



# Sommaire

Remerciement.....	4
Dédicace.....	5
Introduction générale.....	6
Première partie : Présentation de l'office chérifien de phosphate.....	7
1- Introduction.....	8
2-Historique sur l'OCP.....	9
3-Pôle industriel du groupe OCP à Jorf Lasfar.....	9
(3-1)- Généralités.....	9
(3-2)- Organisation.....	10
(3-3)- Management de l'environnement.....	11
(3-4)- Certification du site OCP Jorf Lasfar.....	12
Deuxième partie : Description de l'atelier de production d'acide phosphorique.....	14
1- Introduction.....	15



---

2-Unité de broyage.....	16
(2-1)- Notion sur le broyage.....	16
(2-2)- Description du procédé de broyage.....	17
3-Section attaque-filtration.....	20
(3-1)- Section d'attaque.....	21
(3-2)- Section filtration.....	24
4-Unité de stockage (U13) d'acide phosphorique 29% en $P_2O_5$ .....	25
5-Unité de concentration.....	26
6-Décantation et stockage.....	27
7- Clarification.....	27
8-Les points de divergence entre l'atelier phosphorique et la ligne E03.....	28
<u>Troisième partie : Le lavage des gaz.....</u>	<u>30</u>
1- Introduction.....	31
2-Le lavage des gaz au niveau de l'atelier phosphorique.....	31
(2-1)- Une vue générale de la tour de lavage.....	31



---

(2-2)- Description de la technique de lavage.....	32
(2-2-1)- D'où proviennent ces gaz ?.....	32
(2-2-2)- Procédé de lavage.....	32
3-Le lavage des gaz au niveau du nouveau projet (la ligne E03) .....	35
(3-1)- Introduction.....	35
(3-2)- Objectif de ce projet.....	35
(3-3)- Les modifications qui ont été effectuées sur la technique du lavage des gaz à la ligne E03.....	36
(3-4)- Garanties de performance.....	38
<u>Quatrième partie : Le contrôle de qualité d'air.....</u>	
<u>40</u>	
1- Introduction.....	41
2-Description de la technique de mesure de la qualité d'air.....	42
3-La méthode d'analyse du Fluor.....	42
4-Recueil de norme qualité de l'air Marocaines et Internationales.....	44
Conclusion.....	4
6 Bibliographie.....	4
7	



---

**Liste des figures :**

- Figure 1 : La situation géographique de l'OCP  
Figure 2 : Les unités de l'atelier phosphorique  
Figure 3 : Le fonctionnement du présent système (Revamping)  
Figure 4 : Le fonctionnement de l'ancien système (Rhône-Poulenc)  
Figure 5: Le procédé Rhône-Poulenc  
Figure 6 : Le procédé Revamping  
Figure 7 : Les composants de la cuve d'attaque  
Figure 8 : Une cuve de passage  
Figure 9 : Un digesteur  
Figure 10 : Un flash cooler, un dévisiculeur et un digesteur.  
Figure 11 : Explication sur l'unité de filtration  
Figure 12 : Unité de stockage d'acide phosphorique 29% en  $P_2O_5$   
Figure 13: Le fonctionnement de la tour de lavage  
Figure 14: Description de la tour de lavage  
Figure 15 : Les modifications du lavage à la ligne E03

**Liste des tableaux :**

- Tableau 1 : Les points de divergence entre l'atelier phosphorique et la ligne E03  
Tableau 2: les caractéristiques du ventiru-scrubber  
Tableau 3: les caractéristiques du ventilateur centrifuge  
Tableau 4 : les valeurs limitent d'émission

**Liste des images :**

- Image 1 : Une image satellitaire du Jorf Lasfar (Google MAP)  
Image 2 : L'atelier de production d'acide phosphorique  
Image 3 : Le Broyeur à boulets  
Image 4: Les Filtres à manche  
Image 5 : Un fumé scrubber  
Image 6 : La station du traitement de la qualité d'air



---

Image 7: Analyseur du teneur des effluents dans l'air

Image 8: Un barboteur

# Remerciement

Au terme de ce travail qui constitue pour nous un stage d'Application, nous présentons nos remerciements à toutes les personnes qui nous ont aidé à réaliser ce travail dans les bonnes conditions, et plus particulièrement :

Nous tenons à remercier **Mr. EL AMRY S.**, Chef de IDD/Pôle Industriel Site Jorf Lasfer pour son accueil et sa confiance et même pour ses conseils et sa disponibilité tout au long de mes deux mois de stage.



Egalement, je tiens à remercier **Mr JERRAR M. et Mr. EL HANNINE** pour leurs chaleureux accueil, et pour le temps qu’Ils nous ont consacré tout au long de cette période afin de répondre à toutes nos interrogations, et même d’apporter toute l’aide nécessaire à chaque fois afin de rendre ce stage agréable, utile, et instructif, ainsi leurs participation au cheminement de ce rapport.

Sans oublier **Mr EL AZZAB D.** notre encadrant, les membres des jurys, ainsi nous tenons à remercier **Mr LAHRACH A.** responsable de la licence Eau et Environnement, et tous les enseignants de la faculté des sciences et techniques de Fès, pour les efforts qu’ils ont déployé.

Enfin nous tenons à remercier Toute personne de près ou de loin, nous ayant conseillé, ou soutenu pour la réalisation de ce travail.

## *Dédicace*

Nous tenons à dédier ce travail à ceux qui nous ont soutenu de près ou de loin particulièrement:

### *A nos parents*

Auxquelles nous devons tout, et pour lesquelles aucune dédicace ne saurait exprimée nos sentiments de reconnaissance, de gratitude et de dévouements. Qu’Allah puisse vous donner une longue vie et beaucoup de bonheur.

### *A tous les membres de nos familles*



Qui nous ont encouragé tout au long de nos études. Aucune gentillesse, aucun mot ne pourrait exprimer l'affection que nous avons pour vous.

***A nos amies et nos collègues***

Qui nous ont encouragé beaucoup, nous leurs souhaitons le bonheur et la réussite dans leur vie.

***A Mr. EL AZZAB D. et Mr. El AMRY S.***

Et à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de ce travail.

**Introduction Générale :**

La pollution atmosphérique est devenue inquiétante depuis quelques années, à cause de l'accroissement des sources de pollution dues aux activités industrielles, agricoles, commerciales et domestiques.

Cette pollution se manifeste pour ce qui est de l'augmentation de la concentration des aéro-contaminants nocif pour la santé de la population telle que le SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> et les poussières, de l'élévation du taux de mortalités due aux cancers des poumons et des voies respiratoires et la réduction de la couche d'ozone. Il devient par conséquent urgent de se pencher sur ce problème de manière à élaborer des solutions appropriées.

Le groupe OCP contribuait depuis si longtemps dans la protection d'environnement en mettant parmi ses préoccupations prioritaires la préservation des alentours des sites de production et a, par conséquent, adopté une politique qui vise la réduction des impacts atmosphériques de ses activités.

Le but de ce Projet de fin d'étude est de citer :

- Le procédé de la fabrication de l'acide phosphorique pour l'ancien et le nouveau projet
- Le lavage des gaz pour but de minimiser la teneur des gaz qui sortent par la cheminée
- Comparaison entre le nouveau et l'ancien projet
- Une vue sur la station du traitement de la qualité d'air



## **Première partie :** **Présentation de l'Office Chérifien de Phosphate**

### **1-Introduction :**

Le groupe OCP, constitué de l'OCP SA et de ses filiales, est un établissement public à vocation industrielle et commerciale.

Il a le monopole de l'exploitation et de valorisation des phosphates du royaume, depuis la prospection minière jusqu'à la commercialisation du minerai et de ses dérivés transformés localement.

Le groupe OCP exploite trois zones minières (KHOURIBGA, GANTOUR et BOUKRAA) et dispose de deux sites industriels chimiques (SAFI et JORF LASFAR). Son siège est situé à CASABLANCA.





L'OCP occupe une place de leader que ce soit, à l'échelle nationale ou Internationale. Il joue un rôle primordial sur le plan économique et social par la source de revenus qu'il présente et par le nombre d'agents qu'il emploie.

Il faut marquer que le groupe OCP et ses filiales bénéficient de trois principaux Privilèges qui sont comme suit :

- Premier exportateur mondial du phosphate;
- Premier exportateur mondial de l'acide phosphorique;
- Premier exportateur mondial du phosphate sous toutes formes

## 2- Historique sur l'OCP :

- Date de création de l'OCP : 1920
- Date de création du Groupe OCP : 1975
- Réserves de phosphate : 3/4 des réserves mondiales
- Production : Phosphate et dérivés phosphatés (acide phosphorique, engrais).
- Sites de production Phosphate: Khouribga, Benguerir, Youssoufia, Boucraâ- Laâyoune.  
Dérivés: Safi, Jorf Lasfar.
- Ports d'embarquement : Casablanca, Jorf Lasfar, Safi, Laâyoune
- Effectifs : 19874 dont 856 ingénieurs et équivalents
- Production marchande de phosphate : 23 millions de tonnes
- Production marchande de phosphate: 27,25 millions de tonnes
- Taux de valorisation en produits dérivés : 49,8 %.

Rapport-gratuit.com



LE NUMERO 1 MONDIAL DU MEMPIRES

Faculté des Sciences et Techniques - Fès

☒ B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES

☎ 212 (0) 535 60 29 53 Fax : 212 (0) 535 60 82 14



- Chiffre d'affaires à l'export : 2,055 milliards de dollars.
- Parts de marché à l'international : Phosphate: 43.5%, Acide Phosphorique: 47.2%, Engrais : 9.5%.
- Part du Groupe OCP dans le total des exportations marocaines : 17.4 % (en valeur).

### 3- Pôle Industriel du Groupe OCP à Jorf Lasfar :

#### (3-1)- Généralités :

Poussé par le souci de décentralisation d'une part, et de satisfaction des besoins croissants du marché mondial en produits phosphatés d'autre part, le groupe OCP a installé un complexe chimique à Jorf Lasfar, pour traiter les phosphates en provenance de Khouribga. Ce site a été retenu compte tenu des avantages suivants :

- Proximité des zones minières permettant son alimentation en phosphate (Khouribga).
- Existence d'un port à tirant d'eau important.
- Disponibilité de l'eau de mer et de l'eau douce à proximité.
- Aptitude du site à recevoir d'importantes installations industrielles.

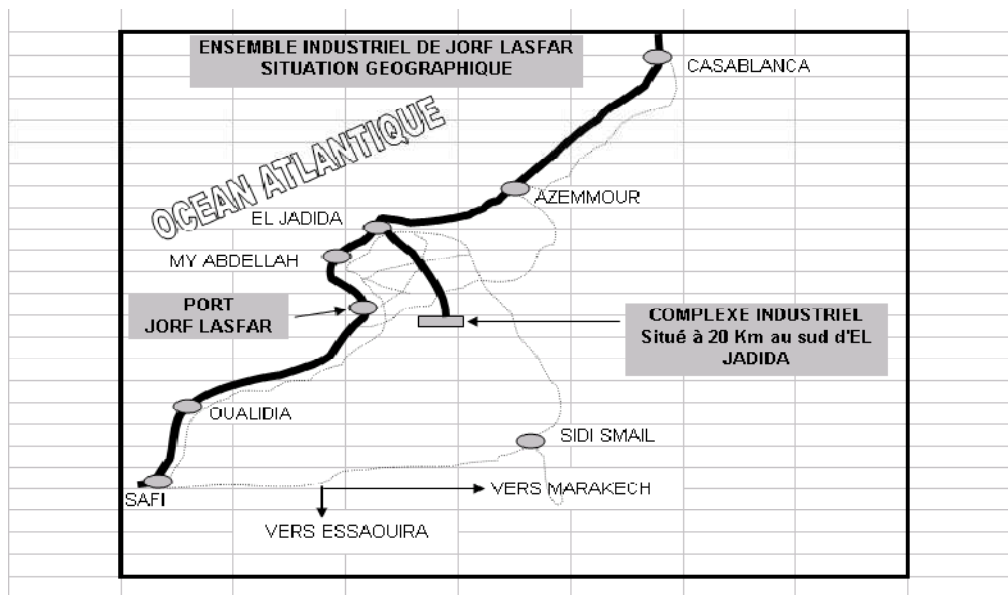


Figure 1 : La situation géographique de l'OCP

#### (3-2)- Organisation :



Le pôle chimie assure un suivi des performances et des réalisations en matière de qualité, sécurité, environnement et d'actions sociétales. Aussi, il a une mission d'animation, d'assistance, d'harmonisation et de consolidation auprès des différentes entités qui le composent, qui sont :

- **Maroc phosphore Jorf Lasfar**: mis en service en 1986. Cette unité a une capacité de production annuelle de 1,7 million de tonnes P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> d'acide phosphorique et 1,625 million de tonnes équivalent DAP. Elle dispose aussi d'un laboratoire qui assure le suivi et le contrôle de la qualité des matières premières, des produits intermédiaires et finis.
- **Emaphos**: né en janvier 1996, d'un partenariat euro-marocain, il a permis à l'OCP d'inaugurer une nouvelle ère dans la diversification de ses produits finis avec la production de l'acide phosphorique purifié « Food Grade ».
- **Imacid**: Créé en 1999, en partenariat avec le groupe indien Birla, elle produit de l'acide phosphorique H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, avec un potentiel de 0,33 million de tonnes P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.
- **Pakphos**: né le 4 Avril 2008, en partenariat avec le Groupe pakistanais FUJI, il assure la fabrication et la commercialisation d'acide phosphorique.
- **Bengue** : né le 19 mars 2009, en partenariat avec la société brésilienne BUNGE, il assure la fabrication et la commercialisation d'acide phosphorique et d'engrais.



Image 1 : Une image satellitaire du Jorf Lasfar (Google MAP)

### (3-3)- Management de l'environnement :



Conscient que la protection de l'environnement est aujourd'hui une problématique mondiale mais aussi une préoccupation majeure pour toutes les entreprises, l'OCP l'a intégrée dans sa stratégie globale en la considérant ainsi comme un facteur de compétitivité économique. Le groupe est engagé dans une démarche citoyenne de développement durable pour identifier et réduire en permanence l'impact de ses activités sur le milieu naturel. Très ambitieuse, cette politique, qui se traduit par la mise en place de procédés moins polluants en investissant dans les technologies les plus avancées, répond à trois objectifs: respecter la réglementation, prévenir les pollutions accidentelles et rechercher en continue l'amélioration des performances. Ces actions environnementales ont été généralisées à tous les sites miniers, les sites chimiques, les sites de production ...

Vu que notre travail a porté sur le lavage des gaz, nous nous sommes focalisés sur les efforts déployés par l'OCP, à ce niveau.

#### **Au niveau de l'atelier de production d'acide phosphorique :**

Lors du broyage du phosphate, on assiste à une récupération des poussières à l'aide de batteries de cyclones et de filtres à manche, ce qui empêche leur dispersion dans l'air. Cependant lors de l'attaque filtration, on assiste à un double lavage des gaz dans un venturi et une tour à Co-courant. Les eaux de lavage sont recyclées dans la boucle de production, ce qui ne génère pas d'effluent liquide dans les ateliers d'attaque-filtration.

#### **(3-4)- Certification du site OCP du Jorf Lasfar :**

Le système de management de l'environnement du site de Jorf Lasfar a été évalué et jugé conforme aux exigences de la norme internationale ISO 14001 en juillet 2005 par l'organisme de certification indépendant BVQI et par la SNIMA, qui dépend du Ministère du Commerce et de l'Industrie. Le périmètre de certification concerné couvre l'ensemble des activités, produits et services des installations de Maroc Phosphore Jorf Lasfar, EMAPHOS et IMACID. Il pourrait être étendu à toute nouvelle installation.





Toutes les entités du site de Jorf Lasfar sont certifiées selon la Norme ISO 9001 version 2008.  
Le SMQ est entré dans une phase de maturité après le renouvellement de la certification des différentes entités.



Le laboratoire central d'analyses de Maroc Phosphore Jorf Lasfar est accrédité selon la Norme ISO 17025.



Toute la plateforme Jorf Lasfar est en cours de certification OHSAS 18001.







## Deuxième partie : Description de l'atelier de production d'acide phosphorique



Image 2 : L'atelier de production d'acide phosphorique

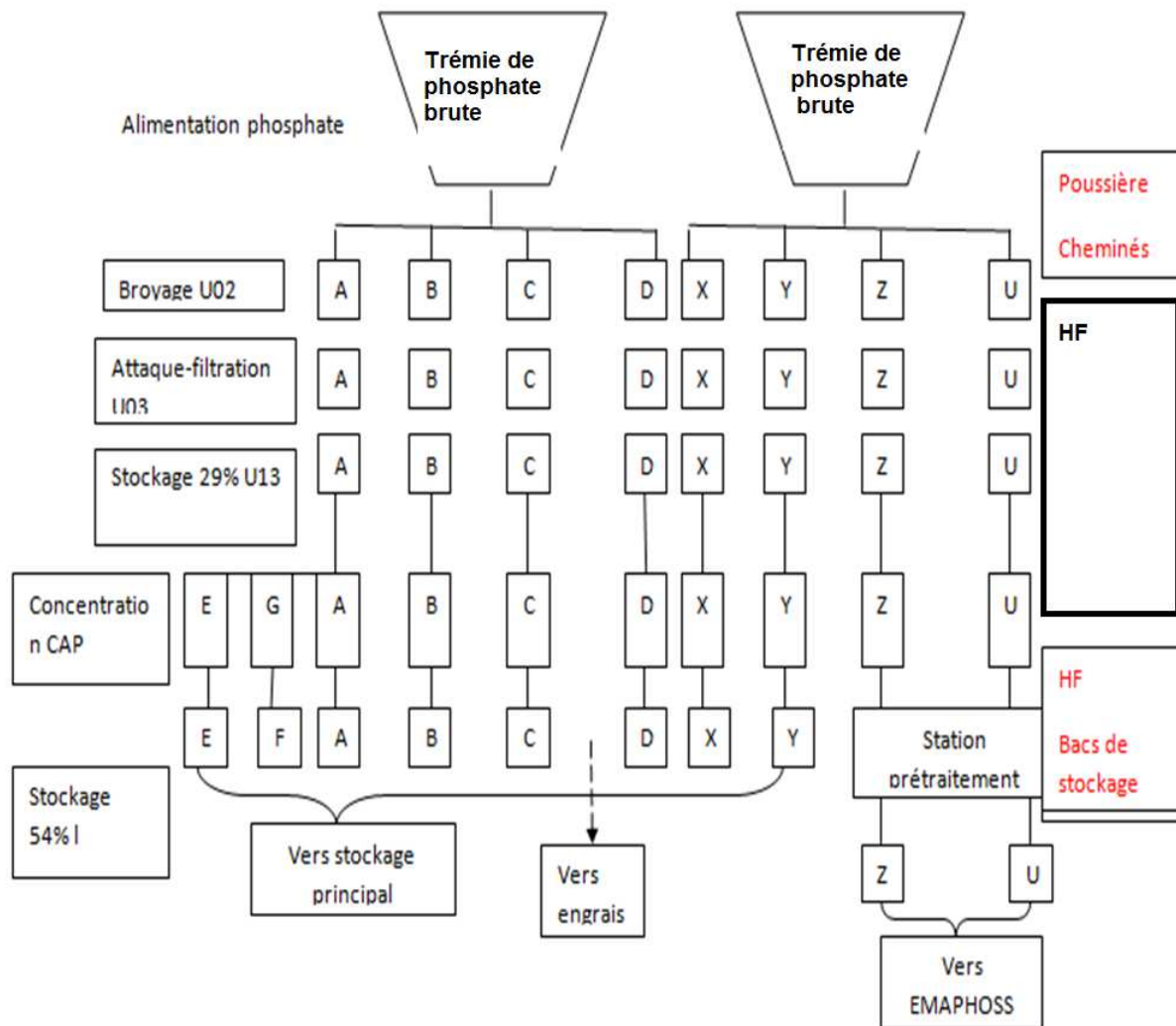
### 1. Introduction :



L'atelier phosphorique Pôle Chimie Jorf Lasfar est divisé en deux zones Nord et Sud identique. Chaque zone est composée de quatre (4) lignes de production, dont trois lignes utilisent un procédé REVAMPING et le quatrième utilise le procédé RHONE-POULENC.

Chacune des lignes comprend les unités suivantes :

- ✓ **unité de broyage du phosphate** : Après réception le phosphate passe par le broyage, pour réduire le diamètre des particules et faciliter l'attaque, dans cette phase les poussières sont émises par les cheminées.
- ✓ **unité d'Attaque-filtration** : Dans l'étape de l'attaque-filtration se fait le lavage du phosphate broyé par l'acide, on a émission de l'**HF** par les cheminées.
- ✓ **unité de stockage d'acide à 29% en  $P_2O_5$**  : Le phosphate attaqué et filtré se stock dans des bacs de stockage à une concentration de 29% et on a émission du **HF**.
- ✓ **unité de concentration** : Pour augmenter sa concentration en 54% le mélange subit une dépression, il y'a le lavage des gaz (rejet liquide contenant le **HF**)
- ✓ **unité de stockage d'acide à 54% en  $P_2O_5$**



**SCHEMA DE L'ATELIER PHOSPHORIQUE**  
**Figure 2 : Les unités de l'atelier phosphorique**

## 2- SECTION DE BROYAGE :

### (2-1)- NOTIONS SUR LE BROYAGE :

Le broyage a pour but d'augmenter la surface d'attaque des phosphates. En effet la réaction chimique est d'autant plus facile que la surface solide offerte aux réactifs est plus grande. L'opération consiste à un broyage des phosphates en utilisant un broyeur à boulets jusqu'à une granulométrie bien déterminée.





Image 3 : Le Broyeur à boulets

Les fines formées sont aspirées vers un filtre à manche, où une grande quantité de ces fines est arrêtée, alors qu'une fraction est évacuée à l'atmosphère via des cheminées.



Image 4: Les Filtres à manche

### (2-2)- DESCRIPTION DU PROCEDE :

On distingue deux systèmes de broyage :

- **Le broyage en circuit continue ouvert (Revamping)** : Dans ce type de broyage, le produit passe une seule fois dans le broyeur, ce qui exige une quantité excessive d'énergie (le phosphate brut subit un criblage, le passant est livré vers la cuve d'attaque, le refus est envoyé au broyage pour être acheminé directement vers la section d'attaque, cadence 140 - 150 t/h).

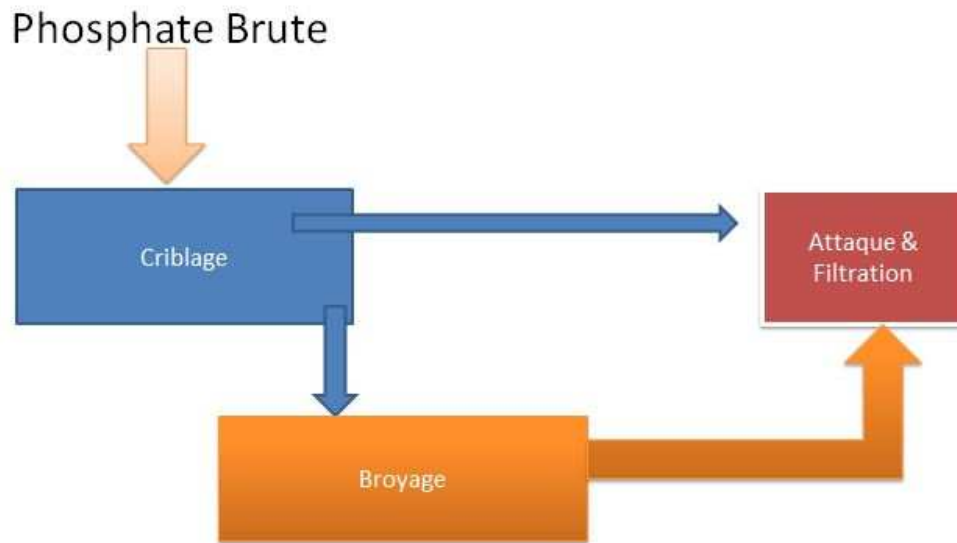


Figure 3 : Le fonctionnement du présent système (Revamping)

- **Le broyage en circuit continue fermé (Rhône-Poulenc)** : C'est le système de broyage avec séparation, le produit surdimensionné est retourné pour être broyé à nouveau (le phosphate brut subit un criblage, le passant est livré vers la cuve d'attaque, le refus est envoyé au broyage pour être acheminé ensuite vers les quatre cribles).

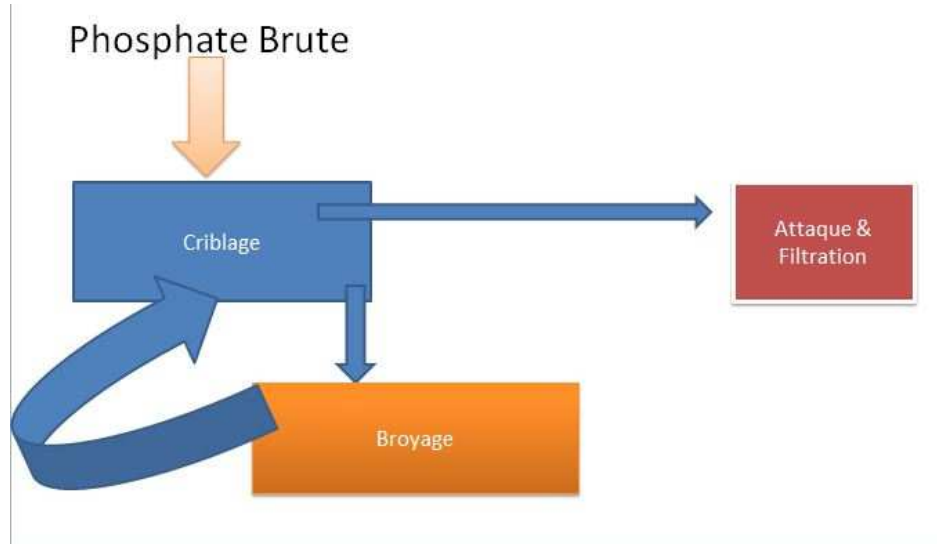


Figure 4 : Le fonctionnement de l'ancien système (Rhône-Poulenc)

Le produit grossier qui est retourné au broyage est appelé charge en circulation.



Le phosphate brut est stocké dans une trémie comportant un extracteur vibrant, réglable en débit. Celui-ci alimente un transporteur à bande. A la jetée du transporteur un déferrailleur est installé pour retirer les pièces métalliques contenues dans le phosphate.

La bande déverse le produit dans un élévateur à godets. Le produit est ensuite repris par un transporteur distributeur vibrant. Le refus des cribles est dirigé par gravité vers le broyeur. Le produit broyé, rejoint le phosphate brut dans l'élévateur afin d'être dirigé à nouveau vers les cribles qui assurent le contrôle de la finisse.

Le produit fini, qui a traversé les cribles, est repris par un aérogليسseur qui le verse dans un second élévateur à godets afin d'être acheminé par un transporteur (Readler) qui alimente en priorité l'unité attaque. Le surplus est récupéré dans un silo de stockage et peut être extrait en cas de besoin par fluidisation.

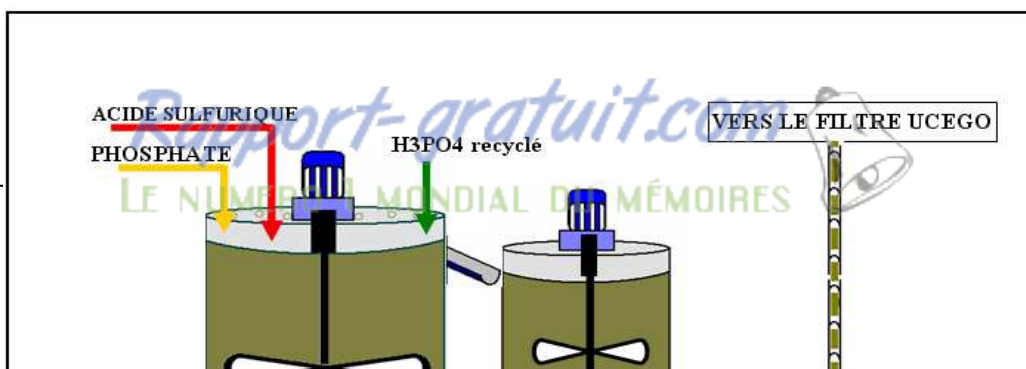
Chaque station de broyage est équipée principalement de :

- Un broyeur à boulets, revêtu intérieurement par des plaques de blindage, il a une forme latérale cylindrique et conique sur les côtés. Entraîné par un moteur à une vitesse de 17 tr/min ;
- Quatre (4) cribles, chacun est équipé de six têtes vibrantes et des toiles de criblage. Ils sont alimentés par des élévateurs à godets et deux couloirs vibrants ;
- Un Filtre à manche alimenté par un ventilateur qui assure l'aspiration des poussières, les manches du filtre sont secouées par l'air comprimé.

### 3- Section attaque filtration :

Cette unité a pour rôle la production d'acide phosphorique à 29% en  $P_2O_5$ .

Deux procédés sont utilisés :



➤ **Revamping.**

Figure 5: Le procédé Rhône-Poulenc

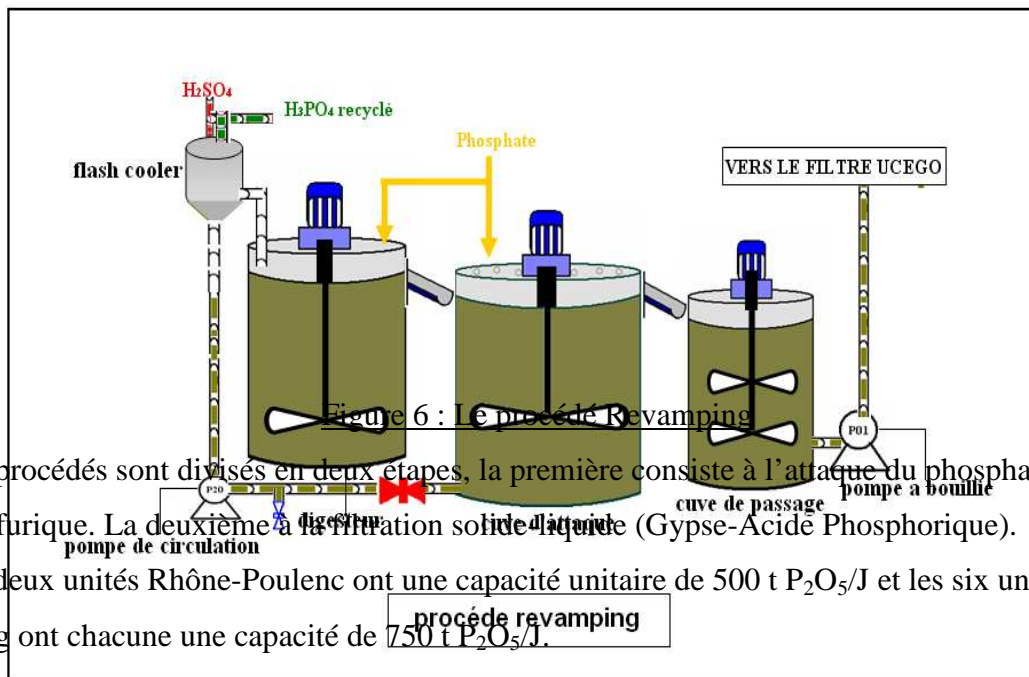


Figure 6 : Le procédé Revamping

Ces procédés sont divisés en deux étapes, la première consiste à l'attaque du phosphate par l'acide sulfurique. La deuxième à la filtration solide-liquide (Gypse-Acide Phosphorique).

Les deux unités Rhône-Poulenc ont une capacité unitaire de 500 t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/J et les six unités Revamping ont chacune une capacité de 750 t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/J.

Chaque unité comprend deux sections principales :

**(3-1)- La section d'attaque :**

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

La **cuve d'attaque** est équipée d'un agitateur central qui assure l'homogénéisation, quatre (4) dispersseurs d'acide sulfurique, six (6) agitateurs refroidisseurs de la bouillie.

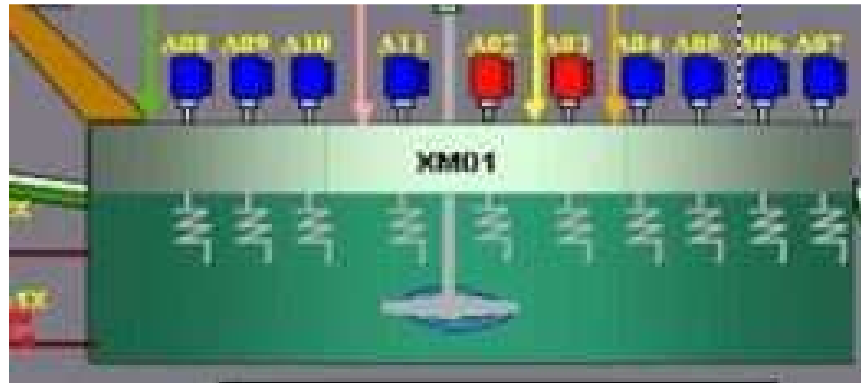
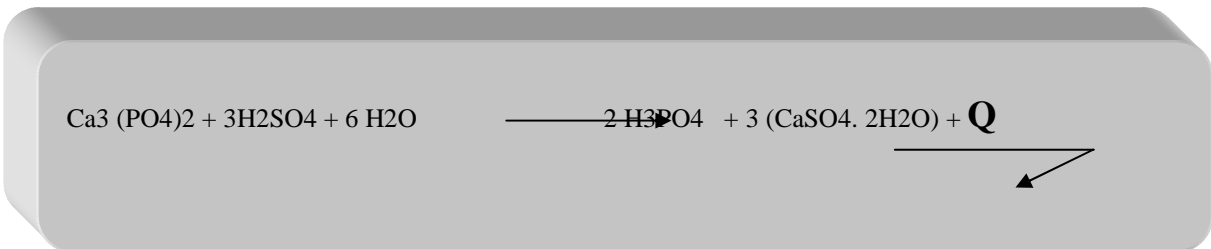


Figure 7 : Les composants de la cuve d'attaque

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

### Réaction :

L'attaque du phosphate tricalcique est décrite globalement par la réaction suivante :



Une **cuve de passage** destinée à l'augmentation du temps de séjour de la réaction.



Figure 8 : Une cuve de passage

Un **digesteur** son rôle est d'augmenter la capacité de production ainsi que le temps de séjour de la réaction.



Figure 9 : Un digesteur

**Flash Cooler** : Alimenté en acide sulfurique à 98.5% et en acide phosphorique recyclé (moyen) à 18% en  $P_2O_5$  ainsi que la bouillie d'un débit d'environ 1600 m<sup>3</sup>/h ; son rôle est d'augmenter la capacité de refroidissement par le sous vide.

Par **un trop plein**, le flash-cooler déborde dans un digesteur équipé d'un agitateur, les gaz sont acheminés vers un **dévisculeur** où se produit une séparation gaz / liquide.

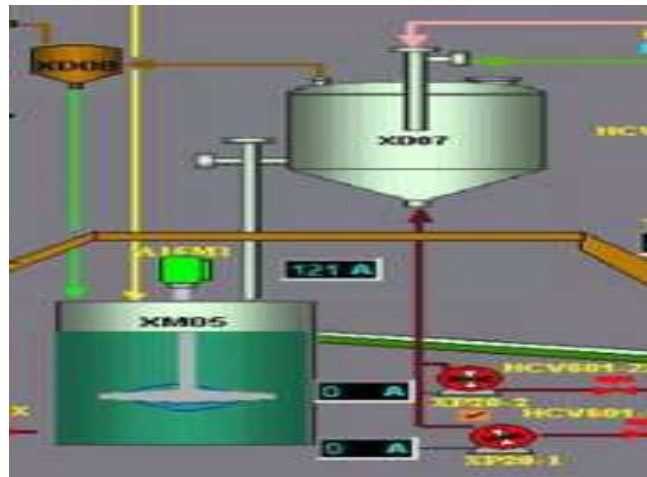


Figure 10 : Un flash cooler, un dévisculeur et un digesteur.

Le liquide est recyclé vers le digesteur puis, envoyer vers la cuve d'attaque par une gouttière de débordement. Les gaz séparés sont lavés par l'eau de mer puis évacués vers l'égout, par contre les gaz récupérés au niveau du digesteur et de la bouillie contenue dans la cuve d'attaque sont lavés par l'eau brute.

La cuve d'attaque déborde par une gouttière vers la cuve de passage puis envoyé vers le **filtre UCEGO11** par la **pompe à bouillie P01**.





La dilution de l'acide sulfurique dans la cuve d'attaque, ainsi que la réaction est exothermique, se traduit par une augmentation de température, d'où la nécessité du contrôle de cette dernière, une fourchette de valeur est admise entre 78° et 80°C.

L'attaque de phosphate par l'acide sulfurique nécessite un refroidissement pour éviter toute semi hydrate au-delà de 80°C.

Les contrôles de bases de production d'acide phosphorique sont liés à quatre paramètres :

- ◆ Teneur en solide de la bouillie,
- ◆ Teneur en  $P_2O_5$ ,
- ◆ La température de la bouillie,
- ◆ Teneur en sulfate libre.

### (3-2)- La section de filtration :

La filtration est une section où s'effectue la séparation phosphorique du gypse cette séparation est réalisée au moyen d'une dépression créée par une pompe à vide, une vis d'Archimède pour extraction du gypse qui est évacué au moyen d'eau de mer, et une pomperie pour la circulation des fluides.

*Le filtre est équipé de :*

- ⌚ 36 tôles perforées
- ⌚ Une pompe à vide (anneaux liquides)
- ⌚ 36 capillaires (collecteurs flexibles)
- ⌚ 4 secteurs de collecte d'acide (fort, moyen, faible et lavage)
- ⌚ Un séparateur d'acide.

L'acide fort est envoyé au stockage, l'acide moyen est pompé vers la cuve d'attaque et l'acide faible est pompé vers le premier lavage.

Le filtre **UCEGO 11** est destiné à la filtration de la bouillie en vue de récupérer de l'acide phosphorique. Il comporte essentiellement une table tournante et une boîte à vide pour collecter les filtrats. La filtration et les lavages des gaz sont facilités par la pompe à vide assurant un vide constant. Le filtre est divisé en quatre secteurs : secteur fort, secteur moyen, secteur faible et secteur de lavage.

- Le secteur fort : reçoit la bouillie qui va être filtré (cette filtration produit l'acide fort 29%), ce dernier va être dirigé vers le stockage d'acide  $H_3PO_4$  29%.
- Le secteur moyen : reçoit le gâteau qui reste du secteur fort, puis on va le laver par l'acide faible pour produire l'acide moyen qui va être dirigé vers la cuve d'attaque.
- Le secteur faible : reçoit le gâteau qui reste du secteur moyen, puis on va le laver par l'eau gypseuse pour produire l'acide faible qui va être dirigé vers le secteur moyen.
- Le secteur du lavage : reçoit le gâteau qui reste du secteur faible, puis on va le laver par l'eau pour produire l'eau gypseuse qui va être dirigé vers le secteur faible.

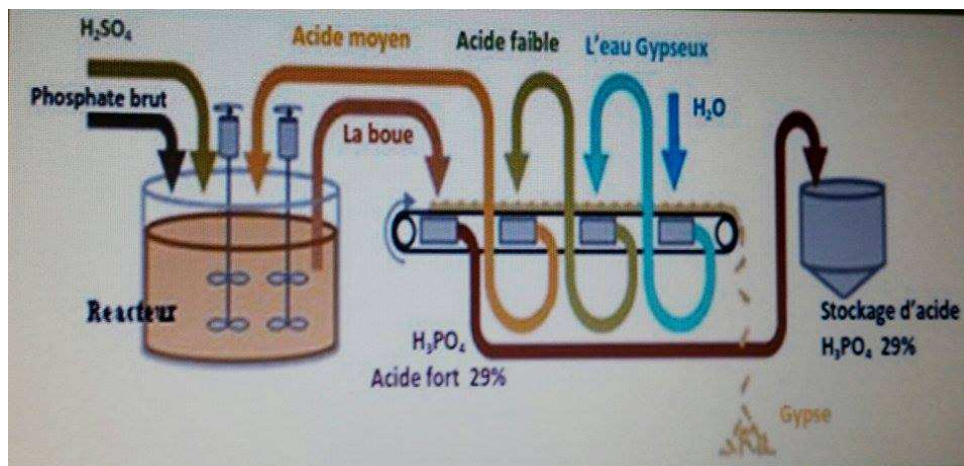


Figure 11 : Explication sur l'unité de filtration

L'extraction et la décharge du solide sont assurées par vis d'extraction, de large capacité et tournant à vitesse constante, vers une trémie à gypse où il est dilué par l'eau de mer pour être acheminé vers la conduite de rejet.

Le **lavage des toiles** est assuré par deux rangés de pulvérisateurs adéquates et réglables en direction et recouvrant la largeur de la table.



#### 4- Unité de stockage (U13) d'acide phosphorique 29% en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> :

L'acide phosphorique produit quitte la section d'attaque filtration à température de 80°C chargé principalement de gypse et de fluosilicate à l'état de sursaturation. Pour éviter la précipitation de solide dans la boucle de concentration, l'acide est conduit vers l'unité 13 de stockage où il décante.

Chaque ligne de production dispose de trois (3) bacs de stockage interconnectés où l'acide passe successivement dans :

- **Désursaturateur** : est de capacité 2006 m<sup>3</sup> et une forme cylindrique à ciel ouvert revêtu à l'intérieur par caoutchouc anti-acide équipé des chicanes et d'un agitateur pour le refroidissement et l'homogénéisation d'acide.
- **Décanteur** : est de capacité 1475 m<sup>3</sup> et une forme conique à ciel ouvert revêtu à l'intérieur par caoutchouc anti-acide équipé d'un racleur, le décanteur assure la séparation liquide-solide. Les boues sont recyclées par une pompe vers la cuve d'attaque.
- **Un bac intermédiaire** : d'une capacité de 1554 m<sup>3</sup> qui sert au stockage d'acide à 29% en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> décanté et refroidie, chaque bac alimente deux échelons de l'unité 04 et l'atelier engrais.

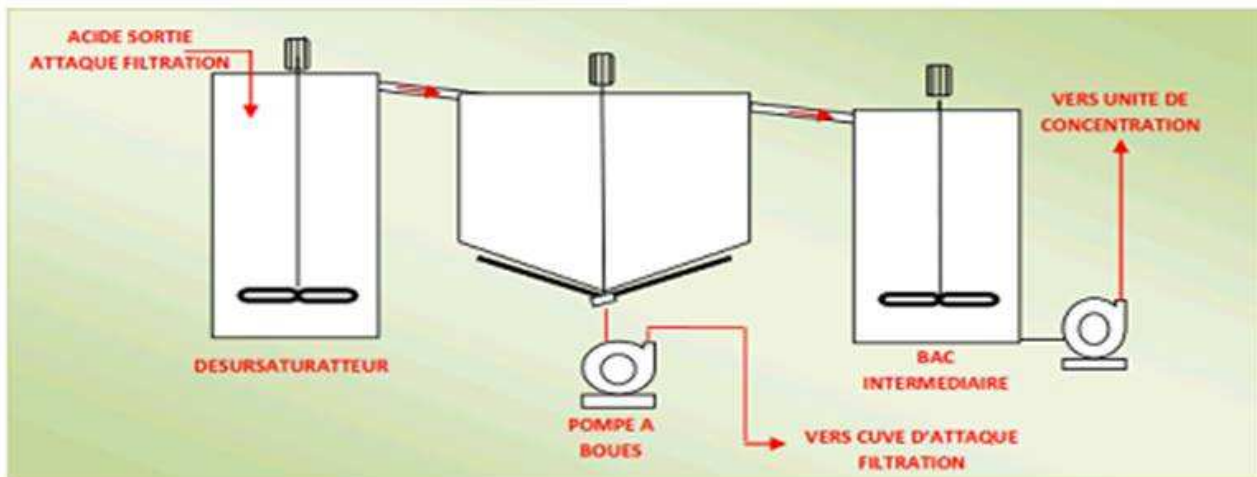


Figure 12 : Unité de stockage d'acide phosphorique 29% en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

#### 5-UNITE CONCENTRATION :



L'unité 04 est destinée à la production d'acide phosphorique à 54% en  $P_2O_5$  à partir de l'acide à 29% en  $P_2O_5$ . Cette unité est composée de 16 échelons, deux échelons par une ligne de concentration.

Le principe de la concentration se base sur l'évaporation sous vide de l'eau et des matières volatiles contenues dans l'acide. L'opération de vaporisation s'effectue en permanence dans la boucle de concentration.

La séparation acide / vapeur s'effectue dans le bouilleur à une pression de 60 mm Hg et à une température de 78°C.

Les effluents dégagés du bouilleur traversent le condenseur laveur où ils subissent un lavage par l'eau de mer

L'acide concentré de densité 1660 ; est ensuite refroidi et clarifié avant le stockage final.

#### **Principaux équipements d'unité de concentration :**

- Un échangeur à blocs de graphite type Vicarb destiné au réchauffage d'acide ;
- Un bouilleur ;
- Une pompe de circulation de capacité 2600m<sup>3</sup>/h qui assure la circulation de l'acide dans la boucle de concentration ;
- Un filtre pour la protection de la pompe et de l'échangeur ;
- Un transformateur de vapeur ;
- Un grand laveur + trois petits laveurs ;

### **6- DECANTATION ET STOCKAGE :**

Avant sa livraison à la concentration d'acide purifié à 62% en  $P_2O_5$  d'EMAPHOS, aux lignes de granulation d'engrais et au stockage principal (unité 53), l'acide phosphorique concentré à 54% en  $P_2O_5$  subit un refroidissement et une décantation dans l'unité 14 de stockage.

La décantation consiste à réduire le taux de solide d'acide phosphorique concentré de 1,3% à un taux  $\leq 1\%$ . L'unité 14 est composée de :



- désursaturateur d'une capacité de 900 m<sup>3</sup> ;
- décanteur d'une capacité de 2900 m<sup>3</sup> ;
- colonne de distribution d'une capacité de 48 m<sup>3</sup> ;
- deux bacs de capacité unitaire de 10.000 m<sup>3</sup>.
- 

### 7- CLARIFICATION :

A pour but la séparation et la récupération de l'acide contenu dans la boue à 54% en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

### 8-Points de divergence entre l'atelier phosphorique et la ligne E03 :

	Atelier de production d'acide phosphorique	Ligne E03
Comment OCP reçoit le phosphate ?	Le phosphate est envoyé par des trains de Khouribga à El Jadida.	Le phosphate est envoyé à travers des conduites de Khouribga à El Jadida c'est une méthode économiquement rentables qui as remplacé l'anciens projet qui consiste à transporter le phosphates par trains.
Unité de broyage	Après réception, le phosphate passe par le broyage, pour réduire le diamètre des particules et faciliter	<b>X</b>



	l'attaque	
Unité d'attaque	Une cuve d'attaque contenant un agitateur centrale et 10 agitateurs périphériques	Une cuve d'attaque constituée de 4 compartiment d'agitation
Unité de filtration	Filtre <b>UCEGO11</b> contenant 4 secteurs (Fort, Moyen, Faible, De lavage)	Filtre contenant une partie inférieure fixe, et une partie supérieure rotative (composé de 30 cellules)
Unité de stockage 29%	Le phosphate attaqué et filtré se stock dans des bacs de stockage à une concentration de 29%	
Unité de concentration	augmenter sa concentration en 54% par évaporation d'eau	
Lavage des gaz	Le lavage s'effectue dans une tour de lavage par jet d'eau qui va éliminer les gaz dangereux	Ajout d'un flash cooler plus puissant, d'un pré-condenseur (fait le lavage avec l'eau brute), d'un condenseur (fait le lavage avec eau de mer) et le fume scrubber qui va faire un lavage complet puis ces gaz vont être diriger vers le venturi pour les dégager dans l'atmosphère

Tableau 1 : Les points de divergence entre l'atelier phosphorique et la ligne E03



## **Troisième partie :** **Le lavage des gaz**

### **1- Introduction :**

A la sortie d'attaque, dans la section de filtration ou encore au-dessus de l'unité de stockage, les gaz contiennent certains éléments pouvant avoir un impact négatif sur l'environnement. C'est le cas du fluor, par exemple. Il est donc important de traiter ces gaz avant de les renvoyer dans l'atmosphère.

Les laveurs de gaz ont une faible tendance à l'incrustation, les pulvérisateurs ne se bouchent pas facilement. Ils sont bien sûr conçus dans le respect des plus strictes contraintes environnementales.

### **2- le lavage des gaz au niveau de l'atelier phosphorique**

#### **(1-2)- Une vue générale de la tour de lavage :**

Le lavage des gaz s'effectue avec un laveur de gaz, compact et divisé en compartiments et permet de laver les gaz grâce à une pulvérisation centrale d'eau agissant dans chaque compartiment.

Rapport-gratuit.com



LE NUMERO 1 MONDIAL DU MEMBRES

Faculté des Sciences et Techniques - Fès

☒ B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES

☎ 212 (0) 535 60 29 53 Fax : 212 (0) 535 60 82 14

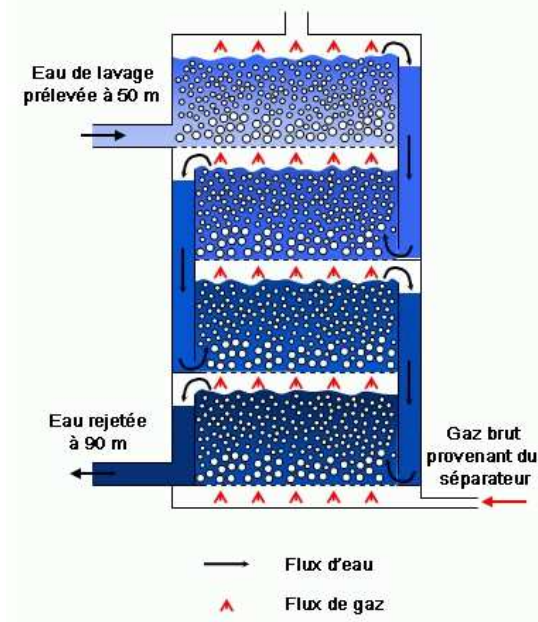


Figure 13: Le fonctionnement de la tour de lavage

Les gaz brut provenant du séparateur vont monter le long de la tour pour subir un lavage par l'eau brute, ce dernier se déplace d'un compartiment à l'autre jusqu'à ce qu'on aura une diminution de la teneur des gaz qui vont sortir de la cheminé.

## (2-2)- Description de la technique du lavage :

### (2-2-1)- D'où provient ces gaz ? :

Cuve d'attaque : Il faut refroidir les cuves où se produit la réaction par un balayage à l'air pour que les gaz puissent être aspirés.

Flash cooler : lorsque la bouille est attaque par l'acide sulfurique et l'acide moyen, cette réaction produit des gaz qui vont être acheminé vers le dévisculeur où se produit la séparation gaz / liquide, puis les gaz vont se diriger vers la tour

Digesteur et cuve de passage : en augmentant le temps de séjour, on a une émission des gaz qui vont de leur tour se diriger vers la tour.

Bouilleur : Les effluents dégagés du bouilleur ainsi que la vapeur



### (2-2-2)- Procédé du lavage :

Les gaz sont au niveau d'un circuit de dégazage vont être aspiré vers Le ventiru-scruber qui effectue le lavage des gaz avec l'eau brute en circuit fermé. Ce ventiru est en acier caoutchouté.

Les gaz vont être lavé dans une tour cyclonique par la pulvérisation de l'eau au moyen d'une canne de pulvérisation la tour de lavage est constitué d'une virale cylindrique verticale en acier au carbone revêtue en caoutchouc, Les connexions d'entrée et sortie de gaz sont tangentielles.

Pour la vitesse d'aspiration des gaz est variable elle est ajustée en fonction de la capacité de production et aussi en fonction de la température de la bouillie d'acide phosphorique existant en cuve de réaction, ce ventilateur doit être installé sur une dalle flottante situé au niveau de la sortie des gaz de la tour.

Le refoulement du ventilateur est connecté à une cheminée de rejet en SVR. Les gaz de leurs tours vont être dégagés vers l'atmosphère.

Fluide	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gaz HF+CO<sub>2</sub>+traces P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></li><li>• Liquide : H<sub>2</sub>O+traces P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></li><li>• Temperature de service:65°C</li><li>• Pression de service:210mCE</li></ul>
Dimensions	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hauteur hors tout: 9150mm</li><li>• Diamètre intérieur: 2200mm (entrée et sortie)</li><li>• Convergent : 1350mm</li></ul>
Matériaux de construction	<ul style="list-style-type: none"><li>• Acier au Carbone A283-C+revêtement caoutchouc</li></ul>

Tableau 2: les caractéristiques du ventiru-scrubber

Fonction	Aspirer les gaz de refroidissement des cuves de réaction et les refouler à l'atmosphère via une cheminée
Capacité	Minimale : 38 500 m <sup>3</sup> /h Nominale : 208 000 m <sup>3</sup> /h Maximale : 234 000 m <sup>3</sup> /h
Pression dynamique	16mCE
Pression totale	210mCE
Température	60°C

Tableau 3: les caractéristiques du ventilateur centrifuge

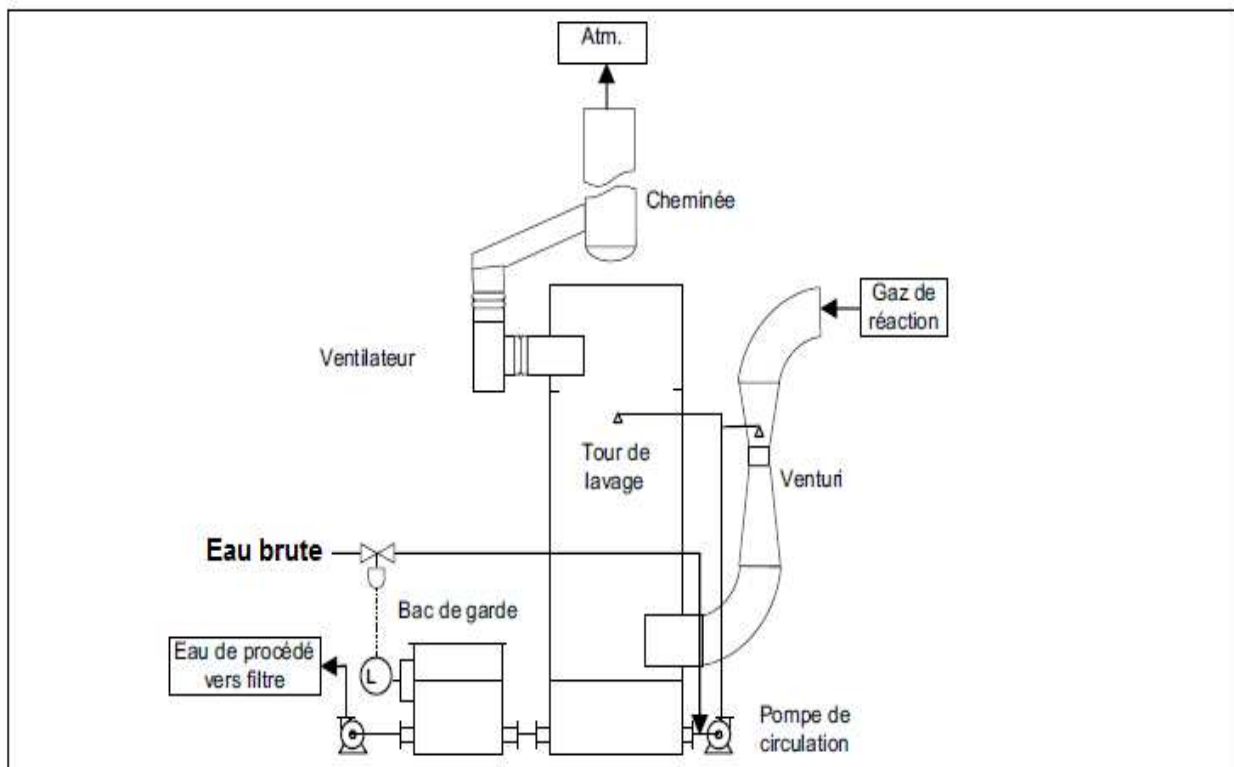


Figure 14: Description de la tour de lavage





### 3- le lavage des gaz au niveau du nouveau projet (la ligne E03) :

#### (3-1)- Introduction :

Le nouveau projet ( Ligne E03 ) consiste à fusionner deux lignes existantes de production en une seule ligne dont la réaction refroidissement et assainissement seront communs à deux filtrations séparées , ainsi qu'on aura un rejet des gaz beaucoup plus moins que l'ancien projet.





### (3-2)- Objectif de ce projet :

- Remise à niveau du système de lavage des gaz dans le cadre du projet « Ligne E03 »
- Teneur maximale en fluor dans les gaz à la sortie de la cheminée 5 ppm
- Une meilleure consommation d'eau industrielle
- Pas d'entraînement de gouttelettes d'eau par les flux de gaz
- Minimisation des encrassements en tout point du système de lavage.
- Réduction du débit de gaz cheminées de 380 000 m<sup>3</sup>/h à 150 000 m<sup>3</sup>/h

### (3-3)- Les modifications qui ont été effectuées sur la technique du lavage des gaz à la ligne E03 :

- Installation d'un flash cooler plus puissant
- Utilisation d'un seul système d'assainissement des gaz pour l'ensemble des cuves de réaction et les cuves de digestion et les deux filtres et pour les deux bacs d'eau gypseuse (03JkR27 et 03JKR37).
- Précondenseur à l'eau brute
- Condenseur à l'eau de Mer
- Fumé scrubber
- ce projet aboutissant à 4 lignes identiques le but de ce projet c'est le maintien d'un seul système de lavage ainsi que assurer son adaptation aux nouvelles conditions de service
- Ce système de lavage va être implanté au nord de chaque ligne.

### Le Role du Précondenseur et du condenseur :

Leur rôle c'est le refroidissement des cuves de réaction. Dans l'ancien système on avait un refroidissement partiel avec une capacité de 83% mais la ligne E03 consiste à réaliser un refroidissement complet des deux cuves de réaction et digestion à une hauteur de 17% de la capacité totale de refroidissement c'est-à-dire on va augmenter la capacité à 100%.

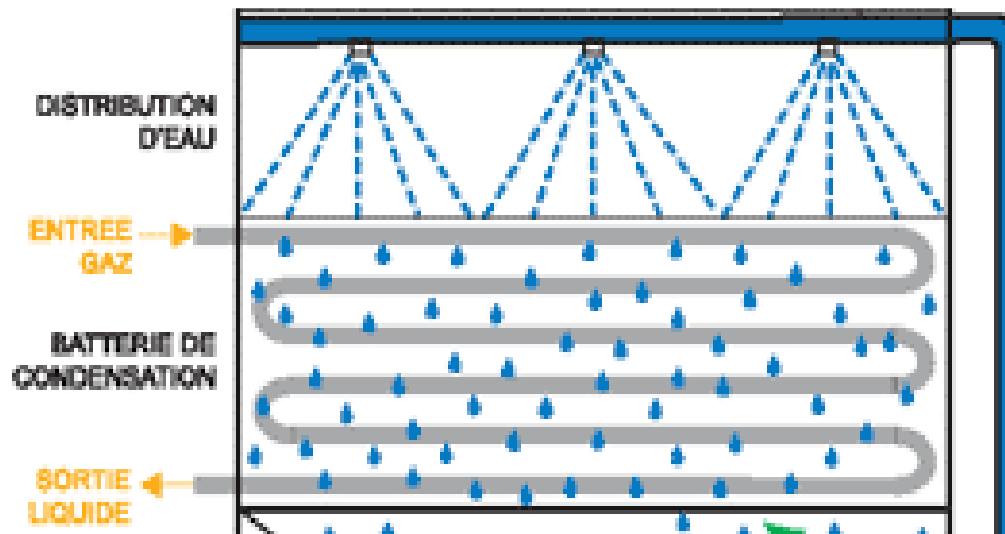


Figure 15 : Le condenseur

### Le role du fume scrubber :

Un fume scrubber est un dispositif qui est destiné à éliminer les gaz dangereux , les fumées et autres polluants de l'air. Ce laveur utilise une solution liquide de lavage pour recueillir les particules dangereuses des sous-produits industriels ou scientifiques gazeux . Le gaz dangereux peut être pulvérisé avec ou forcé à travers le liquide . Lorsque les particules entrent en contact avec le liquide , ils laissent l'air et de rester dans le liquide , en purifiant ainsi l'air . Le gaz peu purifié est alors souvent libéré par une cheminée , espérons libre de la plupart des contaminants qui pourraient nuire à des personnes ou à l'environnement.



Image 5 : Un fumé scrubber

**Une vue de la ligne E03 :**

- Nouvelle cuve de réaction (03JKM01A) cuve (design Prayon) compartimentée en béton armée de volume utile 885 m<sup>3</sup>;
- Une ancienne cuve de réaction (03JKM05A) en acier au carbone revêtue de Caoutchouc et briques au carbone, de volume utile 1050m<sup>3</sup>;
- Une ancienne cuve de réaction (03JKM06A) en acier au carbone revêtue de caoutchouc et briques au carbone, de volume utile 224 m<sup>3</sup>;
- Une ancienne cuve de digestion (03JKM07A) en acier au carbone revêtue de caoutchouc et briques au carbone, de volume utile 1050m<sup>3</sup>;
- Deux hottes d'aspiration des gaz au-dessus des filtres 03JKS21A et 03JKS31A.
- Bacs d'eau gypseuse 03JKR27A et 03JKR37A.
- Bac de garde du pré condenseur du Flash Cocoler

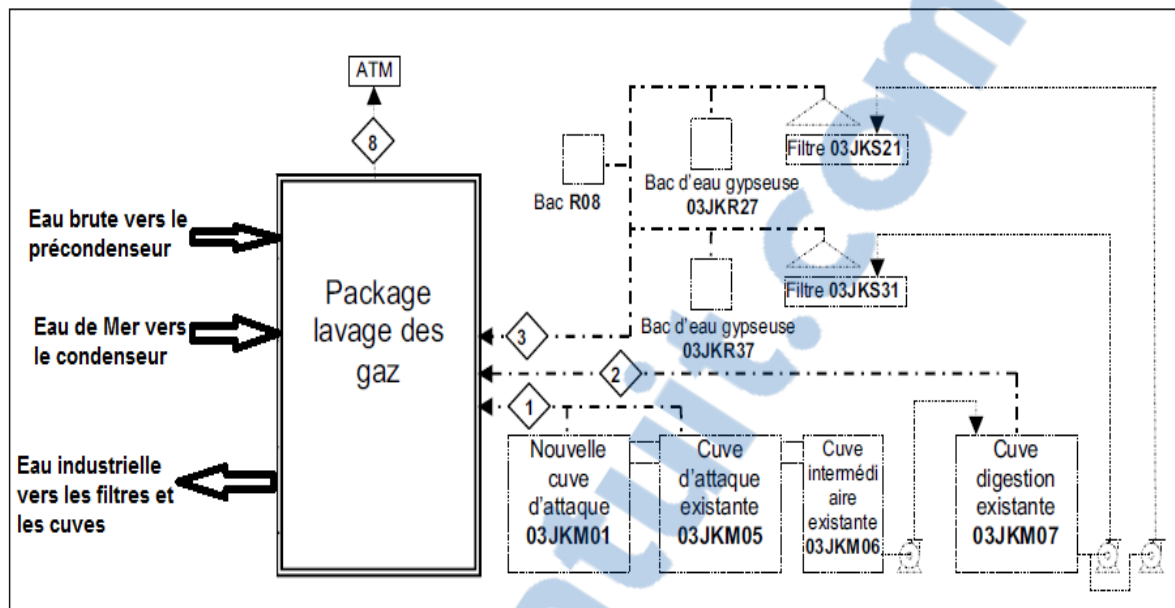


Figure 15 : Les modifications du lavage à la ligne E03

### (3-4)- Garanties de performance :

Le fournisseur garantit les performances suivantes :

- **Teneur maximale en fluor inférieure à 5ppm :**

Cette teneur est à garantir pour une capacité de production d'acide phosphorique de 1500 t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/jour suivant les valeurs précisées.

- **Assainissement correct des filtres et des bacs quel que soit le mode de fonctionnement :**

L'Adjudicataire garantit en particulier les débits de gaz aspirés soit 29500 m<sup>3</sup>/h par filtre/bac dans les conditions de température et de pression de service précisées.

- **L'assainissement correct des filtres et bacs d'eau gypseuse :**

Sera matérialisé par la non-constatation de dégagement de gaz émanant à l'extérieur de la hotte d'aspiration au-dessus du filtre et par le toit de bacs d'eau gypseuse.



- **Consommation d'eau brute :**

Il faut bien contrôler le débit d'eau qu'on utilise dans le lavage des gaz , pour les stocker dans des bacs, dont on va s'en-servir pour laver les toiles et les filtres. (Pour ne pas gaspiller l'eau)

## **Quatrième partie :** **Le contrôle de qualité d' air**





## 1. Introduction :

L'OCP à Jorf Lasfar est doté de 4 stations de mesure de la qualité de l'air, pour anticiper et évaluer la qualité de l'air dans les zones qui l'entourent, ces stations sont localisées près des cheminées pour le but de mesurer la teneur de ces gaz dans l'air après sa sortie de la cheminée, et essayer de réduire l'impact de ses activités sur l'environnement.



Image 6 : La station du traitement de la qualité d'air

## 2- description de la technique de mesure de la qualité d'air :

*Rapport-gratuit.com* 

---

Ces stations font des mesures de la teneur des effluents chaque jour et pour le bilan se fait deux par mois, en utilisant des analyseurs qui se trouvent dans la station.

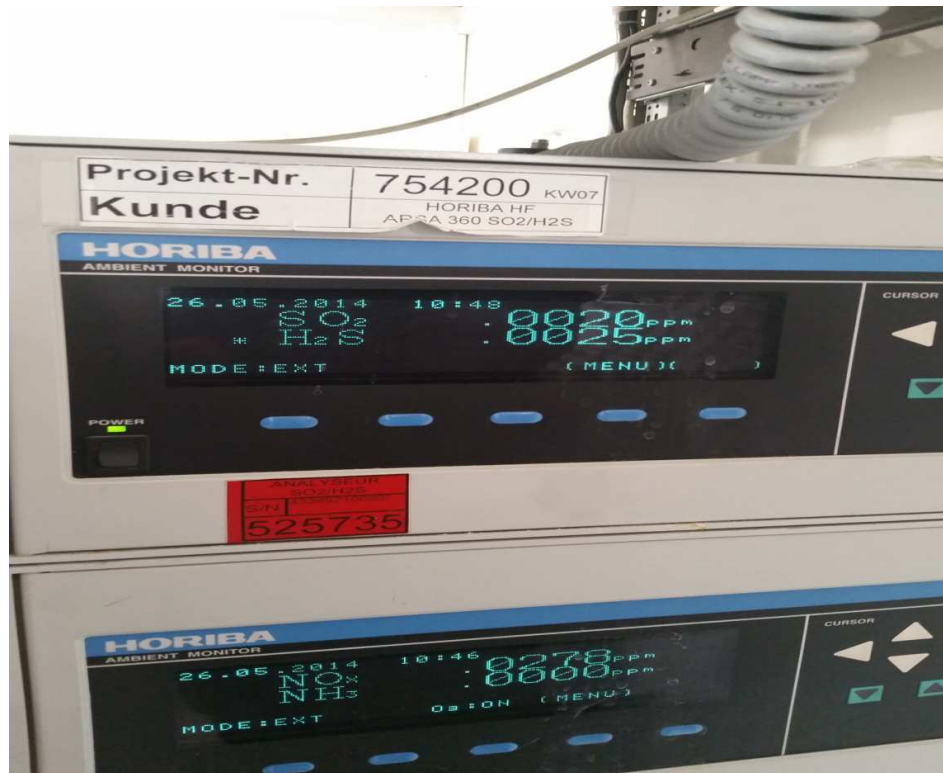


Image 7: Analyseur du teneur des effluents dans l'air

L'image montre un Analyseur à microprocesseur comprenant 2 boîtiers 19",  
Un boîtier est un écran d'information alphanumérique de grande dimension (256 x 64mm) relié à un convertisseur  
L'analyseur utilisé pour mesurer les concentrations en oxydes d'azote est basé sur la chimilunescence (c'est-à-dire l'émission d'énergie lumineuse résultant d'une réaction chimique). Cette énergie émise va être convertit en intensité électrique ce qui permet de déduire les concentrations et puis les analyseurs détectent cette concentration.

### 3- La méthode d'analyse du fluor

L'image montre un barboteur remplis de l'eau distillée connecté avec des tuyaux qui permettent le passage du fluor qui est en air vers bouteille. On peut avoir la teneur en fluor en envoyant le barboteur au laboratoire.





Image 8: Un barboteur

Vue les différents dangers susceptibles d'un excès de fluor dans l'air. L'OCP a réservée une grande partie pour l'analyse de fluor dans l'air ( $\text{H}_2\text{SiF}_6$ , HF,) cette analyse a été réalisé au niveau du laboratoire.

### Principe :

Fixation du fluor sous forme de gaz par de l'eau et titrage par électrode spécifique au fluor en présence d'une solution tampon (TISAB) pH d'environ 6.

### Mode opératoire

- barboter le gaz a analysé dans un litre d'eau durant toute la période de mesure
- Récupérer la solution contenue dans les barboteurs dans un bêcher en polyéthylène
- pour les échantillons acide  $\text{pH} < 5$  ajuster le PH a au moins 5 avant addition du tampon avec la soude de même pour les échantillons de  $\text{Ph} > 8$  ramener le pH inférieur à 8 avec  $\text{HNO}_3$
- Transvaser la solution dans une fiole jaugée de 500 ml puis ajuster au trait de jauge
- Introduire 25 ml dans un bêcher en plastique de 100 ml,
- Ajouter 25 ml de la solution tampon  $\text{pH} = 6$ ,



- Lire la concentration à l'aide d'une électrode spécifique au fluor et d'un potentiomètre,

## **4. RECEUIL DE NORME QUALITE DE L'AIR MAROCAINES ET INTERNATIONNALES :**

### **Loi n° 13-03 relative à la lutte contre la pollution de l'air :**

**Article 4 :** Il est interdit de dégager, d'émettre ou de rejeter, de permettre le dégagement, l'émission ou le rejet dans l'air de polluants tels que les gaz toxiques ou corrosifs, les fumées, les vapeurs, la chaleur, les poussières, les odeurs au-delà de la quantité ou de la concentration autorisées par les normes fixées par voie réglementaire.

**Article 13 :** Lorsqu'une pollution de l'air est causée par une activité ou une exploitation donnée constituant un danger pour l'homme et portant préjudice au voisinage, à la sûreté et à l'environnement, et que les dangers et les dommages étaient inconnus ou imprévisibles lors de l'octroi de l'autorisation ou du dépôt de la déclaration d'exercice de l'activité ou de l'exploitation, l'administration adresse à la personne responsable de la source de pollution les instructions nécessaires pour prendre les mesures complémentaires ou introduire les modifications nécessaires afin de limiter les émissions de polluants et d'éviter les dangers et dommages susvisés. Elle lui ordonne de mettre en place les équipements nécessaires et les techniques disponibles en vue de mesurer le degré de concentration des polluants et leur quantité, ainsi que tous les matériels nécessaires au maintien des normes autorisées.

### **Note sur le décret n°2-09-286 du 20 hijra 1430 (8décembre 2009) fixant les normes de qualité de l'air et les modalités de surveillance de l'air**

#### **Bulletin officiel n°5806 du 21 janvier 2010 :**

- La fixation des normes de qualité de l'air en prévoyant les valeurs limites des niveaux de concentration de certaines substances polluantes dans l'air à ne pas dépasser. Ces substances sont considérées les plus menaçantes pour la santé de l'homme et les plus dangereuses pour l'environnement en général. Il s'agit du dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), du monoxyde de carbone (CO), des particules en suspension (MPS), du plomb dans les poussières (Pb), du Cadmium dans les poussières (Cd), de l'Ozone (O<sub>3</sub>) et du Benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

- La détermination des modalités d'installation des réseaux de surveillance de la qualité de l'air au niveau régional et d'institution des comités permanents sous la présidence des walis des régions



pour veiller au bon fonctionnement des stations fixes et mobiles constituant les réseaux de surveillance de la qualité de l'air

Tableau montrant les valeurs limitent d'émission :

Polluants	Nature du seuil	Valeurs limites
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) µg/m <sup>3</sup>	Valeur limite pour la protection de la santé	125 centiles 99,2 des moyennes journalières.
	Valeur limite pour la protection des écosystèmes	20 moyennes annuelles.
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ) µg/m <sup>3</sup>	Valeurs limites pour la protection de la santé	200 centiles 98 des moyennes horaires 50 moyennes annuelles
	Valeur limite pour la protection de la végétation	30 moyennes annuelles.
Matiere en Suspension µg/m <sup>3</sup>	Valeurs limites pour la protection de la santé	50 centile 90,4 des moyennes journalière ; MP10.
Fluor	Valeur limite	10mg/N

Tableau 4 : les valeurs limitent d'émission

## Conclusion :

Les activités industrielle au niveau de l'office chérifien du phosphate ont causé de nombreux problèmes tel que le dégagement, l'émission et le rejet dans l'air du polluants tel que les gaz toxique ou corrosifs, ces derniers ont un impact négatif sur la santé humaine ainsi que l'environnement et pour minimiser ce risque et protéger l'environnement, l'OCP a accédé à la technique du lavage des gaz pour minimiser le risque de ces gaz avant de les faire sortir via les cheminées avec une teneur inferieur à 5ppm en utilisant un ensemble des matériaux très développées

L'OCP a doté aussi de plusieurs stations pour la mesure des teneurs des effluents dans l'aire et anticiper et évaluer la qualité de l'air dans les zones qui l'entourent.



---

Ce stage était une expérience enrichissante et complète, et nous a permis de mettre en œuvre des compétences universitaires pour un projet intéressant.

**Bibliographie :**

- ❖ Rapport de stage sous le thème « Le procédé de la fabrication d'acide phosphorique » 2002  
'Amine Benjelloun'
- ❖ Rapport de stage sous le thème « Le procédé du broyage dans l'atelier phosphorique » 2008  
'Saad cheikh'
- ❖ [http://fr.wikipedia.org/wiki/Jorf\\_Lasfar](http://fr.wikipedia.org/wiki/Jorf_Lasfar)
- ❖ Document du centre d'étude et de recherche des phosphates minéraux
- ❖ Document SNC lavalin: étendue des prestations et fournitures (package lavage des gaz de réaction digestion et filtration)
- ❖ Document de CERPHOS bulletin de documentation N 288 et 287
- ❖ Document de JACOBS construction de la ligne E03
- ❖ <http://www.wisegeek.com/what-is-a-fume-scrubber.htm>
- ❖ <http://en.wikipedia.org/wiki/Scrubber>



- 
- ❖ <http://www.servithen.fr/actualites.html>
  - ❖ Document du service hygiène et protection de l'environnement (rapport Jalil Dahmani)
  - ❖ <http://fr.wikipedia.org/wiki/Condenseur>
  - ❖ <http://www.niro.com/niro/cmsdoc.nsf/webdoc/ndkw5y7dl2>