

*Office chérifien des phosphates*

*Faculté des Sciences et Techniques de Fès*



*Département de Génie Industriel*



*LST de Génie Industriel*

## **Projet de Fin d'Etudes**

*Lancer un chantier de fiabilisation des pompes  
alimentaires de la centrale de IMACID.*

**Lieu** : *Indo Maroc Phosphore, OCP Jorf Lasfar, El Jadida.*

**Référence** : *23 /17GI*

**Préparé par :**

- *Marwa Boussaid.*
- *Jamila Bakour.*

**Encadré par :**

- *Mr. Abdelaziz Zbidi (Encadrant Société).*
- *Pr Fahd Kaghat (Encadrant FST).*

**Soutenu le 08 Juin 2017 devant le jury composé de :**

- *Pr F. Kaghat (Encadrant FST).*
- *Pr A. Chafi (Examineur).*
- *Pr. F. Belmajdoub (Examineur.)*

## *Dédicace*

*A nos chers parents, aucun mot ne pourra exprimer nos sentiments et notre gratitude envers vous.*

*A nos très chères sœurs et frères,*

*A tous nos chers collègues.*

*A tous ceux qui nous aiment.*

*Et à tous ceux qu'on aime.*

*On dédie le fruit de notre projet de fin d'études.*

## *Remerciement*

- ❖ *Au terme de ce travail, on tient à présenter nos sincères remerciements à la direction d'OCP et l'entité HSE pour ces sensibilisations vis-à-vis des stagiaires, en leurs accordants des stages.*
  - ❖ *Nos vifs remerciements à Ing. Abdelaziz Zbidi et parrain de stage pour leur encadrement, leur accueil, Leur précieux conseil, et leur fructueuse orientation.*
  - ❖ *Nos profond remerciement et immense respect à Mr. Hassan Raza d'avoir dirigé ce travail par leur riche expérience tout au long de notre période de stage.*
  - ❖ *Nous remercions ainsi l'ensemble du personnel d'entité IMACID qui nous avons pris contact pendant la durée de notre stage.*
  - ❖ *En fin nos remerciement vont aussi à notre encadrant Mr kaghat et à l'ensemble des enseignants de la Faculté des Sciences et Techniques Fès pour leurs connaissances qu'ils nous ont permis d'acquérir.*
- Merci à toutes et à tous.*

# Sommaire:

➤ <b>CHAPITRE I :</b> Présentation de l'organisme d'accueil.	
1. Présentation du groupe OCP.....	9
2. Présentation du Jorf Lasfar.....	10
3. Joint-ventures d'OCP.....	11
4. Présentation d'IMACID.....	11
4.1- Ateliers IMACID.....	12
a. Atelier sulfurique.....	12
b. Atelier phosphorique.....	12
c. Atelier utilités.....	12
5. Présentation de service d'accueil : Maintenance mécanique.....	13
➤ <b>CHAPITRE II :</b> OCP Production System & maintenance professionnelle.	
<b>I. OCP Production system : OPS.....</b>	<b>15</b>
1. Présentation de l'OPS.....	15
1.1- Définition & principe.....	15
1.2- Constitutions de l'OPS.....	15
<b>II. Présentation de la maintenance professionnelle.....</b>	<b>17</b>
1. Objet de la maintenance professionnelle.....	17
2. Les neuf fondamentaux de la maintenance professionnelle.....	17
<b>III. Les sept étapes de processus de fiabilisation.....</b>	<b>18</b>
➤ <b>CHAPITRE III :</b> FIABILISATION DES POMPES ALIMENTAIRES.	
<b>I. Introduction technique.....</b>	<b>21</b>
1. Enoncé du sujet de stage.....	21
2. Description de la méthodologie de travail.....	25
3. Définition des pompes alimentaires et leurs types.....	25
<b>II. Etude d'équipement à analyser (pompe alimentaire).....</b>	<b>27</b>
1. Fiche technique de la pompe.....	27
2. Identification et détails des sous-ensembles.....	28
3. Les composants et leurs fonctionnements.....	29
<b>III. Analyse des pannes probables en utilisant l'AMDEC.....</b>	<b>31</b>
1. Détermination des grilles.....	31
a. Gravité.....	31
b. Fréquence.....	31
c. Détectabilité.....	31
2. Méthode d'analyse des pompes : AMDEC.....	32
3. Analyse Pareto de pannes critique.....	35
<b>IV. Analyse des causes racines.....</b>	<b>36</b>
<b>V. Plan d'action.....</b>	<b>37</b>
<b>VI. Mode Opérateur.....</b>	<b>38</b>
<b>VII. Elaboration d'un plan de maintenance.....</b>	<b>39</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>41</b>

### **Liste des figures :**

Figure 1 : image satellitaire du Jorf Lasfar.

Figure 2 : Les joint-ventures du Jorf Lasfar.

Figure 3 : Organigramme d'IMACID.

Figure 4 : Organigramme de service d'accueil.

Figure 5 : Constituants de l'OPS.

Figure 6 : les 9 fondations de la maintenance.

Figure 7 : Les sept étapes du fiabilisation d'un équipement.

Figure 8 : Circuit de production de IMACID.

Figure 9 : pourcentage des équipements de chaque zone.

Figure 10 : Calendrier des tâches à réaliser.

Figure 11 : Caractéristique des pompes alimentaire centrifuge et volumétrique.

Figure 12 : Type de la pompe à étudiée.

Figure 13 : Structure d'une pompe alimentaire centrifuge multicellulaire Sulzer.

Figure 14 : Composants des sous-ensembles de la PPE.

Figure 15 : Analyse Pareto des pannes critique des pompes alimentaire 120IP03/04.

Figure 16 : Les 5 pourquoi.

### **Liste des tableaux :**

Tableau 1 : Classification des équipements de la CTE de IMACID.

Tableau 2 : Fiche technique de la PPEA.

Tableau 3 : Fonctionnement des composants.

Tableau 4 : Gravité.

Tableau 5 : Fréquence.

Tableau 6 : Détectabilité.

Tableau 7 : Tableau AMDEC.

Tableau 8 : Plan d'action.

Tableau 9 : Mode Opérateur d'alignement d'accouplement.

Tableau 10 : Plan de maintenance : systématique.

Tableau 11 : Contrôles et tâches à réaliser.

## *Abréviation*

**PPEA** : Pompe alimentaire.

**CTE** : centrale thermoélectrique

**OCP** : Office chérifien des phosphates.

**OPS** : OCP production system

**IMACID** : Indo Maroc Phosphore.

**AMDEC** : Analyse des modes de défaillance et leur criticité.

**MTBF**: Mean time between failures.

**MTTR**: Mean time to repair.

# *Introduction*

*L'entreprise se trouve aujourd'hui, plus que jamais, dans un marché qui exige des contraintes de qualité, de coût et de délai. Afin de réussir cet équilibre, l'entreprise est amenée à éliminer tout gaspillage et mauvaise gestion et à investir de plus en plus dans ses infrastructures. Elle doit ainsi augmenter sa compétitivité et assurer, en même temps, la fiabilité, la maintenabilité, la disponibilité et la sécurité de ses installations, dans le souci d'une amélioration continue de ses capacités de service.*

*Nous avons effectué notre stage de fin d'étude au sein d'IMACID joint-venture de l'OCP Jorf Lasfar El Jadida, et nous avons eu comme sujet de stage « la fiabilisation des pompes alimentaire 120IP03/04 de la centrale thermoélectrique d'IMACID » qui font partie des équipements les plus critique de IMACID.*

*Ce rapport est le fruit de notre travail durant la période de notre stage (du 07/04/2017 au 30/05/2017), et il est constitué de 3 chapitres :*

*Chapitre I : présentation de l'organisme d'accueil.*

*Chapitre II : description d'OPS «OCP production system » et la maintenance professionnelle.*

*Chapitre III : Enoncé et description de sujet de stage qui est la fiabilisation des pompes alimentaire de référence 120IP03/04. Les étapes qu'on a essayé de suivre sont :*

*-préparation du dossier machine qui est constitué d'une fiche technique de la pompe alimentaire, détails des sous ensemble et des composants de la pompe et une description du rôle de chaque composant.*

*-Ensuite on a fait une analyse AMDEC permettant de déterminer les modes de défaillance les plus critiques et une Analyse des 5 pourquoi pour connaitre les causes racines de ces modes de défaillances.*

*-A la lumière des résultats obtenus par cette étude, nous avons établi un plan d'action et un exemple d'un mode opératoire d'alignement d'accouplement du groupe motopompe ainsi qu'un plan de maintenance détaillé.*

# Chapitre 1 : *Présentation de l'organisme d'accueil.*

- *Ce chapitre a pour objectif de :  
→ Donner un aperçu général sur Indo Maroc Phosphore, au tant qu'organisme d'accueil où on a effectué notre PFE.*



## 1. Présentation du groupe OCP.



Le **groupe OCP** (anciennement Office chérifien des phosphates), fondé le 7 août 1920 au Maroc et transformé en 2008 en une société anonyme (*OCP SA*), est l'un des principaux exportateurs de phosphate brut, d'acide phosphorique et d'engrais phosphatés dans le monde avec un portefeuille de 130 clients et une présence sur les cinq continents.

Le groupe OCP compte près de 20 000 collaborateurs implantés principalement au Maroc sur 4 sites miniers et 2 complexes chimiques, ainsi que sur d'autres sites internationaux. Le groupe détient plusieurs filiales à l'intérieur et à l'extérieur du Maroc. En 2011, son chiffre d'affaires s'élevait à 5 milliards d'euros.

Le groupe OCP a développé des relations durables avec plusieurs de ses clients qui vont au-delà de stricts arrangements commerciaux. Le groupe a, au fil des ans, mis en place plusieurs joint-venture de transformation avec des usines au Maroc et à l'étranger avec des partenaires de premier plan venant de Belgique, de Brésil, d'Allemagne, d'Inde et de Pakistan, Polonais, Canada, Mexique, Ukraine.

## 2. Présentation du Jorf Lasfar :



***Figure 1 : Image satellitaire du Jorf Lasfar.***

**Jorf Lasfar** est un [port](#) marocain en eau profonde à vocation minéralière, énergétique et diverse. Il est le premier et le plus grand port minéralier de l'Afrique. Il se trouve à proximité du Cap Blanc, au Sud, à 17 km environ de la ville d'El Jadida, et s'ouvre sur l'océan Atlantique dans une position stratégique.

Le port de Jorf Lasfar, outre sa vocation première de transit des produits phosphatiers et conventionnels, se trouve dans une région (région de Doukkala) qui se distingue par ses richesses agroalimentaires, touristiques et potentialités industrielles<sup>1</sup>.

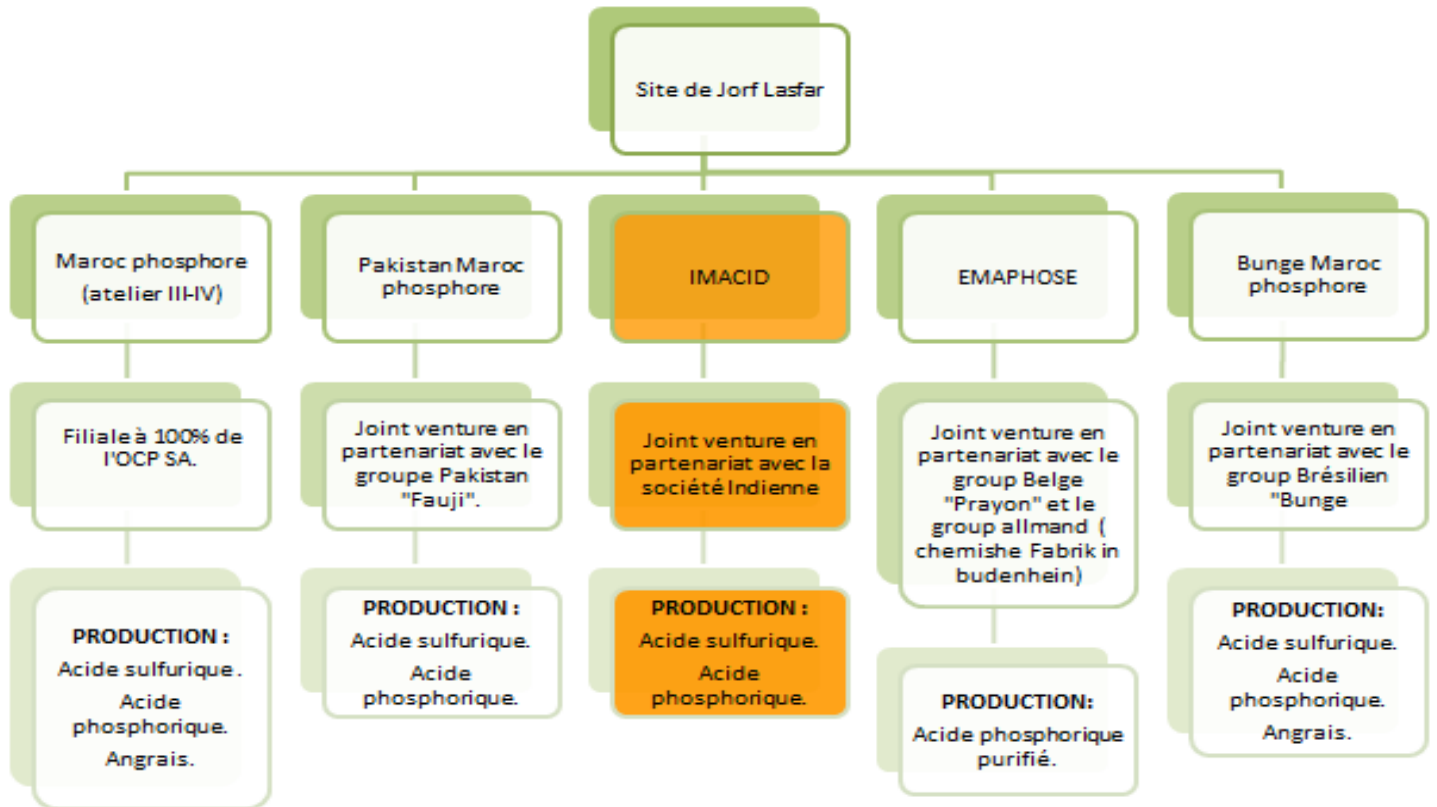
Il dispose de capacités nautiques lui permettant d'accueillir des navires de port en lourd de 120 000 tonnes.

Traitant actuellement près de 12 millions de tonnes, le port de Jorf Lasfar est conçu pour répondre à un trafic maritime de plus de 25 millions de tonnes grâce à ses infrastructures, à son outillage et au développement des complexes phosphatiers et thermique et d'une zone industrielle.

En 2012, les groupes Archirodon, OCP et ONE ont investi \$240 millions pour réaménager la zone industrielle de Jorf Lasfar et redynamiser son activité industrielle et portuaire.

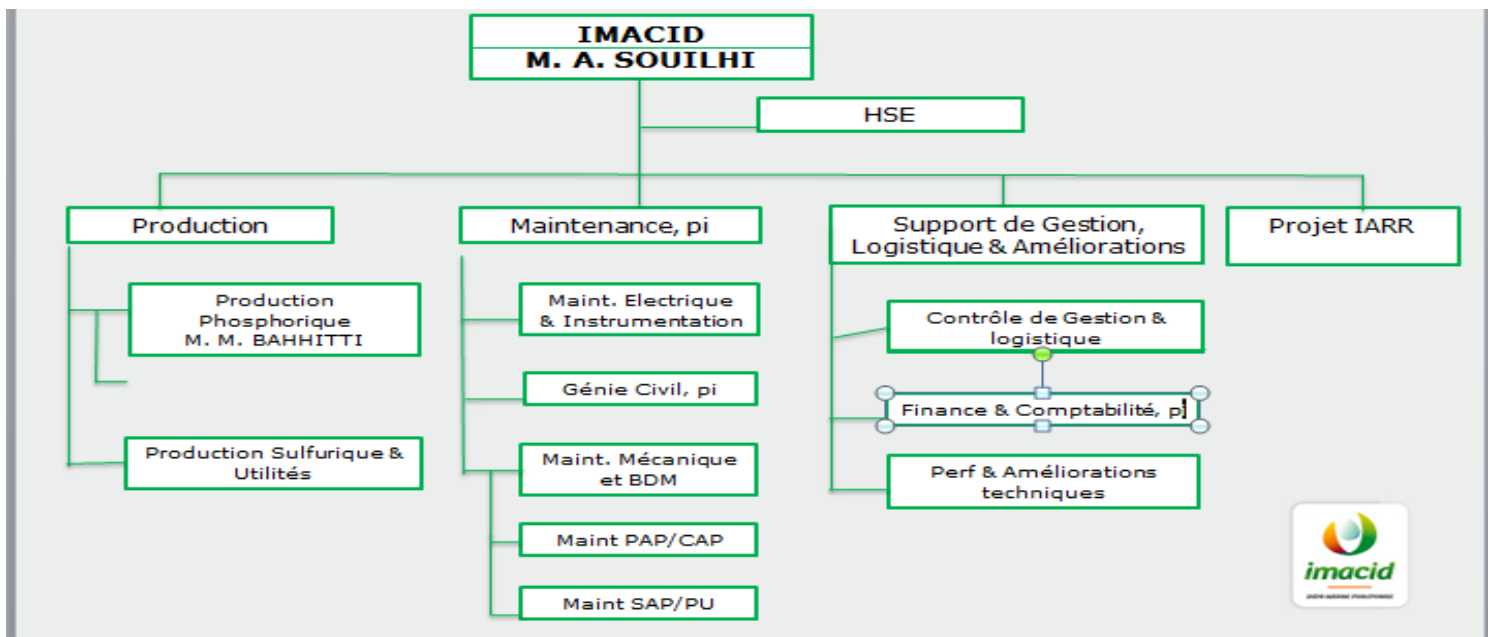
### 3. Joint-ventures d'OCP Jorf Lasfar :

OCP Jorf Lasfar dispose de plusieurs joint-ventures :



*Figure 2 : les joint-Ventures du Jorf Lasfar.*

### 4. Présentation d'IMACID :



*Figure 3 : Organigramme d'IMACID*

#### **4.1 Ateliers D'IMACID :**

Pour assurer sa production annuelle d'environ 500 000 tonnes  $P_2O_5$  (qui nécessite 372 000 tonnes de soufre, 3 millions  $m^3$  d'eau de procédé, 120 millions  $m^3$  d'eau de mer, 1,37 million de tonnes des phosphates de Kouribga, et 1,12 Million de tonnes d'acide sulfurique) IMACID dispose d'un ensemble d'ateliers qui rassemblent leurs biens et services.

##### **a. Atelier sulfurique**

Cet atelier a pour fonction principale la production de l'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ), selon le procédé MONSANTO à double absorption, à partir du soufre liquide. Il génère aussi la vapeur utile à la production de l'énergie électrique. Sa capacité journalière est 3800 tonnes monohydrates.

##### **b. Atelier phosphorique**

Avec un procédé de PRAYON MARK IV, cet atelier s'occupe de la conversion du phosphate en acide phosphorique concentré à 54%. Sa capacité nominale est de 1400 tonnes  $P_2O_5$  par jour.

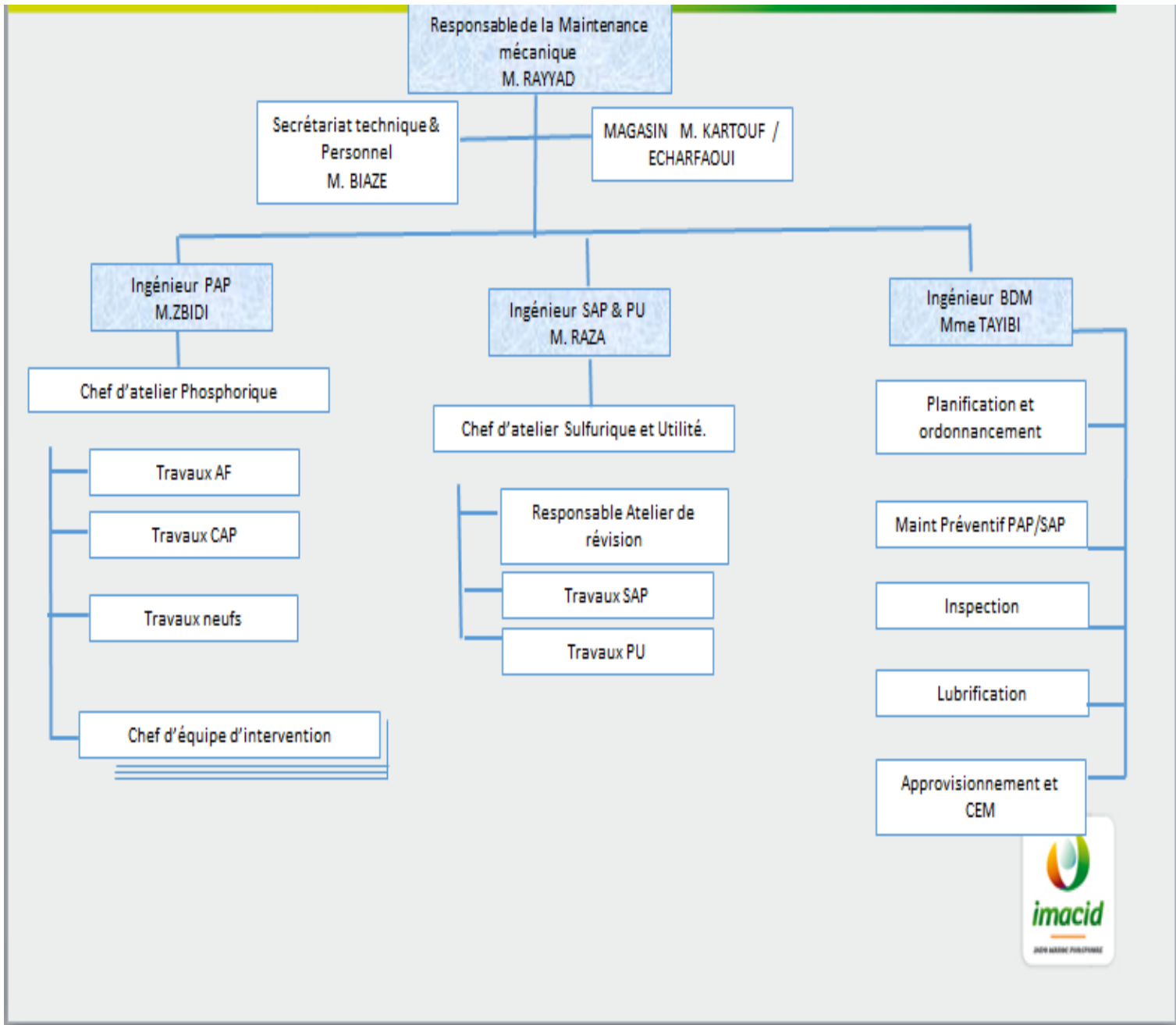
##### **c. Atelier utilités**

Cet atelier est destiné à la production de l'énergie électrique, la gestion de la vapeur et le traitement des eaux nécessaire à la production de l'acide phosphorique  $P_2O_5$ . Il comporte :

- Une centrale thermoélectrique (CTE)
- Une unité de traitement des eaux (TED)
- Une station de reprise d'eau de mer (REM)

## 5. Présentation de service d'accueil : Maintenance Mécanique

Organigramme de service maintenance mécanique :



**Figure 4 : Organigramme du service d'accueil.**

# Chapitre **2** : *OCP Production system* & *la maintenance professionnelle.*

➤ *Ce chapitre a pour objectif :*

➔ *Connaître le system appliqué  
à l'OCP et l'origine de la  
maintenance professionnelle.*

## **I. OCP Production system :**

Avant de commencer le traitement de sujet, une pré connaissance de l'OCP Production System est primordiale pour connaître l'origine de la maintenance professionnelle.

### *INTRODUCTION*

OCP vit, depuis 2006, une profonde transformation qui devra lui permettre de renforcer de manière incontestée son rang de leader de l'industrie des phosphates.

La principale initiative de recherche de l'excellence opérationnelle qu'a lancée l'OCP était en Avril 2009. Baptisée IQLAA, elle a pour but de faire émerger, au sein de l'entreprise une nouvelle culture de la performance.

Ses objectifs sont clairs : « La démarche IQLAA de transformation opérationnelle vise éliminer des goulots d'étranglement au niveau de la production, à baisser les coûts opérationnels, à améliorer la qualité et à réduire les délais », résume Amar Drissi, Directeur Exécutif en charge du pôle industriel.

Dans la continuité de cette quête d'excellence, la transformation opérationnelle du pôle Industriel se poursuit avec la mise en place d'OCP Production System (OPS) depuis juin 2012.

#### **1. Présentation de l'OCP Production System :**

##### **1.1- Définition et principe :**

L'OPS est un programme de Management Industriel développé avec la Centrale Paris (Inspiré des meilleures pratiques du système WCM et des expériences de gestion passées (Cercles Qualité, TQM, TPM, Lean...), il aide à appliquer au quotidien les meilleures pratiques pour accélérer la marche du groupe vers l'excellence opérationnelle.

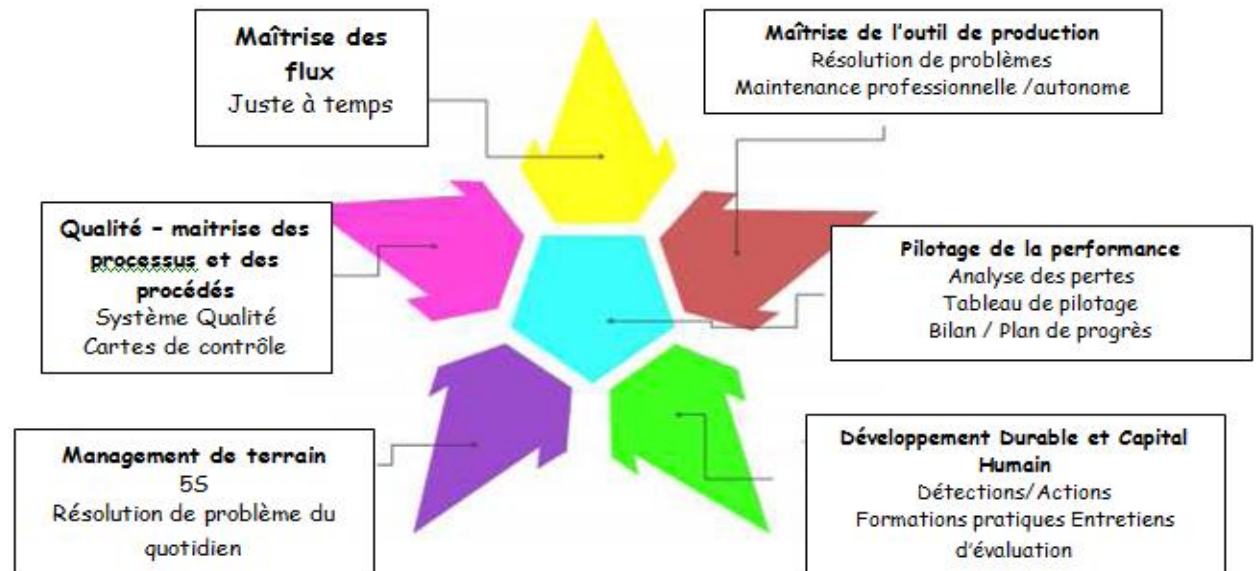
- L'OPS s'appuie sur 3 principes fondamentaux :
  - L'implication des équipes : l'homme est au cœur de l'entreprise ;
  - La voix du client (interne ou externe) doit être entendue dans l'usine, de tous ;
  - La passion du détail sur toute la chaîne de valeur.

##### **1.2- Constitution de l'OPS :**

L'OPS est un système complet destiné à améliorer la productivité et les performances de l'entreprise par :

- L'identification des pertes : ce qui consomme des ressources sans apporter de valeur au client ;
- La concentration des moyens sur les pertes principales: pannes, déchets, ... en appliquant des méthodes avec rigueur.

Il est constitué de six blocs :



**Figure 5 : constituants de l'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 fait 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 nous intéressons pas aux autres blocs. Le bloc qui contient la maintenance professionnelle c'est la maîtrise de l'outil de production.



## I. 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 reconnaître ce qui ne se voit pas (le préventif), plutôt que ce qui se voit (les dépannages) ;

### 1. 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.

### 2. Les Neuf fondations de la maintenance professionnelle :

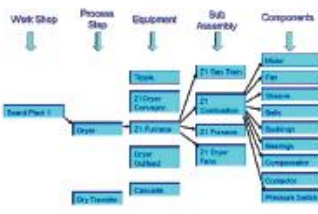





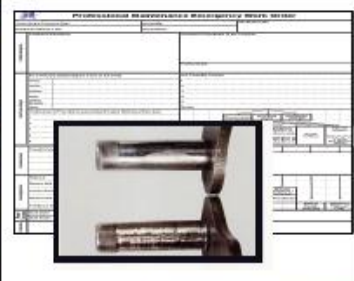
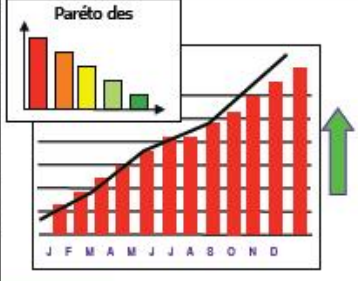
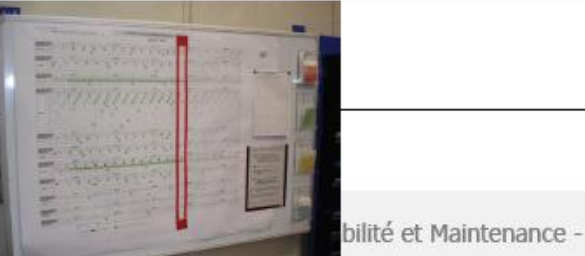
Les 9 fondations sont les 9 processus fondamentaux d'amélioration d'un service de maintenance, il ne préjuge pas de l'organisation, mais elles visent plutôt à construire et améliorer constamment les bases solides d'un système de maintenance.

Les 9 fondations de la maintenance professionnelle sont définies par les tâches suivantes:

- Établir la classification des équipements AA, A, B et C ;
- Etablir le système de gestion des pannes, recueil des informations, analyser les défaillances, ...
- Développer les dossiers machines : compétences équipements ;
- Gérer les pièces de rechange, magasin ;
- Améliorer les ressources de maintenance :
  - ✚ 5S à l'atelier de maintenance.
  - ✚ gestion des compétences technologiques et méthodes.

✚ gestion des sous-traitants.

- Gérer de la lubrification ;
- Définir les flux d'informations et de pièces ;
- Établir, suivre, analyser les indicateurs clefs, piloter la démarche de progrès ;
- Développer un système simple et efficient d'inspection et de surveillance des équipements ;

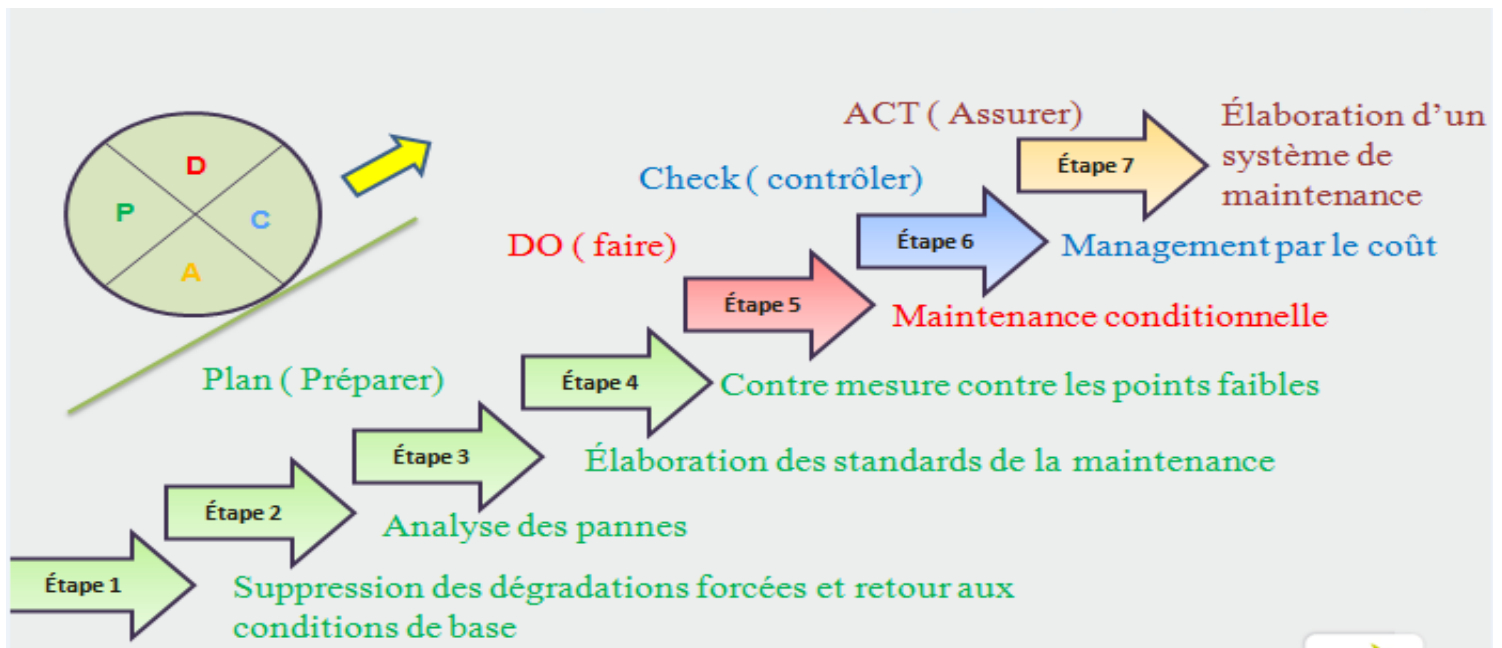
Classification des équipements	Flux d'info. et de pièces	Dossiers machines	Pièces de rechange
			
Ressources de maintenance	Gestion de la lubrification	Analyse des pannes	Indicateurs et suivi
			
<p><b>Système d'inspection avec du personnel formé et compétent</b></p>			

*Figure 6 : les 9 fondations de la maintenance.*

## II. Les sept étapes du processus de fiabilisation :

Un système est dit « fiable » lorsque la probabilité de remplir sa mission sur une durée donnée correspond à celle spécifiée dans le cahier des charges.

Sur un équipement critique choisi, les sept étapes d'un chantier de fiabilisation sont :

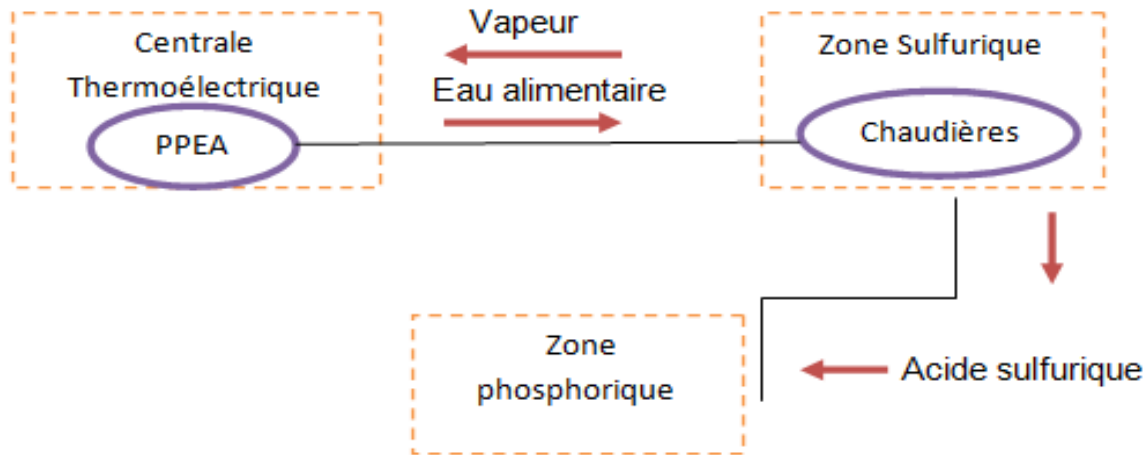


**Figure 7 : les 7 étapes de la fiabilisation d'un équipement.**

# Chapitre 3 : *La fiabilisation des pompes alimentaires 120IP03/04*

## I. Introduction technique :

### 1. Enoncé du sujet de stage.



*Figure 8 : Circuit de production de IMACID.*

Vue la position critique des pompes alimentaires d'eau au cours de la production d'acide phosphorique et selon une classification des équipements faite par IMACID, ça nécessite une fiabilisation de cet équipement afin d'éviter toute perte. D'où la raison de choisir comme sujet de stage : **Lancer un chantier de fiabilisation des pompes alimentaires.**

→ Méthode de classification utilisée par IMACID pour la classification des équipements de la centrale thermoélectrique :

1. Lister tous les équipements

2. Evaluer tous les équipements selon la méthode TDPC:

- **T** : Temps de réparation.
- **D** : Degré d'influence.
- **P** : Probabilité de panne.
- **C** : Criticité de l'équipement.

3. Le résultat sera une classification avec les critères suivants:

- **5%**: Classe AA
- **15%**: Classe A
- **60%**: Classe B
- **20%**: Classe C.

➤ Les résultats obtenus sont comme suit :

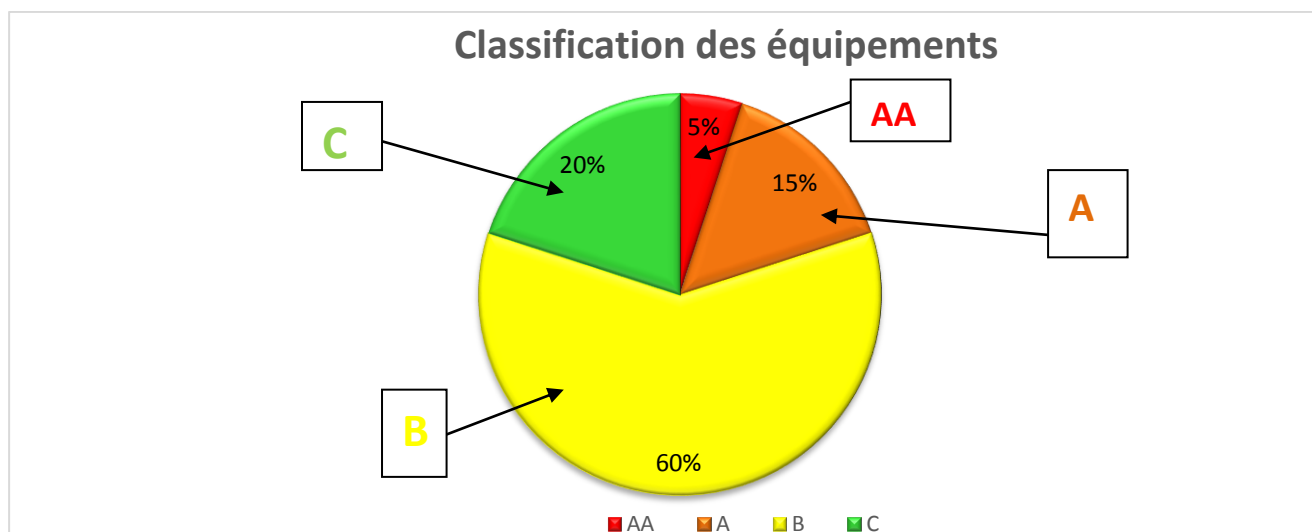


Figure 9 : pourcentage des équipements de chaque zone.

D	E	F	J	L
atelier	équipement	repère géographique	score de la classification	classe
CTE	Groupe turbo alternateur	120 T01 GTA	150	AA
CTE	Compresseur d'air	124 AC 01	134	AA
CTE	Compresseur d'air	124 AC 02	134	AA
CTE	Pompe alimentaire	120IP03	125	AA
CTE	Pompe alimentaire	120IP04	125	AA
CTE	Pompe de reprise eau de mer BP vers sulfurique+utilités	126 IP 01	114	A
CTE	Pompe de reprise eau de mer BP vers sulfurique+utilités	126 IP 02	114	A
CTE	Pompe de reprise eau de mer BP vers sulfurique+utilités	126 IP 03	114	A
CTE	Pompe de reprise eau de mer BP vers sulfurique+utilités	126 IP 04	114	A
CTE	Pompe de reprise eau de mer HP vers phosphorique	126 IP 06	109	A
CTE	Pompe de reprise eau de mer HP vers phosphorique	126 IP 07	109	A
CTE	Pompe alimentaire ultime secours	120IP05	104	A
CTE	Pompe d'alimentation d'eau désiliciée vers l'atelier sulfuri	125 IP 22	104	A
CTE	Pompe d'alimentation d'eau désiliciée vers l'atelier sulfuri	125 IP 23	104	A
CTE	Pompe de reprise eau de mer HP vers phosphorique	126 IP 05	99	A
CTE	Collecteur de vapeur HP	120 AR 10	97	A
CTE	Stockage d'eau désiliciée	125 IR 04	95	A
CTE	Réseau eau alimentaire		95	A
CTE	Collecteur de vapeur MP	120 AR 11	88	A
CTE	Pompe de désurchauffe	120IP 06	84	B
CTE	Pompe de désurchauffe	120IP 07	84	B
CTE	Pompe de désurchauffe	120IP 08	84	B
CTE	Chaîne de production d'eau désiliciée		79	B
CTE	Condenseur principal	120 IE 01	79	B
CTE	Condenseur auxiliaire	120IE02	75	B
CTE	Bache alimentaire	120 IR 02	73	B
CTE	Pompe de reprise d'eau brute vers filtration+centrale+Sulf	125 IP 04	65	B
CTE	Pompe de reprise d'eau brute vers filtration+centrale+Sulf	125 IP 05	65	B
CTE	Bache à condensats	120 IR 01	64	B
CTE	Bache eau de Noria	120 IR 06	64	B

CTE	refroidisseur de condensats	120 IE 04	55	B
CTE	Bassin de reprise d'eau brute	125 I R 01	54	B
CTE	Polisseur	125 AK 03	51	B
CTE	Polisseur	125 BK 03	51	B
CTE	Pompe d'alimentation chaine primaire	125 IP 12	50	B
CTE	Pompe d'alimentation chaine primaire	125 IP 13	50	B
CTE	Pompe d'alimentation chaine primaire	125 IP 14	50	B
CTE	Réseau d'eau de mér	101 FS 06	42	B
CTE	Pompe de reprise d'eau brute vers Phosphorique	125 IP 01	34	B
CTE	Pompe de reprise d'eau brute vers Phosphorique	125 IP 02	34	B
CTE	Sécheur	124 IS 01	30	B
CTE	Sécheur	124 IS 02	30	B
CTE	Pompe d'alimentation d'eau désiliciée vers la centrale	125 IP 25	30	B
CTE	Pompe d'alimentation d'eau désiliciée vers la centrale	125 IP 26	30	B
CTE	Pompe de reprise eau de Noria	120IP 10	30	B
CTE	Pompe de reprise eau de Noria	120IP 11	30	B
CTE	Pompe d'alimentation Défineur et stockage résine et la délution réactifs chaine primaire	125 IP 16	30	B
CTE	Pompe d'alimentation Défineur et stockage résine et la délution réactifs chaine primaire	125 IP 17	30	B
CTE	Pompe de reprise de condensat	120IP01	25	B
CTE	Pompe de reprise de condensat	120IP02	25	B
CTE	Pompe d'extraction de condensat	120AP01	25	B
CTE	Pompe d'extraction de condensat	120 KP 01	25	B
CTE	Echangeur Noria	120 IE 05	24	B
CTE	Echangeur Noria	120 IE 06	24	B
CTE	Bassin de stockage d'eau brute	125 I R 02	24	B
CTE	Réservoir d'air comprimé	124 IR 01	24	B
CTE	Réservoir d'air comprimé	124 IR 02	24	B
CTE	Surpresseurs	125 IC 01	24	B
CTE	Surpresseurs	125 IC 02	24	B
CTE	Filtre à air	101 FS 01	24	B
CTE	Ballon de détente sous prèssion	101 FR 03	24	B
CTE	Soupape de sureté		23	B
CTE	Pompe diésel d'alimentation réseau incendie	125 IP 09	23	B
CTE	Pompe de reprise d'eau brute vers Phosphorique	125 IP 03	20	B
CTE	Pompe électrique d'alimentation réseau incendie	125 IP 08	19	B
CTE	Pompe doseuse H2SO4 vers chaines primaires	125 AP 01	19	B
CTE	Pompe doseuse H2SO4 vers chaines primaires	125 BP 01	19	B
CTE	Pompe doseuse NaOH vers chaines primaires	125 AP 02	19	B
CTE	Pompe doseuse NaOH vers chaines primaires	125 BP 02	19	B
CTE	Bac de stockage eau potable	125 IR 05	19	B

CTE	Pompe doseuse H2SO4 vers polisseurs	125 AP 03	15	B
CTE	Pompe doseuse H2SO4 vers polisseurs	125 KP 03	15	B
CTE	Pompe doseuse NaOH vers polisseurs	125 AP 04	15	B
CTE	Pompe de reprise d'eau potable	125 IP 28	15	C
CTE	Pompe de reprise d'eau potable	125 IP 29	15	C
CTE	Pompe de reprise d'eau potable	125 IP 30	15	C
CTE	Défineur	125 IS 01	15	C
CTE	Station de traitement d'eau potable		15	C
CTE	Réservoir de stockage des résines	125 IS 02	15	C
CTE	Pompe d'épuisement	125 IP 07	15	C
CTE	Ballon de purges atmosphériques	120 AR 12	15	C
CTE	Pompe de vidange	101 FP 04	15	C
CTE	Pompe drainage	112 FP 07	15	C
CTE	Ballon de détente atmosphérique	101 FR 02	15	C
CTE	Pompe de lavage des filtres et eau potable	125 IP 10	11	C
CTE	Pompe de lavage des filtres et eau potable	125 IP 11	11	C
CTE	Pompe de dilution réactifs polisseurs	125 IP 19	11	C
CTE	Pompe de dilution réactifs polisseurs	125 IP 20	11	C
CTE	Réservoir stockage H2SO4	125 IR 09	11	C
CTE	Réservoir stockage H2SO4	125 IR 10	11	C
CTE	Réservoir stockage NaOH	125 IR 11	11	C
CTE	Réservoir stockage NaOH	125 IR 12	11	C
CTE	Pompe de dépotage NaOH	125 IP 32	11	C

*Tableau1: Classification des équipements de la CTE.*

Après cette classification, on a trouvé que les pompes d'eau alimentaire 120IP03/04 sont de classe AA, elles sont parmi les équipements les plus critiques de IMACID de la centrale thermoélectrique. Alors la fiabilisation de ces pompes est nécessaire.



## 2. Description de la méthodologie de travail :

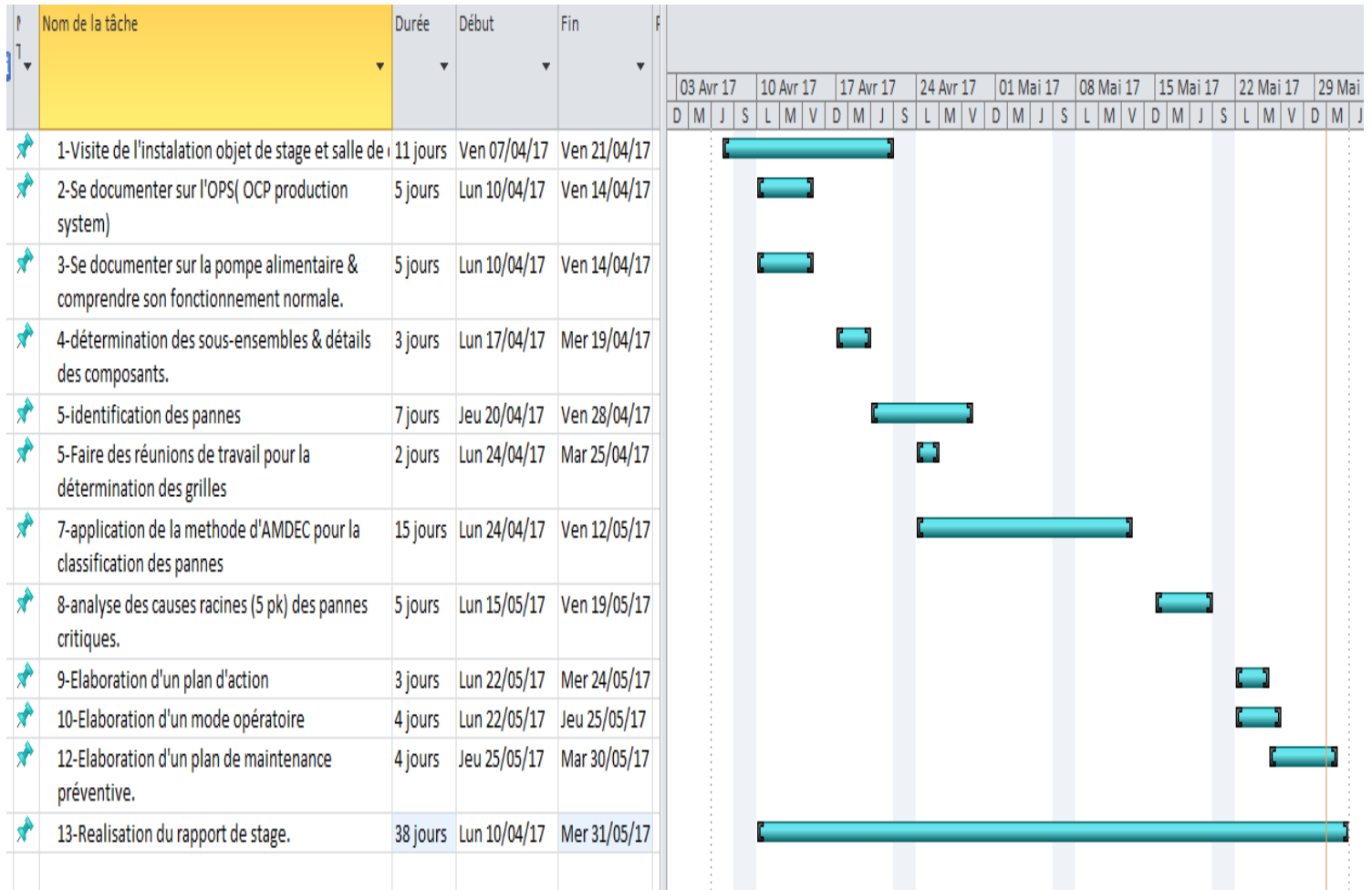


Figure 10 : calendrier des tâches à réaliser.

## 3. définition des pompes et leurs types :

Les pompes sont des appareils qui génèrent une différence de pression entre les tubulures d'entrée et de sortie. Suivant les conditions d'utilisation, ces machines communiquent au fluide de l'énergie potentielle (par accroissement de la pression en aval) soit de l'énergie cinétique par la mise en mouvement du fluide.

Ainsi, on peut vouloir augmenter le débit (accroissement d'énergie cinétique) ou/et augmenter la pression (accroissement de l'énergie potentielle) pour des fluides gazeux, liquides, visqueux, très visqueux... C'est pourquoi la diversité des pompes est très grande.

On distingue deux grandes familles de pompe :

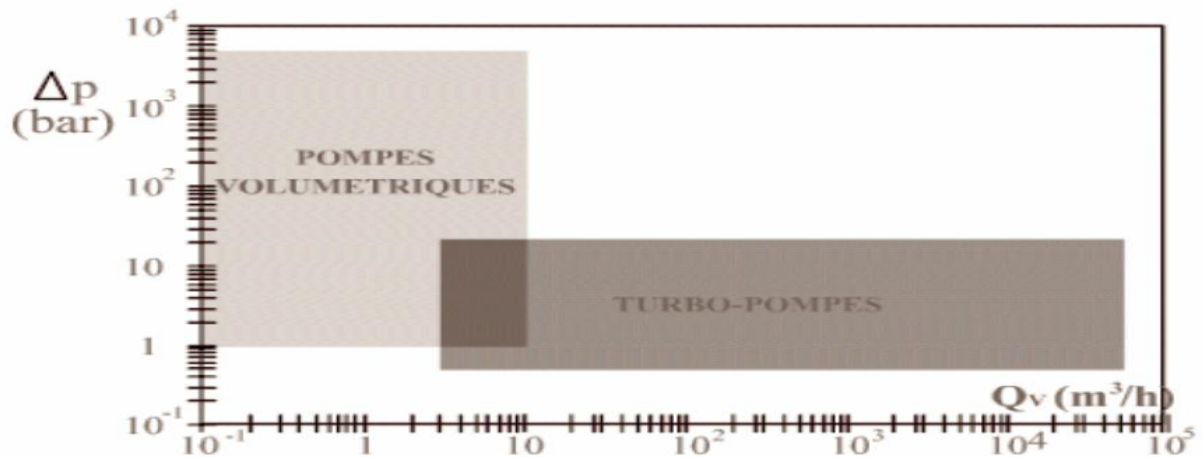


Figure 11 : caractéristiques des pompes centrifuges et volumétriques.

- ✓ **Les pompes volumétriques :** ce sont les pompes à piston, à diaphragme, à noyau plongeur... et des pompes rotatives telle les pompes à vis, à engrenage, à palette, péristaltique... lorsque le fluide véhiculé est un gaz, ces pompes sont appelées compresseurs.
- ✓ **Les turbopompes :** les hauteurs manométriques totales fournies ne peuvent dépasser quelques dizaines de mètres pour dépasser cette valeur on utilise des pompes centrifuges multicellulaires où plusieurs roues sont montées en séries sur le même arbre .le refoulement d'une des pompes communique avec l'aspiration de la pompe suivantes.il est également possible de coupler en série plusieurs de ces pompes.  
Le rendement est de l'ordre de 60 à 70 %. Il est inférieur à celui des pompes volumétriques.
- Les pompes centrifuges sont généralement classées par forme de roue :

- ✓ **Les pompes centrifuges normales :**



- ✓ **Les pompes à hélice (axial) :**



✓ Les pompes hélico-centrifuge :



II- Etudes d'équipement à analyser (dossier machine) :

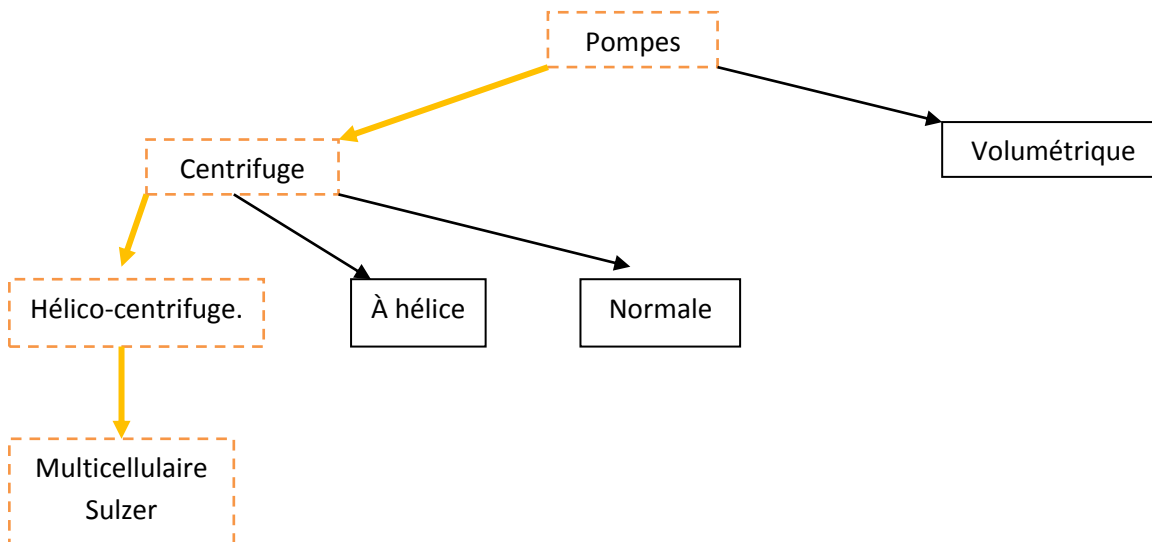


Figure 12 : type de la pompe étudiée.

- Il s'agit d'une pompe qui assure la transmission d'eau alimentaire de la centrale thermoélectrique vers les chaudières de l'atelier sulfurique nécessaire pour la production de l'acide sulfurique et la vapeur transformé en énergie électrique alimente l'unité **IMACID**.

1. **FICHE TECHNIQUE DE LA POMPE :**

La fiche technique de la pompe alimentaire :

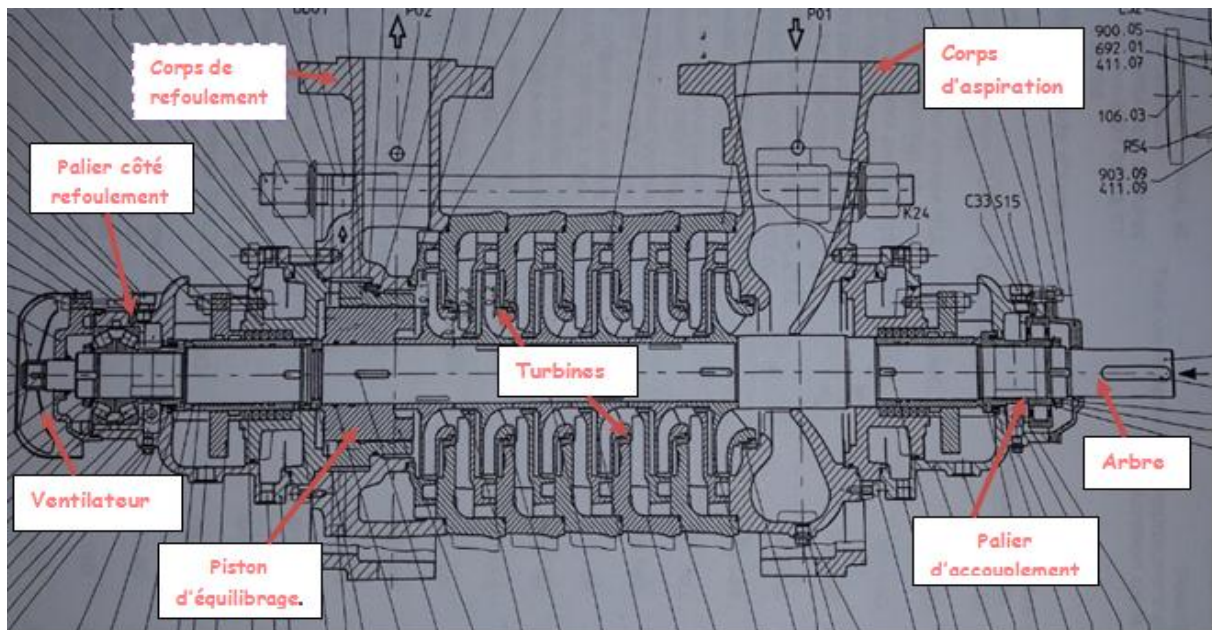
Référence	120 IP 03/04		
Sulzer Cde. No	100111200		
Bride d'aspiration	DN 200 / PN 16 / DIN 2535 E		
Bride de refoulement	DN 100 / PN 100 / DIN 2548 E		
Corps	DIN 1.4008 OU EQUIVALENT		
Roues	DIN 1.4008 OU EQUIVALENT		
Arbre	DIN 1.4021 OU EQUIVALENT		
Paliers	LISSE OU à ROULEMENTS		
<b>Caractéristique du fluide</b>	Min	Normal	max
Fluide véhiculé	Eau		

		chaude		
Température de service ( $t_A$ )	°C		115	
Densité à $t_A$	kg/m <sup>3</sup>		947.1	
<b>Condition de l'opération</b>		Nominal	Max	Min/normal
Débit nominal	m <sup>2</sup> /h	220		
Pression d'entrée (bar)		1.2		
Pression de refoulement	bar	81.8		
Pression différentielle	bar	80.6		
Hauteur différentielle (HMT)	m	867.5	(850 garantie)	
<b>Performance</b>				
Vitesse de rotation	tr/min	2980		min 1500
Puissance absorbée	KW	598.6		
Débit minimum	m <sup>3</sup> /h	40		
NPSH – requis @ débit nominal	m	4		
<b>Lubrification</b>				
Type d'huile		SAE 15W-40		
Température d'huile	°C	40-90		
Quantité d'huile/ bâti de palier	liter	DE 0.20 / NDE 0.25		
<b>Refroidissement</b>				
L'eau de refroidissement	m <sup>3</sup> /h	0.42		
Pression normal/maxi	bar	2/10		
Température max. sortie	°C	40		
Pièces être refroidies		Boite de presse-étoupe		
Quantité d'eau de refroidissement	m <sup>3</sup> /h	0.21		

*Tableau 2 : fiche technique de la PPE :*

## **2. Identification et détails des sous-ensembles :**

La structure de la pompe alimentaire : les principaux constituants de la PPE



*Figure 13 : Structure d'une pompe alimentaire centrifuge multicellulaire Sulzer*

Détails des composants des sous-ensemble de la PPE :

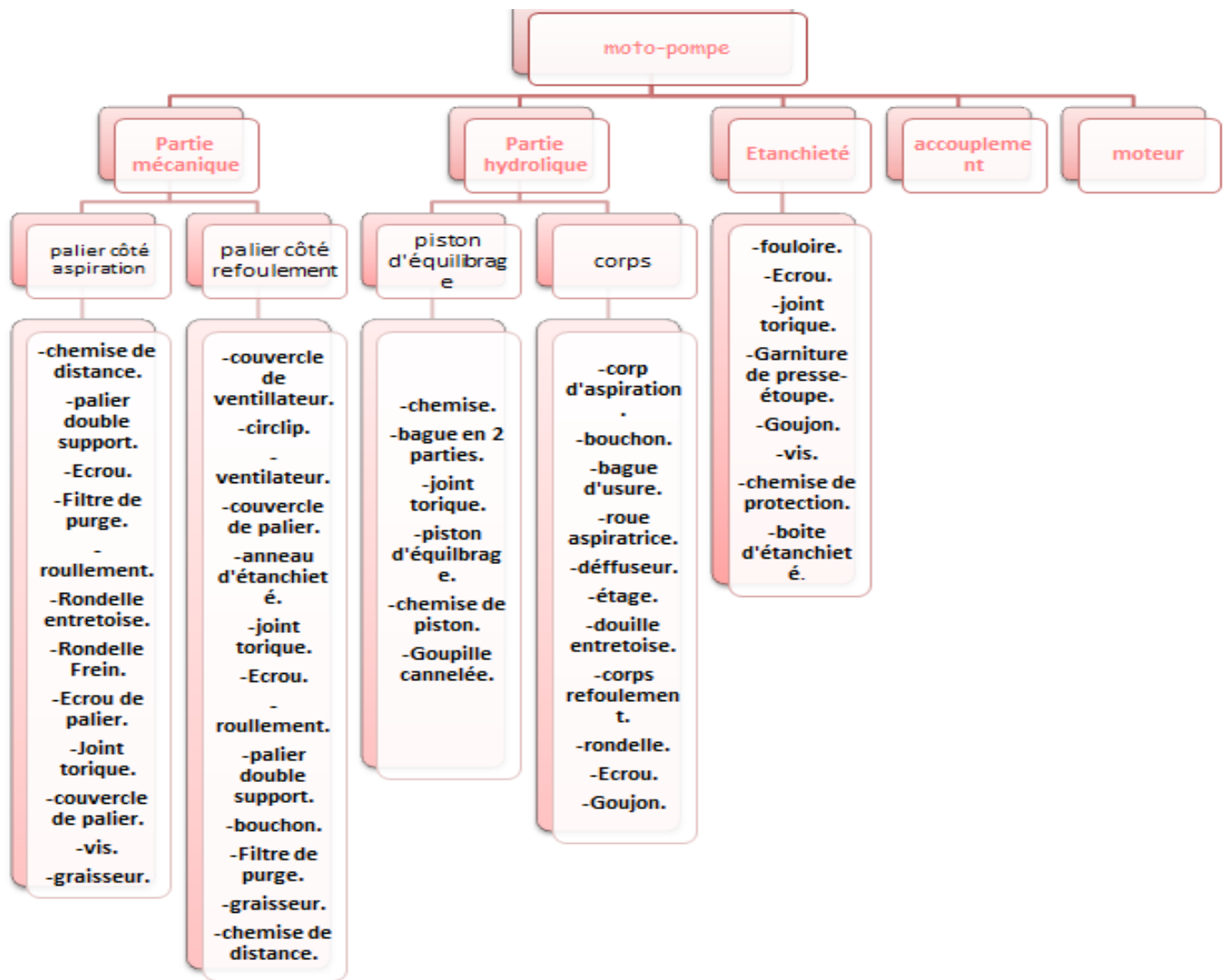


Figure 14 : composants des sous-ensembles de la pompe.

### 3. Les composants et leurs fonctionnements :

La description du rôle de chaque composant de la pompe est nécessaire pour faciliter la compréhension de son fonctionnement générale.

Composant	Fonctionnement
joint torique	Eviter les fuites de fluide.
Bague d'usure	Elles empêchent le contact entre les surfaces métalliques des pistons et des vérins ou des tiges et des boîtes d'extrémité lorsque les forces agissent perpendiculairement au mouvement
Chemise de distance	Protéger l'arbre contre l'usure
Piston d'équilibrage	Effet opposé égale à la force d'aspiration pour protéger l'arbre
Roulement	Guider un assemblage en rotation, il permet d'avoir une très faible

	résistance de pivotement tout en supportant des efforts importants.
Rondelle entretoise	Fixation, empêcher la translation
Rondelle frein	Empêcher le déplacement
Anneau d'étanchéité	un dispositif assurant l'étanchéité.
Tresse	Fait la séparation d'eau alimentaire et l'huile de lubrification utilisée.
Clapet	Assure l'anti-retour d'eau dans la vanne de refoulement.
Palier	Porter l'arbre
Circlip	Empêche le déplacement du roulement
Diffuseur	Guider liquide d'un étage à un autre, il diffuse tout le flux qu'il reçoit sans aucune absorption
Ventilateur	Refroidissement du palier côté refoulement.
Graissage	Empêche le contact direct des pièces en mouvement.
Ecrou/vis	Assurer le blocage
Goujon	Pièce destiné à lier deux ou plusieurs pièces de la machine.

*Tableau 3 : Fonctionnement des composants.*

### III- ANALYSE DES PANNES PROBABLES EN UTILISANT LA METHODE « AMDEC » :

#### L'AMDEC :

- L'Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC) est un outil de sûreté de fonctionnement et de la gestion de qualité.
- 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.
- La qualité de l'AMDEC est liée à l'exhaustivité des modes de défaillance identifiés qui dépend à l'expérience d'auteur de l'étude.
- Elle consiste à analyser les causes, les effets et les défaillances grâce à des contrôles des différents points de la chaîne de production du produit ou de service final.
- La criticité d'un mode de défaillance se détermine généralement par le produit **(indice fréquence)\*(indice de gravité)\*(indice de détection)**. Ces indices sont définis par le client, l'entreprise qui fixe un seuil d'acceptabilité, au-dessus duquel toute criticité doit être réduite, par un moyen défini (reprise de conception, plan de maintenance, action de surveillance, ...).

$$\underline{C = F * G * D}$$

## 1. Détermination des grilles :

### a. Gravité :

Mineure	1	Défaillance tolérable sans arrêt
Moyenne	2	Fonctionnement dans un mode dégradé → risque d'arrêt
Majeur	3	Arrêt de l'équipement/effet réversible/MTTR ≤ 8h
Importante	4	Arrêt de l'équipement/Effet irréversible/MTTR > 8h

*Tableau 4 : gravité.*

### b. Fréquence :

Exceptionnel	1	MTBF > 1an
Rare	2	1ans < MTBF < semestre
Fréquent	3	1 mois < MTBF < Semestre
Certain	4	MTBF < 1 mois

*Tableau 5 : Fréquence.*

### c. Détectabilité :

Evident	1	Détection certaine (visible)
Possible	2	Détection par un technicien spécialisé.
Improbable	3	Par des appareils de mesurage
Impossible	4	Par un expertise

*Tableau 6 : Détectabilité.*

## 2. Méthode d'analyse des pannes : AMDEC.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	<b>AMDEC : Analyse des modes de défaillances et leurs criticités</b>			<b>Atelier : mécanique.</b>	<b>IMACID, OCP EL JADIDA.</b>					
2				<b>Equipe : Mr. Hassan Raza, Marwa Boussaid, Jamila Bakour.</b>						
3	equipement	fonctionnement	Mode defaillance	Causes	F	G	D	C	C cumulées	%
4			Vibration ou trop de bruit.	Arbre usé	1	4	4	16	16	5%
5	POMPE ALIMENTAIRE 120IP03/04	Alimenter les chaudières de l'atelier sulfuriques d'eau alimentaire.	Vibration ou trop de bruit.	Trop de tension sur la tuyauterie, force et moment au niveau des tubulures trop élevés	1	4	4	16	32	9%
6			Vibration ou trop de bruit.	Les fondations sont trop faible, la base n'a pas été scellée ou ne l'a pas été correctement.	1	4	4	16	48	14%
7			Vibration ou trop de bruit.	Rotor déséquilibré	1	4	4	16	64	19%
8			Vibration ou trop de bruit.	Usure d'un ou plusieurs diffuseurs/turbines.	1	4	4	16	80	24%
9			Vibration ou trop de bruit.	Les passages de la roue sont bloqués.	1	4	4	16	96	28%
10			Chute de débit (perte d'efficacité)	Passages de la roue sont bloqués.	1	4	4	16	112	33%
11			Fuite au niveau d'étanchéité (partie statique).	Usure des joints toriques.	1	4	4	16	128	38%
12			Fuite au niveau d'étanchéité (partie statique).	Desserrage des tiges externes.	1	4	4	16	144	43%
13			Chute de débit (perte d'efficacité)	Usure d'un ou plusieurs diffuseurs/turbines	1	4	4	16	160	47%
14			Pas de pression de refoulement (au démarrage)	Vanne d'aspiration pas entièrement ouverte.	1	4	3	12	172	51%
15	Vibration ou trop de bruit.	cartouche d'aspiration bloquée.	4	3	1	12	184	55%		

	equipement	fonctionnement	Mode defaillance	Causes	F	G	D	C	.I	C cumulée	%
16			Vibration ou trop de bruit.	Palier endommagé.	1	4	3	12		196	58%
17			Vibration ou trop de bruit.	Roulements usé	4	3	1	12		208	62%
18			La pompe ne marche pas. Pas de pression de refoulement (au démarrage)	Vanne/ligne d'aspiration bloquée.	1	4	3	12		220	65%
19			chute de pression de refoulement	Tuyau d'aspiration pas complètement rempli	1	4	3	12		232	69%
20			Chute de pression de refoulement	Trop d'air ou de gaz dans le liquide pompé	1	4	3	12		244	72%
21			vibration ou trop de bruit.	Défaut d'alignement d'accouplement.	1	3	3	9		253	75%
22			Vibration ou trop de bruit.	Rotor bloqué.	1	4	2	8		261	77%
23			chute de pression de refoulement	Tuyauterie de refoulement non remplie.	1	4	2	8		269	80%
24			Chute de débit (perte d'efficacité)	Crépine d'aspiration bloquée	4	2	1	8		277	82%
25			Chute de débit (perte d'efficacité)	Vanne d'aspiration ou de refoulement pas entièrement ouvert	1	2	3	6		283	84%
26			Vibration ou trop de bruit.	La pompe tourne avec un effet de cavitation	1	4	1	4		287	85%
27			Température d'étanchéité très élevée	Débit au niveau d'étanchéité inexistant	2	2	1	4		291	86%
28			la pompe ne marche pas. Pas de pression de refoulement (au démarrage)	Entraînement hors service, vitesse trop lente.	1	4	1	4		295	88%
29			La pompe ne marche pas. Pas de pression de refoulement (au démarrage)	Mauvais direction de rotation	1	4	1	4		299	89%
30			Pas de pression de refoulement (au démarrage)	Pompe pas amorcée	1	4	1	4		303	90%

31		Pas de pression de refoulement (au démarrage)	Clapet de pied bloqué fermé.	1	4	1	4	307	91%
32		Pas de pression de refoulement (au démarrage)	Clapet de pied bloqué ouvert.	1	4	1	4	311	92%
33		chute de pression de refoulement	Fuite d'air dans l'aspiration de la pompe.	1	4	1	4	315	93%
34		Température d'étanchéité très élevée	Manque du liquide de refroidissement de la garniture d'arbre.	2	2	1	4	319	95%
35		Fuite d'huile de lubrification	Niveau d'huile trop élevé.	1	3	1	3	322	96%
36		fuite d'huile de lubrification.	Bague d'étanchéité de l'arbre mal installé.	1	3	1	3	325	96%
37		Egouttement trop fort du presse-étoupe.	Les tresses ne sont pas montées correctement.	1	3	1	3	328	97%
38		Egouttement trop fort du presse-étoupe.	Utilisation des tresses non approprié pour les conditions de service.	1	3	1	3	331	98%
39		Température d'étanchéité très élevée	Débit au niveau d'étanchéité insuffisant	2	1	1	2	333	99%
40		Température d'étanchéité très élevée	Mauvaise taille de l'orifice ou l'orifice usagé	2	1	1	2	335	99%
41		Chute de débit (perte d'efficacité)	Ligne de débit minimum ouverte, vanne de débit minimum endommagé ou orifice bypass usée.	1	2	1	2	337	100%
42							337		

*Tableau 7 : tableau AMDEC.*

### 3. Analyse PARETO :

Le diagramme de Pareto est un moyen simple pour classer les phénomènes par ordre d'importance.

Le diagramme de Pareto est un histogramme dont les plus grandes colonnes sont conventionnellement à gauche et vont décroissant vers la droite.

Une ligne de cumule indique l'importance relative des colonnes.

On a défini un seuil de criticité ; pour la zone A on ne trouve que les pannes qui ont une criticité égale à 16. Pour la zone B, on trouve les pannes qui ont une criticité compris entre 12 et 6, et pour la zone C on trouve les pannes qui ont une criticité inférieure à 6.

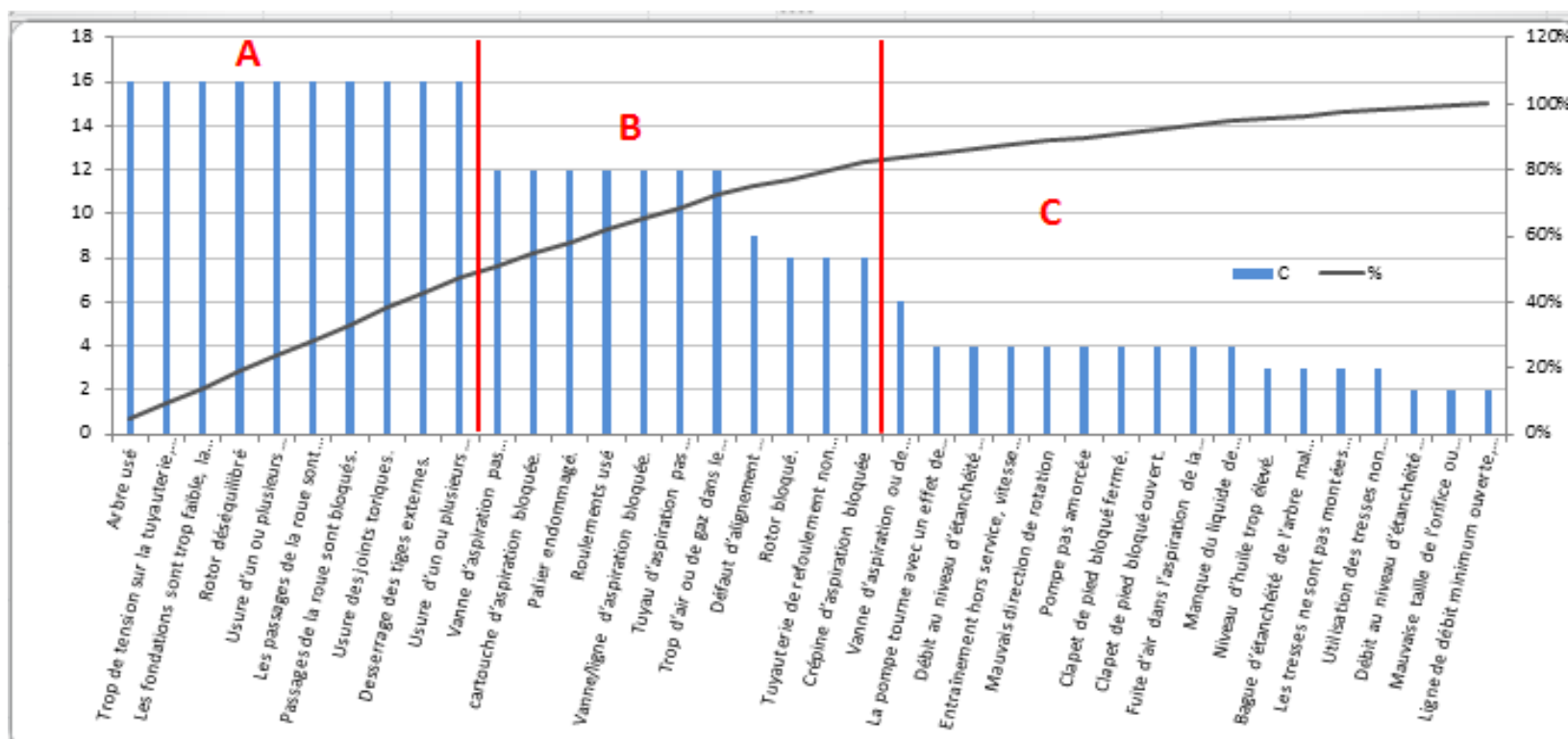


Figure 15: Analyse PARETO des pannes critiques des pompes 120IP03/04.

### III. Analyse des causes racines (5pourquoi) :

Analyse des causes racine avec la méthode des 5P : identification des causes racines en posant plusieurs fois la question 'pourquoi' ; on retire une à une les couches de symptômes qui mène au causes racines.

5 POURQUOI AVANCE		Equipement : POMPE ALIMENTAIRE 120IP03/04.		Atelier : Mécanique.					
		Equipe de travail : Mr, Hassan Raza, Mr. Houssam, Jamila Bakour, Marwa Boussaid							
Description du problème	1. Pourquoi	if/c	2. Pourquoi	Véri cau/c	3. Pourquoi	Véri cau/c	4. Pourquoi	Véri cau/c	
Rotor déséquilibré	Balourd magnétique	X			Corps étrangés	✓	dysfonctionnement du système filtrant (P1)		
	Equilibreuse mal étaloné	X	Diffuseur usée	✓	Liquide chargé	✓	dysfonctionnement du système filtrant (P1)		
	Balourd hydraulique	✓	Non répartition du fluide par étage (P1)		déplacement axial non contrôlé (P2)				
	Turbine mal équilibré	✓	Bouchage des oubages (P1)						
		✓	Usure non uniforme	X					
			Déclachement des morceaux de la turbine (P4)						
Arbre usée			Arrachement du métal	✓	Cavitation (P3)				
	Mauvais montage des roulements	✓	Opérateur mal formé (P5)	✓					
	defaut d'alignement	✓	Fondation	X	Mauvais supportage (P6)				
	Echauffement du palie (P2)		✓	Accostage de la tuyautrie	✓	Opérateur mal formé (P5)			
				déserrage des boulons de fixation (P7)	✓				
				appareillage non étaloné	X				
			Opérateur mal formé (P5)	✓					

*Figure 16 : les 5 Pourquoi.*

**IV. Plan d'action :**

- L'élaboration d'un plan d'action est nécessaire pour bien assurer la fiabilisation des pompes étudié. Alors en se basant sur les causes racines, des modes de défaillances critiques trouvées, on a élaboré le plan suivant :

Entité : IMACID.		Elaboré par : Mlle Marwa Boussaid, Mlle Jamila Bakour.		Validé par : Mr Zbidi Abdelaziz	
<b>PLAN D'ACTION</b>		Equipement : Pompe alimentaire 120IP03/04.		Date de validation : 30/05/2017	
		Date de réalisation : 24/05/2017			
n°	ACTION				Délai
1	nettoyage de la cartouche d'aspiration.				2h15min
	remplacement de la cartouche (element filtrant),				2h
2	révision du palier arriere sur <b>site/Atelier de maintenance</b> (remplacement des roulements, des kit joints, système de serrage).				3h/16h
	révision du palier avant sur <b>site/Atelier de maintenance</b> (remplacement des roulements, des kit joints, système de serrage).				4h/16h
3	serrage des brides et des conduite + fixation des équipements "pompe/moteur"+ changement des joints plats				30min
4	Contrôle géométrie.				1h
5	Expérite des tuyautries				
6	vérification du serrage de fixation				30min
7	élaboration des modes opératoires				

*Tableau 8 : Actions à réaliser d'après l'analyse 5P.*

- N° : numéro du plan.
- ACTION : les actions qui doit être réalisé.
- Délai : le temps nécessaire pour la réalisation de chaque action.

## V. Elaboration d'un mode opératoire :

- La réalisation des modes opératoires est parmi les actions proposées au plan d'action. En essayant de donner un exemple, on a élaboré un mode opératoire d'alignement d'accouplement du groupe moteur-pompe :

<b>Mode Opérateur</b> d'alignement d'accouplement groupe moteur-pompe.		Durée totale : 225min										Date de réalisation : 23/05/2017														
Elaboré par : Mlle Marwa Boussaid & Mlle Jamila Bakour.		Validé par : Mr Hassan Raza & Mr Abdelaziz Zbidi.																								
	tâche/temps (min)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100	110	120	130	140	150	155	165	175	185	195	205	215	225	
1	Arrêt +consignation de la PPE	1																								
2	autorisation du travail	2																								
3	Nettoyagede la PPE.				3																					
4	Inspection					4																				
5	Démontage cache d'accouplement						5																			
6	Démontage de l'accouplement							6																		
7	Nettoyage demi monchant d'accouplement								7																	
8	Contrôle d'alignage									8																
9	Désserage du moteur										9															
10	correction des valeur d'alignage											10														
11	Serrage du moteur																11									
12	Contrôle d'alignement final																	12								
13	accouplement du groupe moto-pompe																		13							
14	montage de protection ( cache accouplement)																						14			
15	nettoyage de la zone de travail																							15		
16	déconsignation de l'équipement																								16	
17	démarrage de l'équipement																									
18	analyse vibratoir																									

*Tableau 9 : mode opératoire d'un alignement d'accouplement du moto-pompe.*



## VI. Elaboration d'un plan de maintenance :

- Après avoir déterminé les différents modes de défaillance de la PPE, à l'aide d'une étude AMDEC, élaboré un plan d'action et un mode opératoire. Nous allons maintenant nous intéresser à l'ensemble des actions préventives nécessaires pour remédier à ces modes. Dans ce chapitre, nous allons présenter les interventions à effectuer sur le dit PPE.

- Le plan de maintenance regroupe les intentions d'intervention de maintenance préventive et corrective. Il est très utile dans la mesure où il permet la planification de l'ensemble des travaux qui doivent être exécutés afin de diminuer la criticité et d'éliminer les causes potentielles des modes de défaillances susceptibles d'apparaître sur l'équipement concerné.

→ Plan de maintenance préventive systématique :

Composant	MTBF	MTTR
Roulements	50 000 h	2h à 4h
Clapet	10ans	-----
Cartouche filtre d'aspiration	5ans	8h à 16h
Disque d'équilibrage	10ans	-----
Arbre de la pompe	10ans	-----
Les tresses	1an	<= 6h
Les joints	10ans	-----

Tableau 10 : Plan de maintenance : systématique.

Opération	Fréquence	Temps nécessaire
Contrôle de température de paliers	1 semaine	15 min
Contrôle de vibration des paliers.	1 mois	30min
Contrôle de la fixation de la pompe	1 mois	30min
Contrôle de la garniture d'étanchéité	1 semaine	10min
Contrôle fonctionnement du ventilateur de refroidissement	1mois	10min

Contrôle de transmission	6 mois	1h
Contrôle de la pression de refoulement	1 semaine	10min
Contrôle du circuit de refroidissement boite à garniture	1 mois	30min
Contrôle de la pression différentielle du filtre	Chaque jour	10min

Tableau 11 : contrôle et tâche à réaliser.

# Conclusion

*Le stage qu'on a effectué au sein de l'entreprise OCP , nous a permis d'expérimenter le domaine professionnel et d'approfondir notre connaissances.*

*Ce stage nous a permis également de travailler sur un projet très intéressant pour l'entreprise qui consiste l'amélioration de la performance de maintenance au sein de l'organisme, du côté technique et augmenter la fiabilité de la PPE, minimiser les arrêts imprévus, et réduire la gravité des pannes et augmenter la disponibilité par la réduction des arrêts dû aux pannes.*

*Vue la criticité de la pompe étudiée durant notre stage et vue la maintenance préventive qu'il fallait établir pour atteindre le zéro panne et la continuité de la production, on a comme fruit d'étude le plan de maintenance systématique et conditionnelle.*

*Pour atteindre ce résultat on a suivi une méthodologie de travail comme suit :*

- *Comprendre le fonctionnement total de a pompe*
- *Identification des pannes probables*
- *Analyse des causes racines*
- *Propositions des plan d'action pour éviter/corriger ces pannes*
- *Plan de maintenance pour êtres préventif*

## *Bibliographie :*

- *Dossier constructeur de la PPEA Sulzer 120IP03/04*
- *Dossier des fiches de suivi des équipements.*

## *Webographie :*

- *Wikipédia*
- *www.axessequalité.com*
- *www.qualibloge.fr*
- *www.qualité.ooreka.fr*