



**Rapport du stage de technicien effectué au sein du groupe
OCP/ service mécanique**

Sous le thème :

**LE PROCESSUS INDUSTRIEL DE PRODUCTION
D'ACIDE PHOSPHORIQUE
ETUDE DES COUPLEURS HYDRAULIQUES**

Réalisée par :

DRIEF NISRINE

Encadré par :

MONSIEURencadrant académique (ENSAM)

MONSIEUR EL BOUCH ABD AZIZ.....parrain industriel (OCP GROUP)

Période du stage :

du 05 /07/2024 au 05/08/2024

Niveau :

2^{ème} année cycle ingénieur

Année scolaire :

2024/ 2025

TABLE DE MATIÈRE

• Introduction	3
• Remerciement.....	4
• Généralités sur groupe OCP :	
➤ Historique.....	5
➤ Statut juridique.....	6
➤ Réserves et gisement	6
➤ Organigramme du Groupe Office Chérifien Des Phosphates.....	7
➤ Le pôle chimie de Safi.....	7
• Chapitre 1 : Description d'atelier phosphorique :	
➤ Unité de déchargement.....	10
➤ Unité de broyage.....	13
➤ Cuve d'attaque.....	15
➤ Filtration.....	16
➤ Système de lavage des gaz.....	18
➤ Unité de concentration d'acide CAP.....	19
➤ Unité de stockage.....	21
• Chapitre 2 : Etude des coupleurs hydrauliques :	
➤ Définition	22
➤ Fonctionnement.....	22
➤ Composants.....	23
➤ Applications industrielles.....	25
➤ Application au sein du groupe OCP.....	26
• Conclusion	35

TABLE DES FIGURES

Figure1 : convoyeur à bande.....	10
Figure 2 : hall de stockage.....	10
Figure 3 : convoyeur à bande.....	11
Figure 4 : casque d'alimentation.....	11
Figure 5 : schéma de fonctionnement d'unité de déchargement	12
Figure 6 : schéma d'unité de broyage.....	13
Figure 7 : broyeur à pendules.....	14
Figure 8 : les pendules du broyeur	15
Figure 9 : schéma d'unité de cuve d'attaque.....	15
Figure 10 : schéma d'unité de filtration	16
Figure 11 : schéma de fonctionnement d'unité de filtration.....	17
Figure 12 : schéma d'unité de lavage des gaz.....	19
Figure 13 : schéma d'unité de concentration d'acide phosphorique	19
Figure 14 : schéma des composants du coupleur hydraulique	22
Figure 15 : schéma cinématique du coupleur hydraulique.....	24
Figure 16 : fusible du coupleur hydraulique	26

INTRODUCTION

Dans le cadre de ma formation en 1ère année du cycle ingénieur à l'ENSAM Meknès, j'ai eu l'opportunité de réaliser un stage d'un mois au sein du Groupe OCP, plus précisément dans le service mécanique de Maroc Chimie, situé à Safi. Ce stage, qui s'est déroulé du 5 juillet au 5 août 2024, avait pour objectif principal d'approfondir mes connaissances théoriques tout en me confrontant aux réalités du monde professionnel.

Le Groupe OCP, leader mondial dans l'industrie des phosphates, joue un rôle central dans l'économie marocaine. Il gère l'ensemble des processus allant de l'extraction à la transformation du phosphate en produits dérivés comme l'acide phosphorique et les engrais. C'est dans ce contexte industriel riche et complexe que j'ai eu l'opportunité d'intervenir, en participant à la maintenance et à l'optimisation des équipements mécaniques dans l'atelier phosphorique.

Au cours de ce stage, j'ai pu me familiariser avec les différentes étapes du processus de production de l'acide phosphorique, ainsi qu'avec les systèmes mécaniques utilisés, tels que les coupleurs hydrauliques et les pompes centrifuges. Cette expérience m'a permis de consolider mes connaissances en mécanique industrielle, d'acquérir de nouvelles compétences pratiques, et d'appréhender l'importance de la maintenance dans la pérennité des installations industrielles.

Ainsi, ce stage a constitué une véritable immersion dans l'univers de l'ingénierie mécanique appliquée à un environnement industriel de grande envergure, offrant une complémentarité essentielle entre la théorie apprise en cours et la pratique sur le terrain.

REMERCIEMENT

Je tiens à adresser mes plus sincères remerciements à tous ceux qui ont participé de près ou de loin au bon déroulement de mon stage au sein du service mécanique de Maroc chimie. Cette expérience a été extrêmement enrichissante et a grandement contribué à mon développement professionnel.

Ce stage m'a offert l'opportunité de découvrir l'univers professionnel, et mieux comprendre la réalité de l'exercice de la profession d'ingénierie. Ainsi cette expérience m'aidera grandement à faire évoluer mes compétences et mon savoir-faire, révéler mes talents, et compléter ma formation théorique par une expérience de terrain.

Je tiens également à remercier tout le personnel du service mécanique pour leurs explications, leurs disponibilités et pour tout ce qu'ils ont fait pour me faire profiter de leurs expériences. Afin de faciliter mon intégration dans le milieu professionnel et l'acquisition de nouvelles connaissances.

*Je présente ma gratitude dévouée envers toutes les personnes qui ont contribué à la réussite de ce stage en particulier **MONSIEUR EL BOUCH**, mon encadrant industriel ainsi que mes enseignants et mes encadrants académiques pour leurs conseils avisés et leurs soutien constant tout au long de ma formation.*



GÉNÉRALITÉ SUR OCP

1-Historique du groupe O.C.P. :

L'office chérifien des phosphates a été créé le 7 août 1920, il se réservait tous les droits de recherche et d'exploitation du phosphate, ainsi que, le monopole des ventes de ce minerai au marché mondial.

L'exploitation effective du minerai ne fût entreprise qu'en 1921 dans la région de Oued-Zem (gisement OULADE ABDOUNE), le premier mars 1921. Le premier navire de phosphate descendit vers le port de Casablanca en juin 1921 et le premier navire chargé le 23 juillet 1921. Dès cette date, l'OCP connût une très vive expansion sans relâche, grâce à la qualité du minerai extrait et à l'appréciation des pays demandeurs.

Le phosphate marocain ayant une teneur de 75% BPL (bon phosphate lime) c'est ce qu'on appelle couramment la teneur en phosphate Tricalcique, fournit à l'industrie des engrais.

Encouragé par cette réussite l'OCP étudie alors la mise en exploitation d'un nouveau gisement à Youssoufia, la teneur de phosphate de ce gisement (70%), bien inférieure à celle du phosphate de Khouribga reste néanmoins supérieure à celle des gisements exploités dans les autres pays (U.S.A, Algérie, Tunisie...)

La mise en exploitation de ce minerai coïncide avec la crise économique mondiale de 1929 qui provoque un brusque abaissement de la demande de phosphate qui demeurait jusqu'à la seconde guerre mondiale

En 1939, la guerre éclate et les relations commerciales avec un grand nombre de pays sont rompues (en 1940 l'OCP n'a pu exporter que 714 290 tonnes)

Au lendemain de la guerre (1944-1945), la restauration des sols et la restructuration du secteur agricole des pays européens exige des quantités croissantes d'engrais et les exportations de l'OCP reportent en flèche pour dépasser 10 millions de tonnes en 1964.

En 1975, dans le cadre de la récupération des provinces sahariennes, l'OCP a pris en charge l'exploitation du phosphate de BOUCRAA, et en 1979 il décide de démarrer l'exploitation d'une nouvelle zone minière : le centre de BENGUERIR

En matière de transformation sur place du phosphate produit, en acide phosphorique et engrais l'OCP a mis en service plusieurs usines :

- Maroc Chimie I en 1965 à Safi.
- Maroc Chimie II en 1976 à Safi.
- Maroc phosphore III et IV en 1986 à Jorf Lasfar

2-Statut juridique du groupe O.C.P :

L'office chérifien des phosphates est un organisme étatique ayant pour mission l'extraction, le traitement, la valorisation ainsi que l'exportation du phosphate et ces dérivés aux pays demandeurs. Etant donné ses activités industrielles et commerciales intenses et critiques pour l'économie du pays, le législateur l'a doté d'une organisation spécifique lui permettant d'agir avec une grande liberté indépendamment de l'état et ceci bien sûr dans des limites bien déterminées.

L'OCP est inscrit au registre du commerce et soumis sur le plan fiscal aux mêmes obligations que n'importe quelle entreprise privée (patente, droit de douane, taxes à l'exportation, impôt sur les salaires, impôts sur les bénéfices etc....). Cependant, il a une gestion financière séparée de l'état, ainsi, chaque année il établit ses prix de revient, son compte d'exploitation, son bilan et participe au budget de l'état.

3- Réserves et gisement :

3-1-Réserves :

Le phosphate est parmi les nombreuses ressources du Maroc. Ses réserves sont estimées à 51.8 milliards de tonnes ce qui représente 75% des réserves en phosphate du monde.

3-2-Gisement:

Des principaux gisements de phosphate sont ceux de Khouribga, Youssoufia, BENGUERIR et BOUKRAA.

3-3 - Client de l'O.C.P :

Le groupe O.C.P a beaucoup de clients de plusieurs nationalités, dont chacun a des exigences, par exemple USA, Japon, grande Bretagne, Salvador, Brésil, Afrique du sud Belgique, France, Inde, Nille Zélande, Iran, Australie, Grèce et Canada.

4-Chronologie de l'entreprise

- 1920 : Création de l'Office Chérifien des Phosphates
- 1921 : Lancement de la production minière à Khouribga
- 1931 : Lancement de la production minière à Youssoufia
- 1965 : Lancement de la production chimique à Safi
- 1976 : Acquisition de 65% de Phosboucraa
- 1980 : Lancement de la production minière sur le site de Benguerir
- 1984 : Lancement de la production chimique à Jorf Lasfar
- 1996 : Lancement de la construction d'une usine d'acide phosphorique purifié à Jorf Lasfar
- 2002 : OCP devient l'unique propriétaire de Phosboucraa
- 2006 : L'Office Chérifien des Phosphates devient OCP
- 2008 : Transformation de l'Office Chérifien des Phosphates en Société (OCP S.A)
- 2011 : Coentreprise avec [Jacobs Engineering](#)
- 2013 : Coentreprise avec [DuPont de Nemours](#)

- 2014 : Lancement du pipeline entre Khouribga et Jorf Lasfar
- 2016 : Création d'OCP Africa
- 2018 : Inauguration de l'[Université Mohammed VI Polytechnique](#) et coentreprise avec [IBM](#)

5-Organigramme

1. Président directeur général
2. Cabinet du PDG
3. Direction des affaires générales et support à la gouvernance Groupe
4. Direction Performance et contrôle de gestion
5. Direction exécutive juridique
6. Direction de transformation

6- Présentation du site de SAFI :

La direction des industries à Safi valorise une partie des phosphates extraits de Youssoufia ainsi que ceux provenant de Ben Guerir pour produire de l'acide phosphorique et des engrais principalement destinés à l'exploitation. Elle est constituée de quatre complexes industriels situés à 10 km de Safi :

- Maroc Chimie (créé en 1965)
- Maroc Phosphore 1 (créé en 1971)
- Maroc Phosphore 2 (créé en 1981)
- Port

En outre, il existe une division infrastructures responsable de l'acheminement et de l'exploitation des produits phosphatiques.

La division Maroc Chimie :

Pour répondre au marché international, le groupe OCP d'est doté dès 1965 du complexe chimique, telle que la division Maroc chimie. Cette unité industrielle est spécialisée dans la valorisation des dérivés des phosphates c'est-à-dire la production de l'acide phosphorique et les engrais dérivés.

- L'acide phosphorique (H_3PO_4)
- Les engrais : TSP (Tripe Super Phosphate), MCP (Monocalcium phosphate)

Ces activités de production sont réparties entre quatre ateliers principaux :

- Atelier de production d'acide sulfurique
- Atelier de production d'acide phosphorique

- Atelier de production des engrais (TSP et MCP)
- Atelier énergie et fluide

Atelier phosphorique :

Maroc chimie dispose de deux ateliers de production d'acide phosphoriques PP1 et PP2. Les procédés utilisés sont ceux de RHONE et PRAYON, qui sont des procédés mono cuve dans laquelle le phosphate broyé ou tamisé est attaqué par l'acide fort (98% en poids) à la température de 78 à 80°C.

Les ateliers phosphoriques sont constitués essentiellement des :

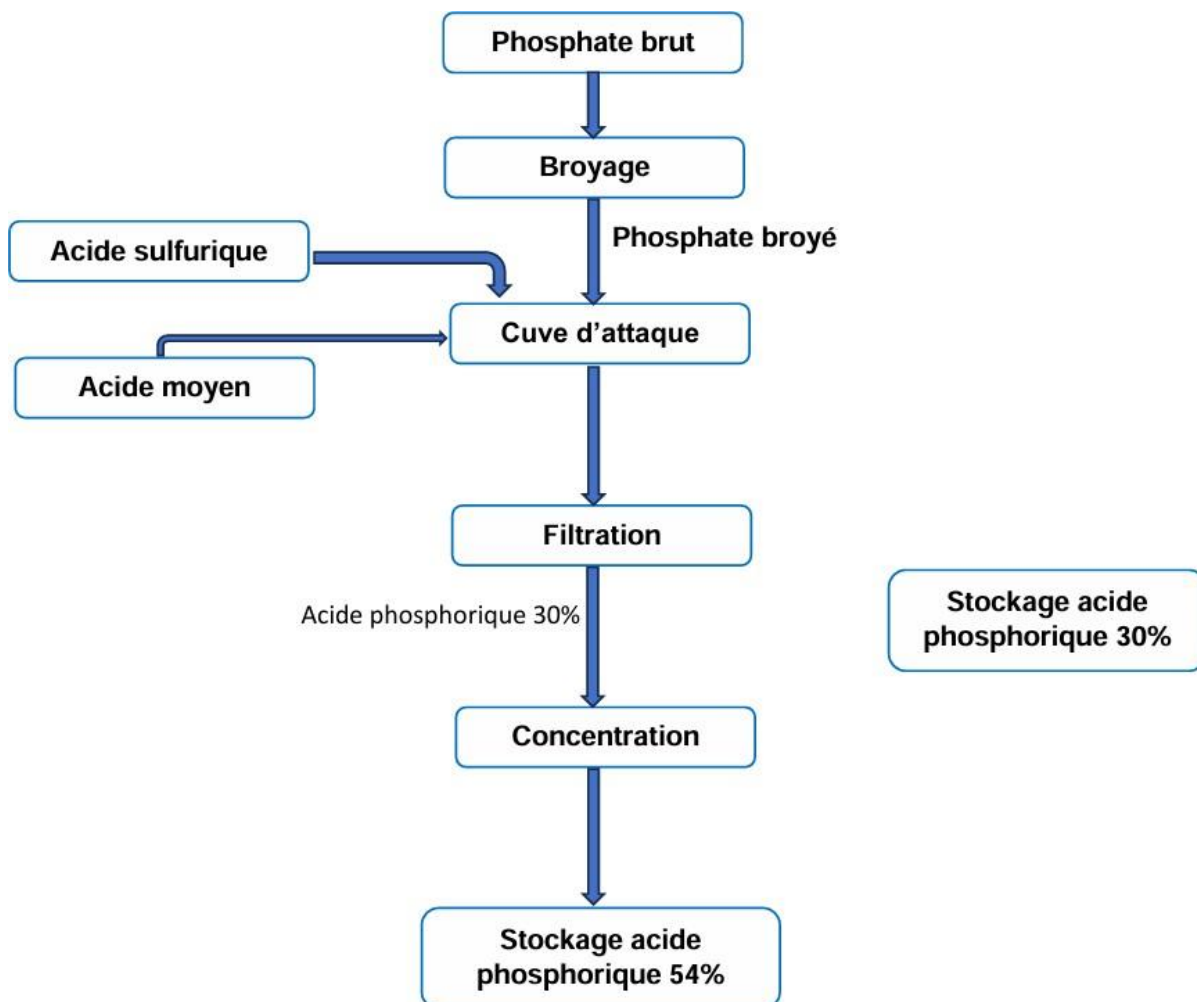
- Unité de broyage et tamisage de phosphate.
- Unité d'attaque et filtration.
- Unité de concentration d'acide phosphorique (CAP).
- Unité de stockage.

CHAPITRE1: DESCRIPTION D'ATELIER PHOSPHORIQUE

L'atelier phosphorique PP2 au sein du Maroc chimie est un atelier dédié à la production d'acide phosphorique, il se compose de :

- Unité de déchargement
- Unité de broyage.
- Unité de production d'acide phosphorique 30%.
- Unité de concentration d'acide phosphorique 30% à 54%.
- Unité de stockage.

Le processus de production se fait comme suit :



Les zones de l'atelier phosphorique 2 comprennent :

1. Unité de déchargement :

- ⇒ **Fonction** : Cette unité alimente les installations de production d'acide phosphorique, PPI et PPII, de la division Maroc Chimie avec du phosphate brut.



Figure 1: convoyeur à bande

⇒ **Composants** :

- Un hall de stockage d'une capacité de 27 000 tonnes, recevant le phosphate brut depuis la gare haute.



Figure 2: hall de stockage

- Trois tunnels situés sous le hall, chacun équipé d'un convoyeur à bande pour l'extraction du phosphate (nommés TA, TB, et TC).



Figure 3: convoyeur à bande

- Douze points d'alimentation en phosphate pour le convoyeur TA.
- Quinze points d'alimentation en phosphate pour le convoyeur TB.
- Douze points d'alimentation en phosphate pour le convoyeur TC.



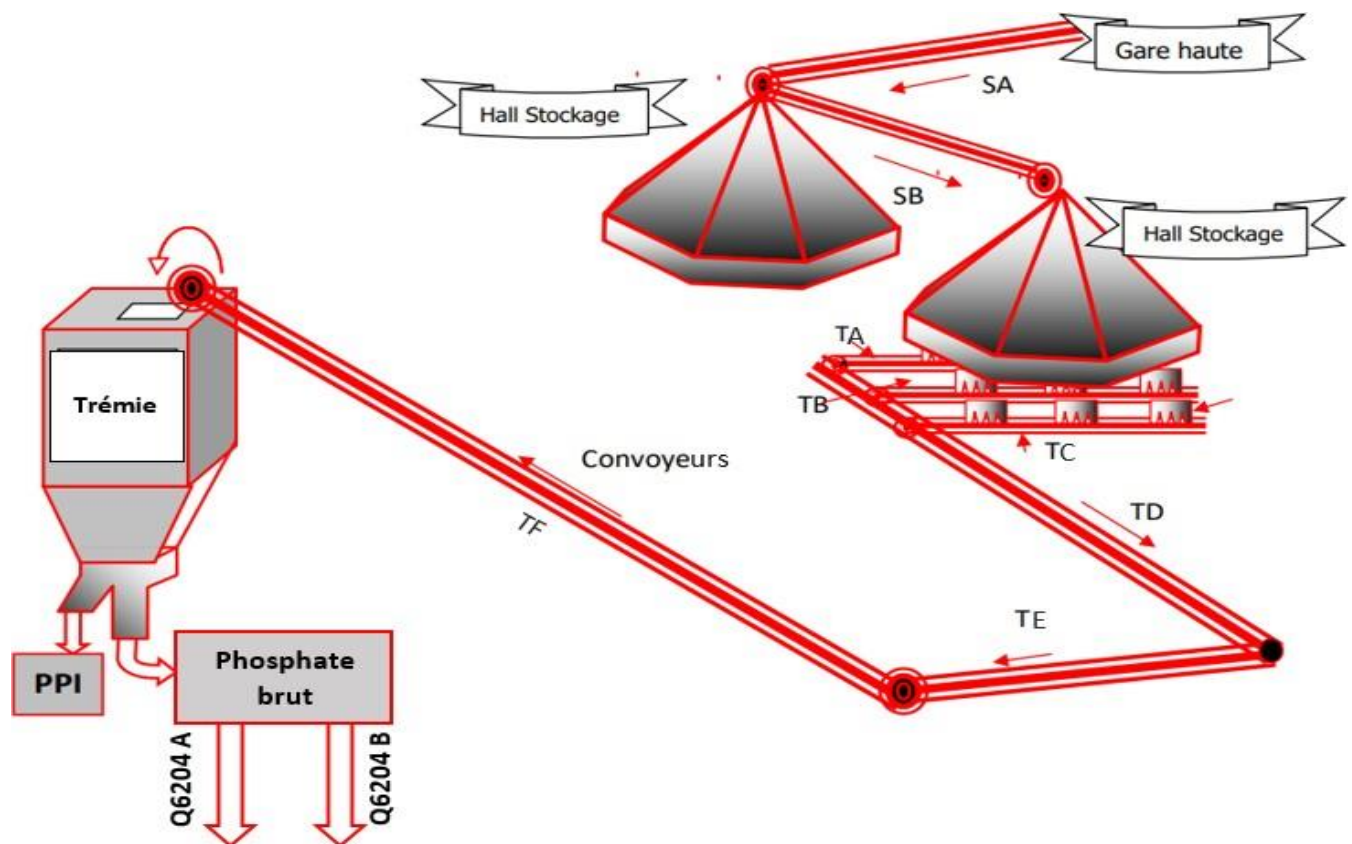
Figure 4: casque alimentation

- Un convoyeur à bande TD, alimenté par les convoyeurs TA, TB et TC.
- Un convoyeur à bande TE, alimenté par TD.
- Un convoyeur à bande TF, alimenté par TE, qui transporte le phosphate vers la trémie principale de PPII.

Les bandes transporteuses permettent de déplacer le phosphate brut d'un endroit à un autre, leur rotation étant assurée par des motoréducteurs. Les points d'alimentation (ou casques) régulent la quantité de phosphate acheminée vers les bandes des tunnels TA, TB et TC. Ces casques sont actionnés par des vérins pneumatiques, soit à distance depuis la salle de contrôle, soit manuellement via un tableau de commande installé dans chaque tunnel.



Figure 5 : schéma de fonctionnement d'unité de déchargement



2. Unité de broyage :

- ⇒ **Fonction** : Le broyage est une étape qui réduit le phosphate en grains de taille inférieure à $400\mu\text{m}$, augmentant ainsi sa surface de réaction, ce qui améliore le rendement. Chaque ligne peut broyer 100 tonnes de phosphate par heure. Ce phosphate broyé est ensuite stocké dans des silos d'une capacité totale de 4500 tonnes, où il est maintenu fluide grâce à de l'air comprimé pour éviter les blocages.



Figure 6: schéma d'unité de broyage

⇒ **Les étapes :**

- Le phosphate brut est transporté vers une trémie par un convoyeur à bande. De là, il est extrait par un extracteur vibrant et transféré par un élévateur (Q6204). Le premier tri se fait dans un séparateur dynamique : le phosphate de taille appropriée est envoyé au convoyeur à bande Q6210, tandis que le reste est stocké dans la trémie V6203.
- Le phosphate dans la trémie V6203 est extrait par un alimentateur appelé SAS et introduit dans le broyeur. À l'intérieur, des socs tournant avec un arbre vertical projettent le phosphate entre des rouleaux et une bague fixe. L'arbre est entraîné par un motoréducteur, et un ventilateur (K6202) souffle un grand volume d'air à la base du broyeur.
- Un séparateur à cône classe les particules : les fines sont aspirées vers un cyclone, tandis que les plus grosses retombent dans la chambre de broyage. L'assainissement de l'atelier est assuré par un filtre à manches avec 7 compartiments de 17 manches chacun, nettoyé par un moteur vibrant et un vérin. Le phosphate broyé est ensuite stocké dans un silo.



Figure 7: broyeur à pendules

Type de broyeur :

L'unité utilise un broyeur à pendules, où des rouleaux au bout des pendules broient le matériau contre une bague fixe sous haute pression, créée par la rotation rapide d'une étoile à laquelle les pendules sont suspendus. Un flux d'air sous dépression, généré par un ventilateur principal, transporte les fines vers un séparateur en haut de la machine. Le séparateur contrôle la granulométrie du produit fini, rejetant les particules trop grossières pour qu'elles recommencent le cycle. Ce procédé assure une courte durée de séjour dans le broyeur, améliorant ainsi son efficacité. La surface des particules est constamment exposée à l'air, minimisant la consommation de chaleur lorsqu'il faut également sécher le matériau.



Figure 8: les pendules du broyeur

3. Unité cuve d'attaque :

Le phosphate broyé, dont la granulométrie varie de 80 à 400 μ m, réagit avec l'acide sulfurique (H_2SO_4) et l'acide de retour (acide phosphorique de concentration moyenne de 18 à 22% en P_2O_5) dans un milieu aqueux, à une température comprise entre 78 et 80°C. Le résultat de cette réaction est une bouillie composée d'acide phosphorique, de gypse et d'impuretés. La réaction se déroule dans une cuve d'attaque d'un volume utile de 780 m³. Cette cuve est équipée d'un agitateur central et de huit agitateurs périphériques, qui assurent la distribution de la chaleur, le refroidissement de la bouillie, et la dispersion de l'acide sulfurique.

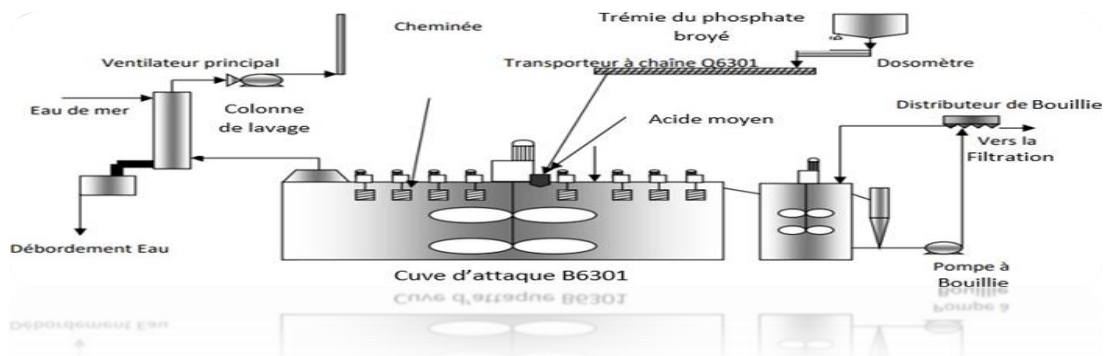


Figure 9 : schéma d'unité de cuve d'attaque

4. Unité de Filtration :

L'unité de filtration a pour but de séparer l'acide phosphorique produit lors de l'attaque du phosphate. La filtration est réalisée à l'aide de deux filtres : UCEGO, avec une capacité de 500 t P₂O₅/jour, et PRAYON, avec une capacité de 260 t P₂O₅/jour.



Figure 10: schéma d'unité de filtration

Filtre PRAYON

Le filtre PRAYON est un filtre rotatif à godets basculants. Il est alimenté en bouillie par la pompe P63P, dont le débit est contrôlé par la variation de la vitesse de rotation. En cas d'arrêt de l'alimentation, la vitesse de la pompe diminue pour rediriger la bouillie vers la cuve de digestion via une vanne automatique.

Structure :

- 24 godets identiques.
- Secteurs : pré-secteur, acide fort, acide moyen, acide faible, drainage du gâteau de gypse, lavage des toiles et séchage.

Fonctionnement :

- Les vapeurs fluorées sont évacuées vers le circuit d'assainissement et de lavage des gaz.

- Le filtrat de production, contenant des cristaux de gypse, est orienté vers l'acide recyclé autorégulant (P6303P).
- Le lavage final est effectué avec de l'eau chauffée par la vapeur.
- L'eau chaude est utilisée pour le lavage des toiles et maintient le niveau du bac d'eau de procédé.
- Le débit de lavage est contrôlé par une boucle de régulation.
- Le gypse est déchargé dans une trémie et évacué vers la mer.
- Le gâteau de gypse est séparé de la toile par pression d'air et les toiles sont séchées par un ventilateur (K6303P).

Filtre UCEGO

Le filtre UCEGO utilise une table de filtration tournante. La bouillie est versée sur la table à travers une nacelle.

Fonctionnement :

Le filtre UCEGO utilise une table de filtration tournante pour séparer l'acide phosphorique de la bouillie. Il comporte différents secteurs (acide fort, moyen, faible, lavage, évacuation du gypse) et un mécanisme de récupération du gypse par une vis sans fin en acier inoxydable. L'eau chauffée à 60°C est utilisée pour le lavage des toiles, tandis que les filtrats sont collectés dans un plateau à vide. Une partie de l'acide produit est recyclée pour maintenir le débit de réaction. Ce procédé assure une séparation efficace et optimise la récupération des sous-produits.

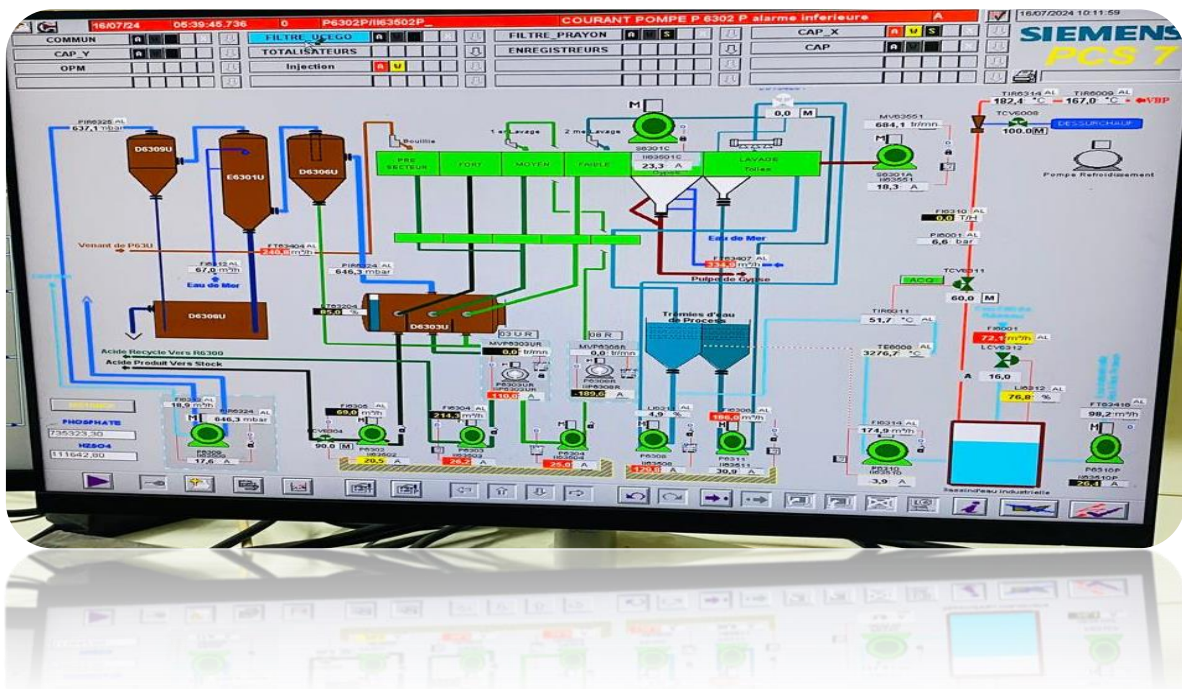


Figure 11: schéma de fonctionnement d'unité de filtration

5. Système de lavage des gaz :

Le système de lavage des gaz reçoit les gaz fluorés venant de :

- Les cuves d'attaque
- La hotte du filtre II est destiné à éliminer la quantité de fluor rejetée à l'atmosphère.



Figure 12: schéma d'unité de lavage des gaz

6. Unité de Concentration d'Acide Phosphorique (CAP) :

La méthode Rhône-Poulenc pour concentrer l'acide phosphorique repose sur un chauffage indirect suivi d'une évaporation sous vide. Ce procédé est mis en œuvre dans une boucle à circulation forcée, qui se distingue par les éléments suivants :



Figure 13 : schéma d'unité de CAP

Échangeurs de Chaleur :

- Pour les lignes X et Y, des échangeurs à blocs en graphite sont utilisés.
- Pour les lignes Z et V, des échangeurs à tubes sont employés.
- Ces échangeurs utilisent de la vapeur à 4,5 bars et 143°C pour chauffer l'acide.

Pompe de Circulation :

- Une pompe de circulation assure une vitesse élevée dans les tubes, améliorant ainsi le coefficient d'échange thermique.
- Cela aide à réduire l'encrassement des tubes et diminue la fréquence des nettoyages.

Introduction de l'Acide à 29% :

- L'acide phosphorique à 29% est introduit dans la boucle de circulation pour éliminer autant que possible le chlore et le fluor avant qu'ils n'entrent en contact avec les composants métalliques, réduisant ainsi la corrosion.

Bouilleur :

- Une dépression de 60 à 70 torrs règne dans le bouilleur.
- L'acide, chauffé à 84°C dans l'échangeur, subit une évaporation dans le bouilleur, ce qui le refroidit et nécessite un nouveau réchauffage dans l'échangeur.

Unité à Vide :

- Composée de trois éjecteurs de vapeur à double étage.
- Trois condenseurs intermédiaires (petits laveurs) sont intégrés.

Filtre à Panier

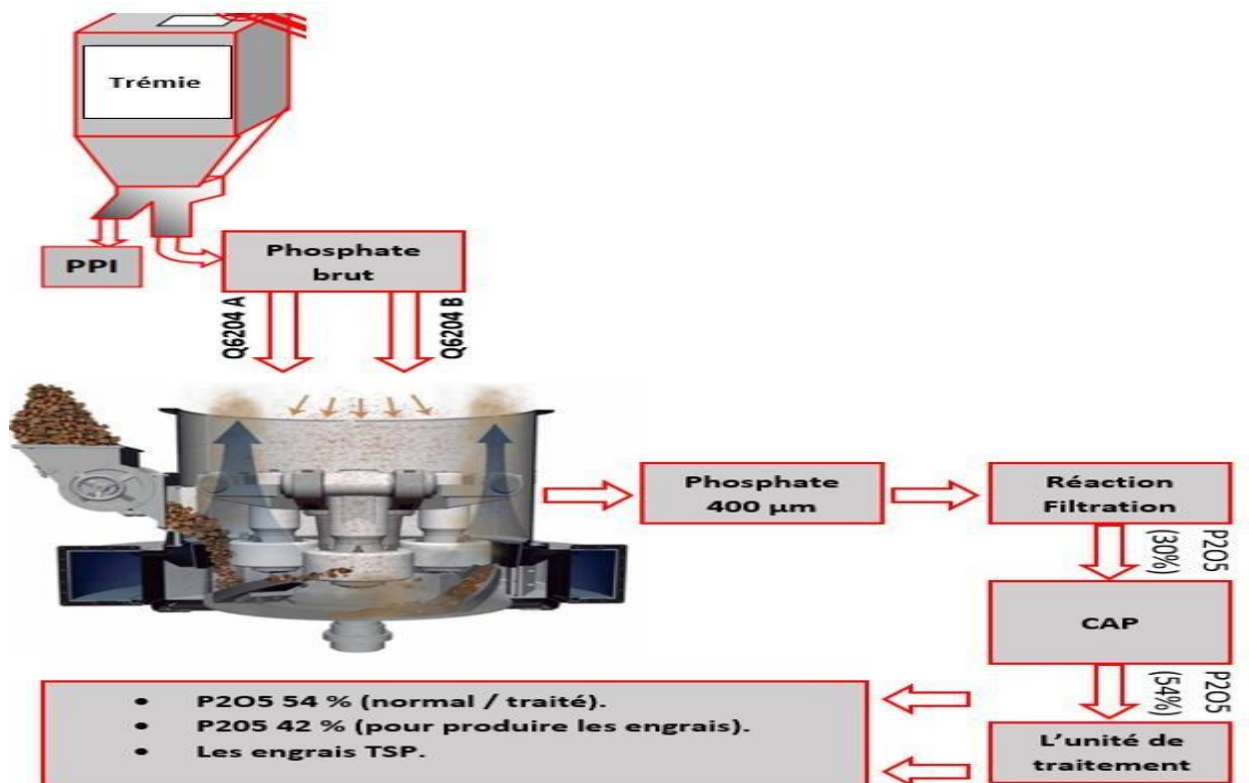
- Un filtre à panier capture les morceaux de fluosilicates qui pourraient se détacher du bouilleur et obstruer l'échangeur. Ce système de concentration permet d'obtenir un acide phosphorique concentré tout en optimisant la récupération et la gestion des sous-produits.

5. Unité de traitement :

Après avoir l'acide H_3PO_4 du CAP à 54% non traitée qui contient l'arsenic, la cadmie, le fluor, le sulfate, le rôle de cette unité est d'éliminer tous ces éléments pour avoir l'acide phosphorique de 54% traitée pour le besoin de marché, le pourcentage de ces éléments se diffère selon le besoin de clients.

6. Unité de stockage :

Le stockage est une étape stratégique dans la fabrication d'acide phosphorique. Ce dernier est stocké dans des bacs de hautes performances.



CHAPITRE 2 : ETUDE DES **COUPLEURS HYDRAULIQUES**

Les coupleurs hydrauliques sont des dispositifs utilisés pour transmettre le couple entre deux arbres tournants dans un système hydraulique. Ils permettent une connexion souple, absorbant les vibrations et compensant les désalignements.

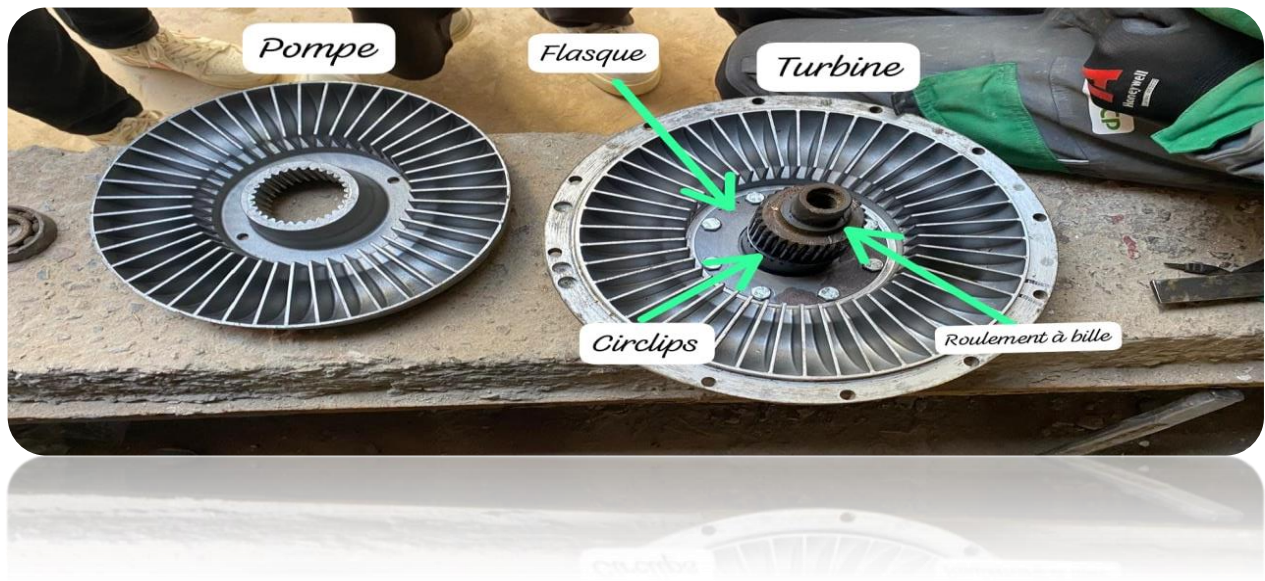


Figure 14 : schéma des composants du coupleur hydraulique

Fonctionnement des coupleurs hydrauliques :

Les coupleurs hydrauliques fonctionnent généralement par le biais d'un fluide qui transmet la force entre les deux parties. Lorsqu'un arbre tourne, il entraîne le fluide qui, à son tour, transmet le mouvement à l'autre arbre. Ce système permet de réduire les chocs et d'amortir les vibrations, ce qui est crucial dans des applications où la stabilité et la durabilité sont requises.



Les composants du coupleur :

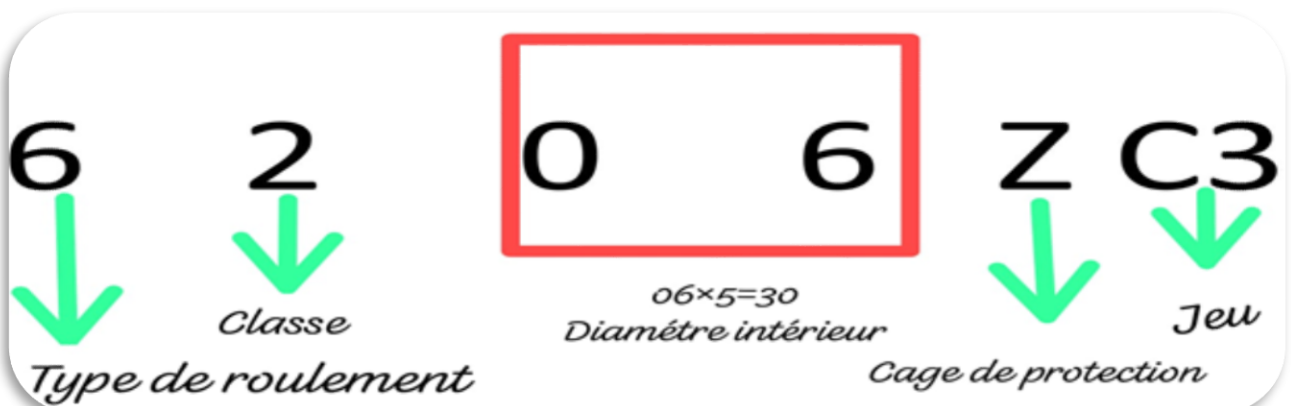


⇒ Ce Roulement assure le guidage en rotation

Sa référence est : 6206ZC3

Signification :

- 6 : roulement à billes à contact radial
- Diamètre intérieur : $6 \times 5 = 30\text{mm}$





⇒ Un circlips, aussi appelé anneau de retenue, maintient des pièces en position sur un arbre ou dans un alésage, empêchant leur déplacement axial. Il facilite le montage et le démontage grâce à une pince spécifique, rendant les opérations de maintenance plus simples



⇒ Les engrenages à dentures intérieures transmettent le mouvement rotatif entre deux axes parallèles ou coaxiaux, permettant des conceptions compactes et efficaces. Ils augmentent la stabilité du système en réduisant l'encombrement.

Schéma cinématique :

Le schéma cinématique d'un coupleur hydraulique peut être représenté par deux disques à ailettes qui sont en opposition. Ces disques sont reliés par un fluide qui permet la transmission du couple.

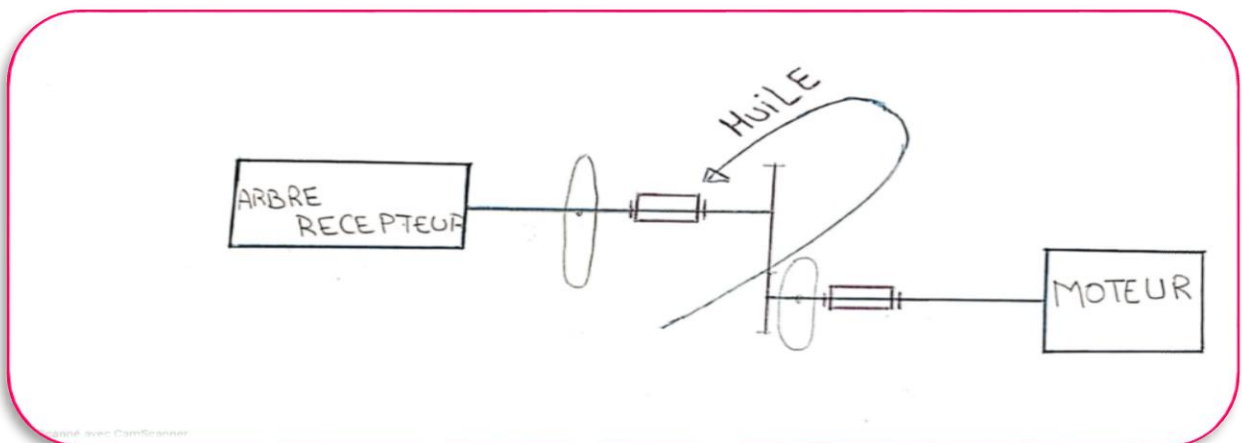


Figure 15 : schéma cinématique du coupleur hydraulique

Chaîne de transmission :

[Arbre moteur] --> [DisqueA] --> [Fluide] --> [Disque B] --> [Arbre entraîné]

Dans ce schéma :

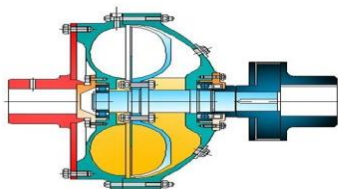
- **Arbre moteur** : L'arbre qui génère le mouvement.
- **pompe** : Le disque connecté à l'arbre moteur, qui entraîne le fluide.
- **Fluide** : Le fluide hydraulique qui transmet le couple.
- **turbine** : Le disque connecté à l'arbre entraîné, qui reçoit le mouvement.
- **Arbre entraîné** : L'arbre qui reçoit le mouvement et effectue le travail.

Applications industrielles :

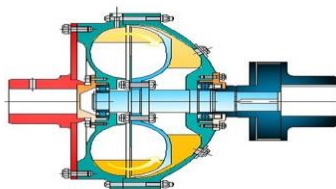
Les coupleurs hydrauliques sont utilisés dans divers domaines, notamment :

- Industrie manufacturière : Pour des machines nécessitant une connexion rapide et efficace.
- Engins de construction : Dans des équipements lourds où la transmission de puissance est essentielle.
- Systèmes automobiles : Pour des applications comme la direction assistée.

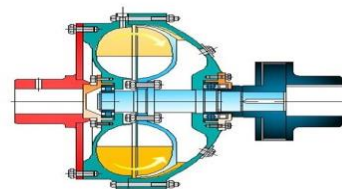
En résumé, les coupleurs hydrauliques sont des éléments clés dans la transmission de puissance dans les systèmes hydrauliques, offrant flexibilité et robustesse tout en minimisant les vibrations et les désalignements.



Arrêté



Démarrage



Fonctionnement normal

Utilisation du coupleur dans l'OCP :

Application dans le Moteur du Broyeur à Pendule :

À l'OCP, le coupleur hydraulique est intégré au moteur du broyeur à pendule, qui est utilisé pour le broyage du phosphate.

Régulation de la Transmission de Puissance :

Le coupleur hydraulique permet de contrôler la transmission de puissance entre le moteur et le broyeur. Cette régulation assure une transmission fluide et efficace, évitant les chocs et les variations brusques de puissance.

Protection contre les Surcharges et les Démarrages Brusques :

Le coupleur hydraulique offre une protection essentielle contre les surcharges et les démarrages brusques, préservant ainsi l'intégrité du moteur et du broyeur. Cette protection prolonge la durée de vie des équipements et réduit les risques de pannes mécaniques.



Avantages du Coupleur Hydraulique :

- Démarrage progressif sans contact mécanique
- Démarrage en douceur, même sous le courant nominal
- Protection contre les chocs et surcharges
- Absorption des vibrations
- Haute capacité de charge radiale (KPTE)
- Pas de patinage de courroie
- Commande à distance
- Positionnement de charge
- Maintenance facile et économique
- Longue durée de vie sans usure des garnitures de friction
- Performances précises à vitesse variable

Utilisations :

- Broyeurs, concasseurs, broyeurs à bois
- Convoyeurs à bande
- Pompes centrifuges et alternatives, compresseurs
- Propulsion marine
- Générateurs
- Centrifugeuses, ventilateurs, soufflantes
- Mélangeurs
- Entraînement à vitesse variable pour pompes centrifuges, compresseurs, ventilateurs, souffleries et convoyeurs à bande

Instrument de Contrôle :

- Gère la vitesse d'entrée et de sortie
- Supervise tous les paramètres du coupleur
- Envoie des signaux d'alarme
- Implémente les logiques de verrouillage
- Contrôle la vitesse localement ou à distance

Le rôle du fusible :

Le rôle du fusible dans un coupleur hydraulique est crucial pour la protection du système :

➤ Protection du Système :

Le fusible agit comme un dispositif de sécurité pour protéger le coupleur hydraulique et ses composants contre des surcharges électriques ou des courts-circuits. Si un courant excessif passe à travers le circuit, le fusible fond et interrompt le flux de courant, empêchant ainsi des dommages potentiellement coûteux ou dangereux.

➤ **Prévention des Surchauffes :**

En interrompant le courant en cas de surcharge, le fusible aide également à prévenir les surchauffes qui pourraient endommager le moteur du coupleur hydraulique ou d'autres composants électriques.

➤ **Sécurité Générale :**

Le fusible améliore la sécurité globale du système en évitant des incidents tels que les incendies électriques, les défaillances mécaniques dues à une surchauffe ou d'autres problèmes liés à des conditions de surcharge électrique.

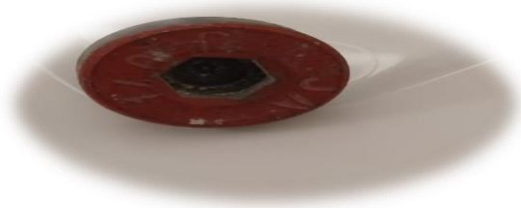


Figure 16: fusible du coupleur hydraulique

Plan de Gestion pour Coupleur Hydraulique :

Pour assurer le fonctionnement optimal et la durabilité du coupleur hydraulique, un plan de gestion complet et bien structuré est indispensable. Ce programme inclut les éléments suivants :

Inspection Visuelle :

Réaliser des vérifications fréquentes de l'état des éléments extérieurs, détecter les fuites de fluide et examiner les connexions pour s'assurer de l'absence de dommages visibles.

Surveillance du Niveau de Fluide :

Contrôler et compléter le fluide hydraulique selon les directives du fabricant pour maintenir un niveau adéquat et garantir le bon fonctionnement du système.

Évaluation du Fluide :

Procéder à des tests réguliers du fluide hydraulique pour détecter la présence de contaminants ou la dégradation du fluide, ce qui pourrait nuire aux performances du coupleur.

Maintenance préventive:

Remplacer les pièces sujettes à l'usure, telles que les joints et les roulements, avant qu'elles ne causent des pannes, afin de prévenir les défaillances du système.

Maintenance corrective :

Intervenir immédiatement en cas de dysfonctionnement pour corriger les problèmes et éviter des dommages plus graves, assurant ainsi la continuité de l'opération.

- ⇒ Ce plan de gestion structuré est crucial pour maintenir le coupleur hydraulique en parfait état de fonctionnement et prolonger sa durée de vie.

Quelques composants mécaniques étudiées durant le stage :

➤ Roulements :

Les roulements sont des composants mécaniques essentiels utilisés pour réduire le frottement entre des pièces mobiles et pour supporter des charges.



Fonctionnement des roulements :

Les roulements fonctionnent en permettant un mouvement rotatif fluide entre deux surfaces. Ils se composent généralement de deux éléments : les bagues intérieure et extérieure, et des éléments roulants (billes, cylindres, etc.) qui se déplacent entre ces bagues. Ce système réduit la friction et l'usure, prolongeant ainsi la durée de vie des machines.

Types de roulements :

1. **Roulements à billes** : Composés de billes qui roulent entre les bagues. Ils sont adaptés à des vitesses élevées et à des charges légères à modérées.
2. **Roulements à rouleaux** : Utilisent des rouleaux cylindriques pour supporter des charges plus lourdes. Ils sont moins sensibles à l'alignement et peuvent supporter des charges radiales et axiales.

4. **Roulements à contact oblique** : Conçus pour supporter des charges axiales et radiales simultanément, souvent utilisés dans les applications nécessitant une précision élevée.

Matériaux :

Les roulements sont généralement fabriqués en acier, mais des versions en céramique ou en plastique existent pour des applications spécifiques. Les roulements en acier inoxydable sont également disponibles pour des environnements corrosifs.

Nomenclature des roulements :

La désignation des roulements se fait généralement selon une norme spécifique qui inclut des informations sur le type, les dimensions et les particularités du roulement.

1. **Série de base** : Indique le type de roulement et les dimensions principales.

- Par exemple, pour un roulement à billes à contact radial : 6205

2. **Code de diamètre d'alésage** : Généralement, les deux derniers chiffres de la désignation indiquent le diamètre d'alésage (en mm, multiplié par 5 pour les roulements de taille normale).

- Par exemple, 05 dans 6205 indique un diamètre d'alésage de 25 mm (5 x 5).

3. **Préfixes et suffixes** : Ils fournissent des informations supplémentaires sur le roulement, telles que le jeu radial, les matériaux, les tolérances, les types de joints, etc.

- Par exemple, 6205-2RS indique un roulement à billes 6205 avec deux joints en caoutchouc.

Voici quelques préfixes et suffixes courants :

- C3, C4 : Indiquent un jeu radial supérieur à la normale.

- 2Z : Indique que le roulement est équipé de deux flasques métalliques.

- 2RS : Indique que le roulement est équipé de deux joints en caoutchouc.

- K : Indique que le roulement a un alésage conique.

- M : Indique une cage en laiton.

Exemple complet de désignation :

- *6205-2RS-C3* : Roulement à billes à contact radial, diamètre d'alésage de 25 mm, avec deux joints en caoutchouc et un jeu radial supérieur à la normale.

Les désignations peuvent varier légèrement selon les fabricants, mais les principes de base restent les mêmes.

➤ **Pompe centrifuge :**

Fonctionnement des pompes centrifuges :

Les pompes centrifuges utilisent un champ de force centrifuge pour transmettre de l'énergie et de la vitesse aux liquides à transporter. Lorsque la roue à aubes tourne, elle accélère le fluide qui entre axialement et le projette radialement vers l'extérieur. Cela crée une dépression qui aspire le fluide dans la pompe.



➤ **Pompe volumétrique**

Les pompes volumétriques sont des dispositifs essentiels dans le domaine du pompage, caractérisées par leur capacité à déplacer un volume fixe de fluide à chaque cycle de fonctionnement.

Fonctionnement des pompes volumétriques :

Le principe de fonctionnement d'une pompe volumétrique repose sur le déplacement positif d'un volume de fluide. Cela signifie qu'un certain volume de fluide est isolé et forcé de se déplacer de l'orifice d'aspiration à l'orifice de refoulement. Contrairement aux pompes centrifuges, le débit d'une pompe volumétrique est relativement constant et indépendant de la pression de refoulement, bien que l'énergie consommée soit proportionnelle à la différence de pression entre l'entrée et la sortie.

➤ **Système poulie courroie :**

Le système de poulies-courroies est un mécanisme de transmission de puissance largement utilisé dans divers domaines industriels et mécaniques. Voici un aperçu détaillé de son fonctionnement, de ses types, de ses avantages et inconvénients, ainsi que de ses applications.

Fonctionnement des poulies-courroies :

Le système de poulies-courroies transmet un mouvement de rotation d'un arbre à un autre à l'aide d'une courroie tendue entre deux ou plusieurs poulies. La courroie, qui peut être en caoutchouc ou en matériau synthétique, s'enroule autour des poulies, permettant ainsi le transfert de la puissance par adhérence. La conception du système permet de modifier la vitesse et le couple en fonction des diamètres des poulies.



Types de courroies

1. **Courroies plates** : Utilisées pour des applications à faible puissance, elles sont souvent faites de cuir ou de tissu, mais la plupart sont désormais en caoutchouc ou en polymères. Elles sont sujettes à un glissement sur les poulies.
2. **Courroies trapézoïdales** : Conçues avec une section en forme de trapèze, elles offrent une meilleure adhérence et sont utilisées pour des applications nécessitant un couple élevé.
3. **Courroies striées** : Ces courroies présentent des stries longitudinales qui augmentent la surface de contact avec la poulie, permettant ainsi une transmission de puissance plus efficace et silencieuse.

4. **Courroies dentées** : Dotées de dents, elles s'engrènent avec les poulies pour éviter tout glissement, garantissant ainsi une transmission précise du mouvement, souvent utilisée dans les moteurs et les machines industrielles.

Avantages

- **Souplesse de transmission** : La courroie peut s'adapter à des variations de distance entre les poulies.

- **Absence de lubrification** : Contrairement à d'autres systèmes de transmission, les poulies-courroies ne nécessitent pas de lubrification, ce qui réduit l'entretien.

Inconvénients

- **Usure de la courroie** : Les courroies peuvent s'user avec le temps, nécessitant un remplacement régulier.

- **Glissement** : Le rapport de transmission peut être irrégulier en raison du glissement, surtout si la tension n'est pas correctement maintenue.



CONCLUSION

Ce stage au sein du Groupe OCP, et plus particulièrement dans le service mécanique de Maroc Chimie à Safi, a été une expérience particulièrement enrichissante à la fois sur le plan technique et humain. En participant aux différentes opérations de maintenance et en étudiant des équipements tels que les coupleurs hydrauliques, les pompes et les systèmes de transmission, j'ai pu mettre en pratique mes connaissances théoriques et approfondir ma compréhension des processus industriels.

Cette immersion m'a permis de découvrir les exigences et les réalités du monde professionnel, notamment en ce qui concerne l'importance de la maintenance préventive et curative des installations pour assurer leur bon fonctionnement. J'ai également pris conscience de l'impact crucial des systèmes mécaniques sur l'efficacité de la production d'acide phosphorique, une activité clé pour le Groupe OCP et pour l'économie marocaine.

Au-delà des compétences techniques, ce stage a renforcé ma capacité à travailler en équipe, à gérer des problématiques réelles, et à m'adapter à un environnement industriel exigeant. Il a été une étape déterminante dans mon parcours d'ingénieur, me donnant des bases solides pour mes études futures et une meilleure perspective sur les défis que je pourrai rencontrer dans ma carrière professionnelle.