

Année Universitaire : 2018-2019



Licence Sciences et Techniques : Géoresources et Environnement

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du Diplôme de Licence Sciences et Techniques

**Etude du traitement des qualités de phosphates très basse teneurs
depuis l'extraction minière**

Présenté par:

Mohammed HIJJI.

Encadré par:

Pr. BENAABIDATE Lahcen, FST-Fès.

Mr. SEKKAFI Hicham, OCP- KHOURIBGA.

Soutenu Le 10 Juin 2019, devant le jury composé de :

Pr. Naoual RAIS

FST-Fès.

Pr. Abdelkader EL GAROUANI

FST-Fès.

Pr. Lahcen BENAABIDATE

FST-Fès.

Pr. Mohammed BENABDELHADI

FST-Fès.

Stage effectué à : OCP, KHOURIBGA





Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Licence Sciences et Techniques

Mohammed HIJJI

Année Universitaire : 2018/2019

Titre : Etude du traitement des qualités de phosphates très basse teneurs depuis l'extraction minière.

Résumé

La laverie MEA a comme but d'augmenter la teneur du phosphate en BPL, on suivant plusieurs traitement commençant par lavage (le débourbage et le criblage), flottation, décantation....

Pendant ma période de stage qui a duré 2 mois, j'ai travailler sur « **Etude du traitement des qualités de phosphates très basse teneurs depuis l'extraction minière.** » ou je suis basé sur les performances du débourbeur et du crible de la nouvelle chaine, qui jouent un role primordiale sur la qualité du phosphate produit.

Pour ce faire j'ai réalisé des analyses granulométriques de l'alimentation débourbeur (=brut), sortie débourbeur et du stérile pour évoluer la distribution du moyenne des jours afin de déterminer le rapport de la réduction .

Et finalement, comme résultat j'ai trouvé que le débourbeur a un bon fonctionnement, en revanche le crible est inefficace, en réalisant un état des lieux j'ai pu déterminer les causes et les problème qui provoquant cette inefficacité.

Mots clés : Lavage, crible, stérile, efficacité.

Remerciement

Je dis merci à DIEU le sage unique, le puissant et le généreux, d'avoir jouit de la santé pour pouvoir réaliser ce travail.

J'exprime mes cordiales reconnaissances à Mr. *BENAABIDATE LAHCEN*, mon encadrant de FTSF pour son encadrement pédagogique en permanence et ses conseils intéressants.

J'exprime mes chaleureux remerciements aux responsables d'office chérifien des phosphates et surtout la laverie MEA qui ont prêté l'assistance pour le bon déroulement de mon stage.

Je tiens à remercier mon parrain de stage Mr. *SEKKAFI HICHAM* chef d'usine pour son suivi et son soutien, qui n'a pas cessé de me prodiguer tout au long de la période de stage.

Je remercie également tous ceux qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de ce stage.

Je remercie profondément le corps enseignant du département de Géorressources et Environnement pour leurs conseils et renseignements.

Je tiens à remercier aux membres de jury Mme *NAOUAL RAIS*, Mr. *ABDELAKDER EL GAROUANI* et Mr. *MOHAMMED BENADELHADI* pour leurs contributions à l'évaluation de mon travail.

Table des matières

<i>Liste des Abréviations</i>	6
<i>Introduction générale</i>	7
Chapitre 1 : Présentation du groupe Office Chérifien des Phosphates	
1. Historique :	8
2. Statut juridique :	8
3. Filiales du groupe OCP :	8
4. Organigramme de OCP :	9
5. Rôles et activités :	10
Chapitre 2 : Présentation du Bassin Oualed Abdoun	
1. Généralités :	11
Situation géographique	11
Les différentes zones du bassin d’Oualed Abdoun :	12
Division Khouribga / Zone de Merah El Ahrach :	13
2. Présentation de la Laverie MEA	14
2.1. Introduction	14
2.2. L’objectif :	15
2.3. Minerai à traiter :	16
Chapitre 3 : les étapes de l’exploitation du phosphate	
Introduction :	17
1) Foration :	18
2) Sautage :	18
<i>Etapes de sautage</i> :	19
<i>Précautions</i> :	19
3) Décapage :	19
4) Défruitage :	19
5) Transport du Phosphate par Camion :	20
6) Epierrage, criblage et mise en stock :	20
Chapitre 4 : Traitement du phosphate a Laverie MEA	
1. Généralités :	22

2. Lavage :.....	23
2.1) Définition :	23
2.2) Principales phases de lavage :	23
3. Broyage :.....	26
a) Définition :.....	26
4. Flottation :.....	27
a) But de flottation :.....	27
b) Principe de flottation :	27
5. Décantation :.....	27
6. Adaptation :	28
7. Manutention :.....	28
Chapitre 5: Etude critique de Phosphate de qualité TBTC2C3 à la chaîne de lavage par l'analyse granulométrique et déterminer l'efficacité du crible de la chaîne 7.	
1. Description de la 7 ^{ème} chaîne :.....	29
2. Prise des échantillons.....	31
3. Taux de solide (TS)	31
4. Analyse granulométrique :.....	33
i. La distribution granulométrique dans l'alimentation (brut).	34
ii. La distribution granulométrique de débourbeur :.....	37
iii. Détermination de rapport de la réduction.....	40
6. La dilution.....	41
7. Efficacité :.....	42
a) Analyse granulométrique :.....	42
i. Détermination de l'efficacité de crible.....	43
ii. Etat de lieu et les causes probables	44
a) Etat de lieu	44
b) Détermination des causes probables	44
c) Conclusion :	45
Conclusion générale	46
Bibliographie	47

Liste des figures

• Figure 1: Schéma de l'organigramme de l'OCP.	9
• Figure 2: Schéma des Activités du groupe OCP.	10
• Figure 3: Réserves en % du phosphate des différents gisements marocains.	11
• Figure 4: Localisation du Bassin des Oualed Abdoun.	12
• Figure 5: Organigramme de la division extraction de Khouribga.	13
• Figure 6 : Image de la laverie MEA.	14
• Figure 7: Emplacement de la laverie MEA.	15
• Figure 8: Chaîne Cinématique d'Extraction.	17
• Figure 9: Appareil sondeuse.	18
• Figure 10: Opération de sautage.	18
• Figure 11: Décapage par Bulldozer.	19
• Figure 12: Décapage par Dragline.	19
• Figure 13: Défruitage par Pelle.	20
• Figure 14: Chargement et Transport par camion.	20
• Figure 15: Les étapes d'épierrage, criblage jusqu'à la mise en stock.	21
• Figure 16: Débourbeur de six chaînes.	24
• Figure 17: Débourbeur de la 7 ^{ème} chaîne.	24
• Figure 18: Passant crible avec leurs stériles.	25
• Figure 19: Photo d'un Hydrocyclone.	26
• Figure 20: Batterie Hydrocyclone.	26
• Figure 21: Photo d'un broyeur.	26
• Figure 22: Chaîne de flottation.	27
• Figure 23: Décanteur.	28
• Figure 24: Schéma des procédés laverie MEA de la 7 ^{ème} chaîne.	29
• Figure 25: Echantillonnage depuis les alimentations (brut) des chaînes de lavage.	30
• Figure 26: Schéma de conditionnement des échantillons bruts.	30
• Figure 27: Calcul de la densité et du taux de solide.	32
• Figure 28: Les étapes de tamisage.	34
• Figure 29: Evolution granulométrique à l'alimentation pour les tranches >2500 µm, 160 µm, 40 µm et <40 µm.	36
• Figure 30: Courbe de distribution granulométrique à l'alimentation de débourbeur.	37
• Figure 31: Evolution granulométrique à la sortie de débourbeur pour les tranches >2500 µm, 160 µm, 40 µm et <40 µm.	39
• Figure 32: Courbe de distribution granulométrique à la sortie de débourbeur.	40
• Figure 33: Diagramme d'Ichikawa du crible.	45

Listes des tableaux

- Tableau 1: Les qualités sources en fonction du %en BPL. 16
- Tableau 2: Chaines de Production..... 23
- Tableau 3:le tableau standard de taux de solide en fonction de la densité. 32
- Tableau 4:La distribution granulométrique à l'alimentation de débourbeur. 35
- Tableau 5 : Calcul de la distribution à l'alimentation de débourbeur. 37
- Tableau 6: La distribution granulométrique à la sortie de débourbeur. 38
- Tableau 7: Calcul de la distribution granulométrique à la sortie de débourbeur..... 40
- Tableau 8: Calcul de rapport de réduction de débourbeur. 41
- Tableau 9: la dilution à partir le débit d'alimentation et de l'eau. 41
- Tableau 10: Analyse granulométrique des cribles de la 7ème chaine..... 43
- Tableau 11: Récapitulatif pour la détermination d'efficacité des cribles..... 43

Liste des Abréviations

OCP : Office Chérifien des Phosphates.

MEA : Merah El Ahrach.

BPL : Bonne Phosphate Of Lime = phosphate à base de calcium.

SHT : Super haute teneur

THT : Très haute teneur

HT : Haute teneur normale

HTM : Haute teneur moyenne

MT : Moyenne teneur

BT : Basse teneur

TBT : Très Basse Teneur

TS : Taux de solide

BH : Batterie Hydrocyclone

BP : Bac à pulpe

C2 : Couche 2

C3 : Couche 3

5M : Matière, Matériel, Méthode, Main-d'œuvre, Milieu.

Introduction générale

Ce stage de fin d'études s'inscrit dans l'optique d'appliquer les connaissances fondamentales et théoriques acquises lors des trois années d'étude de Licence. Il a également pour but d'acquérir une expérience professionnelle, d'autant plus qu'il est réalisé dans une grande entreprise telle que l'OCP. Ce stage m'a permis d'améliorer mes connaissances pratiques et m'a permis également de m'affronter au domaine du travail.

Dans le cadre de mon projet de fin d'études mon responsable de stage à la laverie MEA a confié la mission de faire une « **Etude critique de traitement des qualités de phosphates très basse teneurs depuis l'extraction minière** ».

Pour organiser le déroulement de mon travail, j'ai subdivisé le rapport présent en trois chapitres, le premier décrit l'entreprise d'accueil OCP, le bassin d'Oualed Abdoun et la zone d'étude laverie MEA.

Dans le deuxième chapitre, j'aborderai les étapes d'Exploitations, traitement du phosphate à laverie MEA.

Ensuite dans le troisième chapitre, je vais faire une étude critique de Phosphate de qualité TBTC2C3 à la chaîne de lavage par l'analyse granulométrique et déterminer l'efficacité du crible de la chaîne 7.

Chapitre 1 : Présentation du groupe Office Chérifien des Phosphates

1. Historique :

- Les phosphates marocains sont exploités dans le cadre d'un monopole d'État confié à un établissement public créé en **août 1920**, l'**Office Chérifien des Phosphates**, devenu Groupe **OCP** en **1975**. Mais c'est au **1^{er} mars 1921** que la première activité d'extraction et de traitement a démarré dans la région de Khouribga.
- En **1965**, avec la mise en service de Maroc Chimie à Safi, le Groupe devient également exportateur des produits dérivés.
- En **1998**, il franchit une nouvelle étape en lançant la fabrication et l'exportation d'acide phosphorique purifié.
- Parallèlement, de nombreux partenariats sont développés avec des opérateurs industriels du secteur, au Maroc et à l'étranger.

2. Statut juridique :

Le groupe OCP est un établissement public, honoré de la personnalité civile et dispose d'une autonomie financière absolue. Ses filiales acquièrent la forme de sociétés anonymes, ainsi comme l'indique l'article premier du Dahir 1-06-178, le groupe OCP est mis sous tutelle administrative du Ministère de l'Economie et des Finances marocain.

3. Filiales du groupe OCP :

- ➔ L'organisation de l'OCP regroupe plusieurs filiales parmi lesquelles on cite :
 - ✓ **CERPHOS** : « **Centre d'Etudes et Recherches des Phosphates Minéraux** ». Créés en Octobre 1975. Il a pour mission l'organisation et l'exécution de toute activité d'analyses, d'études et des recherches scientifiques et techniques liées directement ou indirectement à l'exploitation et à la valorisation des phosphates et des produits dérivés.
 - ✓ **SMESI** : « **Société Marocaine d'Etudes spéciales et industrielles** » Créée en 1959, ses activités principales sont les études et réalisations d'installations industrielles (Stockage, traitement, etc.).
 - ✓ **SOTREG** : « **Société de Transports Régionaux** » Créée en juillet 1973, pour le transport du personnel du Groupe OCP.

- ✓ STAR : « Société du Transport et d’Affrètement Réunis » Positionnée à Paris, assure l’affrètement des navires et services annexes aussi bien pour le compte du Groupe que d’autres organismes.
- ✓ MARPHOCEAN : Créé respectivement en 1965 et 1973, ces unités industrielles produisent l’acide phosphorique et les engrais.
- ✓ IPSE : Institut de Promotion Socio-éducative.

➔ L’O.C. P a une organisation hiérarchique arborescente dont la tête est coiffée par la Direction Générale située à CASABLANCA, et ensuite viennent les directions du groupe.

4. Organigramme de OCP :

➔ Le groupe OCP présente une firme à organisation hiérarchique très organisée dont l’organigramme est comme suit :

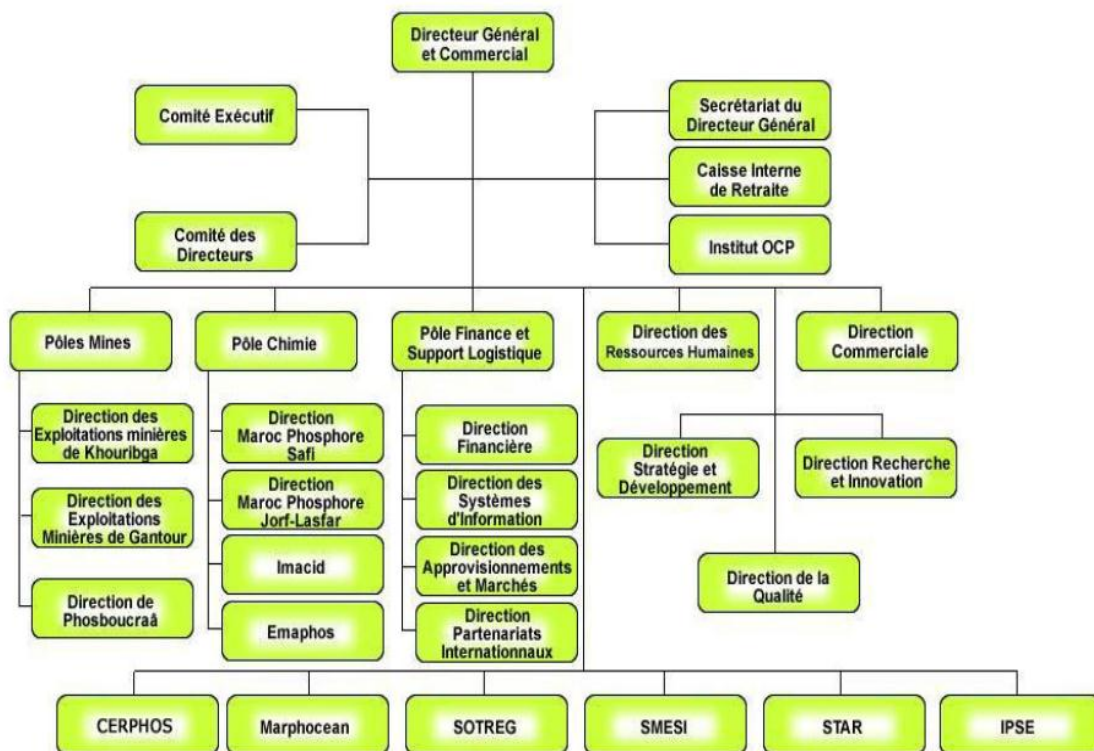


Figure 1: Schéma de l’organigramme de l’OCP.

5. Rôles et activités :

Extraction : C'est la première opération qui se fait en découverte soit en galeries souterraines. Elle consiste à enlever le phosphate de la terre suivant quatre cycles : Forage, Sautage, Décapage et Défrisage.

Traitement : Cette opération est nécessaire en vue de purifier le phosphate de tout résidu et d'améliorer sa qualité minière.

Transport : Une fois le phosphate traité, il est transporté vers les ports de Casablanca, Safi, El Jadida pour son exportation vers les différents pays. Le rôle de l'OCP est de gérer les réserves du pays en matière de phosphate selon des étapes et des opérations bien précises.

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

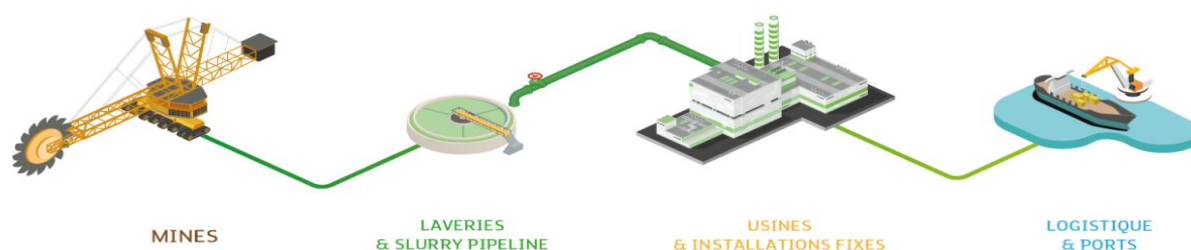


Figure 2: Schéma des Activités du groupe OCP.

Chapitre 2 : Présentation du Bassin Oualed Abdoun

1. Généralités :

Les plus importantes ressources en phosphates au Maroc se répartissent en plusieurs bassins phosphatés, différents les uns des autres, aussi bien par leurs superficies que par leurs teneurs. Ces bassins renferment quatre pôles miniers d'extraction et d'enrichissement des phosphates : Khouribga (Oualed Abdoun), Youssoufia et Ben guérir (Gantour), BouQraa (Oued Eddahab).

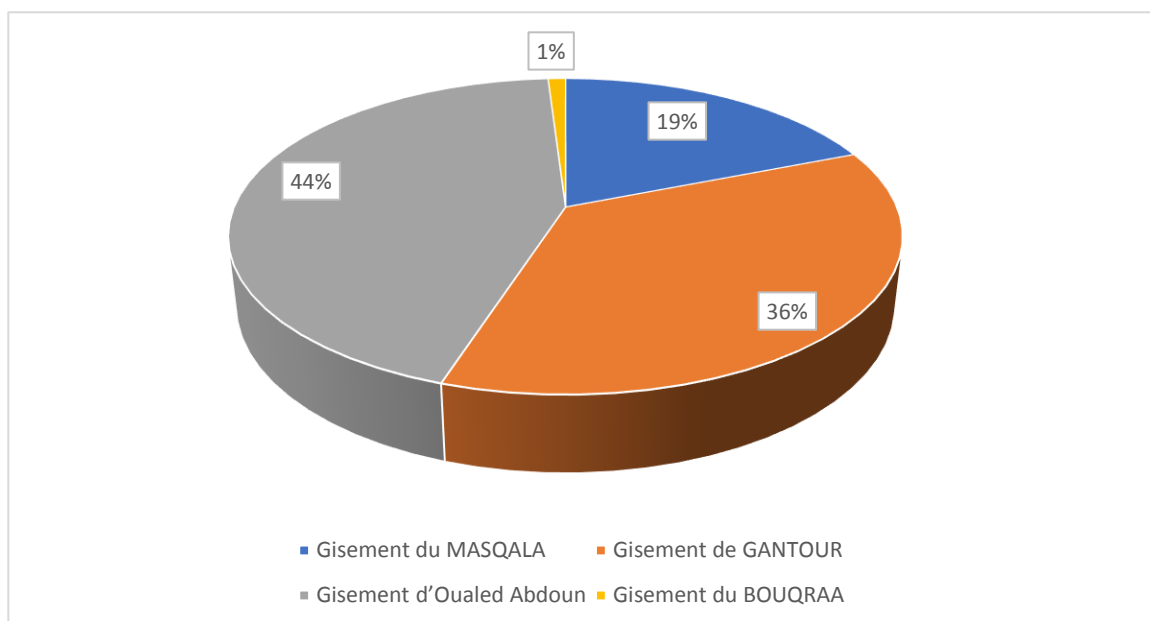


Figure 3: Réserves en % du phosphate des différents gisements marocains.

Situation géographique

Le bassin des Oualed Abdoun est situé au centre du Maroc à 120 km au **Sud-Est** de Casablanca, avec une dimension d'environ 100 km de long, sur 80 km de large et limité par les méridiens 6°30' et 7°35' et les parallèles 32°30' et 33°. Il s'étend de Ben Ahmed et Settât à Zaouiat Cheikh et Khouribga au Nord et se prolonge au-delà de l'Oued Oum-Er-Rebia au Sud, sous la plaine de Beni Amir. À l'**Est**-il est limité par la plaine de Kasbah Tadla et à l'Ouest par le massif des Rahamna. Ce bassin représente une unité morphologique importante du domaine **mésétien marocain, quasi-tabulaire** très faiblement ondulée. Les altitudes sont variées de 500 à 800 m. Ce bassin est reconnu par le site de Khouribga qui assemble de remarquables zones de production de phosphate. Les phosphates de ce bassin sont de type sédimentaire, englobant trois **zones d'extraction (Sidi Daoui, Merah El Ahrach (M.E.A), Sidi Chennane)**. (EL Haddi.H. ,2014.).

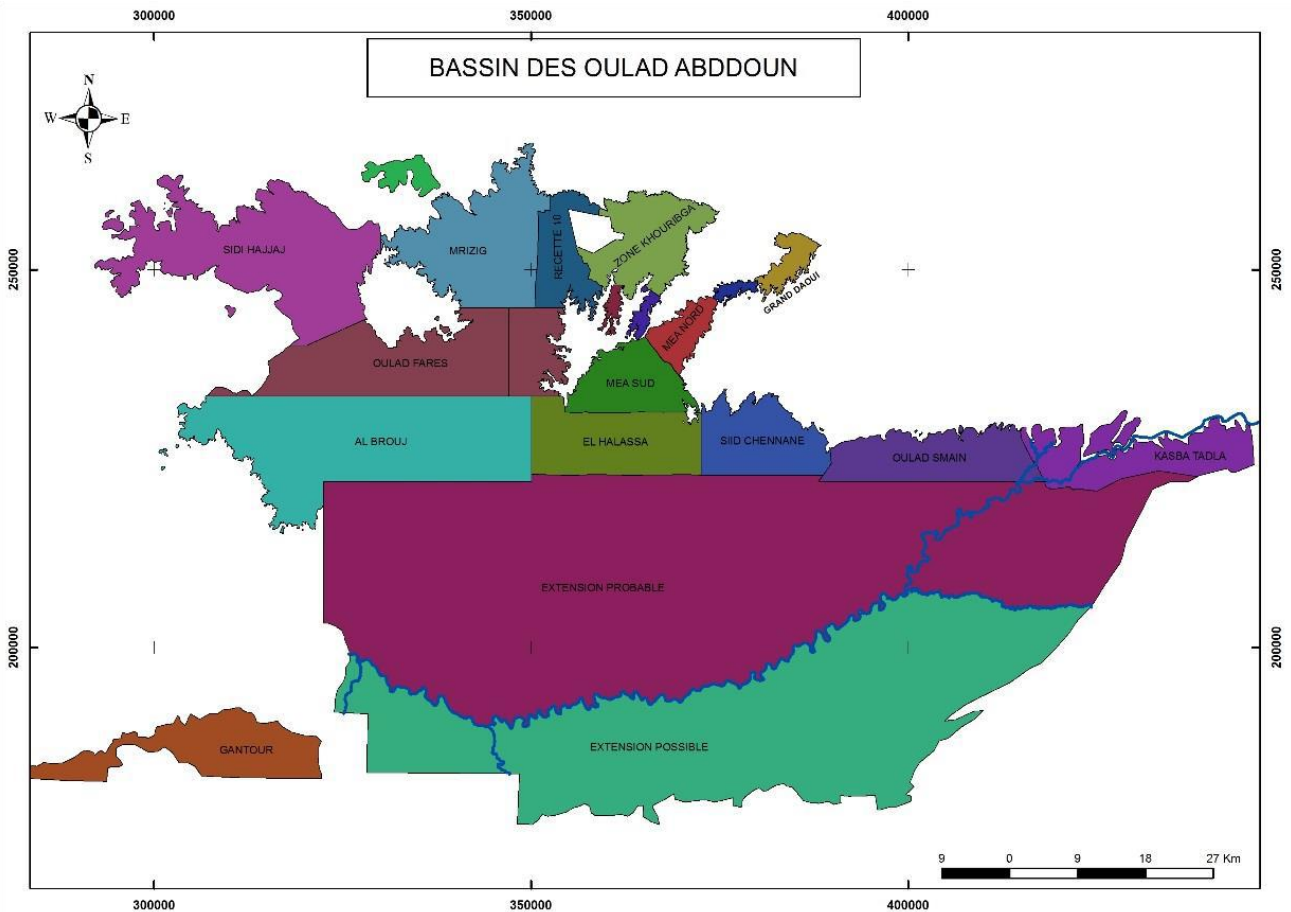


Figure 4: Localisation du Bassin des Oualed Abdoun.

Les différentes zones du bassin d’Oualed Abdoun :

Le gisement des Oualed Abdoun est constitué de plusieurs zones différentes les unes des autres par des variations assez importantes dans la lithologie et la puissance des niveaux phosphatés. Ces zones sont :

- ✓ *Zone autour de Khouribga.*
- ✓ *Zone de Sidi Daoui.*
- ✓ *Zone d’El Halassa.*
- ✓ *Zone d’Al BROUJ.*
- ✓ *Zone de MRIZIG.*
- ✓ *Zone de KASBAT TADLA.*
- ✓ *Zone de Merah El Ahrach.*
- ✓ *Zone de Sidi Chennane.*
- ✓ *Zone d Oualed Smain.*
- ✓ *Zone d Oualed FARES.*
- ✓ *Zone SIDI HAJJAJ.*

Division Khouribga / Zone de Merah El Ahrach :

Le groupe OCP est composé de plusieurs directions parmi lesquelles, on trouve la Direction des Exploitations Minières de Khouribga qui se répartie en cinq divisions :

- ❖ La Division Extraction de Khouribga (DEK/EK).
- ❖ La Division Traitement de Khouribga (DEK/TK).
- ❖ La Division Embarquement Casablanca (DEK/PC).
- ❖ La Division Maintenance Centralisée (DEK/MK).
- ❖ La Division Gestion Administrative (DEK/AK).

→ La Division Extraction de Khouribga (DEK/EK) est la suivante :

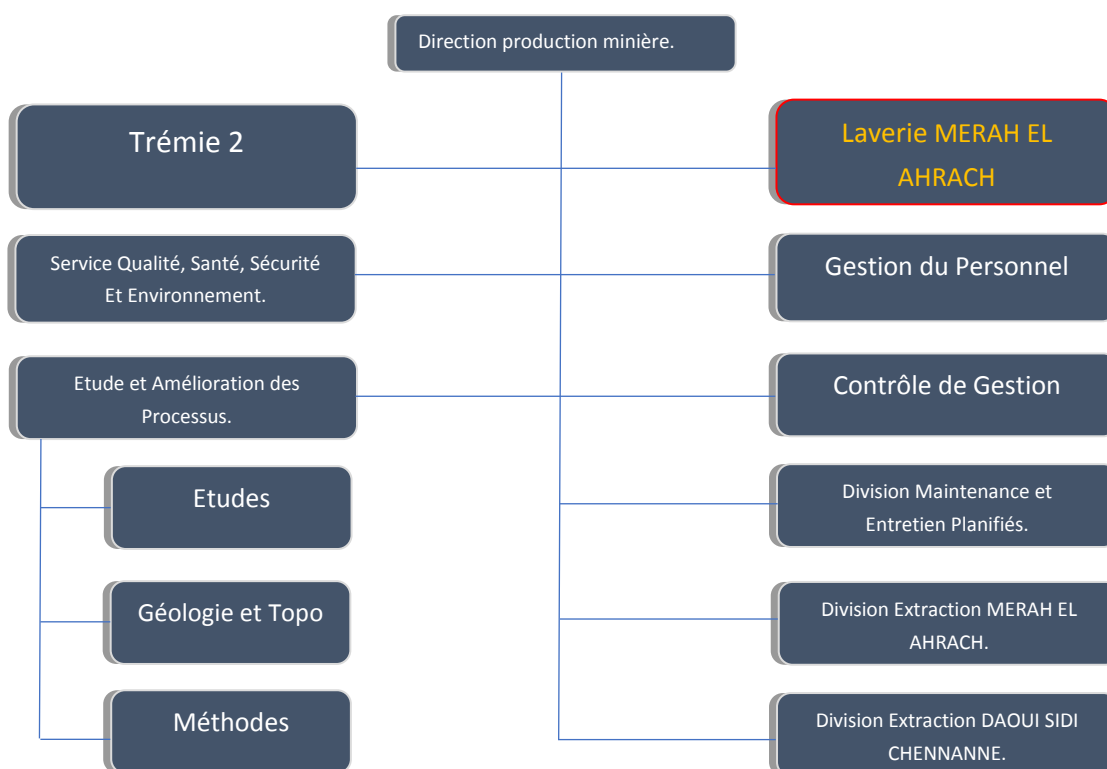


Figure 5: Organigramme de la division extraction de Khouribga.

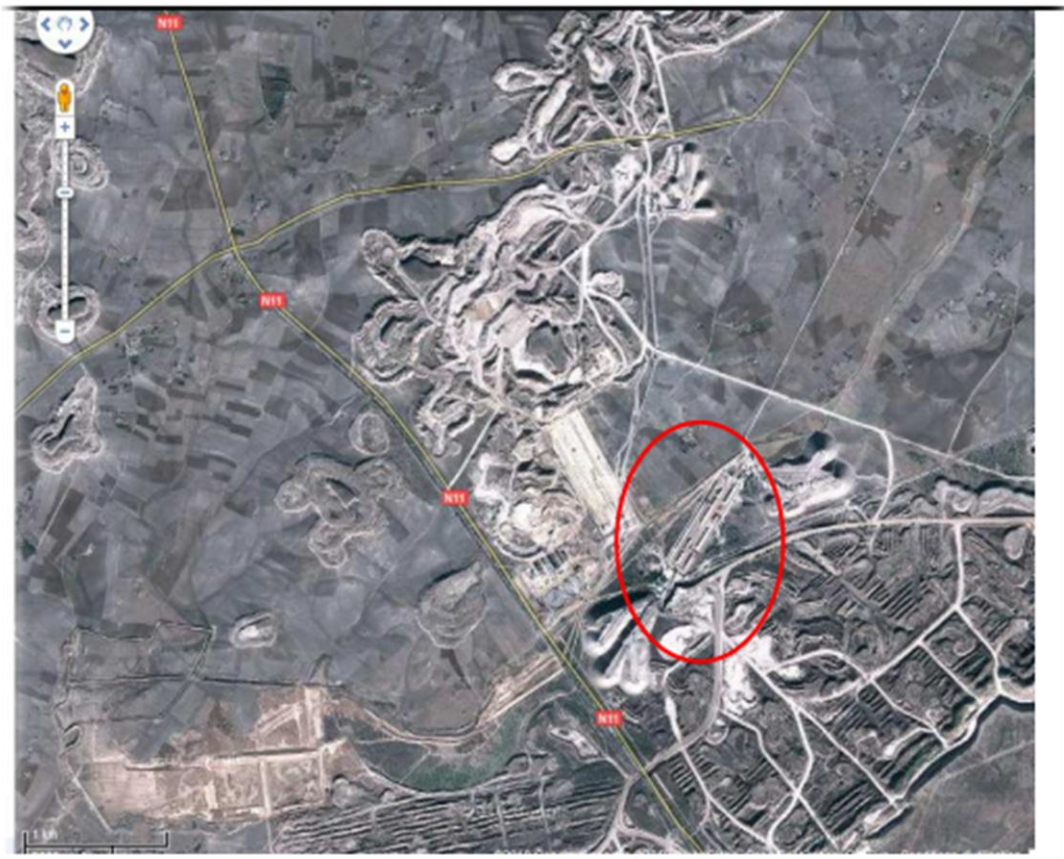
2. Présentation de la Laverie MEA

2.1. Introduction

Le projet de doublement de la production concerne particulièrement la ville de Khouribga, véritable capitale mondiale du phosphate. Cet objectif passe essentiellement par la construction de nouvelles laveries dont la fonction est d'enrichir le phosphate et le préparer pour le transport via minéroduct (Slurry Pipe). Le site de la laverie MEA est localisé à environ 25 km au sud-est de la ville de Khouribga, de part et d'autre de la route nationale RN11, en se dirigeant vers Fkih Ben Salah est l'une de ces laveries. Elle a commencé ses activités en 2010, et en 21 mars 2012, s'est inscrite dans le cadre de la mise en œuvre du projet industriel du groupe OCP et de sa stratégie ambitieuse conciliant expansion des activités industrielles, préservation des ressources en eau et respect de l'environnement, placés au cœur des préoccupations du groupe marocain. Le minerai qui sera traité dans les installations du projet est un phosphate sédimentaire, meuble, qui comporte des proportions en stériles allant jusqu'à 40%. Ces derniers sont constitués des blocs calcaires et de silex. Ces stériles seront éliminés au niveau des opérations d'épierreage et de criblage. **(Manuel d'Adaptation).**



Figure 6 : Image de la laverie MEA.



Source : Google Map

Figure 7: Emplacement de la laverie MEA.

2.2. L'objectif :

La laverie MERAH a entamé ses activités, dans le but d'enrichir les qualités de Phosphates pauvres en provenance du site d'extraction de la zone centrale MEA et de fabriquer des qualités marchandes destinées à l'export et à l'exploitation nationale.

L'enrichissement consiste à débarrasser le minerai de ses fractions granulométriques les plus pauvres à savoir les grains supérieurs à 125 μm et inférieurs à 40 μm . Cette valorisation, se fait à l'aide des traitements spécifiques permettant d'élever sa teneur en BPL, et le préparer au transfert par Pipeline vers Jorf Lasfar.

2.3. Minerai à traiter :

Le minerai de phosphate est caractérisé par sa teneur en **BPL (Bone Phosphate of Lime)** qui signifie phosphate des os (chaux) à base du calcium. Donc en fonction de sa teneur en BPL, le phosphate est classé en différentes qualités sources (Tab.1)

Tableau 1: Les qualités sources en fonction du %en BPL.

Qualité Source	%BPL
Super Haute Teneur : SHT	BPL > 75%
Très Haute Teneur : THT	73% <BPL < 75%
Haute Teneur Normal : HTN	71,5% <BPL < 73%
Haute Teneur Moyenne : HTM	69,5% <BPL < 71,5%
Moyenne Teneur : MT	68% <BPL < 69,5%
Basse Teneur Riche : BTR	65% <BPL < 68%
Basse Teneur Normal : BTN	63% <BPL < 65%
Basse Teneur Pauvre : BTP	61% <BPL < 63%
Très Basse Teneur : TBT	58% <BPL < 61%

Les qualités sources : SHT, THT, HTN, HTM et MT sont considérées comme des qualités marchandes sans enrichissement. En revanche, les qualités sources : BT (Riche, Normal et Pauvre), TBT doivent subir un enrichissement avant leur utilisation dans la fabrication des qualités marchandes. Le phosphate provenant à la laverie MERA est généralement constitué de trois tranches :

- **La tranche à particules grossières** « supérieure à 2500µm pauvre en BPL » : C'est un mélange d'agglomérat à ciment calcaire et de gros grains de silice souvent libre. La teneur de cette tranche est de l'ordre de 50% en BPL.
- **La tranche intermédiaire** est plus riche en BPL.
- **La tranche à fines particules** « inférieure à 40µm très pauvre en BPL » : Relativement riche en CO₂ et SiO₂, ne renferme pratiquement que d'argiles. La teneur de cette tranche est de l'ordre de 45% en BPL.

1) Foration :

La foration consiste à forer des trous de diamètre 228,6 mm, ce choix permet d'avoir une énergie importante dégagée par les explosifs. Ces forages servent de loges pour les charges explosives, et leur profondeur dépend de celle du niveau phosphaté.



Figure 9:Appareil sondeuse.

2) Sautage :

Cette opération consiste à mettre l'explosif dans des trous de foration et procéder au tir. L'explosif utilisé dans les mines à ciel ouvert Khouribga est l'Amonix composé de nitrate d'ammonium 94% et de fuel 6%.



Figure 10: Opération de sautage.

Le choix d'un tel explosif est justifié par le fait qu'il est :

- ❖ Sécuritaire : insensible au choc ($10\text{kg}/\text{cm}^2$),
- ❖ Economique : 4 DH /Kg,
- ❖ Facile à mettre en œuvre.

Etapes de sautage :

- ❖ Mettre de l'explosif dans les trous de mine,
- ❖ Bourrer au-dessus de cet explosif,
- ❖ Provoquer l'explosion à l'aide des articles.

Précautions :

- ❖ S'éloigner d'une distance de 500m de lieu de sautage,
- ❖ Annoncer le sautage à toutes les machines qui sont près du lieu de sautage,
- ❖ Fermer tous les accès au lieu de sautage par des gardiens qui doivent porter des drapeaux rouges, cette opération s'appelle gardiennage.

➔ Après l'exécution du sautage, le surveillant doit faire un contrôle pour confirmer le résultat de sautage.

3) Décapage :

Le décapage consiste à enlever les débris d'explosion et par la suite exposer la couche phosphatée à l'aide de bulldozer pour les bas recouvrements et/ou dragline pour les hauts recouvrements.



Figure 11: Décapage par Bulldozer.



Figure 12: Décapage par Dragline.

4) Défruitage :

C'est l'opération qui consiste à charger et transporter le minerai « Phosphate » vers des trémies ou des stocks. Les couches minces sont aménagées par les bulles puis chargées par des chargeuses, tandis que les couches épaisses sont chargées par les draglines.



Figure 13: Défruitage par Pelle.

5) Transport du Phosphate par Camion :

Le transport vers les trémies d'épierrage et criblage est assuré par des camions de capacité de 110 t et de 170 t. L'affectation des camions aux machines obéit au principe qu'aucune machine (pelle ou dragline) ne soit en arrêt sauf en cas de panne en plus des paramètres suivants :

- Rendement des machines et camions (heurs continues de travail pour les machines et le nombre de voyages pour les camions).
- Cycle des machines et camions.
- Distance de transport.
- Niveau à charger (couche mince ou épaisse).
- Capacité trémie d'épierrage – crible.



Figure 14: Chargement et Transport par camion.

6) Epierrage, criblage et mise en stock :

Le phosphate déversé sur les trémies subit les opérations suivantes :

- ❖ Epierrage sur un crible de maille 90 x 90 mm,
- ❖ Le refus de ce crible est concassé afin de réduire sa dimension à moins de 200 mm, avant de l'acheminer vers les mises à terrils,
- ❖ Le passant du crible est envoyé vers les stations de criblage de maille 30x50 mm, puis d'un crible de maille 15x30 mm, puis acheminé vers le parc de stockage,

- ❖ Le refus rejoint le circuit des stériles après le criblage,
- ❖ La mise en stock du phosphate criblé se fait par « qualité source » (fonction de ses teneurs en BPL et en éléments traces) suivant des repères réservés pour chaque qualité.



Figure 15: Les étapes d'épierreage, criblage jusqu'à la mise en stock.

Chapitre 4 : Traitement du phosphate a Laverie MEA

1. Généralités :

A la sortie d'extracteur, le minerai de phosphate est convoyé vers une unité de lavage/flottation, où il subira des traitements spécifiques permettant d'élever sa teneur en « **Bone Phosphate of Lime** » (**BPL**). Les unités de lavage et de flottation comportent quatre sections principales :

- Une section de lavage de phosphate, qui consiste en un débouage, criblage et classification physique (suivant la granulométrie des coupes) du produit.
- Une section de broyage en voie humide, qui assure la préparation du produit à la flottation et au transport hydraulique par pipeline.
- Une section de flottation pour l'enrichissement des tranches fines pauvres et des tranches grossières broyées.
- Une section de stockage des boues stériles et de récupération d'eau.

Les boues de lavage ainsi que les rejets de flottation sont acheminées par gravité vers les décanteurs. L'eau est récupérée du trop-plein et la sous-verse épaissie est pompée dans une aire de stockage des résidus. L'eau de retour des résidus est recyclée dans le système d'alimentation de l'usine.

Les flux de produit final de cette usine d'enrichissement doivent être encore transformés pour atteindre la rhéologie de pulpe requise. La préparation de la pulpe comprend deux étapes :

- Broyage : pour obtenir la granulométrie de distribution désirée pour le produit.
- Epaississement : pour obtenir la densité de pulpe désirée.

Cette usine permet de répondre aux besoins futurs de produits marchands et d'assurer une exploitation rationnelle et équilibrée du gisement. Cet objectif est atteint en valorisant les niveaux de roche très pauvres en phosphate et en préparant le produit des mines dépendantes pour le rendre apte à être transporté par pipeline. (**CLEAN TECH MAROC**, Février 2011).

Tableau 2: Chaines de Production.

Section	Nombre	Capacité d'unité
Lavage	6 chaines + Une nouvelle chaine (Lavage+ Broyage +Décanteur)	350 tonnes/heure 700 tonnes/heure
Broyage	2 Ateliers	240 tonnes/heure
Flottation	3 Ateliers	300 tonnes/heure
Décantation	3 Décanteurs	54000 m ³
Adaptation	2 Décanteurs + 4 Ateliers de broyage	1588 tonnes/heure
Stockage	2 Stockages	800000 tonnes

2. Lavage :

2.1) Définition :

Le lavage est un traitement physique par voie humide qui consiste à éliminer les tranches granulométriques :

- La tranche haute supérieure à 2500 µm par criblage humide.
- La tranche basse inférieure à 40 µm par classification hydraulique.

2.2) Principales phases de lavage :

a) *Débourbage* :

- C'est une opération qui consiste à malaxer le minerai de phosphate mis en pulpe dans un appareil cylindrique, appelé débourbeur tournant, afin de libérer par attrition les grains phosphatés de leurs gangues argilo-calcaires.



Figure 16: Déboueur de six chaînes.



Figure 17: Déboueur de la 7ème chaîne.

b) Le criblage :

- La pulpe ainsi traitée au niveau du débourbeur passe au crible par débordement pour subir un traitement physique. Il s'agit de la première coupure qui consiste à éliminer les particules de **dimensions supérieures à 2.5 mm**. L'opération de criblage est réalisée au moyen d'une machine vibrante à débit continu équipée d'une grille comportant des ouvertures de dimensions bien calibrées qui permettent de séparer les minerais des stériles volumineux qui risquent de perturber les traitements ultérieurs du phosphate.

Le stérile :

- Les particules de dimensions supérieures à 2.5 mm (tout corps solide contenu dans le minerai autre que phosphate pur.) Qui rejet à partir de crible (figure 18), c'est la tranche qui sera évacuée vers **la mise à terril**.



Figure 18: Passant crible avec leurs stériles.

c) Système d'hydro-classification :

Après le criblage, le produit passe à l'étape de la classification humide en entrant dans une série de batteries d'hydrocyclones (BH1, BH2, BH3 et BH4) selon le principe de fonctionnement d'un hydrocyclone suivant :

Un hydrocyclone est un appareil de classification hydraulique qui utilise la force centrifuge pour séparer les fines particules argileuses des grosses particules. Il se compose de deux parties :

- ✓ Une partie cylindrique où se fait l'alimentation tangentielle en pulpe (suspension).
- ✓ Une partie conique qui se termine par une buse.

Dans un hydrocyclone, la séparation est faite selon des principes d'équivalence de densité et de granulométrie des matériaux, selon lesquels un gros grain léger équivaut à un petit grain lourd.

Dans la partie cylindrique, la pulpe est injectée tangentiellement sous pression. Ceci donne un mouvement de rotation rapide à la pulpe, créant une accélération centrifuge.

- ✓ La force centrifuge entraîne les grains les plus fins et les plus légers vers le haut (la surverse).
- ✓ Les grains les plus gros et les plus denses sont repoussés vers la paroi et évacués vers le bas (la sous-verse).



Figure 19: Photo d'un Hydrocyclone.



Figure 20: Batterie Hydrocyclone.

3. Broyage :

a) Définition :

Le broyage est un procédé qui consiste à réduire en de très petites particules ($<180\mu\text{m}$) la tranche $[400, 2500\mu\text{m}]$ en provenance du lavage pour faciliter par la suite le procédé de flottation. Il provoque un ensemble de forces pour engendrer des fissurations sur la surface et par la suite la séparation entre les grains, afin d'aboutir à des particules ayant une dimension plus petite.



Figure 21: Photo d'un broyeur.

4. Flottation :

a) But de flottation :

La flottation consiste à enrichir les tranches fines de phosphates (40-125 μ m). Il s'agit de faire flotter les éléments indésirables et déprimer le minerai à valeur c'est le phosphate.

b) Principe de flottation :

Le principe de flottation est basé sur les propriétés hydrophobes et hydrophiles des surfaces des solides. Ces propriétés peuvent être naturelles ou stimulées, à l'aide d'un réactif approprié qui est ajouté dans l'eau baignant les particules solides. Lorsque de l'air est introduit sous forme de petites bulles dans un tel milieu, il se produit un transport sélectif des particules hydrophobes. Les particules présentant des surfaces hydrophobes se fixent aux bulles d'air lorsqu'elles entrent en collision avec elles.



Figure 22: Chaîne de flottation.

5. Décantation :

Le traitement du minerai du phosphate par lavage, flottation et broyage consomme une grande quantité en eau. L'importance est de plus en plus donnée au recyclage des eaux par le procédé de décantation.

C'est une technique de séparation liquide-solide basée sur le phénomène de sédimentation, qui consiste à séparer d'un liquide les particules en suspension en utilisant les forces gravitaires.



Figure 23: Décanteur.

6. Adaptation :

L'objectif de cette unité d'adaptation est de rendre le produit compatible au mode de transport par Pipeline vers les usines de valorisation

Il va sans dire que ce projet a pour finalité d'adapter les phosphates des niveaux C2 et C3 traités et enrichis au niveau de la laverie MERAH par mode de lavage et flottation seul cas de C2 ou lavage, flottation et broyage cas de C3.

➔ La partie d'adaptation contient :

❖ Un atelier de broyage comprenant :

- ✓ Un broyeur principal assurant une fragmentation de 160um.
- ✓ 3 broyeurs effectuant une fragmentation de 40um.

❖ Un atelier de décanteurs (2 décanteurs).

7. Manutention :

- D'après l'égouttage, le produit fini stocké a une grande surface de capacité de 800 000t par des convoyeurs de phosphate.
- D'après l'opération de l'adaptation, le produit va stocker à 2 décanteurs à l'instar en forme à ceux installés à l'OCP (ces derniers vont assurer le stockage du produit adapté en vue de récupérer l'eau recyclée moyennant le phénomène de décantation et permettre d'évacuer le produit adapté vers Head station (circuit pipeline) par la pompe de décanteur vers Jadida. **(Laverie merah, 2014)**

Chapitre 5 : Etude critique de Phosphate du qualité TBTC2C3 à la chaîne de lavage par l'analyse granulométrique et déterminer l'efficacité du crible de la chaîne 7.

1. Description de la 7ème chaîne :

La 7^{ème} chaîne de lavage est une nouvelle chaîne qui contient une unité de lavage et d'adaptation (broyage + Décanteur), elle suit le même principe des autres chaînes sauf qu'elle fait une coupure de 160 µm à la place 125 µm.

Après la réception de la matière brute par des convoyeurs il se stocke dans une trémie qui permet de faire passer le produit vers le débourbeur pour le malaxer en y ajoutant de l'eau, à la sortie du débourbeur le produit malaxé passe par un crible qui fait une coupure de 2500 µm, les supérieurs à 2500 µm s'envoie par un convoyeur vers stérile, alors que le passant du crible suit plusieurs traitements (classifications, broyage et flottation) qui donne finalement deux tranches :

- Une qui se stocke dans décanteur boue ($D < 40 \mu\text{m}$)
- L'autre dans décanteur produit ($40 < D < 160$)

Ce dernier s'envoie par pipeline vers el Jorf Lasfar pour la fabrication de l'acide phosphorique et les engrais.

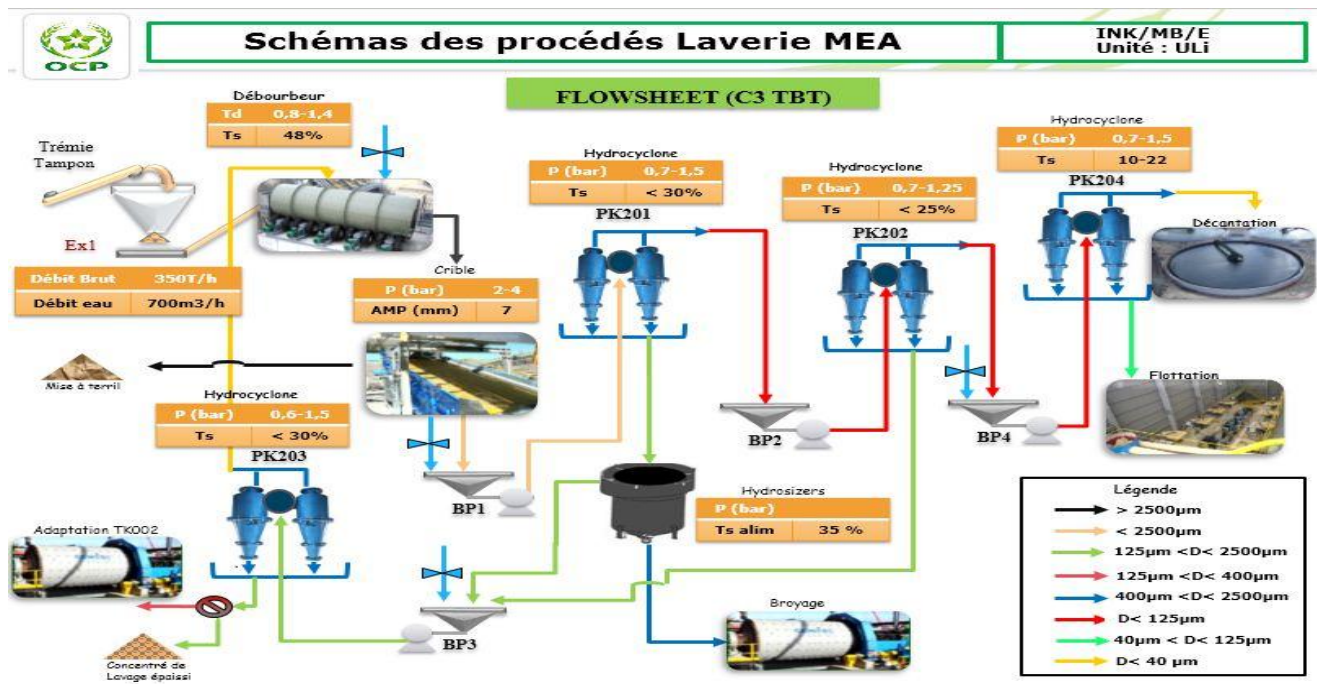


Figure 24: Schéma des procédés laverie MEA de la 7ème chaîne.



OIK/MB/E

Objectif : Echantillonnage depuis les alimentations des chaînes de lavage CAI**Qui :** Echantillonneurs Laveries

Dernière mise à jour :27 /02/2019



Tâches	Fréq	Points clés	Moyens utilisés	Observations / Illustration
Echantillonnage de la qualité durant l'alimentation des chaînes de lavage	1 heure	L'échantillonnage depuis l'alimentation de la chaîne de lavage se fait d'une façon manuelle depuis le convoyeur CAI et l'Extracteur UL7 : Pour toutes les qualités le prélèvement se fait à une fréquence de 1 heure ; Après chaque changement de qualité, le prélèvement se fait à nouveau à une fréquence de chaque heure. L'opérateur prélève une quantité d'un 1kg de produit lors de chaque prise au moment de l'alimentation depuis les convoyeurs et les extracteurs (en 3 fois séparés et successivement). Les échantillons sont empilés dans un seau de stockage et identifié.	 Louche  seau  Sac en toile  Truelle  Table de quartage	 Produit brut Lavage  Bennes de stockage durant chaque heure
Quartage des échantillons bruts.	1h	Durant chaque prise , l'échantillonneur procède à une opération de quartage qui fait découler 1 échantillon 1 représentatif mis dans une benne jaune.		
Identification du produit pulpe		L'identification de l'échantillon doit contenir : <ul style="list-style-type: none"> La date du prélèvement de l'échantillon Le nom de la qualité source Le repère 		
Changement de la qualité		Une fois il y a changement de qualité, les échantillons quartés et stockés dans les bennes jaune de chaque heure, ils seront quartés à nouveau pour avoir un échantillon représentatif de 1kgf pour qualité , puis étuvé et conservé dans un sac en toile désigné par une étiquette d'identification.		

Figure 25: Echantillonnage depuis les alimentations(brut) des chaînes de lavage.

OIK/MB/E

Objectif : Conditionnement des échantillons bruts**Qui :** Echantillonneurs Laveries

Dernière mise à jour :27 /04/2019

Tâches	Fréq	Points clés	Moyens utilisés	Observations / Illustration
Préparation des échantillons		Les échantillons stockés dans les bennes jaune de chaque heure (ou prise) et pour chaque qualité gardé à proximité des endroits réservés à l'échantillonnage. L'identification de l'échantillon doit contenir : <ul style="list-style-type: none"> La date du prélèvement de l'échantillon Le nom de la qualité source Le repère 	 Bennes  seau  Sac en toile  Truelle  Table de quartage	 Mise en place de l'échantillon dans les bennes
Quartage des échantillons par qualité		- 1 échantillon pour étuvage qui servira pour analyse chimique; - 1 échantillon gardé à l'abris qui servira par la suite comme témoin; - 1 pour constituer l'échantillon destiné vers le laboratoire pour caractérisation par tranche.		
Etuvage des échantillons		1-A la fin du poste, les échantillons stockés dans les bennes jaune de chaque heure sont quartés pour avoir un échantillon représentatif de 1kgf pour qualité, puis identifié et mise en étuve à 160°C et enregistré dans la demande d'analyse chimique. 2- Après chaque changement de qualité, les échantillons stockés dans les bennes jaune de chaque heure sont quartés pour avoir un échantillon représentatif de 1kgf pour qualité, puis identifié.		
Mise en sachet		Mise en étuve des échantillons à 160°C et enregistré dans la demande d'analyse chimique. Après étuvage des échantillons, les échantillons doivent être mises à refroidir et quarté en deux échantillons un pour le témoin et l'autre pour analyses chimique après avoir enregistré dans la 2ième demande d'analyse chimique.		 Mise de l'échantillon dans l'étuve à 160 °C

Figure 26: Schéma de conditionnement des échantillons bruts.

2. Prise des échantillons

- ✓ Pour faire un prélèvement homogène et de la même qualité de phosphate brut traité (**TBT**), il faut que le prélèvement soit pendant à une heure, car la qualité d'alimentation change temps en temps. Pour cette raison, on a demandé l'assistance à un agent OCP des échantillonnages pour nous aider.
- ✓ Après, on prépare les flacons au laboratoire avant déplacer vers l'installation. Ensuite, on s'est mis sur terrain pour prélever les échantillons.
- ✓ Afin de prendre les échantillons, on visite premièrement la salle de contrôle de lavage pour vérifier la configuration en marche.
- ✓ Quand on a pris les échantillons des différents points de prélèvement on a fait un contrôle de taux solide dans chaque échantillon.

3. Taux de solide (TS)

Le contrôle du TS est un paramètre très important pour la bonne conduite de la flottation. La mesure du TS se fait :

- ✓ Soit par des densimètres installés,
- ✓ Soit par mesure manuelle au niveau du laboratoire de la flottation.

Pour assurer un bon suivi, il faut agir soit :

- ✓ Sur la dilution assurée par les eaux de procès.
- ✓ Sur le débit des solides alimentant les deux unités (selon le nombre des chaînes en service).

La mesure de taux solide se fait par le mode opératoire suivant :

On procède au prélèvement des échantillons. Ces derniers seront mis dans une éprouvette, et pesés par le moyen d'une balance installée au laboratoire. Après, on détermine la densité par la formule

suivante : $d = \frac{\rho_{\text{solide}}}{\rho_{\text{eau}}} \text{ or } \rho_{\text{eau}} = 1 \text{ g/ml}$

Donc $d = \rho_{\text{solide}} = \frac{mT}{VT}$ Avec :

mT : La masse de l'échantillon qui mise dans l'éprouvette.

VT : Le volume de la pulpe contenue dans l'éprouvette en ml.

On peut calculer le taux de solide aussi par la formule suivante : $TS = \frac{Pm - (T - Vp)}{Pm - T} * 1,55$

Avec :

Pm : Poids mesuré en (g)

T : La tare de l'éprouvette en (g)

Vp : Le volume de la pulpe contenue dans l'éprouvette en mL.

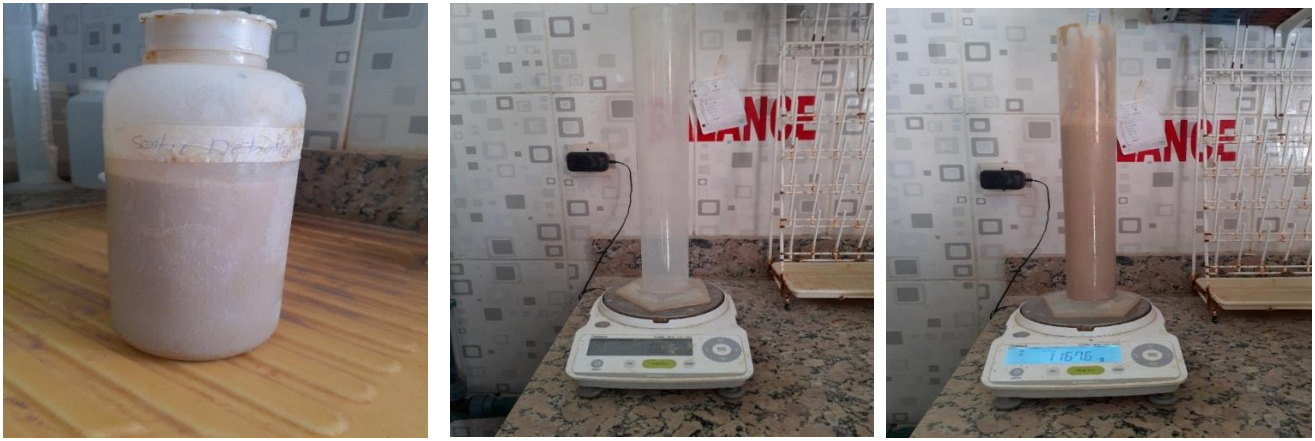


Figure 27: Calcul de la densité et du taux de solide.

On détermine le taux de solide qui est équivalent à la densité trouvée par le tableau suivant :

Tableau 3:le tableau standard de taux de solide en fonction de la densité.

d phosphate 3,09 17/05/2016

d	Ts	d	Ts	d	Ts
1	0,0%	1,39	41,5%	1,78	64,8%
1,01	1,5%	1,4	42,2%	1,79	65,3%
1,02	2,9%	1,41	43,0%	1,8	65,7%
1,03	4,3%	1,42	43,7%	1,81	66,2%
1,04	5,7%	1,43	44,5%	1,82	66,6%
1,05	7,0%	1,44	45,2%	1,83	67,1%
1,06	8,4%	1,45	45,9%	1,84	67,5%
1,07	9,7%	1,46	46,6%	1,85	67,9%
1,08	11,0%	1,47	47,3%	1,86	68,4%
1,09	12,2%	1,48	48,0%	1,87	68,8%
1,1	13,4%	1,49	48,6%	1,88	69,2%
1,11	14,7%	1,5	49,3%	1,89	69,6%
1,12	15,8%	1,51	49,9%	1,9	70,0%
1,13	17,0%	1,52	50,6%	1,91	70,4%
1,14	18,2%	1,53	51,2%	1,92	70,8%
1,15	19,3%	1,54	51,8%	1,93	71,2%
1,16	20,4%	1,55	52,5%	1,94	71,6%
1,17	21,5%	1,56	53,1%	1,95	72,0%
1,18	22,6%	1,57	53,7%	1,96	72,4%
1,19	23,5%	1,58	54,3%	1,97	72,8%
1,2	24,6%	1,59	54,9%	1,98	73,2%
1,21	25,7%	1,6	55,4%	1,99	73,6%
1,22	26,7%	1,61	56,0%	2	73,9%
1,23	27,6%	1,62	56,6%	2,01	74,3%
1,24	28,6%	1,63	57,1%	2,02	74,7%
1,25	29,6%	1,64	57,7%	2,03	75,0%
1,26	30,5%	1,65	58,2%	2,04	75,4%
1,27	31,4%	1,66	58,8%	2,05	75,7%
1,28	32,3%	1,67	59,3%	2,06	76,1%
1,29	33,2%	1,68	59,8%	2,07	76,4%

4. Analyse granulométrique :

Produit

Un échantillon de l'alimentation (brut)et/ou sortie débourbeur (=même principe)

Appareillage

- Tamis de diamètre 2500 μm , 160 μm , 40 μm , <40 μm
- Un seau.
- Balance.
- Capsules.
- Etuve.

Mode opératoire

- Prendre un échantillon représentatif de 1Kg de brut et/ou sortie débourbeur,
- Mettre le tamis de diamètre 2500 μm dans un seau et verser l'échantillon,
- Verser un litre d'eau de robinet sur le produit contenu dans le tamis,
- faire un lavage de phosphate récupérer dans le tamis à question pour forcer le passage des maximums des grains,
- on met le tamis dans autre seau, on verse le >2500 μm dans une capsule et on met <2500 μm dans le tamis de 160 μm et on continue par la même méthode pour l'échantillons qui ont une granulométrie inférieure avec les tamis convenable (40 μm et <40 μm) dans une autre capsule,



Figure 28: Les étapes de tamisage.

- On met les capsules dans l'étuve pendant 24 h,
- Après séchage, on pèse les échantillons selon les diamètres de chaque tamis afin de calculer la masse totale. Puis on calcule le pourcentage poids existant dans chaque tranche granulométrique.

i. La distribution granulométrique dans l'alimentation (brut).

La détermination de la distribution granulométrique se fait par un classement dimensionnel à travers une série de tamis (analyse granulométrique).

Les résultats d'analyse granulométrique dans l'alimentation sont regroupé dans le tableau ci-dessous :

Tableau 4: La distribution granulométrique à l'alimentation de déboureur.

Brut						
TBTC2C3						
	Tranche granulométrique (µm)	2500 µm	160 µm	40 µm	<40 µm	Total
Jour 1	Masse (g)	26,71	111,19	95,1	38,48	271,2
	% P	9,75%	41%	35,07%	14,19%	100%
Jour 2	Masse (g)	27,91	107,92	82,8	31,77	250,4
	% P	11,15%	43,1%	33,07%	12,68%	100%
Jour 3	Masse (g)	78,1	92,3	53,3	18,3	242
	% P	32,3%	38,1%	22,0%	7,6%	100%
Jour 4	Masse (g)	78,5	81,8	58,1	15,2	233,6
	% P	33,6%	35,0%	24,9%	6,5%	100%
Jour 5	Masse (g)	28	90,13	49,26	3,3	170,69
	% P	16,4%	52,8%	28,9%	1,9%	100%
Jour 6	Masse (g)	23,86	120,04	91,1	36,42	271,42
	% P	8,8%	44,2%	33,6%	13,4%	100%
Jour 7	Masse (g)	20,8	94,5	48,4	10	173,7
	% P	12,0%	54,4%	27,9%	5,8%	100%
Moyenne	Masse (g)	40,55	99,69	68,29	21,92	230,43
	% P	17,71%	44,08%	29,34%	8,8%	100%

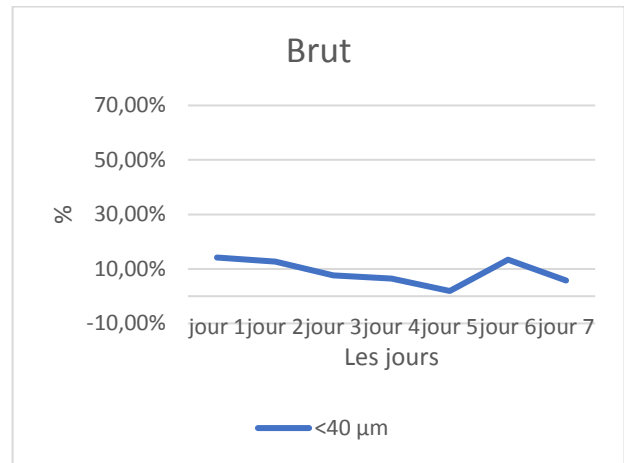
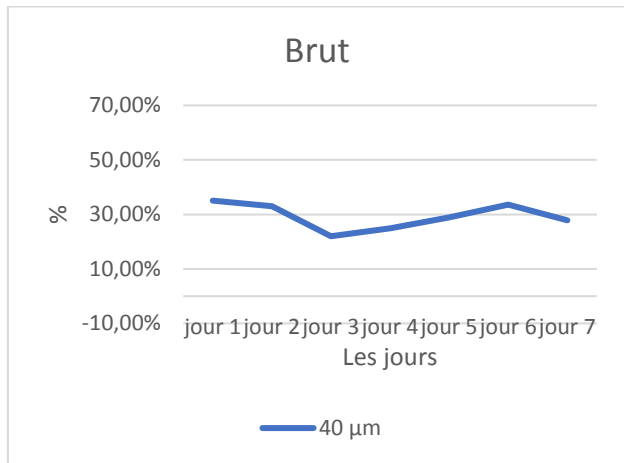
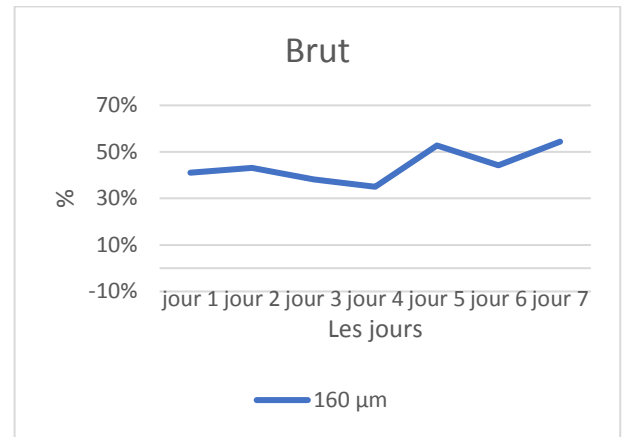
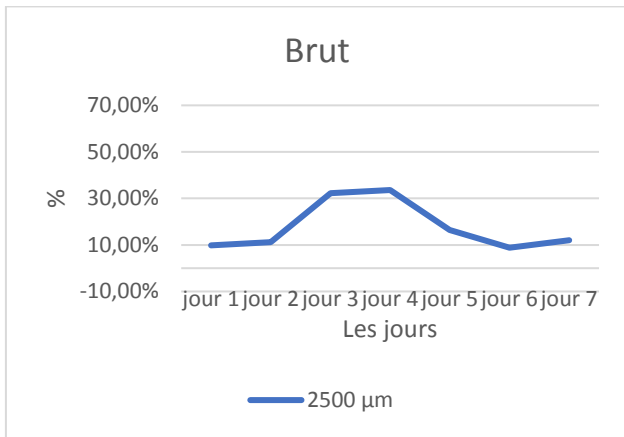


Figure 29: Evolution granulométrique à l'alimentation pour les tranches >2500 μm, 160 μm, 40 μm et <40 μm.

Interprétation :

D'après les courbes, on remarque que le taux de stérile pour la tranche >2500 μm est plus élevé pour le 3^{ème} et le 4^{ème} jours ce qui implique la marge d'erreur de la prise de l'échantillon ou depuis l'extraction. Par rapport aux autres tranches, il reste à peu près constant.

Tableau 5 : Calcul de la distribution à l'alimentation de débourbeur.

Tranches granulométriques (µm)		2500 µm	160 µm	40 µm	<40 µm
Moyenne	Masse (g)	40,55	99,69	68,29	21,92
	% P	17,71%	44,08%	29,34%	8,8%
	% refus cumulée	17,71%	61,79%	91,13%	100%
	% passant cumulée	82,29%	38,21%	8,87%	0

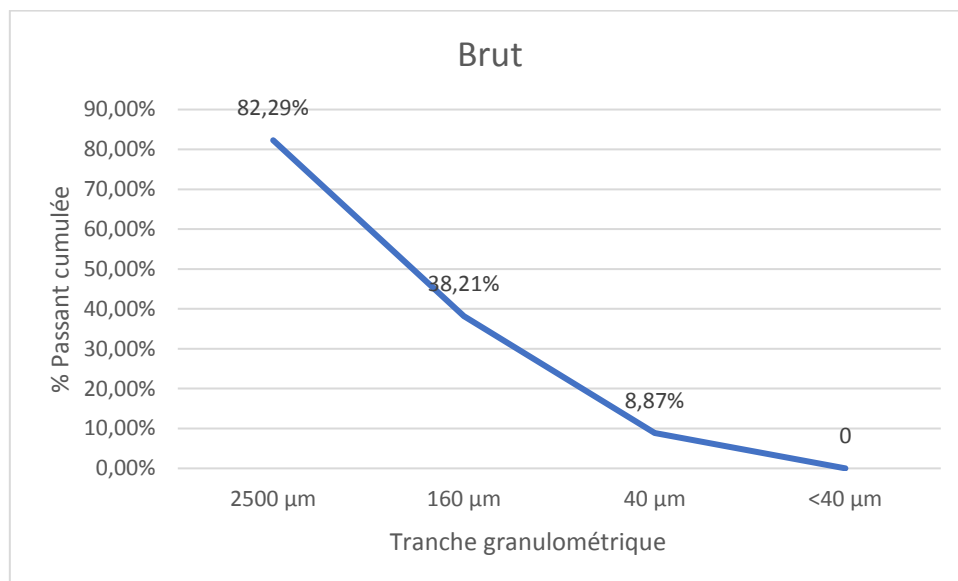


Figure 30: Courbe de distribution granulométrique à l'alimentation de débourbeur.

A partir de cette courbe, on déduit la maille qui correspond à D_{80} :

$$D_{80} = 2400 \mu m$$

ii. La distribution granulométrique de débourbeur :

Cette distribution aussi on la détermine par une analyse granulométrique à l'aide d'une série de tamis, les résultats sont recueillis dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6: La distribution granulométrique à la sortie de déboureur.

Sortie déboureur						
TBTC2C3						
	Tranche granulométrique (µm)	2500 µm	160 µm	40 µm	<40 µm	Total
Jour 1	Masse (g)	15,06	71,4	47,67	24,28	158,41
	% P	9,5%	45,07%	30,9%	15,32%	100%
Jour 2	Masse (g)	15,42	70,6	46,86	23,5	156,2
	% P	9,86%	45,2%	29,89%	15,05%	100%
Jour 3	Masse (g)	13,5	72,4	18,3	9,3	113,5
	% P	11,9%	63,8%	16,1%	8,2%	100%
Jour 4	Masse (g)	14,9	70,7	44,1	14,3	144
	% P	10,3%	49,1%	30,6%	9,9%	100%
Jour 5	Masse (g)	8,6	114,8	42,6	27,7	193,7
	% P	4,4%	59,3%	22,0%	14,3%	100%
Jour 6	Masse (g)	46,4	75,4	66	30,8	218,6
	% P	21,2%	34,5%	30,2%	14,1%	100%
Jour 7	Masse (g)	12,5	63,4	24,5	8,4	108,8
	% P	11,5%	58,3%	22,5%	7,7%	100%
Moyenne	Masse (g)	18,05	76,96	41,43	19,75	156,19
	% P	11,23%	50,75%	26,02%	12,08%	100%

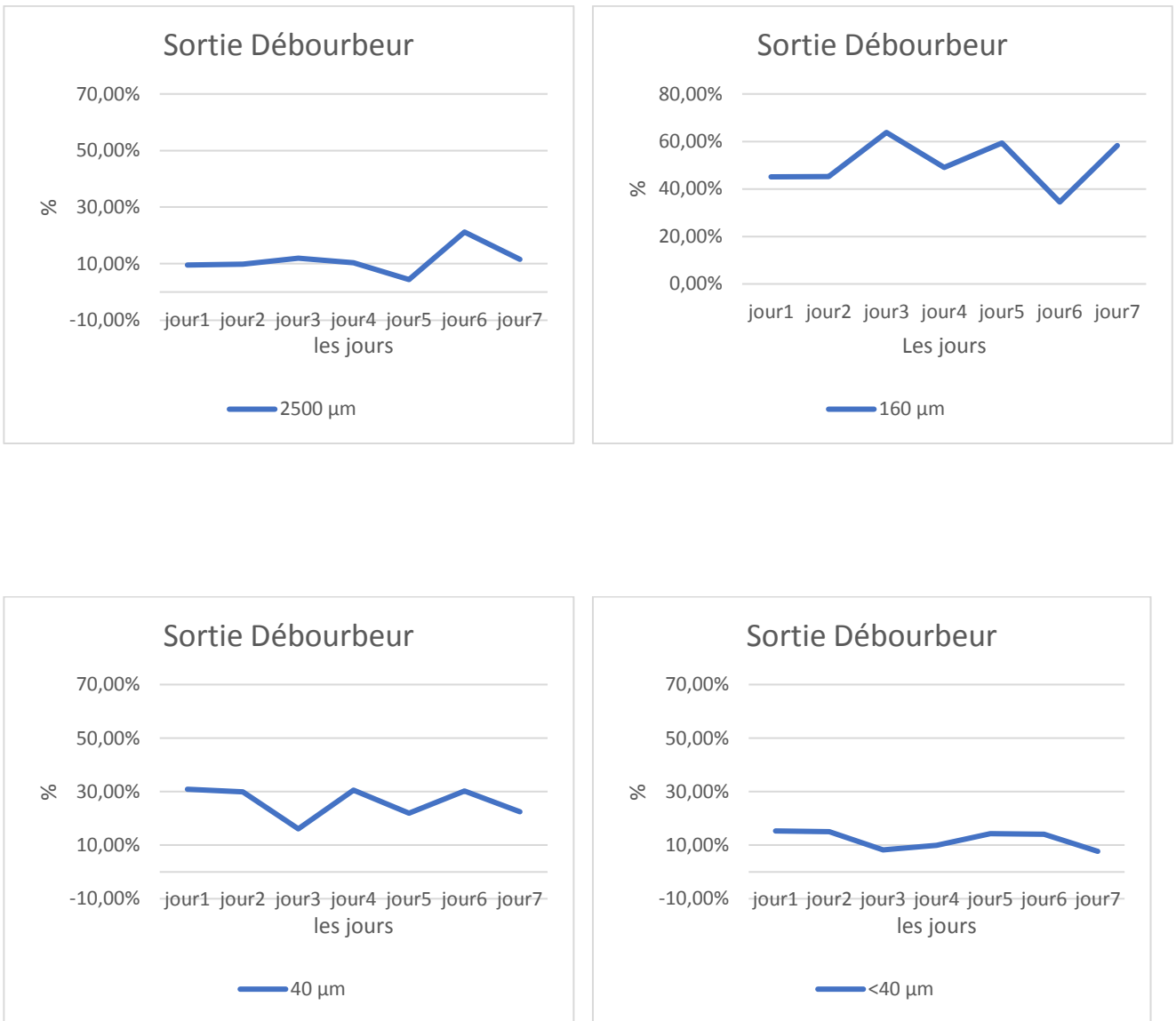


Figure 31: Evolution granulométrique à la sortie de déboueur pour les tranches >2500 μm, 160 μm, 40 μm et <40 μm.

D'après les courbes ci-dessus, on remarque que le taux pour la tranche 160 μm est plus élevé pour tous les jours ce qui implique que le déboueur est d'une bonne qualité au niveau de la distribution granulométrique. Par rapport à les autres tranches, il reste à peu près constant.

Tableau 7: Calcul de la distribution granulométrique à la sortie de débourbeur.

Tranches granulométriques (µm)			2500 µm	160 µm	40 µm	<40 µm
Moyenne	Moyenne de Ts	Masse (g)	18,05	76,96	41,43	19,75
	52,65%	% P	11,23%	50,75%	26,02%	12,08%
		% refus cumulée	11,23%	61,98%	88%	100%
		% passant cumulée	88,77%	38,02%	12%	0

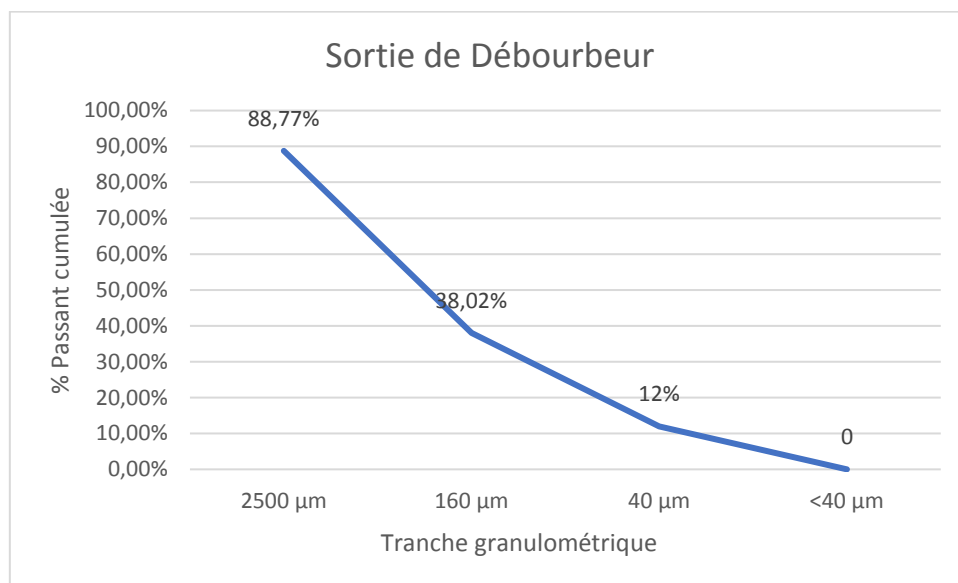


Figure 32: Courbe de distribution granulométrique à la sortie de débourbeur.

Cette courbe nous permet de déterminer la distribution granulométrique à la sortie de débourbeur qui sera représenté par la dimension d_{80} . La maille correspondant à celle-ci est donnée par :

$$d_{80}=2250 \mu\text{m}.$$

iii. Détermination de rapport de la réduction

Pour évaluer les performances d'un appareil de malaxage on adopte le calcul d'un paramètre clé qui nous permet d'identifier aussi son état de fonctionnement. Il s'appelle le rapport de la réduction qui est donné par la fameuse équation : $R=\frac{D_{80}}{d_{80}}$, avec :

D_{80} : la maille qui laisse passer 80 % du produit à l'alimentation de débourbeur.

d_{80} : la maille qui laisse passer 80 % du produit débourbé. Dans notre cas l'appareil est le débourbeur. On résume le calcul fait dans le tableau ci-dessous.

Tableau 8: Calcul de rapport de réduction de débourbeur.

	Sortie débourbeur (d_{80})	Alimentation de débourbeur(D_{80})	R
Maille	2250	2400	1,06666

Interprétation :

Le constructeur de débourbeur dit que son appareille a un bon débourbage, s'il assure un rapport de réduction **supérieur à 1**. Ce qui est le cas ici, donc on constate, d'après le tableau ci-dessus, que le débourbeur a un bon débourbage au niveau de la distribution granulométrique.

6. La dilution

Selon le cahier de charge, la dilution doit être $0,8 < \frac{D_{\text{alimentation}}}{D_{\text{eau}}} < 1$, j'ai fait un suivi de la dilution pendant la 7^{ème} semaine du stage, et nous avons trouvé les résultats suivants :

Tableau 9: la dilution à partir le débit d'alimentation et de l'eau.

Débit du produit d'alimentation t /h	Débit de l'eau de dilution m^3 /h	Dilution t / m^3
550	438	0,79
660	418	0,63
654	418	0,64
700	417	0,59
656	417	0,63
640	440	0,68
700	440	0,62

→ Donc on a $\frac{D_{\text{alimentation}}}{D_{\text{eau}}} < 0,8 t / m^3$

7. Efficacité :

L'efficacité est le rendement d'épuration de refus. C'est la proportion des grains réellement inférieurs à la coupure et qui se trouve dans le refus. C'est le bon indicateur de la qualité de criblage et dans la limite cette efficacité doit être supérieure à **96 %**. On la calcule par la formule suivante :

$E=100-r$ Avec :

r : Pourcentage poids des grains inférieurs à la coupure dans le refus.

a) Analyse granulométrique :

Pour étudier cette efficacité, on doit prélever un échantillon représentatif de refus de la chaîne 7 selon procédure suivante :

Produit

Un échantillon de refus de crible (stériles).

Appareillage

- Tamis de diamètre 2500 μm .
- Un seau.
- Balance.
- Capsules.
- Etuve.

Mode opératoire

- Prendre un échantillon représentatif de 1Kg de refus de crible (stérile),
- Mettre le tamis de diamètre 2500 μm dans un seau et verser l'échantillon,
- Verser un litre d'eau de robinet sur le produit contenu dans le tamis,
- Faire un lavage de phosphate récupérer dans le tamis à question pour forcer le passage des maximums des grains,
- On met le tamis dans autre seau, on verse le granulat $>2500\mu m$ dans une capsule et le rejet $<2500\mu m$ de tamis dans une autre capsule,
- On met les capsules dans l'étuve pendant 24 h,
- Après séchage, on pèse le **granulat** et le **rejet** de tamis afin de calculer la **masse totale** de refus. Puis on calcule le **pourcentage poids** existant dans chaque tranche granulométrique.

Résultat de l'analyse granulométrique

Les résultats des tranches granulométriques du refus de crible sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 10: Analyse granulométrique des cribles de la 7^{ème} chaîne.

Stérile						
TBTC2C3						
	Tranches granulométriques (µm)					
	>2500		<2500		TOTAL	
	Masse(g)	%poids	Masse(g)	%poids	Masse(g)	%poids
Jour 1	429,61	71,51%	171,09	28,48%	600,7	100%
Jour 2	468,15	84,18%	87,98	15,82%	556,13	100%
Jour 3	926,6	89%	111,5	11%	1038,1	100%
Jour 4	146,6	88,4%	19,2	11,6%	165,8	100%
Jour 5	370	86%	60	14%	430	100%
Jour 6	498,21	95,3%	24,79	4,7%	523	100%
Jour 7	214	89,2%	25,8	10,8%	239,8	100%
Moyenne	436,16	86,22%	71,48	13,77%	507,55	100%

i. Détermination de l'efficacité de crible

L'efficacité s'écrit : $E=100-r$

Avec :

r : le passant de refus où le pourcentage des grains inférieurs à 2500 µm passant dans le stérile. Le tableau ci-dessous représente le pourcentage de phosphate entraîné avec le stérile et l'efficacité de la 7^{ème} chaîne.

Tableau 11: Récapitulatif pour la détermination d'efficacité des cribles.

	% entraîné avec le stérile (r)	Efficacité (%)	Etat de crible
Chaîne 7	13,77%	86,22%	Inefficace

Interprétation :

Au sein de la laverie MEA, l'efficacité des cribles doit être supérieure ou égale à **96 %**,

→ Donc le crible est moins efficace.

ii. Etat de lieu et les causes probables

a) Etat de lieu

- * problème de distribution de produit sur toute la surface du crible à la sortie de débourbeur,
- * problème de goujonage c'est-à-dire l'accumulation des grains de stérile au fond de crible.
- * bouchage des buses d'arrosage,
- * débit d'eau d'arrosage n'est pas bien réglé,
- * existence des gros grains dans les mailles de crible.

b) Détermination des causes probables

On détermine les causes probables qui étaient conduites à la faible efficacité de ces cribles par la méthode de 5M.

Matériels

- a. Dégradation des panneaux criblant.
- b. Bouchage des buses d'arrosage.

Main-d'œuvre

- c. Négligences des certaines opérations par les agents.
- d. Manque de la maintenance préventive.

Milieu

- e. Fuite des conduites à la sortie du trommel.
- f. Enlèvement des panneaux sur le crible.

Méthode

- g. Mauvaise orientation des buses d'arrosage.
- h. Mauvaise orientation de répartition.

Matière

- i. Débit de phosphate alimente instable.
- j. Perte de produit (fuit au niveau de crible et des goulottes).

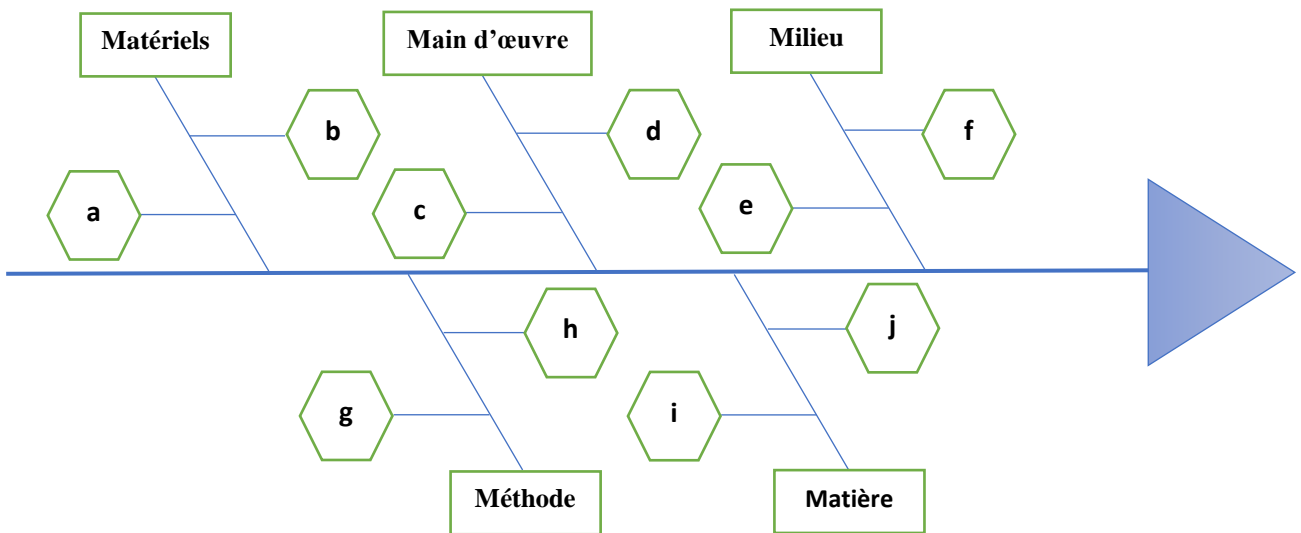


Figure 33: Diagramme d'Ichikawa du crible.

c) Conclusion :

Vu que le crible joue un rôle primordial dans une chaîne de lavage, c'est la première opération qui fait la classification des coupures de phosphate sur un point de coupure de $2500 \mu m$.

Conclusion générale

En guise de conclusion, on pourrait annoncer que mon stage au sein du groupe OCP, et plus précisément à la division lavage de la nouvelle chaîne à la laverie MEA, a été d'un intérêt particulier, qui m'a permis, d'établir une sorte de combinaison de la théorie et de la pratique, de comprendre plusieurs fonctionnalités du travail tout en étudiant un sujet que j'ai trouvé important, et qui m'a servi sans aucun doute dans l'amélioration de mes connaissances théoriques, pratiques, mon savoir et mon savoir-faire.

Enfin, j'ai le plaisir d'exprimer mes gratitude à tous ceux qui nous ont aidés à faire ce travail.

Bibliographie

☞ CLEAN TECH MAROC, (2011). Synthèse de l'étude d'impact environnementale et sociale (EIES) des projets miniers de développement. OCP KHOURIBGA. *Document*.

☞ EL Haddi H., (2014). Les silicifications de la série phosphatée des ouled Abdoun (Maastrichtien-Lutétien Maroc) : Sédimentologie, Minéralogie, Géochimie et contexte Génétique. Géologie appliquée. Université Hassan II de Casablanca, Faculté des sciences Ben M-Sik. *Thèse*.

☞ Laverie merah (2014). Rapport de stage, OCP KHOURIBGA

☞ READNESS : Manuel d'Adaptation, élaboré par l'équipe READNESS adaptation.
Documentation

☞ Site web : <http://www.ocpgroup.ma/fr/qui-sommes-nous/nos-activites>