrification à ses équipements mécaniques, afin de préserver leur fiabilité et ainsi de s'assurer de la constante marche de la ligne de production.

Les tableaux suivants présentent le planning de lubrification

Mais tout d'abord on montre comment le service de maintenance mécanique a obtenu les valeurs mentionnées sur le tableau 3 pour le cas des roulements

Le diagramme ci-dessous permet le calcul des heures de lubrifications pour les roulements



Les heures pendant lesquelles un roulement lubrifié à la graisse lithique peut travaillé sans nécessité de changer le lubrifiant dépend de la vitesse et de la dimension du roulement

Par exemple dans le cas du ventilateur d'assainissement on a le graissage au niveau du roulement et le diamètre du roulement est 110 et la vitesse de rotation est 1000 R.P.M donc d'après le diagramme on peut estimer l'intervalle de lubrification par exemple dans ce cas l'intervalle est de 2250 H

Et on connaissant le numéro de roulement on peut obtenir la quantité de graisse pour chaque roulement à l'aide du tableau suivant

Roulement N°	Graisse Initiale dans chaque Roulement (Grammes)	Regraissage pour chaque Roulement (Grammes)	VITESSE en R.P.M.							
			500	750	1.000	1.500	2.000	3.000	4.000	5.000
22.206	40	7	10.000	7.000	5.200	3.500	2.450	1.400	800	520
22.207	50	8	9.000	6.000	4.750	3.050	1.900	1.100	625	425
22.208	60	9	8.000	5.500	4.250	2.600	1.750	900	560	365
22.209	65	10	7.575	5.250	4.100	2.400	1.625	800	465	--
22.210	75	11	7.150	5.000	3.800	2.200	1.500	700	390	--
22.211	100	13	6.725	4.800	3.600	2.000	1.375	600	325	--
22.212	150	16	6.300	4.600	3.400	1.800	1.250	550	275	--
22.213	180	19	6.200	4.500	3.250	1.725	1.125	475	--	--
22.215	230	21	6.000	4.250	3.000	1.575	940	360	--	--
22.216	280	24	5.900	4.100	2.900	1.500	875	300	--	--
22.217	330	28	5.800	4.015	2.800	1.440	820	245	--	--
22.218	430	32	5.700	3.925	2.700	1.375	775	--	--	--
22.219	480	37	5.600	3.840	2.600	1.310	710	--	--	--
22.220	630	42	5.500	3.750	2.500	1.250	650	--	--	--
<b>* 22.222 *</b>	<b>850</b>	<b>53</b>	<b>5.200</b>	<b>3.525</b>	<b>2.250</b>	<b>1.000</b>	<b>520</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>
22.224	1.000	63	4.900	3.300	2.000	775	410	--	--	--
22.226	1.100	74	4.600	2.975	1.800	650	--	--	--	--
22.228	1.400	85	4.300	2.650	1.600	560	--	--	--	--
22.230	1.700	99	4.000	2.325	1.400	480	--	--	--	--
22.232	2.000	116	3.700	2.000	1.200	425	--	--	--	--

Par exemple dans ce cas on a le numéro de roulement est 22222 Ce qui nous la quantité de graisse 53 g

Tableau 3: planning de lubrification des équipements

<b>Planning de lubrification</b>				
<b>équipement</b>	<b>Organe à graisser</b>	<b>lubrifiant</b>	<b>Quantité</b>	<b>Périodicité</b>
<b>Ventilateur d'assainissement</b>	Palier : Graissage roulement	Graisse Lithique	53 g	2250 H
<b>Épaississement</b>				
<b>STATION FLOCCULANT</b>	Réducteur 1 compartiment	-----	0.7 L	5000 h/7 mois
	Réducteur 2 compartiment	-----	0.7 L	5000 h/7 mois
	Réducteur 3 compartiment	-----	0.7 L	5000 h / 7mos
	Réducteur de la pompe à vis 1	-----	0.25 L	-----
	Réducteur de la pompe à vis 1	-----	0.25 L	-----
<b>Épaississeur</b>	Réducteur primaire	huile	19.8 L	1 an
	Réducteur secondaire	huile	80 L	1 an
	Roulement	huile	12L	1 an
	Réducteur de la table	Huile VG 680	257 L	1 an

### III) les ressources de maintenances

#### 3.1) Présentation de la méthode 5S

La méthode des 5S est l'une des meilleures méthodes japonaises utilisées pour l'amélioration continue. Il s'agit d'un préliminaire incontournable pour tout projet d'amélioration et l'une des bases du déploiement de l'OPS.

Partant du principe que Les pertes sont des bénéfices potentiels, éliminer les pertes constitue un gain.

La méthode permet de construire un environnement de travail fonctionnel, régi par des règles simples, précises et efficaces et met l'accent sur la propreté et la bonne organisation des postes de travail.

D'origine japonais, Le terme "5S" fait référence à la première lettre de chacune des 5 opérations à accomplir :

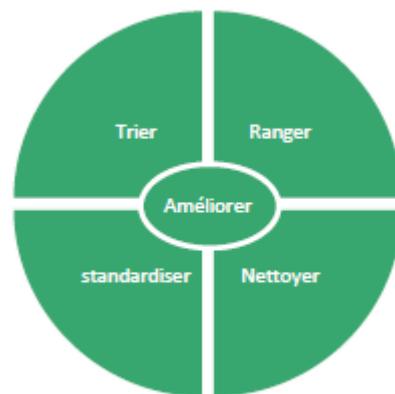


Figure 19: la méthode 5S

#### ✓ *Les étapes des 5S*

##### **1-Seiri-Trier**

« Seiri » signifie Trier, il faut donc distinguer ce qui est utile et ce qui ne l'est pas en triant et en éliminant. Ainsi, on ne gardera que le strict nécessaire sur le poste de travail et dans son environnement.

##### **2-Seiton–Ranger**

« Seiton » signifie ranger, il faut donc disposer les objets de façon à trouver ce qu'il faut quand il faut.

L'objectif étant d'améliorer l'efficacité et d'augmenter la productivité en éliminant le temps perdu, chaque personne doit être capable de trouver facilement les outils et de les remettre correctement à leur place.

### **3-Seiso–Nettoyer**

« Seiso » signifie nettoyer, il faut donc éliminer les déchets, les saletés et les objets inutiles pour une propreté irréprochable du poste de travail et son environnement, le rendant ainsi plus agréable pour travailler.

### **4–Seiketsu-Standardiser**

Une fois les trois étapes précédentes accomplies, il faut combattre la tendance naturelle au laisser-aller et le retour aux anciennes habitudes en mettant au point des méthodes permettant de maintenir cet état et d'éviter les déviations.

Il faut donc définir les standards de nettoyage et de rangement des postes.

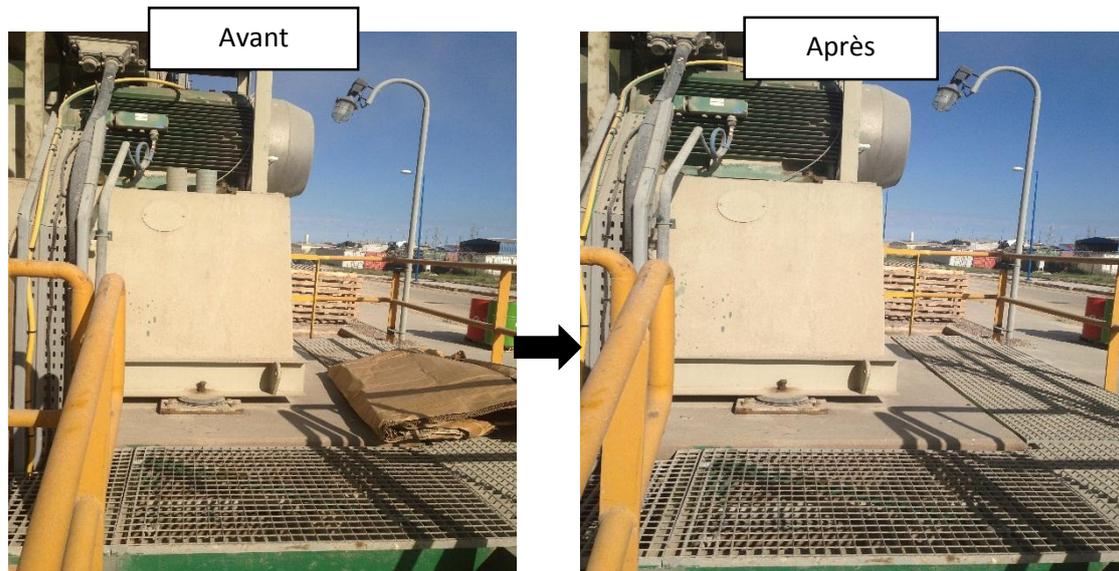
### **5-Shitsuke-Améliorer**

Pour faire vivre les 4 premiers S et repousser leurs limites initiales, dans une démarche d'amélioration continue, il faut surveiller régulièrement l'application des règles, les remettre en mémoire, en corriger les dérives.

## **3.2) Application d'un chantier 5S dans la zone 03 E d'assainissement**

### **✓ Trier**

Le premier S « Trier » permet de détecter au sein de l'espace du travail tout ce qui est non nécessaire aux opérations courantes. Il permet ainsi de séparer l'inutile de l'utile et permet d'éliminer de l'espace de travail, toutes les pièces et ustensiles non nécessaires aux activités courantes.



✓ **Ranger et nettoyer**

Le rangement et le nettoyage permettent de classer les équipements, machines, outils et pièces de façon ordonnée dans un espace propre et bien entretenue pour qu'ils soient faciles à trouver et à ranger.

Avant



Après



Avant



Après



✓ **Standardiser**

**Les standards 5S définissent:**

- L'état de la zone dans lequel elle doit être  
=> La référence, le niveau d'exigence.
- Les tâches régulières faites par les opérateurs pour  
Maintenir la zone dans cet état:  
Tri, Rangement, Nettoyage, bon fonctionnement.

Tableau 4: les standard 5S provisoire

	<b>STANDARD 5 S PROVISOIRE</b>	Atelier : Entité phosphorique		Rédacteurs : Laraqui Houssaini Mhammed		indice							
		Zone : 03 E ventilateur d'assainissement		Date :									
N°	Ou/Quoi	Standard	Méthode	Outillage	Durée d'opération		périodicité					responsable	
					Actuelle	amélioré	poste	jour	Semaine	bimensuelle	mensuelle		
1	Sol	Propre, sans chute de bois, de déchet	Balayer le sol, rassembler tous les déchets	Pelle, Balais, flexible d'eau,		15min				X			opérateur
2	Turbine	nettoyage	Nettoyage des ailettes de la turbine			15 min					X		opérateur
3	Palier	nettoyage	Nettoyage des paliers pour										

			éliminer les salissures			30 min					X	opérateur
4	CHÂSSIS	Contrôler	Nettoyer et Contrôler s'il Ya des fissure			15 min			X			opérateur

**SECURITE: Port des EPI obligatoire (Casque, Lunette, Gants, Chaussures de sécurité, Blouse)**

### ✓ Améliorer

L'étape améliorer nécessite la rigueur des opérateurs et le support des managers. Nous avons assuré la mise en place des actions d'amélioration permettant de rendre les opérateurs plus à l'aise dans leur travail.

Les 5S produisent des résultats qui se manifestent en termes d'habitudes de travail plus adaptées d'amélioration de la sécurité de la productivité et de la qualité de vie, parce que les gens travaillent dans de meilleures conditions.

La méthode des 5S se révèle à l'usage remarquablement efficace, parce qu'elle transforme physiquement l'environnement du poste de travail et parce qu'elle agit profondément sur l'état d'esprit du personnel.

### Conclusion

Dans ce chapitre on a élaboré les fondations de la maintenance professionnelle sur les équipements, maintenant dans le chapitre qui reste on va élaborer les plans d'actions de maintenance afin d'améliorer l'état actuelle des équipements en se basant sur l'analyse AMDE

## **Chapitre III: Amélioration de l'état actuelle du ventilateur et de l'épaisseur**

---

Le quatrième chapitre portera sur l'élaboration des plans d'actions de maintenance des équipements

Vous trouverez dans cette partie :

- analyse AMDE des équipements
  - plan d'action de maintenance des équipements :
    - Plan d'action de maintenance corrective
    - Plan d'action de maintenance préventive
-

## **I) Analyse AMDE**

### **1.1) Présentation de l'AMDE**

- **Définition**

L'AMDE (Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets) est une technique d'analyse prévisionnelle de la fiabilité, de la maintenabilité et de la sécurité des produits et des équipements.

- **Objectifs de l'AMDE**

Défaillances, anomalies de fonctionnement, avaries et autres défauts des machines, équipements et installations industrielles sont les raisons mêmes de l'existence des services maintenance. Si l'entretien traditionnel était soumis au dysfonctionnement des matériels, la maintenance moderne se doit aujourd'hui de maîtriser les aléas.

L'AMDE est une méthode qui consiste à identifier de façon inductive et systématique les risques de défaillance d'un système, puis à rechercher leurs origines et leurs conséquences. Elle permet de mettre en évidence les points critiques et de définir ensuite les actions correctives à entreprendre, dans l'ordre d'urgence et d'importance.

- **Démarche de la méthode**

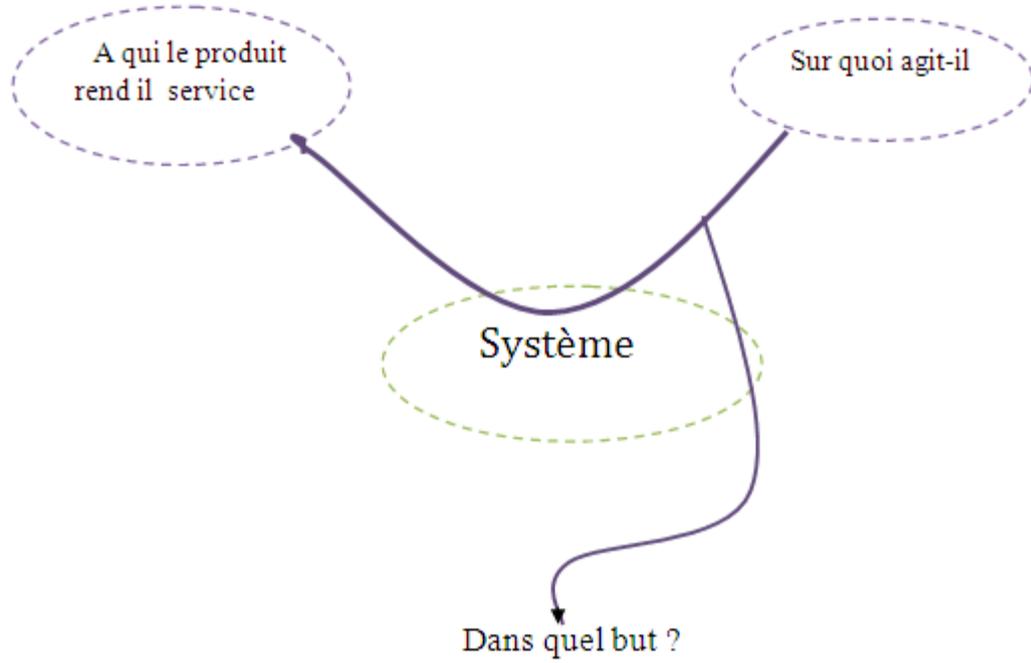
- Etape 1: le recensement des fonctions de l'équipement
- Etape 2 : Recherche de tous les modes de défaillance possible.
- Etape 3 : Recherche des causes et des effets de ces défaillances.

### **1.2) Application de l'analyse AMDE**

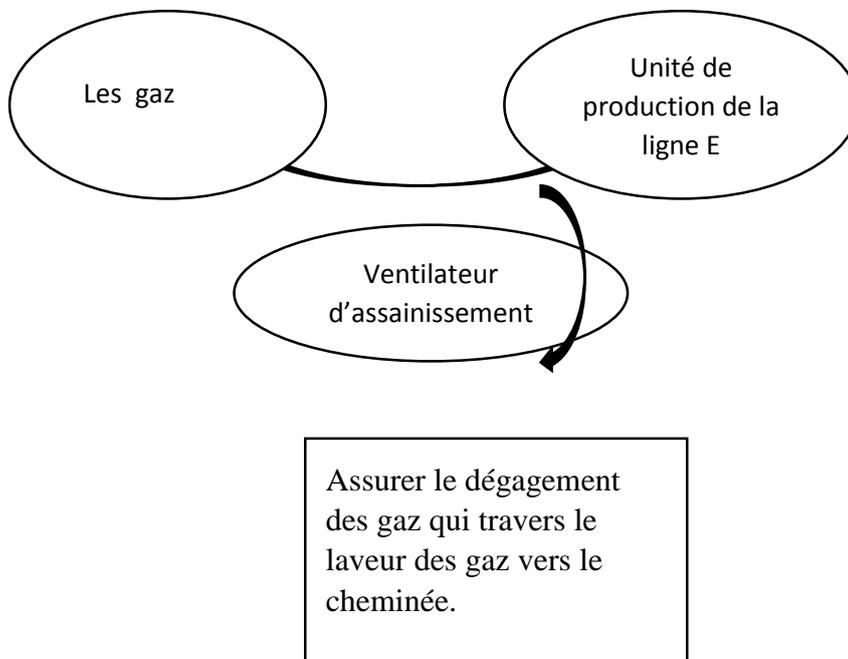
- **AMDE du ventilateur d'assainissement**

- ✓ **Bête à corne**

La bête à corne permet d'exprimer la recherche du besoin à l'aide du diagramme suivant

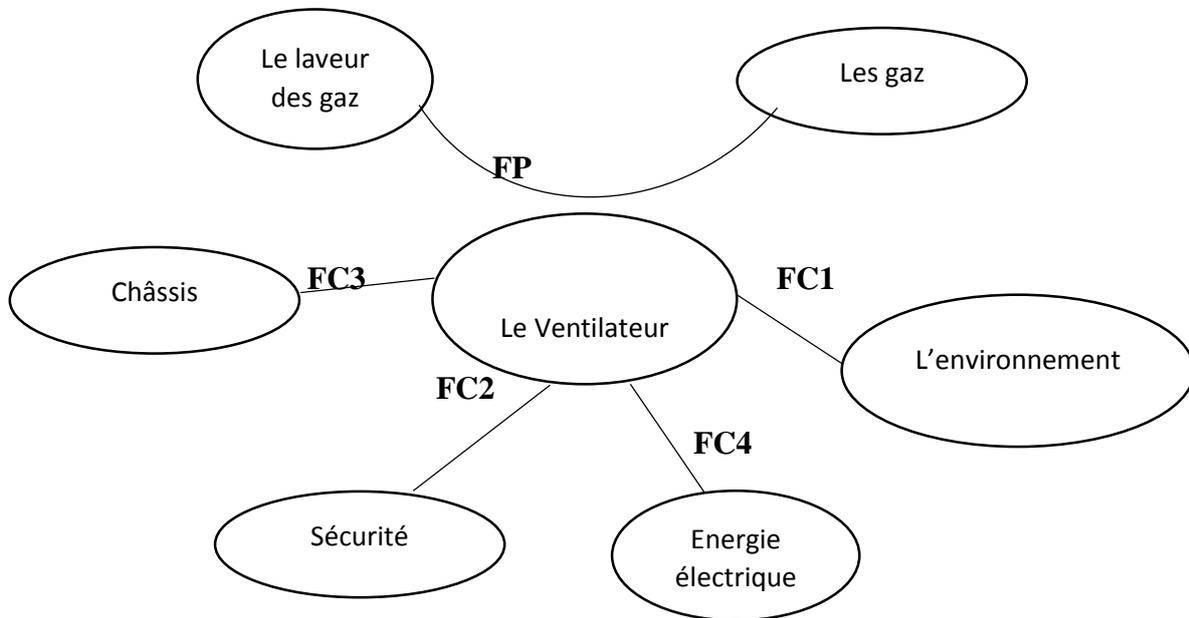


➤ **Bête à corne du ventilateur**



✓ **Diagramme de pieuvre**

Le diagramme des interactions permet d'inventorier tous les milieux extérieurs du système à étudier et de déterminer les fonctions principales du système et les fonctions contraintes.



**FP** : assurer le dégagement des gaz qui traverse le laveur des gaz vers le cheminée

**FC1** : s'adapter à l'environnement

**FC2** : assurer la sécurité des utilisateurs

**FC3** : le châssis doit supporter le ventilateur

**FC4** : s'adapter à l'énergie disponible

✓ **Résultats-Tableau de l'analyse AMDE du ventilateur**

Après avoir fait une analyse fonctionnelle du ventilateur d'assainissement, on va passer à présent à l'analyse AMDE

Tableau 5: tableau AMDE du ventilateur

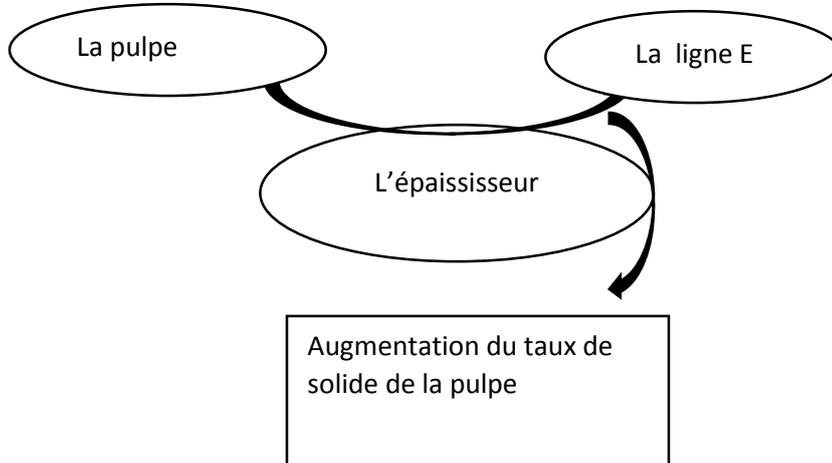
Maroc phosphore 3 et 4			Etude : analyse des modes de défaillances et de leur effet		Atelier phosphorique	
					Unité : maintenance mécanique	
Secteur : ventilateur d'assainissement section << attaque filtration >>					03EC02	
MATERIEL			CARACTERISTIQUE DE LA DEFAILLANCE			
équipement	organe	fonction	Mode de défaillance	Cause	effet	détection
Ventilateur d'assainissement	roue	Aspiration Des gaz	déséquilibre	Abrasion des aubes	vibration	visuel
				Abrasion des disques du rotor		
				colmatage		
			usure	Déformation De la roue	visuel	
	palier	Guider l'arbre en rotation	échauffement	Trop de graisse ou peu de graisse	Endommagement Des roulements Et des paliers	Bruit Visuel
				coincement		
				Trop de serrage de roulements		
				Mauvais montage		
Desserrage et cisaillement			vibration			
	Mauvais serrage					
			Défaut d'alignement			

	<b>accouplement</b>	Transmettre Le mouvement De rotation	vibration	Vis mal serrée, légère micro friction sous la tête de vis et au niveau des membranes	Risque d'inflammation par surchauffe	bruit
				Vis pour la fixation axiale des moyeux à flasque non serrées		
		Cassure de jeu De membrane acier	Surcharge importante	Inadéquation des paramètres d'utilisation avec la capacité d'accouplement	Formation d'étincelles avec risque d'inflammation	visuel
		<b>arbre</b>	Transmettre Le mouvement De rotation	déformation	Usure répétitif du roulement	Endommagement du ventilateur
	vibration					
	fissure		fatigue			
	Usure des portées de roulements		Mauvais serrage	Endommagement des paliers et des roulements		
		Serrage et freinage des roulements				
	Desserrage	Mauvais montage	Endommagement du ventilateur			

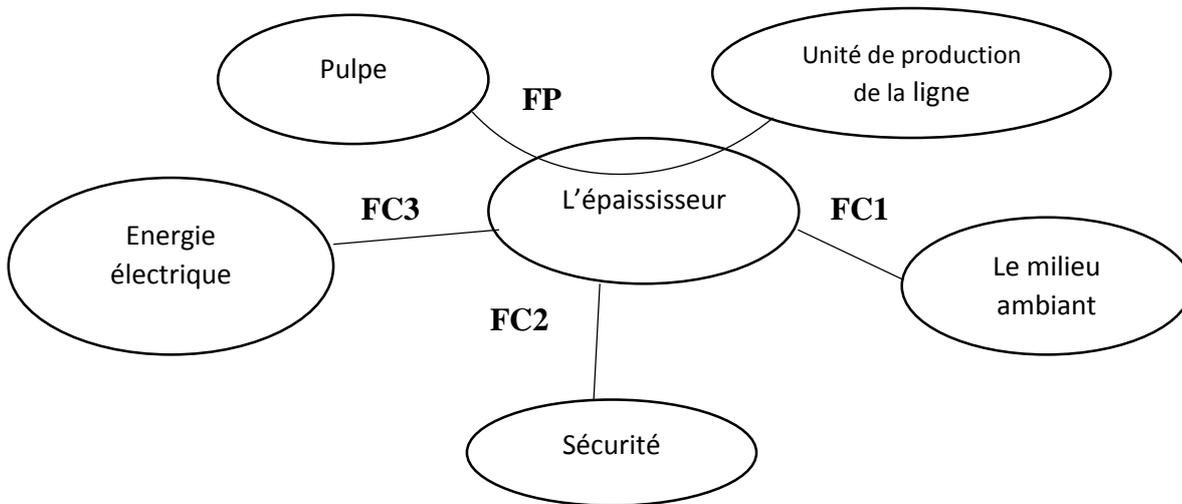
			Vis de blocage axial	Choix boulonnerie			
			Usure de clavetage	Clavette inadéquate	Endommagement de la roue		
				Mauvais montage			
<b>Moteur électrique</b>	Convertir l'énergie électrique en énergie mécanique	Fonctionnement anormale		surcharge	Moteur trop chaud	Intensité trop élevée et vitesse trop basse	
				Lait de refroidissement Préchauffé		Emballement Du moteur	
				Volume de l'air de refroidissement Trop faible			
			Le moteur ne démarre pas	Fusible grillé	Arrêt de la production	Arrêt de l'agitateur	
				Alimentation coupée	Arrêt de la production		
<b>châssis</b>	Supporter Le ventilateur		fissure	vibration	Arrêt du ventilateur	visuel	
				Desserrage des tiges d'ancrage			Mauvais serrage
							vibration

	<b>Pavillon d'aspiration</b>	Stabilité D'aspiration	Déformation Desserrage des boulons de fixation	Mauvais montage et serrage	Arrêt du ventilateur	visuel
	<b>Enveloppe</b>	Assembler le tuyau de l'impulsion	fissure	Corps étranger	Arrêt du ventilateur	Visuel Bruit
			Desserrage boulonnerie	Mauvais serrage vibration		
			Dégradation des joints	Gaz abrasif		

- **AMDE de l'épaississeur**
- ✓ **Bête à corne**



✓ **Diagramme de pieuvre**



**FP** : augmenter le taux solide de la pulpe

**FC1** : s'adapter à l'environnement

**FC2** : assurer la sécurité des utilisateurs

**FC3** : s'adapter à l'énergie disponible

✓ **Résultats-Tableau de l'analyse AMDE de l'épaisseur**

Après avoir fait une analyse fonctionnelle de l'épaisseur, on va passer à présent à l'analyse AMDE

Tableau 6: tableau AMDE de l'épaisseur

Maroc phosphore 3 et 4			Etude : analyse des modes de défaillances et de leur effet			Atelier phosphorique	
Secteur : épaisseur section << épaissement >>							
MATERIEL			CARACTERISTIQUE DE LA DEFAILLANCE				
équipements	organe	fonction	Mode de défaillance	cause	effet	détection	
épaisseur	Système d'entraînement	Assurer la rotation du racleur	L'entraînement S'arrête ou ne démarre pas	Pas d'alimentation électrique	Arrêt de production	visuelle	
				Le disjoncteur de la commande d'entraînement à arrête l'entraînement du râteau			
				Le moteur d'entraînement du râteau ne fonctionne pas			
			L'accumulation de solides pendant l'arrêt empêche le fonctionnement de l'entraînement				
			L'alarme sonore de surcharge se déclenche	Augmentation du couple sur l'entraînement et le mécanisme	Arrêt de production	visuelle	
				L'accumulation de solides pendant l'arrêt empêche le			

				fonctionnement de l'entraînement		
				Surcharge de l'épaississeur		
			Matières solide dans l'effluent	Surcharge de l'épaississeur	Arrêt de production	visuelle
				Floculation inadéquate		
				Le lit de boue dans le réservoir est trop élevée ou trop bas		
				Changement soudain de la qualité de l'alimentation		
				Floculation inadéquate		
				Le débit dans le réservoir court circuits		

## II) Les plans d'actions de maintenance des équipements

### 2.1) Élaboration d'un plan d'action de maintenance corrective

Afin d'éviter ces problèmes, il faut agir sur l'élimination de ses causes, c'est pour ça que j'ai établi les actions suivantes regroupées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7: plan d'action de maintenance corrective du ventilateur

problème	Cause probable	Action corrective
<b>Cassure de jeu de membranes acier</b>	Cassure de jeu de membranes acier par surcharge importante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- démonter l'accouplement et dégager le reste du jeu de membranes acier</li> <li>- vérifier les éléments de l'accouplement et les changer si besoin</li> <li>- insérer les jeux de membrane acier, monter les éléments de l'accouplement</li> <li>- rechercher le motif de surcharge</li> </ul>
	les paramètres d'utilisation ne sont pas en rapport avec la capacité de l'accouplement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vérifier les paramètres de fonctionnement et sélectionner une autre taille d'accouplement</li> <li>- monter un accouplement de taille différente</li> <li>- vérifier l'alignement</li> </ul>
<b>Cassure du jeu de membrane acier</b>	défaut de fonctionnement de la machine	<ul style="list-style-type: none"> <li>- démonter l'accouplement et dégager le reste du jeu de membrane acier</li> <li>- vérifier les éléments de l'accouplement et les changer si besoin</li> <li>- insérer les jeux de membrane acier, monter les éléments de l'accouplement</li> </ul>

<b>Fissure / cassure des jeux de membrane acier / vis de fixation</b>	entrainement avec vibration	<ul style="list-style-type: none"> <li>- démonter l'accouplement et dégager le reste du jeu de membrane acier</li> <li>- insérer les jeux de membrane acier, monter les éléments de l'accouplement</li> <li>- vérifier l'alignement à corriger éventuellement</li> <li>- rechercher la raison de vibration</li> </ul>
<b>DESEQUILIBRAGE DE LA ROUE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- abrasion des aubes</li> <li>- abrasion des disques du rotor</li> </ul>	faire des inspections périodiques de conservation du rotor  Au cours de ces inspections périodiques il faudra s'assurer, avant de pénétrer dans l'oreille d'aspiration ou dans la volute, que LE VENTILATEUR NE PEUT PAS SE METTRE EN MARCHE, et il faudra bloquer les dispositifs de mise en marche avec une clef.
<b>Le moteur ne démarre pas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- surcharge de moteur</li> <li>- fusible fondus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-réinitialiser la surcharge dans le démarreur</li> <li>- remplacer les fusibles par des éléments de même type et calibre</li> </ul>
<b>Echauffement des roulements</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Quantité de graisse insuffisante</li> <li>-Désalignement</li> <li>-Bille fissurée ou course fissurée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Veillez à maintenir la qualité et la quantité de graisse appropriées dans le roulement</li> <li>- Corrigez l'alignement de l'entraînement.</li> <li>- Remplacez le roulement ; nettoyez d'abord le logement à fond.</li> </ul>

Tableau 8: plan d'action de maintenance corrective de l'épaisseur

problème	Cause probable	Action corrective
<i>1. l'entraînement s'arrête ou ne démarre pas</i>	Pas d'alimentation électrique.	-Vérifier la source d'alimentation. -Vérifier le fusible du circuit de commande. -Vérifier que les moteurs ne surchauffent pas
	Le disjoncteur de la commande de l'entraînement du râteau	-Identifier le problème ; vidanger le réservoir, le cas échéant. Réinitialiser les commandes, d'entraînement primaire. -Vérifier les interrupteurs de commande d'entraînement secondaire. -Accumulation de solides pendant l'arrêt
	Les moteurs d'entraînement du râteau ne fonctionnent pas.	-Vérifier que les moteurs d'entraînement ne surchauffent pas. -Vérifier le câble électrique des moteurs d'entraînement de râteau et des commandes d'entraînement.

	L'accumulation de solides pendant l'arrêt empêche-le fonctionnement de l'entraînement	-Agiter la boue devant les bras de râteau avec des tiges ou de l'air, si possible, afin de libérer les bras de râteau pour qu'ils puissent tourner. -Ne pas contourner les commandes d'entraînement (principal ou secondaire) pour démarrer l'entraînement du râteau. Vider le réservoir et désembourber les bras de râteau.
<b>2. L'alarme sonore de surcharge se déclenche</b>	Augmentation du couple sur l'entraînement et le mécanisme	-Arrêter l'alimentation de l'épaisseur et vérifier pour tout problème de fonctionnement ; -Vérifier que le réservoir ne contient pas de corps étrangers.
	l'accumulation de solides pendant l'arrêt empêche-le fonctionnement de l'entraînement.	Agiter la boue devant les bras de râteau avec des tiges ou de l'air, si possible, afin de libérer les bras de râteau pour qu'ils puissent tourner. -Ne pas contourner les commandes d'entraînement (principal ou secondaire) pour démarrer l'entraînement du râteau. Vider le réservoir et libérer les bras de râteau.

	Surcharge de l'épaississeur ;	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les épaisseurs ne sont pas conçus pour l'entropase ; modifier le fonctionnement. Voir les instructions de « Fonctionnement ».</li> <li>- Réduire les solides de l'alimentation</li> <li>- Le lit de boue est trop élevé ou excessif. Augmenter la sousverse</li> </ul>
<b>3. matières solides dans l'effluent</b>	Surcharge de l'épaississeur ;	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Vérifier le débit d'alimentation.</li> <li>-Vérifier la vitesse d'évacuation de la boue, le lit peut être trop élevé.</li> </ul>
	.Floculation inadéquate.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Vérifier la dispersion de particules solides fines, augmenter les produits chimiques.</li> <li>-Vérifier les instructions du fabricant de produits chimiques</li> </ul>
	Le lit de boue dans le réservoir est trop élevé.	L'évacuation de la boue n'est pas suffisante.
	Changement soudain de la qualité de l'alimentation	-Changer le débit ou l'alimentation de produits chimiques ;

## 2.2) Élaboration d'un plan d'action de maintenance préventive

Elaborer un plan préventif, c'est décrire toutes les opérations de maintenance préventive qui devront être effectuées sur chaque équipement. La réflexion sur l'affectation des opérations de maintenance se fait en balayant tous les organes de la décomposition fonctionnelle de l'équipement

Tableau 9: plan d'action de maintenance préventive du ventilateur

équipement	Sous ensemble	Description de la tâche	fréquence	Action en cas de non-conformité
<b>Ventilateur D'assainissement</b>	moteur	Inspecter l'état du moteur	1 semaine	Régler le niveau de graisse
		Démontage du moteur	1 an	Changement du moteur
	turbine	Nettoyage des ailettes de la turbine	1 mois	Eliminer les salissures
		Contrôle de l'équilibrage de la turbine	3 mois	Equilibrage de la turbine
	Palier	Graissage des roulements	1 mois	
		Changement de graisse	6 mois	
		Nettoyage des paliers	3 mois	Eliminer les salissures
		Suivi des tendances vibratoires des paliers	15 jours	

		Suivi des tendances de la température des paliers	15 jours	Serrage des boulons de fixation
	châssis	Inspecter l'état de système de fixation	1 semaine	Réparation des boulons de fixation
	Pavillon	Nettoyage du pavillon	6 mois	Eliminer les salissures
	accouplement	Contrôle de l'état du ressort de l'accouplement	6 mois	Changement si nécessaire
		Contrôle de l'état de joint d'étanchéité de l'accouplement	6 mois	
		Contrôle de l'alignement de l'accouplement	1 mois	
		Graissage de l'accouplement	3 mois	
		Nettoyage du cache de l'accouplement	3 mois	Eliminer les salissures
	roulements	Contrôle du jeu des roulements	1 an	Réglage du jeu Entre 0,05 et 0,08 mm
		Contrôle de l'état des manchons de serrage conique	1 mois	Changement si nécessaire

Tableau 10: plan d'action de maintenance préventive de l'épaisseur

équipement	Sous ensemble	Description de la tache	fréquence	Action en cas de non-conformité
épaisseur	Mécanisme de l'épaisseur	Gardez la plate-forme de l'entraînement et la superstructure libres d'huile, de débris et d'outils	une fois par semaine	Nettoyer les renversements d'huile immédiatement
		Vérifier que tous les couvercles de protection sont en place	Une fois par semaine	
		Vérifier que tous les boulons et écrous sont bien serrés et qu'aucune soudure n'est rompue	Une fois par mois	Serrage des boulons et écrous
		Vérifier les connexions entre les bras et l'arbre de râteau et entre l'arbre de râteau et l'adaptateur à engrenage	Une fois par an	
		Vérifier l'état du réservoir	Une fois par an	Enlever les taches de rouille et repeindre au besoin
		Vérifier le niveau d'huile de l'entraînement (carter d'engrenage principal et boîtier de roulement supérieur)	Une fois par semaine	Ajouter de l'huile, au besoin

	Unité d'entraînement	Vérifier l'état de l'huile d'entraînement échantillonné (carter d'engrenage principal et boîtier de roulement supérieur	6 mois	Changement d'huile
		Evacuer le condensat de l'entraînement (carter d'engrenage principal et boîtier de roulement supérieur)	Une fois par semaine	Changement d'huile
		Vérifier la commande de l'entraînement	Une fois par mois	
		Contrôle de l'état de joints de grille	3 mois	Changement de joints

## Conclusion

Dans ce chapitre on a étudié les causes de défaillance des équipements ensuite on a élaboré des plans d'actions correctives ainsi que préventives pour améliorer l'état de ces équipements

## *Conclusion et perspective*

*Dans le cadre de l'amélioration de la maintenance mécanique des équipements de la nouvelle ligne de production d'acide phosphorique ce travail a permis de :*

- développer les dossiers machines de ces équipements critiques qui permettent une identification rapide et précise de ces équipements et comprend les renseignements nécessaire à un contrôle de ces équipements*
- déterminer les plannings de lubrification de ces équipements afin de préservé leur fiabilité et ainsi de s'assurer de la constante marche de la ligne de production.*
- appliquer un chantier 5S sur la zone d'assainissement des gaz du ventilateur qui a produit des résultats incontestables, résultats qui se manifestent en termes d'habitudes de travail plus adaptées d'amélioration de la sécurité, de la productivité et de qualité de vie, parce que les gens travaillent dans de meilleures conditions.*
- Définir les actions de maintenance à adopter pour ces équipements critiques, et de proposer des solutions techniques, préventives et méthodiques afin de l'amélioration de l'état de ces équipements.*

## Bibliographie

- ✓ *Dossier constructeur du ventilateur d'assainissement*
- ✓ *Dossier constructeur de l'épaisseur*
- ✓ *Cours MR A. El BIYAALI, professeur en département génie mécanique à la FST  
De Fès « Gestion de la maintenance ».*
- ✓ *Manuel de « maintenance industrielle » F. Castellazzi .*

# *ANNEXES*

**ANNEXE 1 : listes des composants du ventilateur d'assainissement**

Maintenance Professionnelle Dossier machine - Liste des composants			Ligne E	03 EC 02	Date:			Page 9
			Ventilateur d'assainissement		Réalisé par :			SUR
Repère	Nom du composant	Description et fonction du composant	Référence fabricant	Fabricant/ Fournisseur	Qté	Référence magasin	MA ou MP	Si MP Classification 1,2,3
	<u>Ventilateur</u>	Assurer le dégagement des gaz qui traversent le laveur des gaz(SCRUBBER) vers le cheminée		Gruber Hermanos				
	Arbre	Transmettre le mouvement de rotation			1			
	Roue	Aspiration des gaz			1			
	Moteur	Générer de l'énergie mécanique		ABB	1			
	Châssis	Supporter le ventilateur			1			

	Enveloppe	Assurer une diffusion d'air en sortie de la roue			1			
	Taper pin DIN1				1			
	Bush				1			
	garde de disque (Disc guard)				1			
	Sonde de température PT-100				2			
	garde d'arbre ( shaft guard)				1			
	Whaser				2			
	Vis DIN 931-934				1			
	Bande de verre traitée 17*6				1			
	Flug G 1/8				3			
	washer DIN440				5			
	Ecrou DIN 965				5			
	Disc				2			
	Vis DIN 933				8			
	Whaser DIN 440				6			
	Goujon DIN 8977-934				4			
	Whaser DIN 125				4			
	Whaser DIN 127				2			
	Vis DIN 931-934				2			

	<b><u>Accouplement</u></b>	Connexion du moteur avec l'arbre		KTR			MP	
	Moyeu à flasque				2		MP	
	Jeu de membranes				2		MP	
	Entretoise				1		MP	
	Vis d'ajustage				4		MP	
	Douille				6		MP	
	Ecrous de sécurité				8		MP	
	Goupille filetée DIN EN ISO 4029				2		MP	
	<b><u>Support antivibration</u></b>	Amortissement du choc					MP	
	Washers DIN127				2		MP	
	Vis DIN933				2		MP	
	Washers DIN128				1		MP	
	Ecrous DIN934				1		MP	

**ANNEXE 2 : listes des composants de l'épaisseur**

Maintenance Professionnelle Dossier machine - Liste des composants			Ligne E	02 ER 05	Date:		Page 11 SUR	
			Epaississeur		Réalisé par :			
Repère	Nom du composant	Description et fonction du composant	Référence fabricant	Fabricant/ Fournisseur	Qté	Référence magasin	MA ou MP	Si MP Classi- fic- ation 1,2,3
	<u>Cône d'évacuation</u>			fls			MP	
528425	poche, guide				1			
552148	plate, wear				4			
	<u>ensemble de râteaux</u>	Les râteaux servent à déplacer le matériau décanté vers le centre de l'épaisseur d'où le matériau		fls			MP	
646603	Arbre râteau				1			
646610-01	Bras de râteau coté gauche				1			
646610-02	Bras de râteau coté droite				1			

485812-01	Support, Bras de rateau coté gauche				1			
485812-02	Support, Bras de rateau coté droite				1			
646609-01	PICKET 1, Bras de rateau				1			
646609-02	PICKET 2, Bras de rateau				1			
646609-03	PICKET 3, Bras de rateau				1			
646609-04	PICKET 4, Bras de rateau				1			
646609-05	PICKET 5, Bras de rateau				1			
646609-06	PICKET 6, Bras de rateau				1			
646609-07	PICKET 7, Bras de rateau				1			
646609-08	PICKET 8, Bras de rateau				1			
	<b><u>tuyau d'alimentation et de flocculant</u></b>	Alimenter le réservoir avec du flocculant ainsi que la pulpe du phosphate						
655941	Support, feedwell, well end				1			
655942	Support, feedwell, Middle				1			
639022	Support, feedwell, through end				1			
639020-01	tuyau d'alimentation, section de distribution				1			
639020-02	tuyau d'alimentation, section principale				1			
639024-02	tuyau de flocculant, side run				1			
639024-03	tuyau de flocculant, end run				1			
639024-04	tuyau de flocculant, top run				1			
639023-01	Support, tuyau d'alimentation				2			
639023-02	Support, tuyau d'alimentation				1			

639023-05	Support, tuyau de flocculant				1			
639023-08	Support, tuyau de flocculant				5			
639023-09	Support, tuyau de flocculant				2			
588690-10	Hanger, Clevis, Ø8'tuyau				2			
83747E	U-bolt, Ø4"tuyau				3			
83747A	U-bolt, Ø2"tuyau				10			
86801L	FLANGE Blind, Ø4"x150#				1			
655944-10	Joint, Bride , Ø4"x150#, Raised Face				1			
655944-13	Joint, Bride , Ø8"x150#, Raised Face				2			
655940-04	Valve ball, Ø2', SOCKET WELD				3			
639024-01	tuyau de flocculant, Header							
	<b><u>Puits d'alimentation</u></b>	Dissiper l'énergie dans le flux d'alimentation d'arrivée et fournir une chambre de ménage et assurer une distribution uniforme des solides		fls			MP	
654770	FEEDWELL, E VOLUTE, SECTION 1 , 5.5M				1			
654771	FEEDWELL, E VOLUTE, SECTION 2 , 5.5M				1			
654772	FEEDWELL, E VOLUTE, SECTION 3 , 5.5M				1			
654773	FEEDWELL, E VOLUTE, SECTION 4 , 5.5M				1			

654774	MIXTROUGH, P DUC				1			
	<b><u>mélangeur de dilution</u></b>						MP	
	Moteur électrique				1			
	boite à vitesse				1			
	plaque de montage				1			
	Accouplement				1			
	Arbre				1			
	EKATO Draft Tube circulator				1			
	<b><u>Système d'entraînement</u></b>	Entraînement des râteaux		fls				
544340	ensemble de palier supérieur				4			
85471M	PLUG, SQ HD Vented, 2 1/2' NPT				1			
F13749	Vis, U-drive, #4x 1/4				4			
903155A	plaque lubrifiant				1			
F10223	CPSCR, Hx HD, 3/4-10NCx 1 1/2				72			
F11162	WSHR Type A_N, 3/4				44			
F10867	ecrou, HX, 3/4-10NC				30			
F50457	CPSCR, HX HD FL THD				4			
904835A	Drive Cover - B60P-4				1			
115066F	roulements à billes de précision				1			
114933A22A	MAN Gear				1			
549124	CPSR,SKT HD5/8-11x4 UNBRAK0				60			

88683C	joint à lèvres				14			
904819F	adaptateur d'engrenage				1			
F11145	CPSCR, SKT HD, 5/8-11NCx2 1/2				45			
F11195	WSHR Type A_N, 5/8				45			
46767DL	anneau de retient				1			
1189891-01	Breather				1			
F11163	PPE Union, 1/2' FPT				1			
46767Bx	anneau de retient				1			
F161415	roulements, CYL RLR				1			
49793AL	joint OL				1			
F60191	roulements , SHER RLR				1			
549617	pignon et arbre				1			
642041	Moteur, 7,5 KW(10 HP), EC 132 660 V/50Hz				4			
543916FP	réducteur primaire, EC132/B5 55,80;1				4			
588277	ensemble de commande d'entraînement(sans changement de cellule)				4			
543917D	réducteur final- 25,80:1				4			
543918	accouplement				4			
544339	adaptateur, 18MMx3/8"FPT				4			
M023902	NPPLE, 3/8 SCH 40x11/2				4			
M023403	ELBOW, 150#, 3/8 FPT				4			

544342	NPPLE, 3/8 SCH 40x21/2				4			
544848	CPSCR, SOC HD, 5/8-11NCx71/2				30			
M024589	WSHR, type A-W, 3/4"				4			
F10801	NPPLE 3/8 SCH 40x2				4			
1048036-03	COCK, 3/8 NPT-F				4			
543913	bras de couple supérieure				1			
543920	bras de couple inférieure				1			
905584A	end cap				2			
905572A	fin tige avec goujon				1			
587716	bloque, cellule de charge fictive				1			
905575A	goujon, cellule de charge				1			
905583A	plaque d'ajustement				1			
905574A	boite de jonction				1			
905582A	flasque				2			
M033843	écrou, Hx, 3/8-24NF				3			
1102526-01	Vis à oreille, 1/4-20NCx1				1			
F11600	CPSCR, Hx HD, 1/4-20NCx 5/8				4			
F10893	écrou, Hx, 1/4-20NC				1			
F15362	CPSCR, Hx HD, 3/8-16NCx11/8				4			
F50468	WSHR, PLN TYPE A-N, 3/8				4			
M033842	CPSCR, SKT HD, #10-24NCx 5/8				2			
M034007	CPSCR, SKT btn HD, #10-24NCx 3/8				4			

543924	CPSCR, SKT HD, 7-16-14NCx 13/4				8		
M026992	écrou, Hx, 3/8-24NF				1		