



Licence Sciences et Techniques (LST)  
**GENIE CHIMIQUE**

**PROJET DE FIN D'ETUDES**

**TRAITEMENT DES REJETS LIQUIDES AU SEIN DU LABORATOIRE DE  
CONTROLE DE QUALITE DU PHOSPHATE**

**Présenté par :**

◆ LAHMYANI OKBI Mohammed

**Encadré par :**

- ◆ Mme HAJJAMI Hanae (OCP)
- ◆ Pr GRECHE Hassane (FST)

**Soutenu Le 9 Juin 2017 devant le jury composé de :**

- Pr S. CHAKROUNE
- Pr H. CHTIQUI
- Pr H. GRECHE

**Stage effectué à OCP KHOURIBGA**

**Année Universitaire 2016 / 2017**

# Dédicace

À Allah la miséricorde divine, le tout puissant de m'avoir donné la volonté et la capacité de présenter ce travail et à son prophète Mohamed (PSL)

À mes chers parents, dont aucun mot n'est assez fort et suffisant pour exprimer leurs amours que je les voue, c'est à eux que je dois tout et qu'ils serrent toujours pour moi un exemple de réussite et de courage, je les témoigne mon affection profonde en reconnaissance de tout ce qu'ils ont faits pour moi ;

À mes chères sœurs Zineb et Meryem, pour leur soutien et l'estime qu'ils portent à ma modeste personne.

À toutes la famille LAHMYANI OKBI ;

À mes chers amis : Zineb, Walid, Mouad, Hamza, Yassine, Nidal, Abderrahim...

À mes camarades de promotion avec qui j'ai partagé les moments joyeux de la réussite et à qui je souhaite un avenir radieux ;

À tous ceux qui mon aidé tout au long de cette période ;

À tous ceux que j'aime.

Merci beaucoup

# Remerciement

Je remercie tout d'abord dieu tout puissant de m'avoir donné la force et la connaissance pour accomplir une action qui lui plaise.

Je remercie également l'OCP de nous avoir donné l'occasion de passer ce stage, plus particulièrement la Merah El Harech de K HOURIBGA qui nous a bien accueillis.

Dans le cadre de ce mémoire, je tiens à remercier, profondément, mon encadrant interne de stage « **Mr GRECHE Hassane** » pour la qualité d'encadrement, la rigueur scientifique et le soutien affectif dont j'ai bénéficié tout au long de la période d'élaboration de ce mémoire.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude aux membres de jury :

-**Pr S. CHAKROUNE** et **Pr H. CHTIOUI** pour leurs efforts en début d'année qui mon beaucoup aidé lors de mon stage de PFE.

Mes sincères remerciements s'adressent aussi à l'ensemble des enseignants de département de chimie pour la qualité de formation et d'encadrement dont nous avons bénéficiés tout au long de nos études.

Je tiens à remercier non seulement comme devoir mais par grand respect et gratitude profonde à « **Mr ASSI Hassane** » le chef de laboratoire d'avoir accepté ma demande de stage avec plaisir, ainsi « **Mme HAJJAMI Hanae** » notre parrain de stage pour ses efforts afin de nous orienter, et nous encadrer pour l'élaboration de ce travail, sans oublié **Mr ABID, Mr JANNANI, Mr RHAZ, Mr MOUJI, Mr ISMAILI, Mr HRIDA, Mr RIMAH** qui ont ménagé leurs temps et leurs connaissances pour m'aider à élaborer ce travail, et à tout le personnel de laboratoire pour toutes leurs gentillesse, leurs sympathies et leurs services inconditionnels

À tous ceux et à toutes celles dont les acronymes n'apparaissent pas sur cette page, ils sont nombreux, qu'ils demeurent convaincus, que nous ne les avons point oubliés et qu'ils soient assurés de notre profonde gratitude.

**Merci**

## Table des matières

Liste des figures.....	
Liste des tableaux.....	
Liste des abréviations.....	
Avant-propos .....	
Introduction .....	1
CHAPITRE I : revue bibliographique.....	2
I. Généralités sur les phosphates .....	2
1- Introduction : .....	2
2- Utilisations des phosphates : .....	3
3- Différents types de phosphates :.....	3
4- Enjeux économiques des phosphates : .....	4
II. Traitement des rejets des produits chimiques : .....	4
1- Définition des rejets :.....	4
2- Impact des rejets liquides :.....	4
3- Types des rejets : .....	5
4- Les méthodes de traitement des rejets : .....	5
III. Aperçu sur la qualité .....	6
1- La qualité.....	6
2- Le management de la qualité .....	6
3- Normes.....	7
IV. La norme iso 14001 : Objectifs et finalité .....	7
1- La norme iso 14001 : .....	7
2- Système management environnemental :.....	8
CHAPITRE II : présentation de l'ocp et du laboratoire (IDK/MP/L).....	10
I. Présentation du groupe OCP : .....	10
1- Introduction : .....	10
2- Historique :.....	11
3- Fiche signalétique :.....	13
4- Mission du groupe : .....	14
5- Activité et le rôle de L'OCP : .....	14
6- OCP dans le monde et le Maroc :.....	15
II. Organisation au sein du groupe OCP Khouribga :.....	16
1- Organigramme de l'organisme OCP Khouribga : .....	16
2- Division et services : .....	16
3- L'organigramme du service d'accueil de la direction des extractions MEA-BENI IDIR INK/MP :.....	17
I. Présentation du laboratoire.....	17
1- Le rôle du laboratoire .....	18
2- Organigramme du laboratoire :.....	18
3- Description du laboratoire : .....	18
CHAPITRE III : Opérations effectuée au sein du laboratoire .....	22
I. Introduction : .....	22

<b>II. Réception et préparation des échantillons de phosphate :</b> .....	<b>22</b>
1- Réception des échantillons : .....	<b>23</b>
2- Préparation des échantillons : .....	<b>23</b>
<b>III. Les analyses Physico-chimique :</b> .....	<b>25</b>
1- Analyse de BPL par Auto-analyseur (Technico) : .....	<b>25</b>
2- Dosage de l'anhydride carbonique par calcimètre de Bernard :.....	<b>25</b>
3- Dosage de la silice réactive par absorption atomique .....	<b>25</b>
4- Dosage de potassium réactive par absorption atomique.....	<b>26</b>
5- Dosage aluminium par absorption atomique .....	<b>26</b>
6- Dosage de l'oxyde de magnésium par absorption atomique .....	<b>26</b>
7- Dosage cadmium par absorption atomique .....	<b>26</b>
<b>CHAPITRE IV : Méthodes de traitement des rejets selon la norme ISO 14001</b> .....	<b>27</b>
1- Quantification des rejets .....	<b>27</b>
2- La neutralisation des rejets : .....	<b>30</b>
3- Traitement par échangeur d'ions.....	<b>32</b>
<b>Conclusion</b> .....	<b>36</b>
<b>Références bibliographiques</b> .....	<b>37</b>

# Liste des figures

Figure 1 : Différente classe de BPL .....	3
Figure 16 : Principe de la roue de Deming .....	8
Figure 2 : Carte Présenter l'OCP ou monde .....	15
Figure 3 : Carte Présenter l'OCP au Maroc .....	15
Figure 4 : Organigramme d'IDK .....	16
Figure 5 : Organigramme de l'entité MEA-BENI IDIR .....	17
Figure 6 : Organigramme du laboratoire INK/MP/L-437. ....	18
Figure 7 : Salle d'attaque .....	19
Figure 8 : Auto analyseur .....	19
Figure 9 : Appareil d'absorption atomique .....	21
Figure 10 : Schéma De Principe De SSA .....	21
Figure 11 : Quartage manuel .....	23
Figure 12 : Diviseur à rifle .....	23
Figure 13 : Broyeur à disque rotatif .....	24
Figure 14 : Mise en capsule .....	24
Figure 15 : Étuve à 105+5°C .....	25
Figure 17: Montage expérimentale de la neutralisation du rejet .....	31
Figure 18 : Résine échangeuse de cations (résine cationique). ....	32
Figure 19 : les étapes de la saturation d'une résine .....	33
Figure 20 : Schéma d'une fosse de neutralisation .....	35

# Liste des tableaux

Tableau 1 : Impact des rejets de laboratoire sur la santé et l'environnement .....	4
Tableau 2 : Les différentes analyses physico-chimiques .....	22
Tableau 4 : Quantification des rejets des différentes analyses effectuées au sein du laboratoire .....	27
Tableau 5 : Mesures de pH des rejets pour les analyses les plus demandés par les clients .....	28
Tableau 6 : Mesures de pH des rejets des autres analyses .....	28
Tableau 7 : Teneur des métaux lourd (éléments-traces) dans les rejets .....	29
Tableau 8 : La concentration Maximum admissible. ....	29
Tableau 9 : Résultats de la neutralisation des rejets liquides .....	31
Tableau 10 : Avantages et inconvénient de la résine .....	33

# Liste des abréviations

<b>Abréviations</b>	<b>Signification</b>
<b>OCP</b>	<b>Office Chérifien des Phosphates</b>
<b>MEA</b>	<b>Merah El Ahrach</b>
<b>SHT</b>	<b>Super Haute Teneur</b>
<b>THT</b>	<b>Très Haute Teneur</b>
<b>HTN</b>	<b>Haute Teneur Normal</b>
<b>HTM</b>	<b>Haute Teneur Moyenne</b>
<b>MT</b>	<b>Moyenne Teneur</b>
<b>BTR</b>	<b>Basse Teneur Riche</b>
<b>BPL</b>	<b>Bonne Phosphates of Line</b>
<b>SAA</b>	<b>Spectroscopie d’Absorption Atomique</b>
<b>IDK</b>	<b>Industrie direction Khouribga</b>
<b>INK</b>	<b>Industrie nord Khouribga</b>
<b>PE</b>	<b>Prise d’Essaie</b>
<b>MP</b>	<b>Méthode et Planning</b>
<b>ZCS</b>	<b>Zone Centrale Sud</b>

# AVANT-PROPOS

---

Afin de compléter notre cursus scolaire au sein de la FSTF (Faculté des Sciences et Techniques de Fès), un stage de deux mois est imposé.

Dans le cadre de la complémentarité entre la FSTF et les différents établissements industriels, j'ai choisi d'effectuer un stage pratique au sein du groupe OCP à Merah El Harech, exactement au Laboratoire de contrôle qualité à Khouribga.

Ce stage a pour but essentiel d'approfondir mes connaissances qui m'ont été prodiguées par cette faculté et aussi valoriser mon apprentissage pour qu'il soit mis à niveau.

De surcroît, le stage constitue un moyen efficace pour le renforcement et la mise en application des connaissances théoriques acquises par le stagiaire tout au long de sa formation, c'est une expérience indispensable qui représente une première penchée dans le domaine de la pratique et dans l'environnement du travail ; il revêt une importance capitale pour la formation dans le sens qui constitue une passerelle vers la vie professionnelle, cette affirmation est invariablement applicable à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.

J'ai été encadré tout au long de cette période qui a débuté le 08/04/2017, et a pris fin le 26/05/2017 ; à la Division Extraction M.E.A au Service OIK/MP/L – 437 (Labo) ; par M<sup>me</sup> HAJJAMI Hanae « Responsable du laboratoire de contrôle qualité du Phosphates » au sein de l'OCP-Khouribga, et P<sup>r</sup> GERCHE Hassane au sein de la FSTF.



# INTRODUCTION

---

L'industrie occupe une place prépondérante et joue un rôle crucial dans l'économie des nations, grâce aux offres d'emplois qu'elle procure, à sa valeur ajoutée ainsi que sa participation dans le produit intérieur brut. C'est pour cela que les pays accordent plus d'importance à ce secteur vital par le truchement d'efforts logistiques et humains.

Le Maroc n'échappe pas à cette règle, même s'il a une industrie émergente dont le groupe Office Chérifien des Phosphates tire la locomotive, vu la valeur du phosphate dans les marchés internationaux. De ce fait, mon stage s'est déroulé au sein du Laboratoire de contrôle qualité du groupe OCP.

Ce laboratoire s'occupe du contrôle de la qualité des phosphates en effectuant des analyses physico-chimiques tels que : ( $\text{CO}_2$ , les éléments de trace,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ , BPL, ...), ayant pour but de vérifier que la qualité du phosphate répond bien aux spécifications du cahier de charge de la clientèle avant sa livraison.

Pour rendre plus concret et plus significatif ce travail, j'ai opté pour le diviser en quatre chapitres distincts :

Dans le premier chapitre, afin de comprendre le sujet j'ai choisi de le consacrer aux généralités sur les phosphates, à la définition générale de la Normes et du management qualité ainsi qu'au grand traits qui définissent les types de déchets existant ; le deuxième chapitre est consacré à la présentation du groupe OCP en tant que firme industrielle internationale, ainsi que la présentation du Laboratoire, mettant en évidence ses différents locaux et les rapports qui les unissent, pour mener à lieu leurs fonctions. Le troisième chapitre consiste à l'étude de diverses opérations effectuées au sein du Laboratoire, traité en six partis, chacune traite une opération, à savoir la réception des échantillons, l'attaque et la mise en solution, les analyses chimiques du BPL,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ... effectuées par les différentes techniques (spectrophotométrie, gravimétrie, spectroscopie d'absorption atomique...)

Enfin nous décrivons le système de management environnemental et les étapes de sa mise en place au sein de laboratoire selon la norme ISO 14001, Ainsi nous identifions les différents rejets issus de laboratoire ainsi le traitement de chaque type pour minimiser leurs impacts sur l'environnement.



# CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

## I. Généralités sur les phosphates

### 1- Introduction :

Le phosphate est le résultat de la décomposition des matières organiques, et généralement la décomposition d'ossement de poissons qui ont été abandonnés par des océans, et des mers pendant les millions d'années et suite à des dérangements souterrains, les couches se sont trouvées à des profondeurs variables entre 5 à 49m.

La phosphatogenèse s'est opérée au Maroc durant la période géologique allant du Maastrichtien (Crétacé terminal) au Lutétien (Éocène moyen), s'étendant sur près de trente millions d'années. Il s'y est déposé une série phosphatée décrivant une séquence positive, comprise entre des détritiques fins (sables et argiles) à la base et des formations carbonatées au sommet.

Les faciès de la série phosphatée marocaine sont caractérisés par une grande diversité, tant sur le plan spatial que temporel. L'enrichissement des sols un minerai de phosphate se compose en général de trois parties à savoir :

- Le phosphate pur.
- Le stérile.
- L'eau.

Le phosphate pur est constitué par des grains phosphatés appelés "oolithes", des débris osseux connus sous le nom :

- Apatite :  $Ca_3(PO_4)_2$
- Fluorapatite :  $Ca_{10}(PO_4)_6F_2 = 3Ca_3(PO_4)_2CaF_2$
- Chloroapatite :  $Ca_{10}(PO_4)Cl_2 = Ca_{10}(P)_2CaF_2$

Le stérile : tout corps solide contenu dans le minerai autre que phosphate pur. La teneur des concentrés est évaluée en % de  $P_2O_5$  ou en équivalent, en phosphate tricalcique  $Ca_3(PO_4)_2$  que l'on appelle la teneur en BPL (bon phosphate of lime) et pour passer de la teneur en  $P_2O_5$  à la teneur en BPL, il faut multiplier la première par 2,185 qui est le rapport des masses molaires de  $P_2O_5$  et de  $Ca_3(PO_4)_2$ . [1]



## 2- Utilisations des phosphates :

Le phosphore (P) est un élément qui est largement distribué dans la nature. Il est considéré, avec l'azote (N) et le potassium (K), comme un constituant fondamental de la vie des plantes et des animaux.

Les phosphates organiques jouent un rôle important dans la biochimie et dans la biogéochimie ou l'écologie. Les phosphates inorganiques sont exploités pour obtenir le phosphore pour une utilisation dans l'agriculture et l'industrie.

## 3- Différents types de phosphates :

En fonction de sa teneur en BPL, le phosphate est classé en quatre catégories :

- Phosphate 75% en BPL qui ne subit en général aucune opération d'enrichissement sauf le criblage pour éliminer les grosses pierres, les stériles, et séchage pour éliminer l'humidité
- Phosphate 72% en BPL qui subit lui aussi le criblage et le séchage.
- Phosphate pauvre en BPL et contient beaucoup d'impuretés, pour les enrichir il subit différents modes de traitements, à savoir :
  - Le criblage pour éliminer les stériles.
  - Le lavage à l'eau pour éliminer les argiles.
  - Le séchage pour éliminer l'eau de lavage.
- Phosphate qui contient beaucoup de matières organiques et de calcaire, est traité par calcination à 950°C pour éliminer les matières organiques et le  $CO_2$ .

Types de Phosphates	Signification	Tranche de BPL	Code
<b>SHT</b>	Super haut teneur	Supérieur à 75	<b>1</b>
<b>THT</b>	Très haut teneur	73-75	<b>2</b>
<b>HTN</b>	Haute teneur normale	71,5-73	<b>3</b>
<b>HTM</b>	Haute teneur moyen	69.5-71.5	<b>4</b>
<b>MT</b>	Moyen teneur	68.5-69.5	<b>5</b>
<b>BTR</b>	Basse teneur riche	65-68	<b>6</b>
<b>BTN</b>	Basse teneur normale	63-65	<b>7</b>
<b>BTP</b>	Basse teneur pauvre	61-63	<b>8</b>
<b>TBT</b>	Très basse teneur	56-61	<b>9</b>

Figure 1 : Différente classe de BPL



#### 4- Enjeux économiques des phosphates :

Suite à des nouvelles études effectuées, les phosphates sont considérés comme étant une nouvelle source d'énergie.

L'uranium est extrait de l'acide phosphorique, dans le traitement des phosphates par voie humide. Ce processus ne concerne qu'une partie des phosphates traités dans le monde, ce qui explique qu'un quart seulement des phosphates produits dans le monde peut donner lieu à une production d'uranium.

## II. Traitement des rejets des produits chimiques :

### 1- Définition des rejets :

Par rapport à des unités de production, un des seuls dénominateurs communs est l'utilisation d'une grande diversité de matières dont chacune est engagée en quantités restreintes. Pour écarter les déchets non spécifiques, une définition opérationnelle doit être adoptée ; sont considérés comme déchets : tous les objets ou matières résiduelles résultant spécifiquement des activités de laboratoire dont l'établissement producteur entend se défaire.

### 2- Impact des rejets liquides :

Les déchets résultant d'expériences de chimie peuvent présenter des dangers pour la santé des personnes, et pour l'environnement. [2]

Tableau 1 : Impact des rejets de laboratoire sur la santé et l'environnement

Type de rejet	Impact	
Acide	Santé	L'environnement
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Irritations modérées à graves du nez et de la gorge, causant de la toux, de la douleur et une inflammation des voies respiratoires.</li><li>• Un œdème pulmonaire (eau sur les poumons) peut se développer dans les 48 heures après l'exposition irritation des yeux.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La faune : les impacts seront similaires à ceux chez l'humain.</li><li>• La flore : possibilité de brûlures et même de destruction.</li><li>• L'air : avec l'humidité peut provoquer un nuage corrosif.</li><li>• L'eau : toxicité pour les poissons et nocif pour les espèces aquatiques.</li></ul>



### 3- Types des rejets :

**Acides minéraux** : acides sulfuriques, chlorhydrique, fluorhydrique, nitrique et Sels de ces acides.

**Bases fortes** : hydroxyde de sodium (soude), de calcium (chaux éteinte)

**Des solutions contenant des métaux lourds** ...

**Solvants oxygénés** : alcools éthanol, méthanol

**Métaux alcalino-terreux** : Magnésium, Calcium.

### 4- Les méthodes de traitement des rejets :

Le traitement des effluents liquides varie selon la composition en éléments nocifs dès le rejet.

#### a) Les déchets chimiques non-toxiques :

Cette famille regroupe toutes les solutions aqueuses ne contenant aucun constituant toxique Par exemple, les solutions contenant : des ions sodium, potassium, calcium des ions chlorure, bromure, iodure des ions nitrate, thiosulfate, hydrogénocarbonate. Ces déchets pourront être rejetés à l'égout sans traitement après que l'on ait contrôlé leur pH et l'absence de substances toxiques.

#### b) Les déchets acido-basiques :

Cette famille regroupe toutes les solutions aqueuses ne contenant aucun des constituants toxiques, autres que des acides ou des bases. Il s'agit donc des solutions acides et de bases inorganiques telles que des solutions d'acide chlorhydrique, sulfurique, de soude, de potasse, etc. **Ces déchets pourront être rejetés à l'égout après neutralisation.**

#### c) Les déchets contenant des ions métalliques toxiques :

Cette famille regroupe toutes les solutions aqueuses qui contiennent des cations des métaux, à l'exception des ions du baryum, du mercure et de l'argent et qui ne contiennent ni anion toxique ni espèce oxydante. Ces solutions devront subir un traitement destiné à **éliminer ces ions métalliques Par une réaction de précipitation.**

#### d) Les déchets contenant des oxydants :

Cette famille de déchets regroupe toutes les solutions contenant des oxydants, à l'exception des solutions contenant de l'iode. Ces solutions devront subir un traitement par un réactif réducteur suivi si nécessaire d'une précipitation des ions métalliques



#### e) Les autres déchets inorganiques toxiques :

Cette famille de déchets regroupe les déchets toxiques qui ne peuvent pas être traités au laboratoire ou qui nécessitent un traitement spécifique. Il sera nécessaire pour ces déchets de procéder à une collecte dans des bidons séparés en évitant de les mélanger entre eux.

On va trouver essentiellement :

- Les solutions contenant des anions toxiques (cyanure, composés de l'arsenic)
- Les solutions contenant des ions baryum
- Les solutions contenant des ions fluorure
- Les solutions contenant des ions du Mercure
- Les solutions contenant des ions de l'argent
- Les solutions contenant de l'iode. [3]

### III. Aperçu sur la qualité

#### 1- La qualité

Organisation Internationale de Normalisation (ISO) définissait la qualité « comme l'ensemble des caractéristiques d'une entité qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés et implicites ». Plus récemment, elle a complété cette définition qui est devenue la suivante : la qualité est « l'aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques d'un produit, d'un système ou d'un processus à satisfaire les exigences des clients et autres parties intéressées ». On peut retenir de cette définition que la qualité concerne tous les produits et services. La qualité intervient à partir des attentes des clients, donc du destinataire du produit, qu'il soit lui-même acheteur, consommateur ou bénéficiaire. La qualité qualifie un produit ou un service dont on attend qu'il réponde à des critères définis ; elle renvoie par conséquent à une méthodologie d'évaluation et d'appréciation. Il ne peut y avoir de qualification proprement dite sans une échelle de mesure connue et partagée qui évitera le jugement de valeur sans fondements.

#### 2- Le management de la qualité

Le management de la qualité est un concept qui permet d'orienter et de contrôler un organisme dans le domaine de la qualité. En d'autres termes, c'est un management qui vise à optimiser l'organisation générale de l'entreprise et par conséquent de rendre son fonctionnement efficace pour aboutir à un accroissement de la satisfaction clients en répondant à leurs besoins et attentes.



### 3- Normes

Les Normes internationales sont des rouages indispensables. Elles établissent des spécifications de premier ordre pour les produits, les services et les systèmes dans une optique de qualité, de sécurité et d'efficacité. Elles jouent un rôle prépondérant pour faciliter le commerce international.

L'ISO a publié plus de 21580 Normes internationales et publications associées qui couvrent la quasi-totalité des secteurs de l'industrie – des technologies à la sécurité des denrées alimentaires, et de l'agriculture à la santé. Les Normes internationales de l'ISO ont un impact partout, pour tous.

#### IV. La norme iso 14001 : Objectifs et finalité

##### 1- La norme iso 14001 :

La norme ISO 14001 est une norme internationale établie par l'organisation internationale de normalisation, qui constitue la référence des organismes pour mettre en place un système de management environnemental. Elle a pour objectif d'aider les entreprises à gérer l'impact de leurs activités sur l'environnement et à démontrer l'efficacité de leur gestion.

Cette norme peut s'appliquer à n'importe quelle entreprise quelles que soient sa taille et son activité. Son application n'est pas obligatoire et dépend donc de la volonté de chaque organisme. En 2014, l'ISO dénombreait plus de 250 000 certifications suivant la norme ISO 14 001 dans plus de 160 pays.

La norme iso14001 est la plus utilisée des normes de la série des normes ISO 14000. Elle repose sur le principe d'amélioration continue de la performance environnementale par la maîtrise des impacts liés à l'activité de l'entreprise. Cette démarche est souvent représentée par la roue de Deming.

Le système de management environnemental (S.M.E). Est donc un outil de gestion qui permet d'identifier, réduire et maîtriser les impacts de l'entreprise sur l'environnement.

Ces normes sont basées sur une démarche volontariste des entreprises qui s'engagent à :

- Respecter la réglementation environnementale ;
- Favoriser des solutions préventives plutôt que correctives (prévention des pollutions) ;
- Rechercher une amélioration continue de leurs performances environnementales. [4]



Figure 2 : Principe de la roue de Deming

C'est une illustration de la méthode de gestion de la qualité dite PDCA (planifier, Développer, Contrôler et finalement Ajuster)

## *2- Système management environnemental :*

### Analyse environnementale initiale :

La première étape de mise en place de la norme ISO 14001 a été la réalisation de l'analyse environnementale et plus particulièrement l'identification des aspects et impacts environnementaux issus des activités du laboratoire.



### **Analyse réglementaire :**

L'analyse réglementaire consiste à identifier les exigences légales applicables et les autres exigences. L'objectif est de faire ressortir et synthétiser les exigences applicables et d'évaluer le niveau de conformité du laboratoire vis à vis de celles-ci.

### **Politique Environnementale :**

Une politique environnementale est une déclaration écrite d'une entreprise qui énonce ses principes et ses engagements en matière d'environnement dans ce cadre la politique environnementale de l'OCP répond à 3 objectifs :

- Respecter la réglementation,
- Prévenir les pollutions accidentelles,
- Rechercher en continu l'amélioration des performances.

### **Programme environnementale**

Il consiste à définir sur base de l'analyse environnementale les objectifs et les cibles à atteindre. Un programme d'action devra être élaboré pour atteindre ces objectifs. il définit les actions à entreprendre, les responsables et les moyens à mettre en œuvre.

### **Mise en œuvre et fonctionnement:**

Élaboration, application et accomplissement de processus pour atteindre des buts et des objectifs liés à l'environnement ;

### **Contrôle :**

Activité de surveillance et de mesure des indicateurs

### **Revue de direction :**

Une revue sa direction est une réunion planifiée qui se déroule au sein d'un organisme pour faire le point sur son système de management, afin de faire un bilan sur le fonctionnement du système de management pendant la période écoulée et de juger de son efficacité sur cette période.



## CHAPITRE II : PRESENTATION DE L'OCP ET DU LABORATOIRE (IDK/MP/L)

### A. Présentation de l'OCP

#### I. *Présentation du groupe OCP :*

##### 1- *Introduction :*

OCP, un des leaders mondiaux sur le marché du phosphate et de ses produits dérivés, est Un acteur incontournable depuis 1920. Riche de plus de 90 ans d'expérience dans la mine et 45 ans en chimie, opérant sur les cinq continents et disposant de réserves de phosphate parmi les plus importantes au monde, offre l'une des plus larges gammes de roche pour divers usages, OCP est présent sur toute la chaîne de valeur : il extrait, valorise et commercialise du phosphate et ses produits dérivés.

Premier exportateur du phosphate brut et d'acide phosphorique dans le monde et l'un des principaux exportateurs d'engrais phosphatés, OCP joue un rôle central dans ses régions d'implantation et emploie directement près de 23000 personnes ce qui le place dans le peloton de tête des plus grands employeurs du royaume.





Riche d'une culture d'entreprise forte, il offre à ses collaborateurs des parcours de développement adaptés qui favorisent une gestion de carrière évolutive. De plus, OCP contribue de manière substantielle, par ses implantations minières et industrielles, ainsi que par ses programmes et projets, au développement de différentes régions de Royaume de Maroc.

Première entreprise industrielle du Maroc, OCP contribue substantiellement au développement de l'économie nationale par le biais de ses exportations (24 % des exportations nationales). En outre, OCP apporte un soutien indéfectible à la sécurité alimentaire mondiale, aussi à l'agriculture marocaine dont le développement impacte significativement la richesse nationale. [5]



## 2- Historique :

Le monopole d'Etat concernant l'exploitation des phosphates institué par le dahir du 6 Joumada I 1338 (27 janvier 1920) a été confié à l'Office Chérifien des Phosphates, devenu Groupe OCP en 1975. Mais c'est le 1er 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'Office Chérifien des Phosphates, 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.

Les événements marquants de l'histoire du groupe OCP se représente comme suit :

- 1920** : Création, le 7 août, de l'office chérifien des phosphates (OCP).
- 1921** : Début de l'exploitation en souterrain sur le gisement des Oulad Abdoun, le 1<sup>er</sup> mars.  
Premier départ des phosphates du Maroc le 23 juillet.
- 1931** : Début de l'extraction en souterrain à Youssoufia.
- 1932** : Premières expéditions du phosphate de Youssoufia vers le port de Casablanca.
- 1942** : Création d'une unité de calcination à Youssoufia.
- 1951** : Démarrage de l'extraction en « découverte » à Sidi Daoui (Khouribga). Ainsi le début du développement des installations de séchage et de calcination à Khouribga.
- 1954** : Démarrage des premières installations de séchage à Youssoufia.
- 1961** : Mise en service de la première laverie à Khouribga.
- 1962** : Introduction de la mécanisation de souterrain à Youssoufia, en septembre.
- 1965** : Création de la société Maroc chimie.
- 1967** : Introduction de la mécanisation du souterrain à Khouribga.
- 1969** : Entrée en exploitation de la première recette de phosphate noir.
- 1974** : Création du groupe OCP ainsi le centre d'études et de recherches des phosphates minéraux.
- 1976** : Démarrage de Maroc phosphore I et Maroc chimie II.
- 1978** : Création de l'union industrielle de montage.
- 1979** : Transfert des bureaux de la direction générale au niveau du siège à Casablanca.
- 1981** : Démarrage de MP II
- 1982** : Début des travaux de construction du complexe chimique MPIII-IV à Jorf Lasfar.
- 1987** : Démarrage des lignes d'engrais de MP III-IV.
- 1996** : Création de la société Euro-Maroc phosphore (emaphos).
- 1998** : Le groupe OCP obtient le prix national de la qualité.
- 2004** : Création de la société « Pakistan Maroc Phosphore SA ».
- 2008** : Transformation de l'office chérifien de phosphates en société anonyme OCP SA.
- 2009** : Augmentation des fonds propres d'OCP SA, d'un montant de 5 milliards de dirhams.
- 2010** : Ouverture d'un bureau de représentation au Brésil, Ouverture d'un bureau de représentation en Argentine. Création d'une société de valorisation du patrimoine immobilier (ville verte Mohammed VI).
- 2013** : Signature d'un accord de financement du projet d'extension et de réhabilitation des infrastructures portuaires au port de Jorf Lasfar.  
Exportation de la première livraison de phosphate alimentaire, de Safi.



### 3- Fiche signalétique :

Dénomination sociale	OCP SA
PDG	<b>Mostafa TERRAB</b>
Siège social	<b>2, Rue Al Abtal, Hay Erraha, Casablanca</b>
Téléphone	<b>05.22.23.00.25</b>
Fax	<b>05.22.22.17.53</b>
Site Internet	<a href="http://www.ocpgroup.ma">www.ocpgroup.ma</a>
Forme juridique	<b>Société anonyme régie par les lois et règlements en vigueur, notamment par le dahir n°1-96-124 du 14 rabii II 1417 portant promulgation de la loi 17-95 relative aux sociétés anonymes telle que modifiée et complétée par la loi 20-05.</b>
Date de construction	<b>Office Chérifien des Phosphates : 7 août 1920 OCP SA : La loi n° 46-07 promulguée le 26 février 2008 porte transformation de l'Office Chérifien des Phosphates en société anonyme</b>
Durée de vie	<b>La durée de la société est fixée à 99 ans à compter du 1er avril 2008, sauf cas de dissolution anticipée ou prorogation prévue par les statuts ou par la loi</b>
Registre de commerce	<b>Casablanca, 40 327</b>
Capital social	<b>8 287 500 000 DH divisé en 82 875 000 actions de 100 DH chacune, toutes de même catégorie et entièrement libérées</b>
Régime fiscal applicable	<b>OCP SA est soumise à l'impôt sur les sociétés de 30% et à une TVA au taux de 20%</b>
Production	<b>phosphate et dérivés phosphatés (acide phosphorique, engrais...)</b>
Chiffre d'affaires	<b>59,4 Mds MAD</b>
Part du Groupe OCP dans le total des exportations	<b>24 %</b>
Parts de marché à l'international	<b>✓ Phosphate : 35,6% ✓ Acide Phosphorique : 51,3% ✓ Engrais : 14,3%</b>



#### 4- Mission du groupe :

La mission du groupe OCP est centrée principalement sur la production, la valorisation des phosphates minéraux, la transformation chimique à travers des filiales intégrées et la commercialisation des produits phosphatés et leurs produits dérivés.

Pour ce faire, l'OCP s'est doté de :

- Deux centres de transformation chimique Safi et Jorf Lasfar.
- Quartes ports d'embarquement Casablanca, Safi, Jorf Lasfar et Laâyoune.

La mission du groupe OCP est donc d'extraire le phosphate, de le traiter, de le valoriser et de le commercialiser sous forme naturelle ou produit dérivé tel que l'acide phosphorique ou engrais.

#### 5- Activité et le rôle de L'OCP :

Les activités majeures de l'OCP sont :

**-Enrichissement** : Cette opération est nécessaire en vue de purifier le phosphate de tout résidu et améliorer sa qualité.

**-Transport** : Une fois le phosphate traité, il est transporté vers les ports de Casablanca Safi, et El Jadida pour l'exportation vers les différents pays du monde (clients), ou vers les usines pour le transformer en acides phosphorique, sulfurique, et en engrais.

**-Vente** : Le phosphate extrait est traité en grande partie dans des usines chimiques avant d'être exporté avec le reste qui est en état brut vers de nombreux clients étrangers.

Le rôle de l'O.C.P. :

Le rôle de l'OCP est de gérer les réserves du pays en matière de phosphate selon des étapes et des opérations bien précises :

**-Reconnaissance géologique** : Pour caractériser les niveaux phosphatés et définir au préalable les marches d'extraction et de traitement.

**-Extraction** : La constitution géologique des gisements peut se résumer d'une façon très simple ; il s'agit d'une succession de couches alternées de calcaire (stérile) et phosphate. Le but de la manipulation est de récupérer le phosphate situé entre les couches de calcaire, elle se fait comme suit :

- Forage : Sondage.
- Sautage : à l'aide d'explosifs qui permettent de casser La couche de calcaire.
- Décapage : Consiste à enlever la couche de la terre morte Et du calcaire qu'on vient de casser.
- Dé fruitage : il s'agit de prendre le fruit qui n'est que le phosphate.

## 6- OCP dans le monde et le Maroc :

### OCP dans le monde :

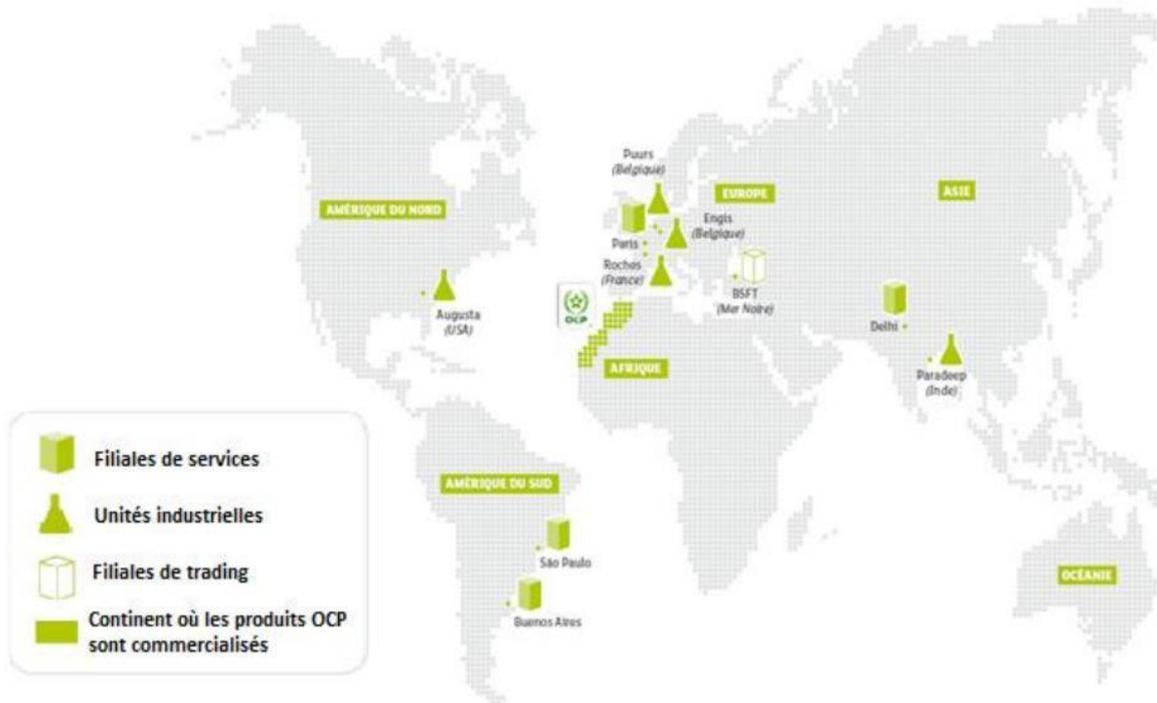


Figure 3 : Carte Présenter l'OCP ou monde

⇒ Le groupe OCP est universel, il opère sur les cinq continents.

### OCP au Maroc :

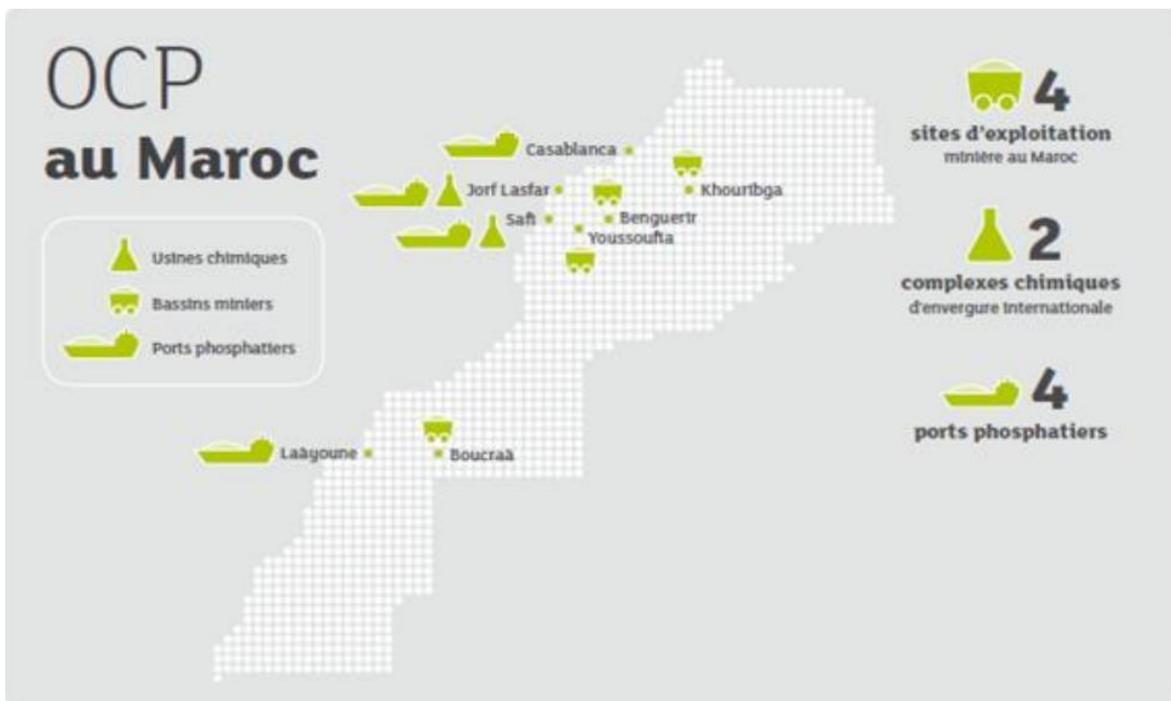


Figure 4 : Carte Présenter l'OCP au Maroc.

Le groupe joue un rôle économique et social important dans les cinq régions du royaume où se trouvent ses trois centres miniers et ses deux centres industriels. Il y crée richesses et emplois en sous-traitant auprès d'un réseau dense d'entreprises qu'il contribue souvent à créer.

## II. Organisation au sein du groupe OCP Khouribga :

La dernière organisation de l'OCP utilise le terme axe ou bien pôle, ainsi l'OCP dispose de deux pôles : pôle nord (Khouribga – El Jadida) et pôle sud (Ben guérir – Safi). Notre étude est basée sur le site de Khouribga.

### 1- Organigramme de l'organisme OCP Khouribga :

L'exploitation du site de Khouribga (IDK) est organisée suivant l'organigramme suivant

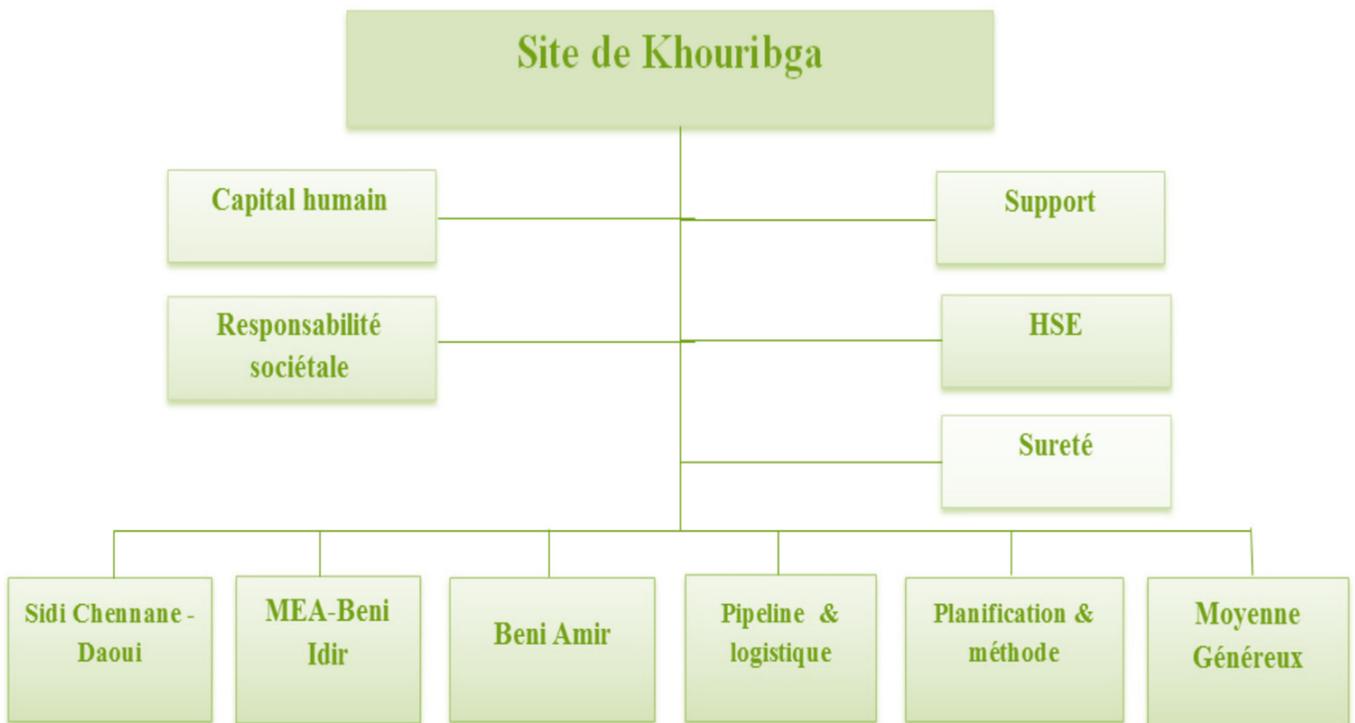


Figure 5 : Organigramme d'IDK

### 2- Division et services :

Le site Khouribga (IDK) est chargé de l'extraction du phosphate et de son traitement jusqu'à la phase de l'exportation au port de CASABLANCA ou aux sites industriels de Jorf Lasfar pour la transformation chimique et la valorisation des phosphates (fabrication de l'acide phosphorique et engrais). Ce site est constitué des axes suivants :

- Axe MEA-Beni Idir



- Axe Sidi Chennane-Daoui
- Axe Beni Amir

Les trois axes sont chargés pour la production, l'extraction et le traitement (lavage, séchage) des phosphates et son acheminement par le pipeline vers les ports d'EL JADIDA pour la transformation chimique. L'utilisation de la nouvelle technique d'acheminement des phosphates par le pipeline permette de minimiser le coût et en même temps pour éliminer les deux procédés (le lavage et le séchage).

La fonction principale de la Direction des Exploitations Minières de Khouribga PMK se manifeste dans l'extraction et le traitement des phosphates.

### 3- L'organigramme du service d'accueil de la direction des extractions MEA-BENI IDIR INK/MP :

L'exploitation du site de Khouribga (INK/MP) est organisée suivant l'organigramme suivant :

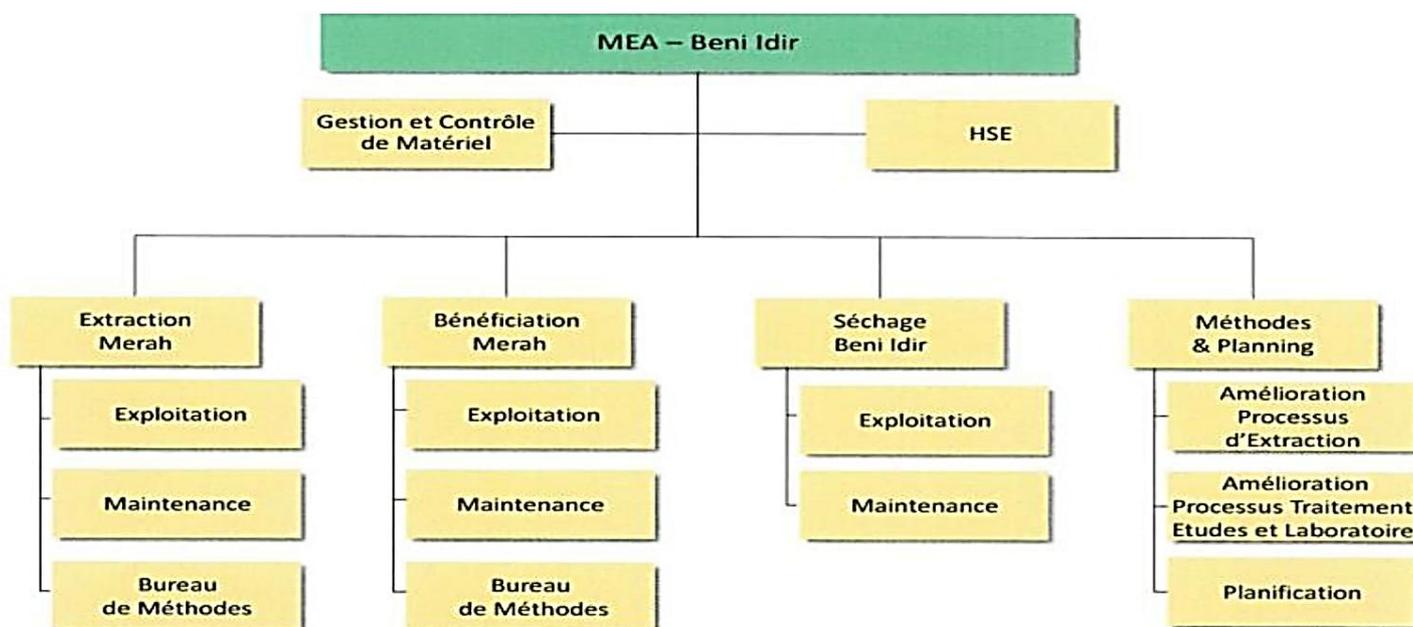


Figure 6 : Organigramme de l'entité MEA-BENI IDIR.

#### B. Présentation du laboratoire (IDK/MP/L)

##### I. *Présentation du laboratoire*

La direction de site Khouribga dispose d'un laboratoire qui est rattaché à la division méthode et planning de l'axe MEA-BENI IDIR.

Ce laboratoire effectue toutes les analyses permettant le contrôle qualité des phosphates tout au long du circuit de production depuis l'extraction de la mine jusqu'au produit fini livré aux clients.



En effet le laboratoire constitue un maillon essentiel dans la chaîne de production des phosphates .il est à l'origine de toutes décisions d'extraction ou de traitement de telle ou de telle qualité, par le biais des analyses faites par les chimistes.

Ainsi, la mission du laboratoire revêt une importance capitale dans le processus de fabrication des qualités marchandes et la conformité par rapporte aux exigences des clients de l'O.C.P SA.

### 1- Le rôle du laboratoire

Le rôle essentiel du laboratoire de Khouribga est le contrôle de la qualité des phosphates en effectuant des analyses physico-chimiques tels que : ( $\text{CO}_2$ , Fluor,  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ , BPL,  $\text{SO}_3$ , éléments en trace...)

Le but de cette opération est de vérifier que la qualité du phosphate répond bien aux spécifications du cahier de charge de la clientèle avant sa livraison.

### 2- Organigramme du laboratoire :

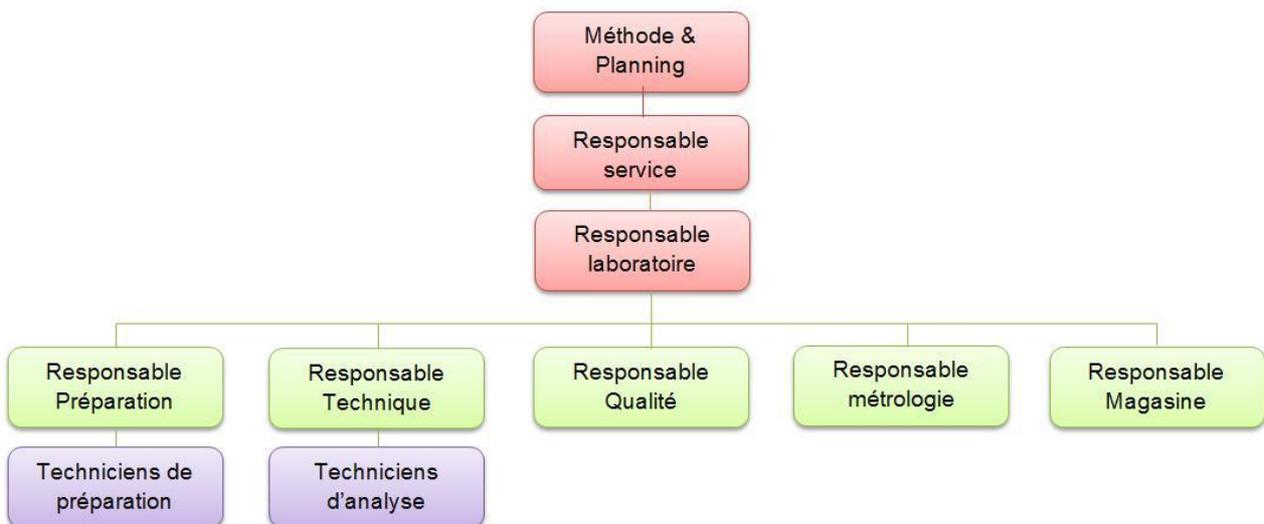


Figure 7 : Organigramme du laboratoire INK/MP/L-437.

### 3- Description du laboratoire :

Le laboratoire des analyses chimiques de l'axe MEH-Béni Idir, est constitué généralement de 6 salles qui sont principales et Salle de stockage et un magazine.

⇒ Salle de préparation : C'est la salle où se fait la préparation des échantillons.

⇒ Salle de balance : C'est la salle où on fait peser les échantillons avec des balances de précision qui sont certifiées dont la précision est contrôlée, notons aussi la présence de plusieurs dessiccateurs pour le refroidissement des échantillons, et un dessiccateur infrarouge possédant une balance en son sein et ce dernier utilisé pour étudier l'humidité.

Il existe de types de balances dans cette salle :

Balance analytique : c'est une balance de précision au 1/10 de mg, sert à peser des quantités différentes et exactes de phosphate selon l'analyse demandé.

Balance normale : c'est une balance sert à peser des quantités normales en n'intéressant plus de précision au 1/10 mg.

⇒ Salle d'attaque : Dans cette salle se fait l'attaque du phosphate soit par l'acide perchlorique pour la détermination du BPL,



Figure 8 : Salle d'attaque

⇒ Salle d'analyse : Les analyses effectuées dans cette salle ont pour objectif la détermination de la teneur des éléments chimiques dans le phosphate tel que CO<sub>2</sub>, BPL, SiO<sub>2</sub>, CaO, Fluor, SO<sub>3</sub>...etc.

⇒ Salle de l'auto-analyseur : C'est la salle de mesure de pourcentage de BPL avec l'appareil spectrophotométries appelés : technico, et composés principalement de 5 éléments :



Figure 9 : Auto analyseur



1. **Distributeur d'échantillon** : plateau tournant contenant des godets où l'on met les solutions des échantillons
2. **Pompe proportionnant** : pour aspiration et refoulement de solution et air.
3. **Une bobine de délai** : mélange de la solution, échantillons avec le réactif vanadomolybdique pour donner le complexe phosphovanadomolybdique.
4. **Colorimètre** : c'est la partie sensible de l'appareil qui mesure la densité optique des solutions et envoie les résultats à l'enregistrement et cela se fait par un rayon x qui incide par une intensité  $I_0$  et diffracté par intensité  $I$  puisque  $I_0 > I$  cela montre qu'il y a une absorption avec une intensité  $i = I_0 - I$  et cette méthode colorimétrique s'effectue suivant la loi de Beer-Lambert :

$$D = \log\left(\frac{I_0}{I}\right) = \epsilon lc$$

$I_0$  : L'intensité d'onde d'entrée

$I$  : L'intensité d'onde de sortie

$L$  : Largeur cuvette (cm)

$\epsilon$  : Le coefficient d'absorption de masse ( $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ )

$C$  : Concentration de la solution à analyser (mol/L)

5. **Enregistreur** : c'est lui qui donne une trace graphique continue et permanente qui dépend de la concentration de chaque échantillon puisque si  $i$  augmente la coloration augmente et la concentration augmente ce qui élève aussi le pourcentage de BPL.

⇒ Salle des mesures physiques : C'est la salle de la spectrométrie pour le dosage des éléments de traces, le travail dans cette salle se fait à partir d'un dispositif expérimental utilisé en absorption atomique se compose d'une source, la lampe à cathode creuse, de même nature que l'élément à doser, d'un brûleur pulvérisé, qui sert à porter l'élément à doser à l'état de vapeur monoatomique et un nébuliseur, d'un monochromateur et d'un détecteur relié à un amplificateur et un dispositif d'acquisition. [6]



Figure 10 : Appareil d'absorption atomique

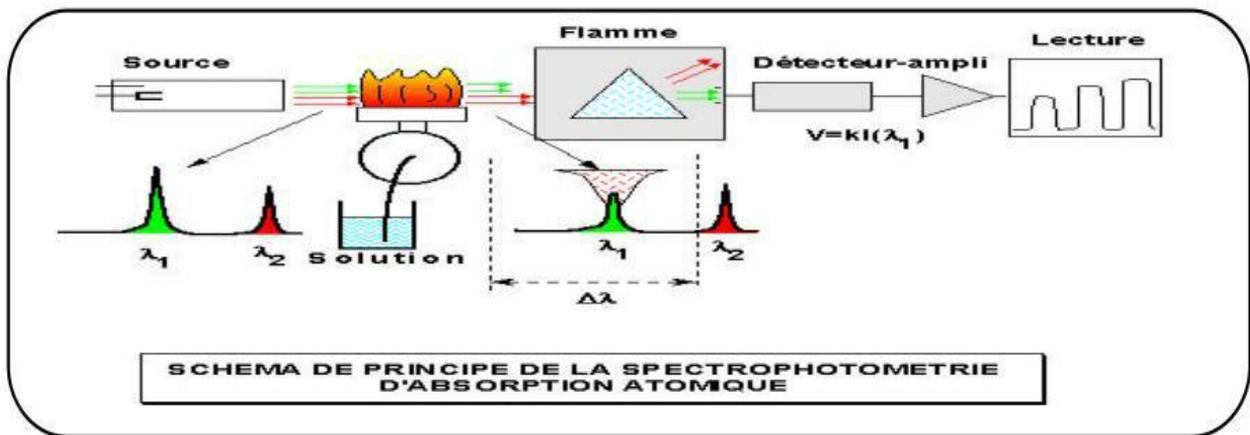


Figure 11 : Schéma De Principe De SSA

- ⇒ Salle de stockage : Après la prise d'un échantillon représentatif, le reste de chaque sac se stocke dans la salle de stockage selon un ordre et une date bien déterminée et selon la qualité de source des échantillons.



# CHAPITRE III : OPERATIONS EFFECTUEE AU SEIN DU LABORATOIRE

## I. Introduction :

Dans ce chapitre on voir comment on peut déterminer le pourcentage de chaque élément c'est-à-dire le dosage en détail, en se basant sur des techniques physico-chimiques élaborées par les chercheurs de CERPHOS, allons de la salle de préparation à la salle de mesure physique.

Généralement les différentes activités courantes au niveau de ce laboratoire sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Les différentes analyses physico-chimiques

Méthode	Principe	Analyse
Colorimétrie	Spectrophotométrie : Auto-analyseur	BPL
Absorption atomique		Cd, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MgO et K <sub>2</sub> O.
Gravimétrique		SiO <sub>2</sub> et SO <sub>3</sub>
Volumétrie	Complexation	La chaux CaO
	Calcimètre de Bernard	CO <sub>2</sub>
Ionométrie	Électrode spécifique	Fluor
L'humidité	Dessiccateur	%H <sub>2</sub> O

## II. Réception et préparation des échantillons de phosphate :

L'échantillonnage est une opération très importante, C'est la base de toutes séries d'analyses et de calculs destinés à connaître les propriétés physico-chimiques d'un produit. Elle consiste à prélever un échantillon représentatif à partir d'un échantillon global.

### 1- Réception des échantillons :

Dans la salle de préparation les échantillons sont reçus avec des étiquettes qui précisent l'unité, le poste, la date, la qualité, l'origine et une fiche d'analyses demandées. Ces échantillons passent par une suite d'étapes pour être préparés.

### 2- Préparation des échantillons :

La préparation des échantillons se fait comme suit :

Criblage : Tous les échantillons sont criblés à 6mm pour éliminer les grands grains dont la teneur en BPL est faible, le refus est rejeté tandis que le passant subit le quartage.

Généralement les échantillons humides sont déjà criblés à 6mm à l'usine.

Quartage : le quartage est une opération qui nous permet d'avoir un échantillon réduit, représentatif à partir de l'échantillon globale, le quartage s'effectue soit avec un diviseur à rifle (pour un échantillon sec, Figure 10), soit par un quartage manuel (échantillon humide, figure 9).



Figure 12 : Quartage manuel

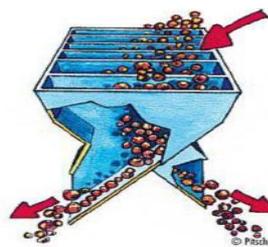
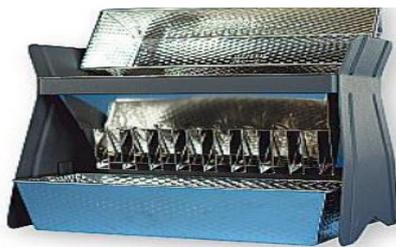


Figure 13 : Diviseur à rifle

Le diviseur à rifles, composés de couloirs inclinés de sens opposés et intercalés, permet de réduire l'échantillon de départ en deux ou plusieurs échantillons représentatifs.

L'échantillon à diviseur est déversé, à l'aide d'une pelle, uniformément sur toute la longueur du diviseur à rifles de manière à ce que les quantités de minerai passant dans deux couloirs opposés soient les mêmes.



L'opération de division est répétée jusqu'à ce que la quantité de minerai ou le nombre d'échantillons divisé soit obtenue

Séchage : Tous les échantillons quartés sont mis à l'étuve réglée à 150°C pendant 30 minutes.

Le but de cette opération est de faciliter le broyage en évitant un colmatage au niveau de ce dernier et pour éliminer l'eau inter granulaire.

Broyage : Dans un broyeur à disque, on réduit les dimensions des grains à 160 µm pour faciliter l'attaque par les différents acides utilisés pour la mise en solution des échantillons à analyses



**Figure 14 : Broyeur à disque rotatif**

Tamissage : Dans un tamis de 160µm, on tamise totalement le phosphate broyé. Les refus sont broyés à l'aide d'un mortier jusqu'au passage total de l'échantillon à travers le tamis.

La mise en capsule : Une fois les échantillons mis dans des béciers en plastique on prend à l'aide d'une spatule une petite quantité pour la mettre dans des capsules, celles-ci sont munies d'une étiquette qui indique le numéro de série, la date et la nature d'analyse demandée.



**Figure 15 : Mise en capsule**

Étuvage : C'est la dernière étape avant les analyses chimiques pendant laquelle on met les capsules dans une étuve réglée à 105+5°C pendant deux heures pour éviter l'humidité auxiliaire.



Figure 16 : Étuve à 105+5°C

### III. Les analyses Physico-chimique :

#### 1- Analyse de BPL par Auto-analyseur (Technico) :

##### Principe :

Mise en solution de l'échantillon par attaque perchlorique. En présence des éléments V (V) et Mo (VI), le phosphate donne en milieu acide un complexe jaune. On opère en milieu acide nitrique pour que la coloration se développe rapidement, cette coloration est mesurée par un spectrophotomètre (Technico).

#### 2- Dosage de l'anhydride carbonique par calcimètre de Bernard :

##### Principe :

Attaque du phosphate par l'acide chlorhydrique en récipient fermé et mesure du volume gazeux en CO<sub>2</sub> dégagé à l'aide d'un calcimètre de Bernard. Pour exprimer cette teneur de CO<sub>2</sub> en pourcentage, on tient compte de la température et de la pression.

#### 3- Dosage de la silice réactive par absorption atomique

##### Principe :

Dosage par absorption atomique dans une flamme réductrice de protoxyde d'azote-acétylène à une longueur d'onde 251.6nm de la silice réactive par attaque de l'échantillon par un réactif phosphofluorosulfurique à une température de 60°C



#### *4- Dosage de potassium réactive par absorption atomique*

##### **Principe :**

Mise en solution de l'échantillon de phosphate par attaque perchlorique, mesure de la teneur en potassium par absorption atomique dans une flamme air-acétylène à une longueur d'onde 766.5 nm

#### *5- Dosage aluminium par absorption atomique*

##### **Principe :**

Le principe du dosage de l'Aluminium par Spectrométrie d'Absorption Atomique (SAA) consiste en : Mise en solution de l'échantillon par attaque perchlorique. Puis une mesure de la teneur en Al dans une flamme acétylène-protoxyde d'azote à une longueur d'onde  $\lambda=309,3$  nm en présence d'un tampon spectrale (nitrate de lanthane).

#### *6- Dosage de l'oxyde de magnésium par absorption atomique*

##### **Principe :**

Mise en solution de l'échantillon par attaque perchlorique. Mesure de la teneur en Magnésium à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption atomique dans une flamme air-acétylène à une longueur d'onde de 285,5nm.

#### *7- Dosage cadmium par absorption atomique*

##### **Principe :**

Mise en solution de l'échantillon par l'attaque perchlorique. Mesure de la teneur en cadmium à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption atomique dans une flamme air acétylène et ç une longueur d'onde de 228.8 nm



## CHAPITRE IV : METHODES DE TRAITEMENT DES REJETS SELON LA NORME ISO 14001

Dans cette partie nous décrivons le système de management environnemental et les étapes de sa mise en place au sein de laboratoire selon la norme ISO 14001.

Ainsi nous identifions les différents rejets liquides issus de laboratoire ainsi leur traitement de pour minimiser leurs impacts sur l'environnement

### 1- Quantification des rejets

Les analyses effectuées au sein du laboratoire ont pour objectif la détermination de la teneur des éléments chimiques dans le phosphate tel que CO<sub>2</sub>, BPL (%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), SiO<sub>2</sub>, CaO, MgO, SO<sub>3</sub> ...etc, par les techniques d'analyse chimiques (Absorption atomique, spectrophotométrie...etc). Dans Chaque analyse on utilise un nombre considérable d'échantillons, ce qui génère une quantité assez importante des rejets liquides.

Tableau 3 : Quantification des rejets des différentes analyses effectuées au sein du laboratoire

Type d'analyses	BPL	SiO <sub>2</sub>	MgO	Cd	Fe	Al
Nombre moyenne d'échantillon par jour	90	16	60	30	15	20
Volume de rejet liquide (L/jr)	225	4	150	75	3.75	5
Volume totale de rejet L/jr	492.75					

Pour avoir une idée sur l'acidité de ces rejets on a suivi la démarche suivante :

- Faire le mélange de tous les échantillons
- Prélever un échantillon représentatif
- Mesurer le pH de cet échantillon
- Déterminer la teneur des éléments chimiques dans cet échantillon (Mg, Cd, Fe, Al)

Les résultats sont représentés dans les tableaux suivants :



Tableau 4 : Mesures de pH des rejets pour les analyses les plus demandés par les clients

Type D'analyse	BPL	SiO <sub>2</sub>	MgO
Date de Prélèvement	pH des rejets		
08-05-2017	0,74	0,55	0,45
09-05-2017	1,08	1,04	0,72
10-05-2017	0,98	1,11	0,85
11-05-2017	0,78	0,79	0,92
12-05-2017	0,99	0,83	0,95
15-05-2017	1,11	0,85	0,97
16-05-2017	0,99	0,98	0,94
17-05-2015	0,94	0,82	0,92
18-05-2017	0,88	0,96	0,45
19-05-2017	0,92	0,79	0,90
	pH Moyen		
	0,94	0,87	0,80

Tableau 5 : Mesures de pH des rejets des autres analyses

Type D'analyse	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cd	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Date de Prélèvement	pH des rejets		
08-05-2017	0,90	1,20	0,87
09-05-2017	0,92	1,10	1,11
10-05-2017	0,81	0,96	0,95
11-05-2017	0,90	1,43	0,81
12-05-2017	0,90	0,89	
15-05-2017	0,85	0,85	1,13
16-05-2017	1,1	0,98	0,84
17-05-2015	0,98	0,99	0,92
18-05-2017	0,88	0,96	0,95
19-05-2017	0,99	0,87	0,97
	pH Moyen		
	0,92	1,02	1,02

Puisque les rejets liquides sont dirigés vers le même réseau d'égout le mélange de ces derniers (V=492,75 l/jour) a une forte acidité (pH= 1,02) —> il ne respecte pas les limites de pH donné par la norme iso 14001 (5.5 <pH<8.5) ce qui nécessite des méthodes de traitement pour préserver l'environnement.



Tableau 6 : Teneur des métaux lourds (éléments-traces) dans les rejets

Date d'analyse \ Elément	Cd	Mg	Fe	Al
	Teneur des métaux lourds en PPM			
22-05-2017	18,27	55,58	72,48	0,73
23-05-2017	22,48	68,23	61,98	0,45
24-05-2017	16,91	48,16	59,10	0,66
25-05-2017	24,16	59,64	63,12	0,54

### Conclusion générale :

Voici le tableau qui représente Maximum admissible [7]

Tableau 7 : La concentration Maximum admissible.

Max Admissible	Ions	Elimination pratique
$<10^{-5}$ mol/L	Hg, As, Pb, Cd, Cr	Eviter strictement tout rejet à l'évier. Collecte séparée obligatoire pour Hg, chromates. Collecter As, Pb, Cd avec les déchets de métaux lourds.
$<10^{-4}$ mol/L	Co, Ni, Cu, Mo, Zn, CN Cyanures libres ou facilement libérables	Le déversement à l'évier de quantités modérées à très faible concentration est admissible, mais reste indésirable. Collecte séparée obligatoire pour les Cyanures.
$<10^{-3}$ mol/L	Fe, Al, K, nitrates	Déversement à l'évier admissible en faible concentration, Sinon collecte avec les déchets aqueux neutres ou acides.
$<10^{-2}$ mol/L	Na, Ca, Mg, Chlorures, Sulfates	Déversement à l'évier inoffensif en concentrations modérées. Collecte séparée pour grandes quantités.

-En ce qui concerne les carbonates et bicarbonates de sodium, de calcium et de magnésium, Le critère du pH est suffisamment déterminant.



-Donc on remarque que tous les doses de la norme iso 14001 sont respecté parce que ces éléments se trouvent dans le rejet en trace (l'ordre  $10^{-7}$  mol/L).

→ L'entité la plus nocif dans le rejet liquide est  $H^+$  par ce qu'il possède un effet acidifiant – corrosif (la seule dose qui se situé dehors de la norme c'est le PH), d'où la nécessité d'une neutralisation.

## 2- La neutralisation des rejets :

### Principe :

La neutralisation d'un effluent consiste à ramener son pH par alcalinisation à une valeur fixée par la norme ISO 14001 à une valeur comprise entre 5,5 et 9.

Les réactifs d'une neutralisation sont un acide et une base alors que ses produits sont un sel neutre et de l'eau.



Il existe plusieurs produits pour ajustée le PH du rejet acide par exemple la soude, chaux éteinte et les carbonate de calcium.

### Procédure :

- Remplir la burette avec une solution de concentration connue
- Ajuster le liquide jusqu'à la marque zéro de la burette.
- Mesurer un volume de la solution titrée à l'aide d'une éprouvette gradué ou d'une pipette.
- Déposer la solution titrée dans l'erenmeyer.
- Ajouter 4 à 5 gouttes d'indicateur.
- Versez la solution titrant dans l'erenmeyer jusqu'à ce qu'il y ait un changement de couleur (qui indique que c'est neutre).
- Notez le volume de la solution contenant dans la burette.

### Étude expérimentale

D'après La quantification des rejets liquides on a constaté qu'ils ont une acidité très fort ce qui nécessite la neutralisation avec des bases afin de minimiser leurs impacts sur l'environnement. Pour ce faire on a prélevé un échantillon de 50 ml des rejets ( $pH=1,02$ ) afin de le traiter par trois bases ( $NaOH$ ,  $Ca(OH)_2$ , et  $CaCO_3$  séparément.

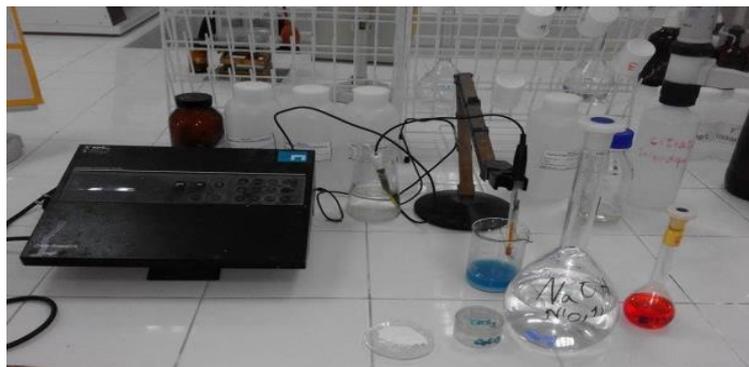
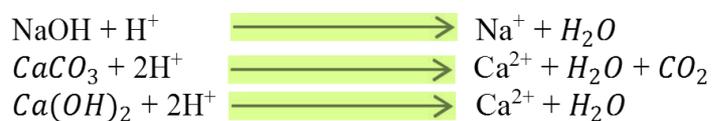


Figure 17: Montage expérimentale de la neutralisation du rejet

Lorsqu'au la coloration bleue persiste les réactions suivantes réalisée :



Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Résultats de la neutralisation des rejets liquides

Base	NaOH	Ca(OH) 2	CaCO3
N° d'essai	La masse nécessaire pour la neutralisation en gramme		
1 <sup>er</sup> essai (pH= 1,02)	5,90	5,20	15,40
2 <sup>ème</sup> essai (pH =1,02)	5,90	5,10	15,40
3 <sup>ème</sup> essai (pH =1,02)	5,80	5,20	15,30
	La masse moyenne pour la neutralisation en gramme		
	5,86	5,16	15,36

D'après les résultats on constate que la chaux éteinte est la plus performant, son prix moins élevé, sa simplicité technologique, et en plus elle ne présente pas des risques d'accident.

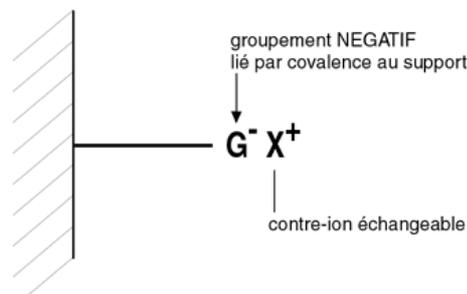


### 3- Traitement par échangeur d'ions

L'échangeur d'ions est un matériau solide, souvent une résine, capable d'éliminer par adsorption les ions d'une certaine charge (cation ou anion) d'une solution. Ceux-ci sont remplacés par une quantité équivalente d'autres ions de même charge.

Résines cationiques (échangeuses de cations) : qui échange réversiblement des cations. Une résine cationique est chargée négativement. Et pour substituer les ions H<sup>+</sup> on choisit un élément chimique non-toxique comme Na<sup>+</sup> ou K<sup>+</sup> [8]

**Résine échangeuse de cations (cationique) :**



**Figure 18 : Résine échangeuse de cations (résine cationique).**

#### *Exemples de résines cationiques (échangeuses de cations)*

Pour simplifier nous utiliserons la lettre R pour désigner la résine

##### Résines cationiques fortes :

Exemple : les résines sulfoniques sous forme acide (SO<sub>3</sub><sup>-</sup>, H<sup>+</sup>, contre ion H<sup>+</sup>) ou forme sodique (SO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, contre ion Na<sup>+</sup>)



##### Résines cationiques intermédiaires :

Exemple : résines à groupement phosphorique sous formes H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, H<sup>+</sup> ou H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>



##### Résines cationiques faibles :

Exemple : résines carboxyliques (non ionisées en milieu fortement acide) sous formes –COO<sup>-</sup>, H<sup>+</sup> ou –COO<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>



### Principe de fonctionnement

Le front d'échange serait totalement plat, c'est à dire que chaque couche infinitésimale de résine se convertirait instantanément sous la forme saturée au fur et à mesure que les ions s'y fixeraient. Ce front plat migrerait progressivement vers le bas de la colonne en absorbant les ions venant du haut. Après un certain temps, le front atteindrait le bas de la colonne, et la résine serait alors totalement saturée.

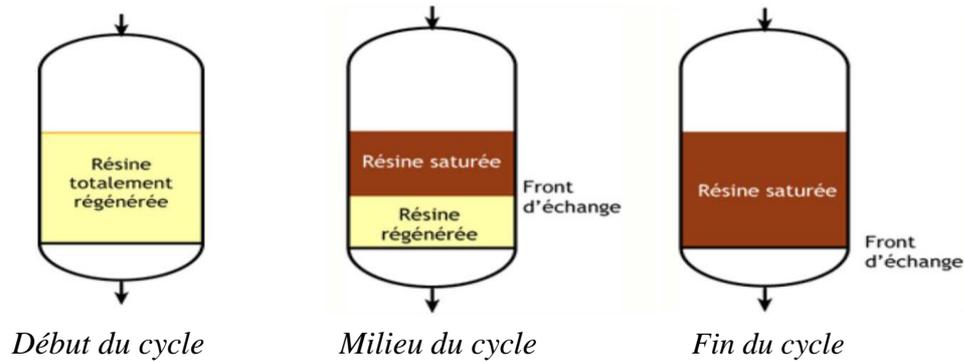


Figure 19 : les étapes de la saturation d'une résine

Lorsque la capacité d'échange du matériau échangeur est atteinte, c'est-à-dire lorsque la résine est saturée en  $H^+$  ou que son stock  $Na^+$  est épuisé, son action devient nulle. Il faut alors le régénérer.

On fait passer de la base sur la résine cationique saturée. La forte concentration de la base ( $NaOH$  98%) fait que la résine accepte les ions sodium. [9]

Tableau 9 : Avantages et inconvénient

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"><li>Opération continue</li><li>Applicables aux rinçages courants</li><li>Procédé automatique</li><li>Composition de bain constant</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Coût initial élevé</li><li>Récupération de produits chimique impossible sans mise en place d'une autre technique de valorisation</li><li>Mise en place impérative de rinçage statique en amont</li></ul>

L'échange d'ions est une technologie puissamment efficace pour l'élimination de l'acidité, Mais aussi coûteuse parce qu'il utilise des technologies récentes.



### Amélioration du traitement des rejets :

Vu que le débit n'est pas constant et ne dépasse pas 61,59L/h et n'est pas très important la construction d'une fosse de neutralisation reste comme une méthode, efficace, moins cher et respecte les normes.

### Construction d'une fosse de neutralisation

- Un réacteur continue
- $C_{\text{Entrant}} = 0,0954 \text{ mol/L}$
- $C_{\text{Sortant}} = 3,98 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$
- $pH_{\text{Entrant}} = 1,02$
- $pH_{\text{Sortant}} = 6,4$
- $Q_{\text{Entrant}} = Q_{\text{Sortant}} = 61,59 \text{ L/h}$

Expérimentalement la quantité de la chaux éteinte nécessaire pour neutralisé une quantité de 50ml du rejet et  $m=5,16\text{g}$ . Donc pour traiter un débit acide il faut  $m=6,35\text{Kg}$  de la chaux éteinte

Donc 6,35Kg de la chaux éteinte est largement suffisent pour traiter le rejet du laboratoire lorsqu'au les analyses sont au maximum.

Et 2012,95 Kg de la chaux éteinte est largement suffisent pour traiter le rejet du laboratoire pendant 1an.

Par exemple Pour construire une fosse de neutralisation qui servira pendant 1ans on a besoin d'une masse  $m=2012,95 \text{ Kg}$  de la chaux éteinte.

$$\text{Qui occupent un volume } V_{Ca(OH)_2} = \frac{m}{\rho} = \frac{2012,95}{2240} = 0,898 \text{ m}^3$$

1-On met deux couches d'un support mécanique, le plus souvent sable et gravier, la présence du sable servira aussi à la filtration du rejet.

2-On ajoute la quantité calculée de la chaux éteinte.

Le front de conversion serait totalement plat, c'est à dire que chaque couche infinitésimale de chaux se convertirait instantanément au fur et à mesure que les ions s'y fixeraient. Ce front plat migrerait progressivement vers le bas de la fosse.

Après un certain temps, le front atteindrait le bas de la fosse, et la chaux serait alors totalement convertie. La figure suivante montre une fosse de neutralisation.

La figure suivante montre une fosse de neutralisation

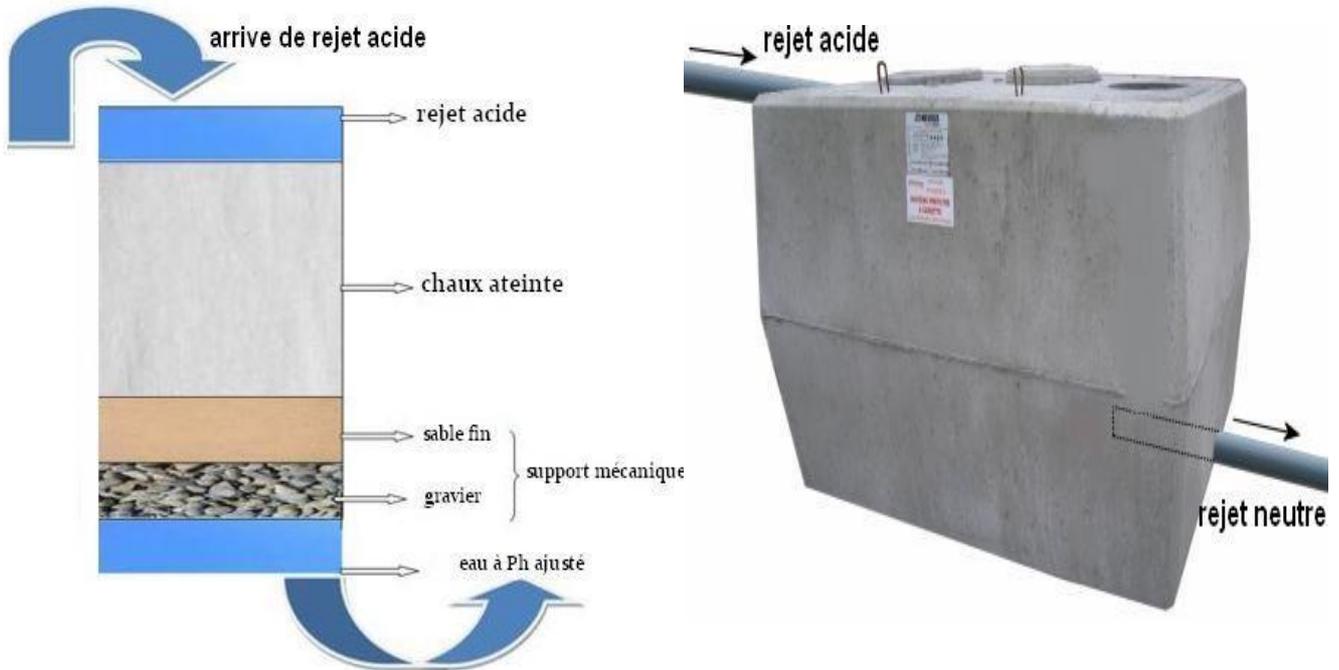


Figure 20 : Schéma d'une fosse de neutralisation

# CONCLUSION

Ce présent mémoire représente le fruit d'un travail effectué au sein de l'office chérifien de phosphate(OCP) pour une durée de deux mois.

Le travail que nous avons effectué nous a permis d'approfondir nos connaissances et d'acquérir une méthodologie ainsi une importante expérience dans le domaine de technique d'analyse chimique et de qualité. Au cours de la réalisation des travaux, j'ai pu constater de proche le déroulement des travaux du laboratoire, et de toucher en pratique ce que j'ai étudié en théorie.

Il s'avère que les analyses chimiques jouent un rôle très important au sein d'une entreprise, elles permettent de contrôler la qualité du produit, et répondre aux besoins de la clientèle. Pour cela le traitement des rejets est important, plus précisément les rejet liquide qui menacent la santé aussi bien l'environnement par leur acidité, donc la solution est de neutraliser ces derniers. Parmi les bases de neutralité on constate que la chaux ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) est la plus performante et moins couteuse, ce qui fait la construction d'une fosse de neutralisation est conseillé.

En revanche comme d'autre solution on trouve la résine échangeuse d'ions, qui y est une future technologie plus efficace mais onéreuse.

Toutefois, la période de notre stage ne nous permet pas de constater un progrès significatif qui peut répondre aux besoins mentionnés, ultérieurement il est important de maintenir le suivi des résultats afin que l'amélioration continue.

Enfin, je tiens à exprimer ma satisfaction d'avoir travaillé dans des bonnes conditions et dans un environnement très agréable.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Rapport de projet de fin d'étude "**COMPARAISON DE SILICE PAR DEUX METHODES**" OCP KHOURIBGA 2014
- [2] **Grégorio Crini, Pierre-Marie Badot.** "Traitement et épuration des eaux industrielles polluées : procédés membranaires, bio adsorption et oxydation chimique". **Presses Université. Franche-Comté, 2007.**
- [3] **Hosna Titah-Benbouzid.** "Comportement physico-chimique des produits chimiques d'éversés accidentellement en milieu marin. Chimie théorique et/ou physique". **Université de Bretagne occidentale - Brest, 2010. Français.**
- [4] Magazine ISO Focus+ (lancé en janvier 2010) – [www.iso.org/isofocus+](http://www.iso.org/isofocus+)
- [5] Documents **d'Office Chérifien des Phosphates.**
- [6] **Jaques VANDEGANS, Anne Marie de KERSABIEC, et Michel HOENIG.** Livre de spectroscopie d'absorption atomique.
- [7] **Salvatore Giammanco, Mariano Valenza, Sarina Pignato, Giuseppe Giammanco** "Mg, Mn, Fe, and V concentrations in the ground waters of Mount Etna (Sicily)" Original Research Article Water Research, Volume 30, Issue 2, February 1996, Pages 378-386
- [8] **R. GHALLOUSSI ALLOUI.** "vieillessement de membranes échangeuses d'ions utilisées dans un procédé d'électrodialyse pour l'industrie agroalimentaire" **Université Paris-Est et de l'Université de Carthage de Tunis. 2012. Pages 13-16**
- [9] [https://www.emse.fr/~brodhag/TRAITEME/fich8\\_3.htm#Lew71](https://www.emse.fr/~brodhag/TRAITEME/fich8_3.htm#Lew71)