



REMERCIEMENT

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier Dieu avant tout et nos parents qui font tout pour nous appuyer.

Nous tenons à remercier tous ceux qui ont participé à la réalisation de ce projet de fin d'étude et qui n'a été possible que grâce au soutien de nombreuses personnes, que chacune trouve dans les premières phrases de ce rapport l'expression de nos profondes et sincères reconnaissances.

Nous tenons tout d'abord à exprimer nos remerciements au Mr. **Abdellatif SAIDI** professeur à la Faculté des Sciences et techniques, qui a bien accepté de nous faire bénéficier de son savoir, son expérience et de ses compétences, nous remercions également le responsable de la licence GARM Mr. **Mustapha ELGHORFI** ainsi que tous les professeurs qui nous ont dispensés des cours de qualité durant cette année.

Nos vifs remerciements s'adressent au service d'exploitation du **groupe OCP** Benguerir qui a accepté notre demande de stage. Nous voulons remercier particulièrement Mr. **El Azzouzi BENAÏSSA**, notre encadrant de stage qui nous a accordé sa confiance dans ce projet, pour ses conseils pertinents durant la réalisation de notre mission.

Nos remerciements sont adressés aussi à tous ceux qui ont participé de près ou de loin et dont leurs noms ne figurent pas sur cette liste.



TABLE DE MATIÈRE

INTRODUCTION.....	3
PROBLÉMATIQUE ET OBJECTIF DE L'ÉTUDE.....	4
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DU GROUPE OCP.....	5
I. APERÇU HISTORIQUE SUR L'OCP.....	5
II. L'ACTIVITÉ DU GROUPE OCP.....	6
CHAPITRE 2 : GÉOLOGIE DES PHOSPHATES.....	8
I. LE PHOSPHATE, C'EST QUOI ?.....	8
1. ORIGINE DES APPORTS PHOSPHATÉS.....	8
A. LES ANCIENNES THÉORIES.....	9
B. THÉORIE MODERNE DE KAZAKOV (1950).....	9
II. LES TYPES DES GISEMENTS PHOSPHATÉS.....	10
III. LES UTILITÉS DES PHOSPHATES.....	11
CHAPITRE 3 : CADRE GÉOLOGIQUE DU SITE ÉTUDIÉ.....	13
I. GÉNÉRALITÉS SUR LES BASSINS PHOSPHATÉS DU MAROC.....	13
1. Bassin d'Oulad Abdoun.....	14
1. Bassin de Meskala.....	15
2. Bassin d'Oued Eddahab.....	15
3. Bassin de Gantour (site étudié).....	16
A. Données générales.....	16
A. Situation géographique.....	16
B. Cadre géologique.....	17
C. Cadre structural.....	18
D. Stratigraphie de la série phosphatée.....	18
II. LA MINE DE BENGUERIR.....	19
1. Découpage de la série phosphatée.....	20
A. Découpage lithologique.....	20
A. Description des intercalaires.....	23
B. Le découpage chrono-stratigraphique.....	23
C. Découpage adopté pour l'exploitation.....	24
CHAPITRE 4 : LES MÉTHODES D'EXPLOITATION.....	26
CHAPITRE 5 : ÉTUDE DE L'EFFET DE SALISSEMENT SUR LA QUALITÉ DU PHOSPHATE.....	30
I. LES QUALITÉS DES PHOSPHATES.....	31
I. ETUDE DES CAUSES DU SALISSEMENT PENDANT L'EXPLOITATION DU PHOSPHATE.....	32
II. ANALYSE DU TAUX DE SALISSEMENT DES ÉLÉMENTS CONSTITUANTS DU PHOSPHATE.....	39
III. L'IMPACT DU SALISSEMENT SUR LES QUALITÉS DU PHOSPHATE.....	45
IV. CONCLUSION ET RECOMENDATIONS.....	46



INTRODUCTION

Le Maroc possède les plus importants gisements des phosphates dans le monde, soit plus de trois quarts des réserves mondiales. Leur situation géographique, leur qualité marchande, et leur diversité confèrent au Maroc une place particulière dans le commerce international : premier exportateur mondial des phosphates sous toutes ses formes, troisième producteur derrière les États-Unis et la Chine. Sa production est d'environ 50,1 millions de tonnes par an (OCP, 2012). C'est l'Office Chérifien du Phosphate (O.C.P) qui détient le monopole de l'exploitation. Il extrait le phosphate brut du sous-sol marocain grâce à des chantiers à ciel ouvert. Environ la moitié du minerai est exportée comme matière première. L'autre moitié est livrée aux industries chimiques du groupe, pour la transformée en produits dérivés commercialisables tels que, l'acide phosphorique de base, l'acide phosphorique purifié et les engrais solides.

Dans le cadre de notre parcours du licence sciences et techniques, option géologie appliquée aux ressources minières on a eu l'opportunité d'effectuer un stage d'un mois (à partir du 20 avril) dans le groupe OCP section Ben guérir.

Notre stage s'est déroulé au sein du service défruitage et transport (OIG/B/E/D). Cette expérience est menée pour consolider les connaissances théoriques et pratiques acquises pendant notre parcours.

Les objectifs à atteindre à la fin de la période du stage se résument comme suit :

- ✓ Acquérir une première expérience professionnelle ;
- ✓ Acquérir des nouvelles compétences ;
- ✓ Acquérir des expériences en matière de documentation et recherches ;
- ✓ Avoir des idées sur les différents travaux exécutés par les géologues et les prospecteurs ;
- ✓ Élaborer un rapport qui nous a été confié.



PROBLÉMATIQUE ET OBJECTIF DE L'ÉTUDE

Dans un contexte de concurrence accrue, le Groupe OCP poursuit la politique de consolidation de ses positions traditionnelles et développer des nouveaux débouchés avec une exigence sans cesse réaffirmée : améliorer la qualité de ses produits tout en maintenant un niveau élevé en matière de sécurité et de protection de l'environnement. Dans la mine de Benguérir, cette amélioration est perturbée par le phénomène du salissement qui influence négativement sur les qualités du phosphate du point de vue économique.

Notre mission consiste à étudier l'influence de salissement sur la qualité source du phosphate. Le but de ce sujet est d'avoir minimiser le taux de salissement dans le phosphate pour conserver la qualité source, toute en respectant les conditions et les exigences des clients.

Le plan d'action de cette mission :

- ✓ Etude des causes de salissement du phosphate ;
- ✓ Analyse du taux de salissement du phosphate ;
- ✓ Impact de salissement sur la qualité du phosphate ;
- ✓ Proposer des solutions.



CHAPITRE 1 : PRESENTATION DU GROUPE OCP

I. APERÇU HISTORIQUE SUR L'OCP

L'OCP est une entreprise privée, été créé par un Dahir chérifien du 7 août 1920. Une année plus tard, l'exploitation effective du phosphate commença au gisement d'Ouled Abdoun (Khouribga au 1^{er} mars 1921). La mise en exploitation du gisement du Gantour n'a commencer que 10 ans après, le 2eme centre d'exploitation minière étant celui de Youssoufia, ses premières expéditions ont débuté en 1933.

A partir des années 60, pour répondre au marché international et développer une industrie locale du phosphate, OCP s'est intéressé à la valorisation locale du produit et à sa transformation avant son exportation.

Désormais, le groupe OCP occupe une place importante tant au niveau national qu'international, et joue un rôle important sur le plan économique. Actuellement ce groupe OCPSA est leader dans son domaine. Au niveau mondial, il est le 1^{er} exportateur du phosphate sous toutes ses formes.

- **1921** : Extraction souterraine à Khouribga.
- **1931** : Ouverture du centre minier de Youssoufia.
- **1952** : Mise en œuvre de l'extraction en découverte à Khouribga.
- **1965** : Démarrage de Maroc chimie I : première unité de valorisation pour la fabrication d'acide phosphorique et d'engrais à Safi.
- **1975** : Création du groupe OCP intégrant les filiales.
- **1976** : Intégration d'un nouveau centre minier Phosboukrâa et démarrage de Maroc chimie II et Maroc Phosphore I.



- **1980** : Ouverture de la mine de Benguéirir.
- **1981** : Démarrage de Maroc Phosphore II à Safi.
- **1986** : Démarrage du site de valorisation de phosphate à Jorf Lasfar (El Jadida).
- **1998** : Réalisation de l'usine EMAPHOS pour l'acide phosphorique purifié (Maroc - Belgique - Allemagne).
- **1999** : Réalisation de l'usine IMACID de fabrication d'acide Phosphorique (Maroc-Inde).
- **2002** : La mine de Benguéirir a réussi le prix d'excellence de JIPM.
- **2004** : Création de la Société « Pakistan Maroc Phosphore ».
- **2005** : Lancement du projet d'informatisation des données géologique.
- **2006** : Certification intégrée du processus de chargement navires
- **2007** : Obtention du prix spécial JPM pour le processus d'extraction du phosphate.
- **2008** : Transformation du groupe OCP en SA (société anonyme).
- **2010** : Partenariat avec Jacob Engineering Inc. et création de JESA, lancement de quatre unités de production d'engrais à Jorf Lasfar.
- **2011** : Lancement d'une unité de dessalement d'eau de mer à Jorf Lasfar.
- **2014** : Démarrage programmé du projet Slurry Pipeline sur l'axe Khouribga-Jorf Lasfar sur une longueur de 235 km.

II. L'ACTIVITÉ DU GROUPE OCP

L'activité du groupe OCP SA est résumée comme suit :

- ✓ L'extraction : Le phosphate est extrait du terrain géologique marocain au moyen des chantiers à ciel ouvert.
- ✓ Le traitement : Le minerai est épierré ; criblé puis séché ou calcine. Tout ceci pour améliorer sa teneur en phosphate.



- ✓ Le transport : Le minerai est transporté vers les ports de Casablanca, Safi et El Jadida.
- ✓ La vente : Le phosphate est vendu soit brut soit après transformation aux industries chimiques (engrais, acide phosphorique).



CHAPITRE 2 : GÉOLOGIE DES PHOSPHATES

I. LE PHOSPHATE, C'EST QUOI ?

Le Phosphate c'est une roche sédimentaire marine dérivant de l'apatite (Qui vient de mot Grec "apaten"), provenant de la décomposition des os de poisson et d'autres sédiments au fond des mers.

Il est la matière principale de l'extraction du phosphore, de la fabrication de l'acide phosphorique et surtout les engrais.

Les phosphates peuvent être soit :

- D'origine organique, selon les théories Biolithiques de KAZAKOV.
- D'origine minérale, qu'on pourrait désigner -par opposition- sous le nom de théorie Abiolithique.

1. ORIGINE DES APPORTS PHOSPHATÉS

Différentes théories ont tenté d'expliquer l'origine des apports phosphatés, en effet on peut citer ces origines comme suit :

- ✓ Apports continentaux : par les sols, les minéraux organiques et ioniques. Les karsts seraient dus à des accumulations osseuses.
- ✓ Apports insulaires : en milieu insulaire, la forte activité de guano par les oiseaux et la considérable quantité de poissons seraient à l'origine des gisements concentrés mais étalés. L'altération des gisements aurait lieu lors des transgressions marines et l'apatite pourrait se former.
- ✓ Apports marins : les océans sont des réserves très importants des phosphates.



A. LES ANCIENNES THÉORIES

Vue de l'abondance des débris des organismes (dents de poissons, des reptiles, fragments d'os...), présents dans les gisements, certains auteurs ont admis l'idée que les phosphates proviennent de l'altération chimique ou biochimique des restes de ces animaux tués en grand nombre à cause d'une catastrophe (augmentation ou diminution brusque de la salinité de l'eau de mer « théorie Biolithique »).

D'autres auteurs pensent que les phosphates proviennent de l'apatite qui se trouve en quantité notable dans les roches ignées (éruptives).

B. THÉORIE MODERNE DE KAZAKOV (1950)

Il a proposé un schéma de la genèse des phosphates, assez simple pour permettre l'interprétation des divers types de gisements (Figure 1).

- ✓ La source première du phosphore dans la nature est l'apatite, se trouvant en quantité notable dans plusieurs familles des roches éruptives.
- ✓ Le phosphore minéral est mis en solution dans les eaux météoriques et entraînés par les rivières jusqu'à la mer.
- ✓ Il entre dans le cycle biologique des êtres vivants et principalement dans celui du plancton et du necton. Il est restitué au milieu marin après la mort de ces êtres vivants.
- ✓ La destruction de ces organismes.
- ✓ L'intervention des bactéries minéralise les constituants de la matière organique : elles libèrent le phosphore et produit le gaz carbonique (formation d'une réserve en phosphore).
- ✓ Ascension des eaux froides profondes riches en phosphore et en CO₂ (up welling).
- ✓ Précipitation des phosphates qui se fait dans un milieu pauvre en oxygène.

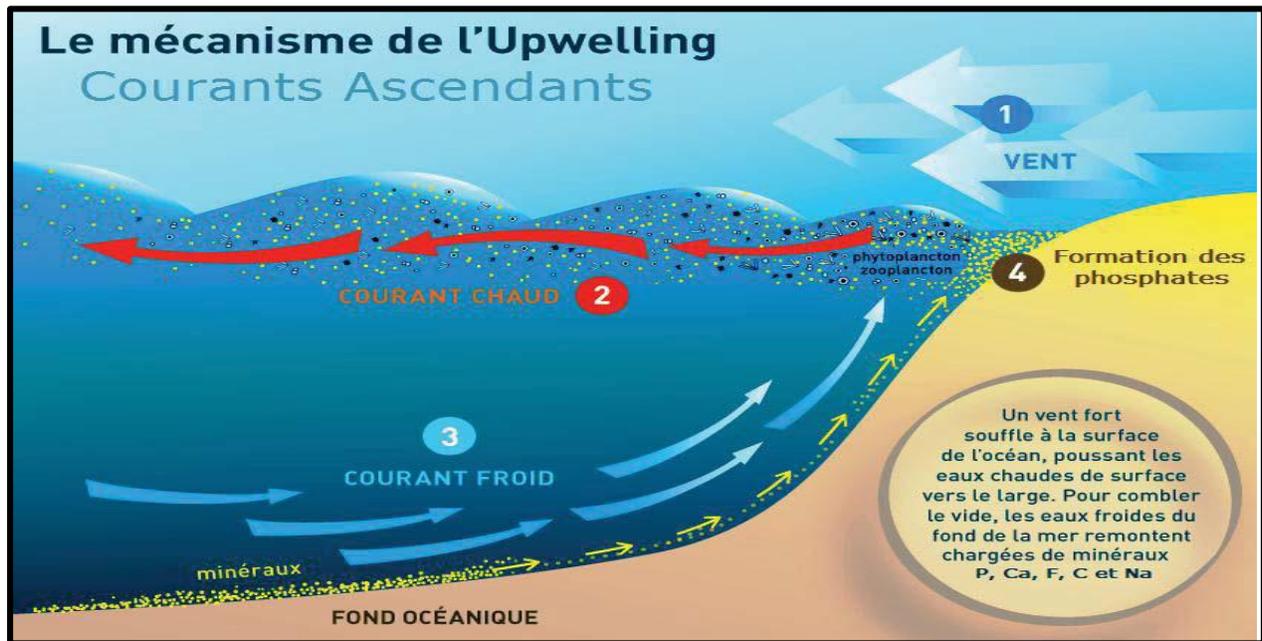


Figure 1 : Schéma de phosphatogenèse selon KAZAKOV

II. LES TYPES DES GISEMENTS PHOSPHATÉS

Les phosphates dans le monde se présentent en trois types de gisements de différentes origines. Nous distinguons :

- ✓ **Les gisements de type sédimentaire** : Ils sont les plus représentatifs, les plus volumineux et les plus riches en minerais. Leurs teneurs en acide phosphorique noté P_2O_5 dépassent les 28 % in situ. Les gisements phosphatés marocains qui forment les plus grandes réserves mondiales en phosphates sont édifiants à ces égards. Il s'agit de sédiments marins qui s'étalent stratigraphiquement du Crétacé supérieur (Maastrichtien) à l'Éocène inférieur et moyen. Ils se répartissent en quatre bassins dont trois sont localisés au centre-Nord du pays et constituent une partie importante de la couverture sédimentaire de la Meseta marocaine, ce sont les bassins des Ouled Abdoun, Gantour et des Meskala. Le quatrième bassin se situe dans les provinces Sud, dans la région d'Oued Eddahab.



- ✓ **Les gisements de type Guanos** : sont formés à partir de l'accumulation des déjections des oiseaux de mer au cours de longues périodes. Ils contiennent environ 4 % en P_2O_5 . En général, la qualité de ces phosphates est fort intéressante vis-à-vis de leur quantité. Nous citons les gisements de l'île Nauru dans l'océan pacifique qui contiennent 90 millions de tonnes de minerai avec 39% en P_2O_5 et les gisements de l'île Christmas dans l'océan indien qui contient 200 millions de tonnes de minerai avec une teneur de 23 jusqu'à 27 % de P_2O_5 .
- ✓ **Les gisements d'origine ignée** : qui sont associés à des complexes intrusifs alcalins (syénites, syénites néphéliniques, les carbonatites, les ijolites et les pyroxénites). À titre d'exemple les gisements de Khibiniy en Russie sont liés à un complexe annulaire à syénite néphélinique, avec 16 millions de tonnes de minerais et une teneur de 18 % en P_2O_5 . Le gisement de Palabora en Afrique de Sud est associé à des carbonatites et à des pyroxénites dont les minéraux principaux sont l'apatite, la serpentine et la magnétite. Leurs teneurs moyennes sont cependant plus faibles.

III. LES UTILITÉS DES PHOSPHATES

Le produit de base de l'industrie des phosphates est l'acide phosphorique. C'est un produit intermédiaire sous forme de liquide, utilisé dans la fabrication d'une grande variété d'engrais et de produits chimiques.

Exemples d'engrais phosphatés :

- ✓ Monoammonium phosphate (MAP) : Il est soluble dans l'eau complètement, généralement appliqué sous la forme granulaire et utilisée dans la formulation d'engrais en suspension, Comme un matériau granulaire.
- ✓ Diammonium phosphate (DAP) : Il est fabriqué par réaction d'acide phosphorique et de l'ammoniac et qui contient deux molécules d'ammoniac.



- ✓ Triple superphosphate (TSP) : il est connu sous le nom dihydrogénophosphate de calcium et de phosphate monocalcique, Il est une excellente source de Phosphore, mais son utilisation a diminué au dépend d'autres engrais phosphatés.

Comme exemples d'industries utilisant l'acide phosphorique, on peut citer les industries des détergents, de la peinture, des engrais, de l'agroalimentaire, et de la production de l'uranium, les phosphates sont donc quasiment indispensables à notre économie.



CHAPITRE 3 : CADRE GÉOLOGIQUE DU SITE ÉTUDIÉ

I. GÉNÉRALITÉS SUR LES BASSINS PHOSPHATÉS DU MAROC

Le phosphate des bassins marocains est un phosphate sédimentaire qui provient de la décomposition des animaux de mer, car les mers et les océans ont recouverts une grande partie des continents actuels depuis presque 75 millions d'années.

La phosphatogenèse s'est déroulée durant la période géologique comprise entre le Maastrichtien (Crétacé terminal) et le Lutétien (Eocène moyen), (Boujo, 1972).

Une série phosphatée s'y est déposée décrivant une séquence positive, comprise entre :

- ✓ Au sommet : des formations carbonatées.
- ✓ A la base : des formations détritiques fins (sables et argiles).

Tant sur le plan spatial que temporel, les faciès de la série phosphatée sont caractérisés par une grande diversité.

Au Maroc on connaît Quatre grands Bassins phosphatés (Figure 2) :

- ✓ Bassin d'Oulad Abdoun, à Khouribga.
- ✓ Bassin de Gantour, à Youssoufia.
- ✓ Bassin de Meskala, à Chichaoua, s'étendant du Jbilets jusqu'à le Haut Atlas Occidental.
- ✓ Bassin Oued Eddahab au domaine Saharien. Gisement Boucra.

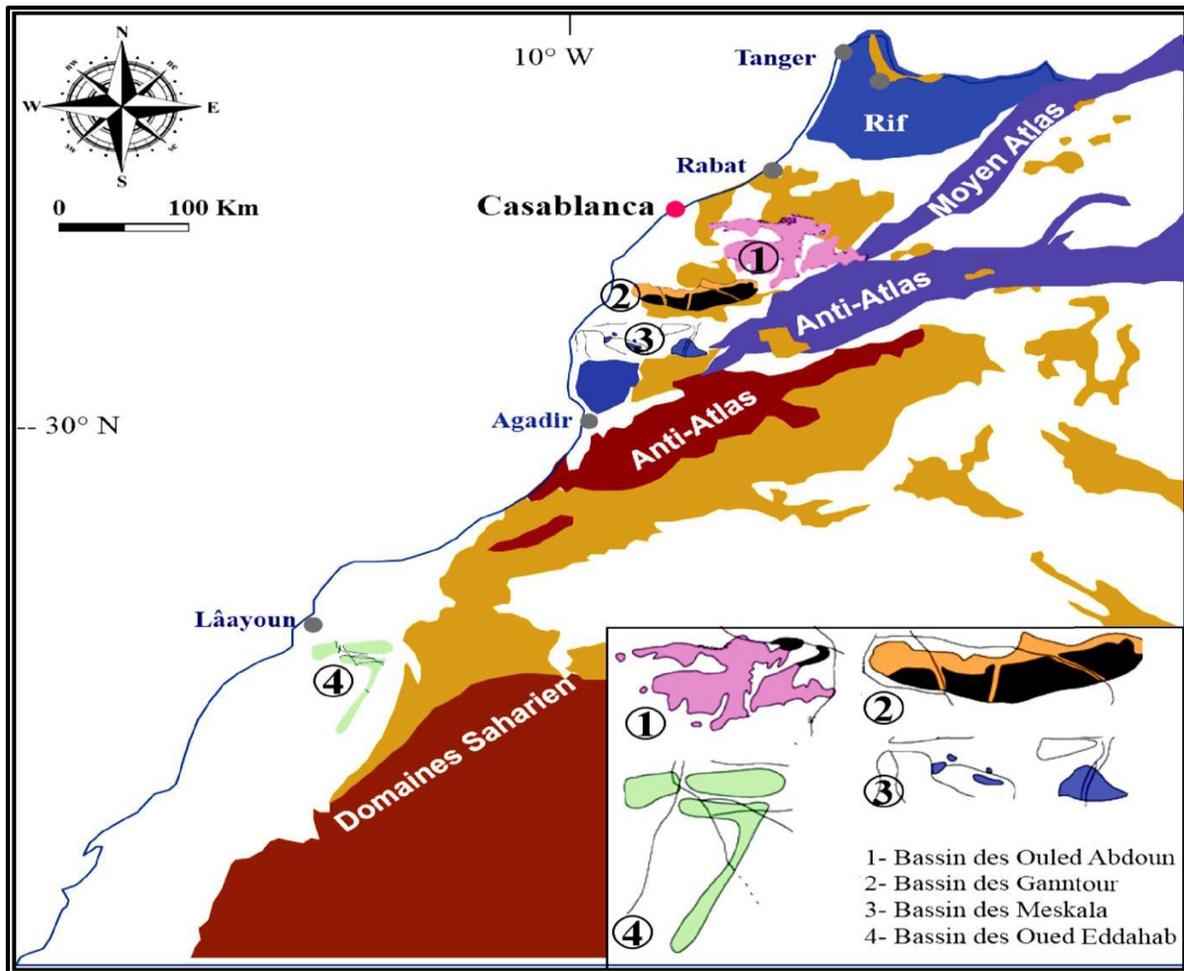


Figure 2 : Répartition et localisation des gisements de Phosphate au Maroc.

1. Bassin d'Oulad Abdoun

Le bassin d'Oulad Abdoun est le premier bassin reconnu et exploité au Maroc. Il est situé au Nord de la Meseta, limité au Sud par la plaine Beni Amir. Il occupe la moyenne partie du plateau des phosphates. La série phosphatée d'Oulad Abdoun débute au Maastrichtien par des dépôts phosphatés très marneux et se termine au lutétien par une dalle à Thérstités, en passant par le Paléocène caractérisé par le calcaire phosphaté et le calcaire marneux, puis l'Yprésien, qui contient des niveaux phosphatés intercalés par des calcaires phosphatés cuprolithiques, des argiles et des silexites.



Il est subdivisé en plusieurs zones :

- ✓ La zone de Khouribga qui contient les gisements d'Oued-Zem, de Merah El Ahrech, Sidi Chennane et Sidi Daoui.
- ✓ La zone d'El Brouj.
- ✓ La zone de Kasbat Tadla, de la bordure atlasique.

1. Bassin de Meskala

Le bassin de Meskala est situé dans la plaine d'Essaouira-El Haouz. Il est limité par :

- ✓ Les Jbilet et les collines jurassiques de Mouissate au Nord.
- ✓ Le Haut Atlas au Sud.
- ✓ La plaine de l'Haouz à l'Est.
- ✓ La plaine côtière d'Essaouira à l'Ouest.

Ce bassin est caractérisé par une série phosphatée dont la puissance totale varie entre 110m au Nord-Est et 140 m au Sud. Il est subdivisé en trois zones : Ouled Bousbâa au Nord Est, zone Imin'Tanout au Sud Est et zone de Khémis Meskala à l'Ouest.

2. Bassin d'Oued Eddahab

Le bassin d'Oued Eddahab s'étend sur une superficie de 800 Km, dans la zone saharienne entre la zone d'Eddchira au Sud-Est de Laayoune et le Sud de la ville de Dakhla où il se rétrécit.

Il est limité par :

- ✓ Les affleurements de la série phosphatée au Nord et au Nord-Est.
- ✓ La ligne côtière à l'Ouest.



3. Bassin de Gantour (site étudié)

A. Données générales

Le bassin des Gantour représente l'un des principaux bassins phosphatés du Maroc, découvert par A. Brives aux alentours de 1920 et a été mis en exploitation en 1931.

Il s'étend sur environ 125 Km d'Est en Ouest et sur 20 à 35 Km du nord au sud. Ses reliefs sont relativement modérés avec une altitude moyenne de 430 m, mais relativement accidenté avec des altitudes pouvant dépasser 530 m dans la zone noyée de Youssoufia.

De l'Ouest vers l'Est, le bassin de Gantour est subdivisé en six zones principales : Youssoufia, Recette 6, Louta, Ben guérir, N'Zalat El Ararcha, et Tassaout.

A. Situation géographique

Le bassin des Gantour (Figure 3), inscrit dans un rectangle orienté Est-Ouest de longueur de 120 Km et de largeur de 20 à 30 Km, est situé entre les méridiens $7^{\circ}10'$ et $8^{\circ}35'$ et les parallèles $32^{\circ}10'$ et $32^{\circ}20'$. Ses limites sont :

- ✓ Au Nord, le massif paléozoïque des Rhamna ;
- ✓ Au Sud, le massif paléozoïque des Jbilet ;
- ✓ A l'Est l'oued Tassaout, affluent de l'Oued Oum –Er-Rbia ;
- ✓ A l'Ouest, les collines jurassiques de Mouissate.

Actuellement l'exploitation du phosphate de ce grand gisement s'effectue à partir des centres miniers de Youssoufia et Benguérir distants respectivement d'environ 85 et 150 Km du port de Safi.

Géo-morphologiquement, le bassin des Gantour se présente sous forme d'un plateau allongé Est-Ouest sur 120 Km et correspond à une unité structurale bien définie composée d'une couverture tabulaire cénozoïque et mésozoïque au sein de laquelle se

développe la série phosphatée. Celle-ci s'ennoie sous les formations récentes de la Bahira, essentiellement quaternaire qui sont venues s'épandre sous les Jbilet.

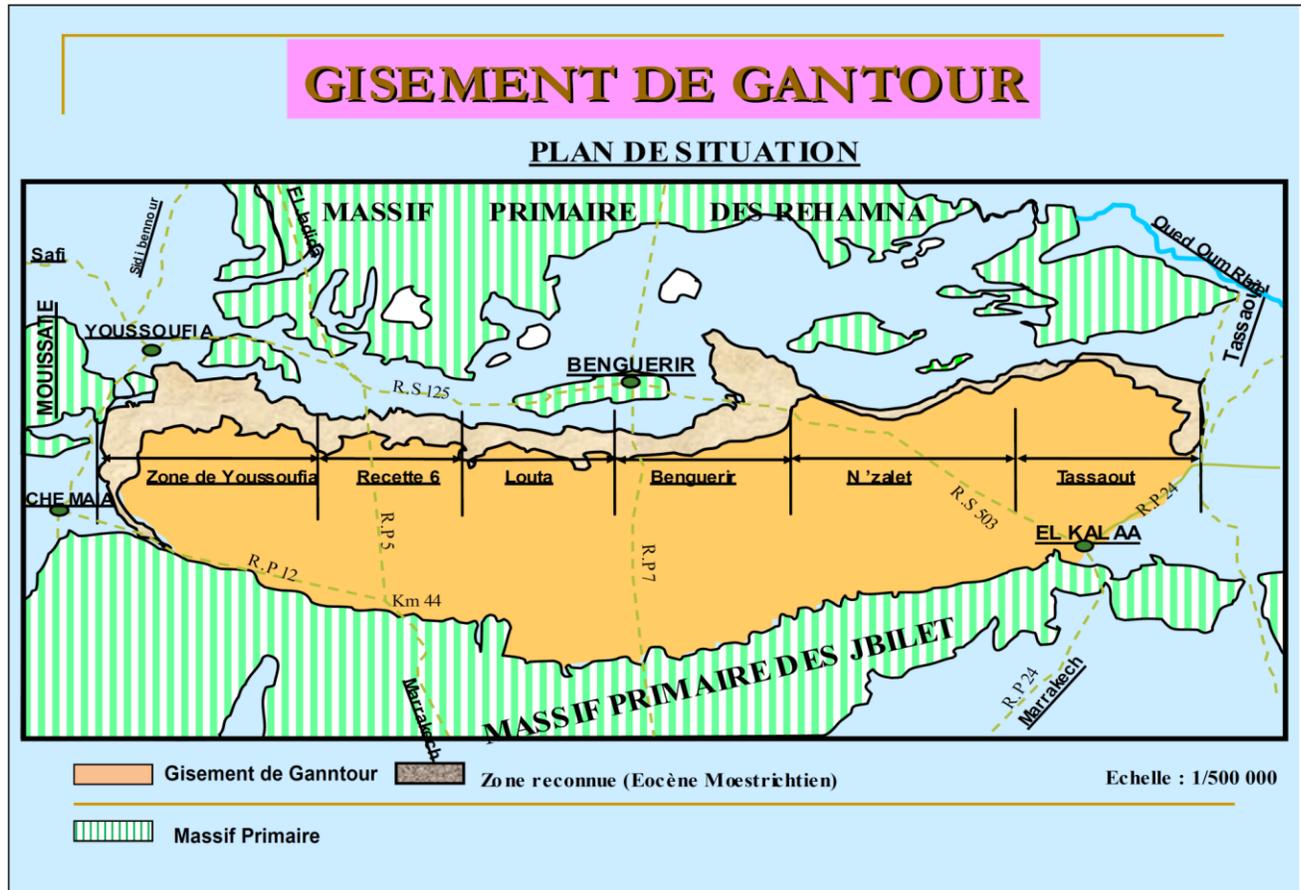


Figure. 3 : Situation géographique du gisement de Gantour (Boujo 1967).

B. Cadre géologique

Les gisements de phosphate, celui des Gantour en particulier, représentent un élément important de la couverture sédimentaire du domaine de la meseta marocaine, vieux massif hercynien qui n'apparaît qu'en trois endroits : au NE en formant le massif du Maroc central ; au centre en deux massifs qui encadrent les Gantour : le massif primaire des Rehamna au Nord et les Jbilet au Sud.



Ce socle ancien, rigide et figé dans la meseta, est largement recouvert par des séries sédimentaires tabulaires ou faiblement plissées, ondulées ou faillées.

C. Cadre structural

Deux domaines structuraux d'allure très différente occupent l'ensemble du bassin Gantour- Bahira : (Jourani, 1994) :

- Un domaine occidental entre Youssoufia et la route Marrakech-El-Jadida où les affleurements sont orientés Nord-Sud à l'extrémité occidentale, entre Chemaia et Youssoufia puis Ouest-Est depuis Youssoufia jusqu'au Sud du village de Benguéir.

- Un domaine oriental où les affleurements redeviennent Nord-Sud à l'Est du gisement de Benguéir pour reprendre la direction Est-Ouest jusqu'à l'extrémité du gisement, au bord de l'Oued Tessaout pour redevenir encore une fois Nord-Sud.

Notons que le domaine occidental est caractérisé par une structure perturbée marquée par la présence de cuvettes et de dômes avec une étendue des cuvettes plus importante que celle des dômes, au contraire au domaine oriental, il a une structure relativement calme.

D. Stratigraphie de la série phosphatée

Du point de vue stratigraphique, la série phosphatée formée par les dépôts de phosphate, s'étend du Maastrichtien au Lutétien, (Boujo, 1972). Cette série est constituée par une alternance de niveaux de roches phosphatées, meubles à plus ou moins indurées et de niveaux stériles nommés intercalaires qui sont de nature lithologique variée (argile, marnes, calcaires et silte...). L'ensemble est coiffé par une dalle carbonatée appelée dalle à Thersité.

II. LA MINE DE BENGUERIR

Le gisement de Benguerir constitue la partie centrale du bassin des Gantour (Figure4). Il a fait l'objet d'une série d'études géologiques de reconnaissance et de valorisation les études ont été entamées en 1965, et l'exploitation n'a pas eu lieu qu'en 1985.

La mine est située à :

- ✓ 17 km à l'Est de Ben guérir
- ✓ 77 km de Youssoufia
- ✓ 190 km de Casablanca
- ✓ 70 km de Marrakech
- ✓ 170 km de Safi

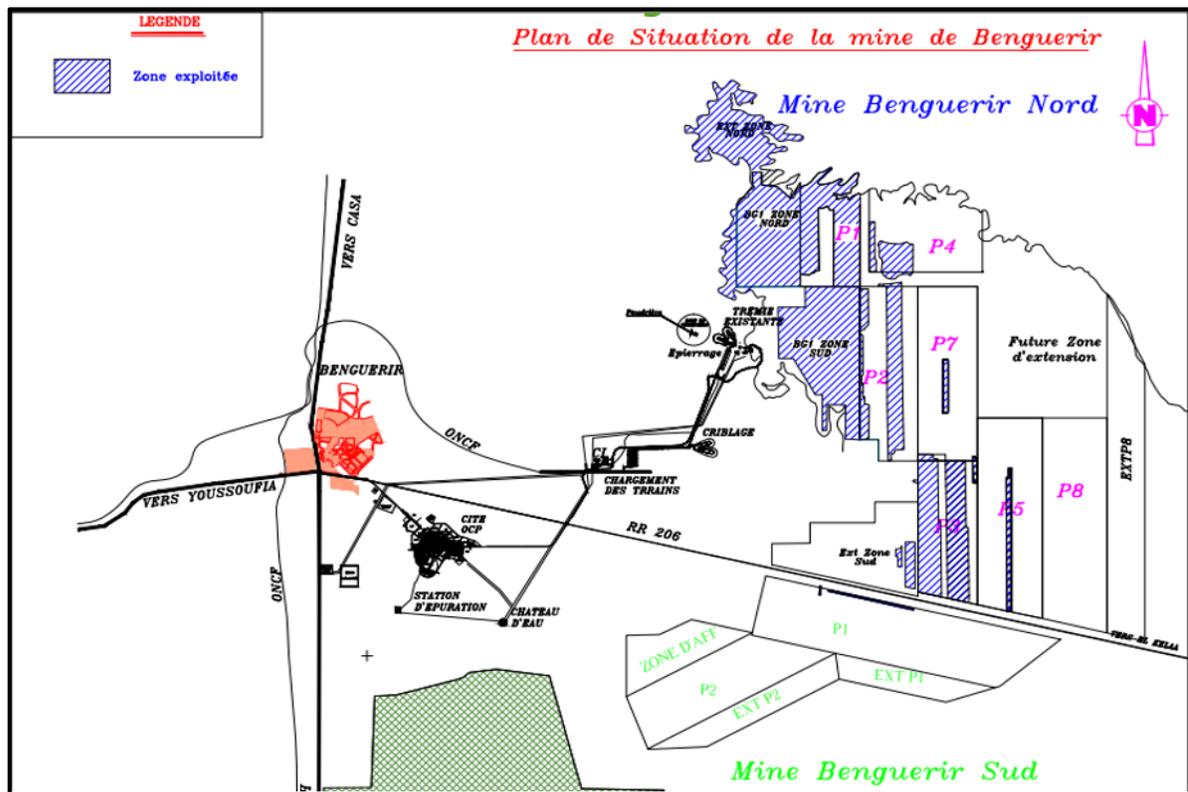


Figure 4 : Schéma représentatif de la mine de Benguerir.



1. Découpage de la série phosphatée

A. Découpage lithologique

Sur un log stratigraphique (documentaire OCP), nous avons placé les âges correspondants aux différents faciès avec des photos de chaque niveau (Figure 5).

La série phosphatée de Benguérir est constituée d'une alternance de couches de phosphate et des niveaux silico-carbonatés stériles (intercalaires) :

- ✓ **La couche 6** : formée généralement de phosphate meuble gris beige, organodétritique repose sur des marnes jaunes qui constitue la base de la chaîne phosphatée.
- ✓ **La couche 5** : constituée d'un phosphate meuble plus ou moins marneux, organodétritique contenant des barres de calcaire et quelques rognons de silex au centre. Elle est formée de 3 niveaux :
 - **Couche supérieure** : Teneur faible en BPL ;
 - **Couche médiane** : Teneur moyenne en BPL ;
 - **Couche inférieure** : Teneur élevée en BPL.
- ✓ **La couche 4** : constituée de phosphate meuble avec des rognons de silex, elle est subdivisée en 2 sous couches dont l'inférieure à une teneur en BPL beaucoup plus importante.
- ✓ **La couche 3** : Elle est subdivisée en 2 sous couches de faciès variables :
 - **Couche supérieure** : formée de phosphate meuble beige plus ou moins marneux. Sa teneur en BPL est toujours faible ;
 - **Couche inférieure** : formée de phosphate meuble qui contient souvent du calcaire siliceux. Sa teneur en BPL est importante La couche 3 et la couche 2 inférieure sont séparés par un niveau des argiles jaunâtre d'épaisseur variable, elle apparait nettement dans le terrain et aide à s'identifier le long de la coupe des puits.



- ✓ **La couche 2** : formée de 2 sous couches séparées par du bone-bed (lit d'os) :
 - **Couche supérieure** : formée de phosphate meuble avec un banc de calcaire siliceux sur le toit. Sa teneur en BPL est importante.
 - **Couche inférieure** : formée de phosphate meuble gris à jaune marneux et siliceux. Sa teneur en BPL est faible.
- ✓ **Le sillon X** : est un niveau de phosphate meuble, discontinu, plus ou moins calcifié.
- ✓ **La couche 1-0** : les deux niveaux 1 et 0 peuvent être confondus lorsqu'il n'y a pas d'intercalaire de calcaire.
- ✓ **Sillon A** : les analyses chimiques et leurs structures ont donné trois niveaux :
 - **Sillon A3** : constitué d'un phosphate meuble calcifié à faible teneur en BPL ;
 - **Sillon A2** : Il est exploité et constitué de fossiles caractéristiques ;
 - **Sillon A1** : constitué d'un phosphate calcifié et marneux et non exploité à cause de la présence de marnes friables.
- ✓ **Sillon B** : constitué d'un phosphate sableux grossier avec rognons de silice. Sa teneur en BPL est importante.

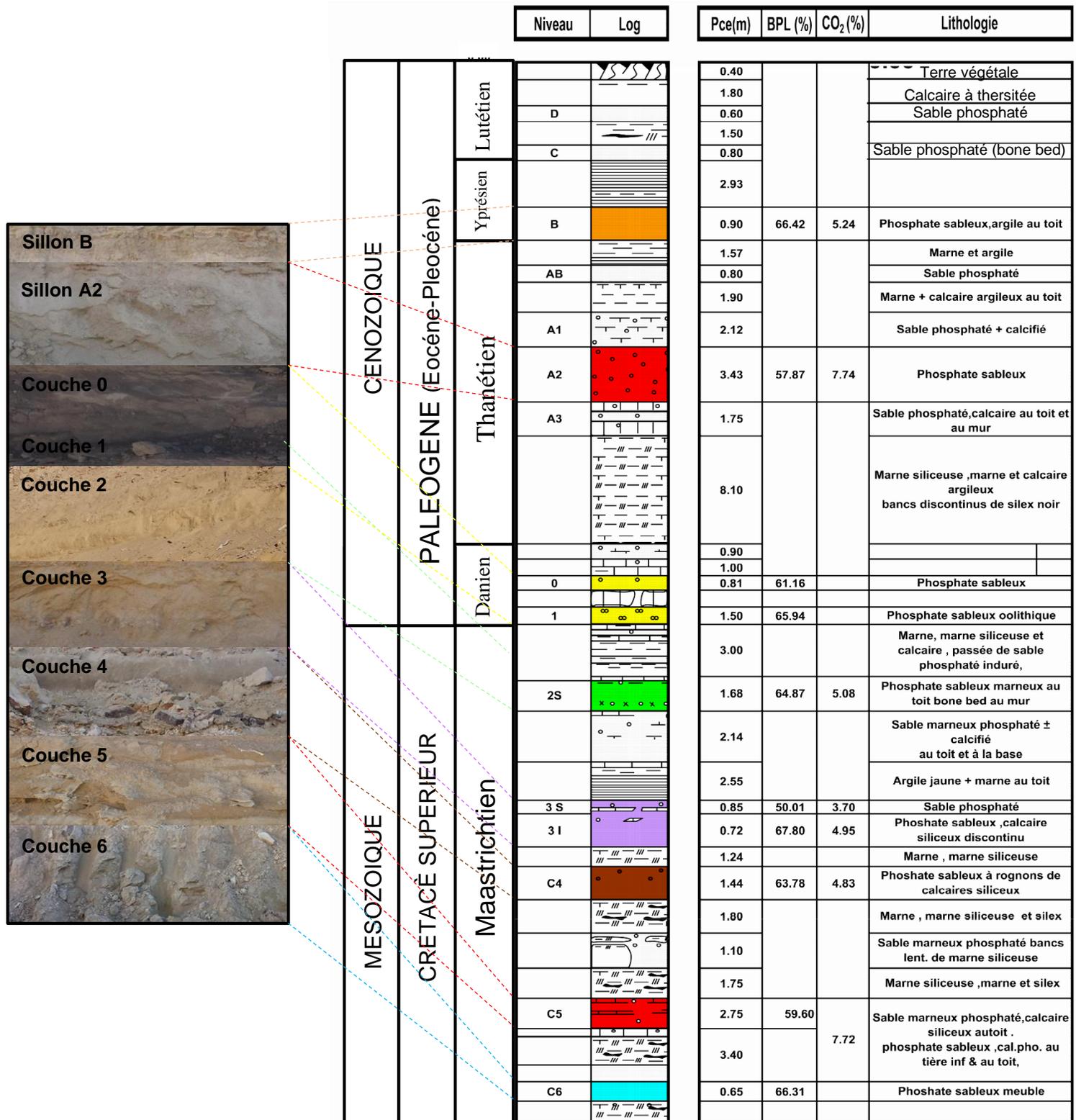


Figure 5 : Log stratigraphique du gisement de Benguerir (document OCP modifié)



A. Description des intercalaires

Dans la zone d'exploitation, nous avons remarqué que les intercalaires sont souvent présentés par des calcaires, argiles et marnes.

Le calcaire : C'est une roche sédimentaire carbonatée avec 50% de calcite CaCO_3 . Il est de faible dureté. Il se présente en association avec les autres roches parfois dans les couches phosphatées mais sans influence.

L'argile : C'est une roche sédimentaire à grain très fin, en proportion de plus en plus de 65% majoritaire dans les associations, il est abondant, fait pâte à l'eau, à couleurs variées jaune, blanche, rouge, rose. C'est un repère de la couche 3 et 4.

La marne : C'est une roche sédimentaire constituée d'un mélange, à proportion plus ou moins égale d'argile et de calcaire. Elle est mélangée au phosphate à une certaine proportion, il est rejeté car elle est considérée comme élément stérile.

Le silex : C'est une roche sédimentaire dont le constituant principal est la silice. Il est dur, de couleur allant du brun au noir.

B. Le découpage chrono-stratigraphique

C'est l'organisation des strates en unités géologiques en fonction de leur âge.

La série phosphatée s'étend du Maastrichtien au Lutétien.

- ✓ Le Maastrichtien : (Couches 6, 5, 4, 3, et 2) Il est constitué par des phosphates marneux et des marnes phosphatées. Il débute localement par du calcaire très fossilifère à bone-bed (lit d'os). Dès le Maastrichtien la phosphatogenèse fait brusquement son apparition et se poursuit jusqu'au Lutétien.



- ✓ Le Danien : (Couche 0/1) Il est constitué par des phosphates grossiers riches en Bon Phosphate of Lime (BPL), il débute par des calcaires phosphatés dépourvus de fossiles et se termine par un autre calcaire à cardita coquandi.
- ✓ Le Thanétien : (Sillon A2) Il est formé par des phosphates moyens à fin vers le sommet et du calcaire phosphaté marneux.
- ✓ L'Yprésien : (Sillon B) Il est de 53 à 46 millions d'année, il débute dans la majorité des cas par un calcaire phosphaté coprolithique, La phosphatogenèse y atteint son apogée. Il est formé d'une succession de niveaux phosphatés intercalés avec des calcaires phosphatés coprolithiques, des argiles et de silex ou marnes siliceuses.
- ✓ Le Lutétien : Il est représenté dans sa partie inférieure par un complexe constitué principalement par de calcaire phosphaté, calcaire marneux, marne phosphatée ou non, marne siliceuse. L'ensemble a subi une calcification de degrés variables et se continue par une puissante dalle carbonatée renfermant de nombreux gastéropodes.

C. Découpage adopté pour l'exploitation

Pour exploiter une zone phosphatée, il faut diviser cette zone en (Figure 6) :

- **Panneau** : un terrain ou une portion du gisement, limité en fonction des facteurs tels que le nombre de couches phosphatées existants, le recouvrement et la qualité du phosphate.
- **Tranché** : une partie ou unité du panneau dont une longueur est la même longueur du panneau et suit une largeur en générale de 40m.
- **Case** : une unité du tranché à une longueur de 100m et une largeur de 40m.

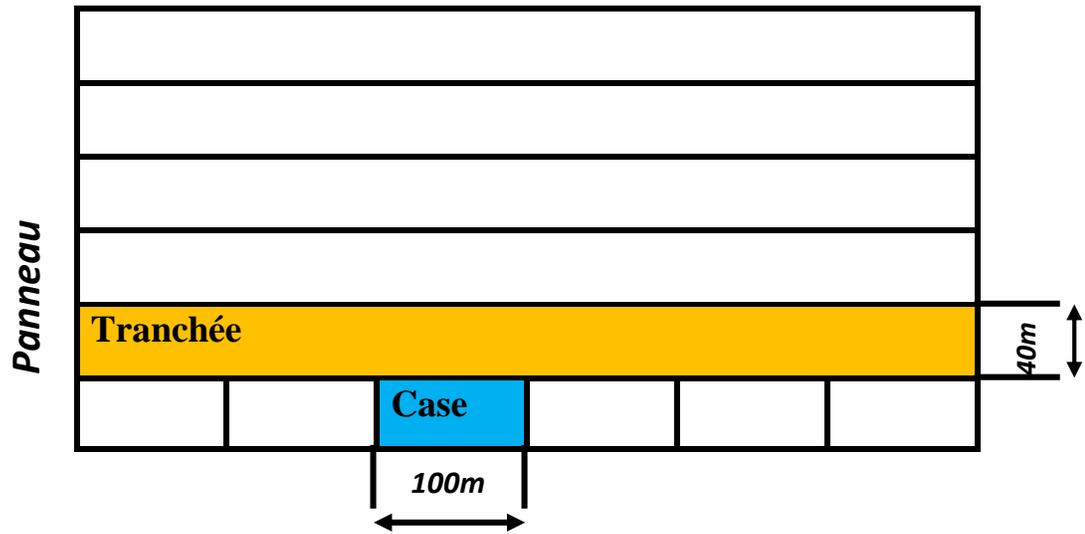


Figure 6 : Schéma de découpage d'une Zone phosphatée



CHAPITRE 4 : LES MÉTHODES D'EXPLOITATION

La méthode d'extraction du phosphate suit une chaîne cinématique bien déterminée, l'exploitant doit veiller à ce que cette chaîne soit cohérente. Cette cohérence garantit le fait que le retard sur une étape donnée ne se répercute pas sur les étapes qui suivent. Dans toutes les mines du groupe OCP, la chaîne cinématique d'extraction possède la même structure et les mêmes principes, et du fait que l'extraction passe par des étapes successives, il faut veiller à optimiser toutes ces étapes afin d'optimiser toute la chaîne. Ces étapes ou stades sont : la foration, le sautage, le décapage, le défruitage et le transport (Figure 7).

- **Stade de Foration**

La foration est l'opération visant à aménager des trous dans le terrain qu'on veut exploiter afin d'y loger les explosifs qui serviront pour sa fragmentation. Cette opération est effectuée en fonçant une tige dans le sol jusqu'à l'atteinte du niveau voulu. La foration peut être soit globale lorsqu'on choisit de sauter une grande puissance traversant plusieurs couches, soit sélective envisagée dans le cas où on veut sauter une couche d'intercalaire bien déterminée. Il existe trois méthodes pour réaliser la foration, le choix de la méthode dépend de l'objectif de foration et de la nature des sols traversés, on distingue entre trois méthodes :

- ✓ **La percussion** : Cette opération se fait en battant une tige métallique contre la roche, elle permet de traverser les terrains durs que ça soit rochers d'origine magmatique ou des sédimentations consolidées. La percussion est faite à l'aide d'un marteau pneumatique, et afin d'éviter le coincement de l'outil on lui donne un léger mouvement de rotation. Ce type de foration est généralement utilisé pour les trous de petits diamètres.



- ✓ **La rotation** : La technique de rotation est essentiellement utilisée pour les terrains sédimentaires éventuellement durs pour les machines à forte puissance, elle permet de désagréger la roche à l'aide de rotation d'un outil appelé tricône sur lequel on exerce une pression appelée pression de fonçage. L'avancement de l'outil s'effectue par abrasion du terrain, sans choc, uniquement par rotation et poussée. Un fluide envoyé sous pression provoque la remontée des « cuttings » et refroidit le tricône.
- ✓ **La roto-percussion** : C'est une combinaison entre les deux méthodes citées auparavant.

Au groupe OCP, on utilise la foration par rotation au niveau de toutes les mines vues que le terrain est caractérisé par des roches sédimentaires, la machine destinée à exécuter l'opération de foration est appelée sondeuse, le groupe possède un parc important de sondeuses de différentes puissances et leurs affectations se fait de façon optimale en fonction de la nature du sol à forer. Ces sondeuses sont soit thermiques soit électriques, le cas échéant elles sont alimentées d'un courant de 5500V.

Les sondeuses qu'on peut trouver sont :

- Electrique : PV-275, 45R, Sandvik
- Thermiques à pneus : T4BH

- **Stade de Sautage**

Le sautage est l'opération qui vient juste après la foration, elle a pour but le remaniement du sol afin de le rendre friable pour un décapage facile, le sautage sépare entre les grains du sol et augmente son indice de vide. On distingue entre deux types de sautage : sautage latéral et sautage séquentiel. Généralement le sautage latéral est utilisé dans les régions où on est proches des riverains et où on souhaite avoir le moins de bruit contrairement au sautage latéral qui a un rendement élevé.



L'explosif utilisé au sein de nos mines est l'Ammonix. Il est composé de 94% de Nitrates d'ammonium et 6% de fuel. Cet explosif se caractérise par une facilité d'emploi et de chargement, et ne nécessite pas de main d'œuvre qualifiée, en plus il assure un bon remplissage des trous ; ce type d'explosifs convient aux roches tendres ou mi-dures à grande puissances plus qu'aux roches dures à faible puissance car il a une faible vitesse de détonation.

- **Stade de Décapage**

Le décapage est l'opération qui consiste à enlever les morts terrains ou intercalaires pour découvrir et récupérer la couche de minerai que l'on veut exploiter. Suivant la configuration de gisement et l'importance du recouvrement auquel on a à faire, il y a plusieurs techniques et engins de décapage. Au sein des mines OCP, le décapage s'effectue par paliers avec des engins différents.

Le mode de décapage se diffère d'une carrière à l'autre en fonction de la nature du terrain et la puissance des couches à décaper, on peut choisir un seul mode ou combiner entre les différents modes, le choix du mode de décapage est effectué après une analyse des différents modes afin de choisir la méthode ayant le maximum de rendement.

Les différents types de décapage qu'on peut trouver aux mines OCP sont :

- Décapage par poussage ;
- Décapage par casement ;
- Décapage par chargement et transport.

- **Stade de Défruitage et de Transport**

Le défruitage est l'opération qui consiste à récupérer le minerai (phosphate) une fois le décapage est terminé. Ce minerai est ensuite chargé, transporté, épierré et criblé puis placé dans une aire de stockage ou transféré directement vers l'usine de traitement.

Aux mines du groupe OCP, on utilise le défruitage par machines mono-godet, pour ce faire il y a trois types d'engins pour le chargement du phosphate, le choix de l'engin de défruitage est une mission importante qui doit être effectuée en toute rigueur afin de minimiser les coûts et optimiser les rendements. Ces machines sont des pelles, des chargeuses ou des draglines. Chacune de ces machines à un rendement dépendant de la nature du terrain et la puissance de la couche phosphatée.

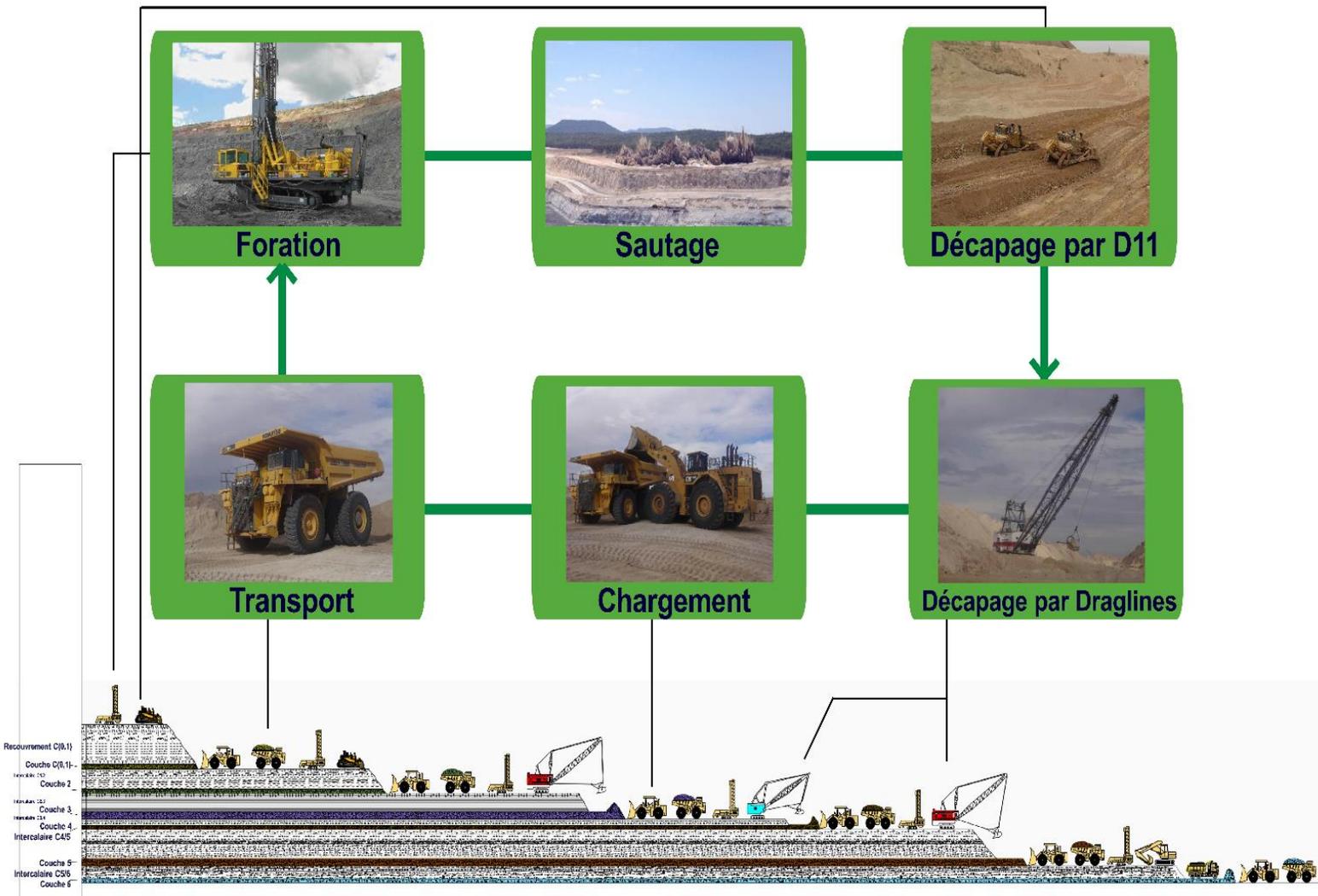


Figure 7 : La chaîne cinématique d'exploitation du phosphate.



CHAPITRE 5 : ÉTUDE DE L'EFFET DE SALISSEMENT SUR LA QUALITÉ DU PHOSPHATE

INTRODUCTION

Dans un contexte de concurrence accrue, le Groupe OCP poursuit la politique de consolidation de ses positions traditionnelles et développe de nouveaux débouchés. Avec une exigence sans cesse réaffirmée : améliorer la qualité de ses produits tout en maintenant un niveau élevé en matière de sécurité et de protection de l'environnement. Dans la mine de Benguérir, cette amélioration est perturbée par le phénomène du salissement qui influence négativement sur les qualités du phosphate du point de vue économique.

Notre mission consiste à étudier l'influence de salissement sur la qualité source du phosphate. Le but de ce sujet est d'avoir minimiser le taux de salissement dans le phosphate pour conserver la qualité source, toute en respectant les conditions et les exigences des clients.

Le plan d'action de cette mission :

- ✓ Etude des causes de salissement du phosphate ;
- ✓ Analyse du taux de salissement du phosphate ;
- ✓ Impact de salissement sur la qualité du phosphate ;
- ✓ Proposer des solutions.



I. LES QUALITÉS DES PHOSPHATES

Le minerai du phosphate extrait de la mine de Benguézir est caractérisé par la diversité de ses qualités définies selon les proportions de leurs éléments constituants (Tableau1) à savoir :

- BPL : Bonne Phosphate of Lime ou Phosphate de chaux des os. C'est le produit "noble" recherché. Sa forme naturelle est le phosphate tricalcique ou l'apatite $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ qui cristallise dans le système hexagonal. Le BPL est obtenu par la formule : $\text{BPL} = \text{P}_2\text{O}_5 \times 2,1853$;
- Cadmium : est un élément chimique de symbole Cd , parmi les métaux lourds dangereux (Toxique) dans les engrais phosphatés ;
- SiO_2 : dioxyde de silicium ;
- MgO : oxyde de magnésium ;
- CO_2 : dioxyde de carbone.

		Caractéristiques chimiques				
Destination	Qualité	BPL	CO_2	MgO	SiO_2	Cd
Safi	PBG : profil Bg	> 57,90	< 7,00	< 1,20	< 13,50	< 11,5
Youssoufia	Export (MT)	> 65,00	5,00 - 6,00	< 0,80	3,00 - 6,00	< 20,00
	Lavé (TBT)	> 55,00	7,00 - 9,00	< 1,40	< 12,50	< 26,00
	Standard Calciné (BT)	58,00 - 60,00	< 8,00	< 1,00	5,00 - 8,00	< 20,00
	AD (MT AD)	> 65,00	-	-	6,00 - 8,50	8,00 - 12,00

Tableau 1 : Charte des qualités des phosphates.

Pendant le cycle de l'exploitation des phosphates, la qualité subit des variations au niveau de ces constitutions. Ces variations sont dû à l'effet du salissement qui est la cause essentielle de la perte de qualité, qu'on peut le diviser en deux terme :



- Salissement par les stériles : ce sont des intercalaires séparant les couches phosphatées qui sont constituées de calcaire, l'argile, les marnes, le silex et un mélange de ces derniers.
- Salissement par contamination c'est-à-dire toute sorte de contamination entre les couches phosphatées.

I. ETUDE DES CAUSES DU SALISSEMENT PENDANT L'EXPLOITATION DU PHOSPHATE

Le salissement du phosphate est la variation de la teneur d'un ou de plusieurs éléments qui le constitue, cette variation est généralement dû au mélange du phosphate avec le stérile, ce dernier est à l'origine de plusieurs facteurs qui dépendent de l'activité pratiquée au cours des étapes d'exploitation. Comme on peut classer ces origines selon chaque étape tel que :

- Salissement à l'étape foration/sautage :

- ✓ Dépassement du toit de la couche :

Lors de l'opération de la foration, l'opérateur recourt à forer des trous dont un diamètre bien déterminé en général de 13 pouces, parfois dans cette opération l'opérateur dépasse le toit de la couche à cause de la non-pertinence des conditions du travail : l'opérateur n'a pas de profil de la tranchée, n'a pas respecté la profondeur de toit de la couche et on peut avoir aussi le problème de vision de la couche qui dépend du moment du travail (jour et nuit). Pour cette raison il faut informer l'équipe de sautage pour prendre en compte de restaurer ces trous par bourrage, sinon pendant le sautage la couche va être soufflée dans le stérile (Figure 8).

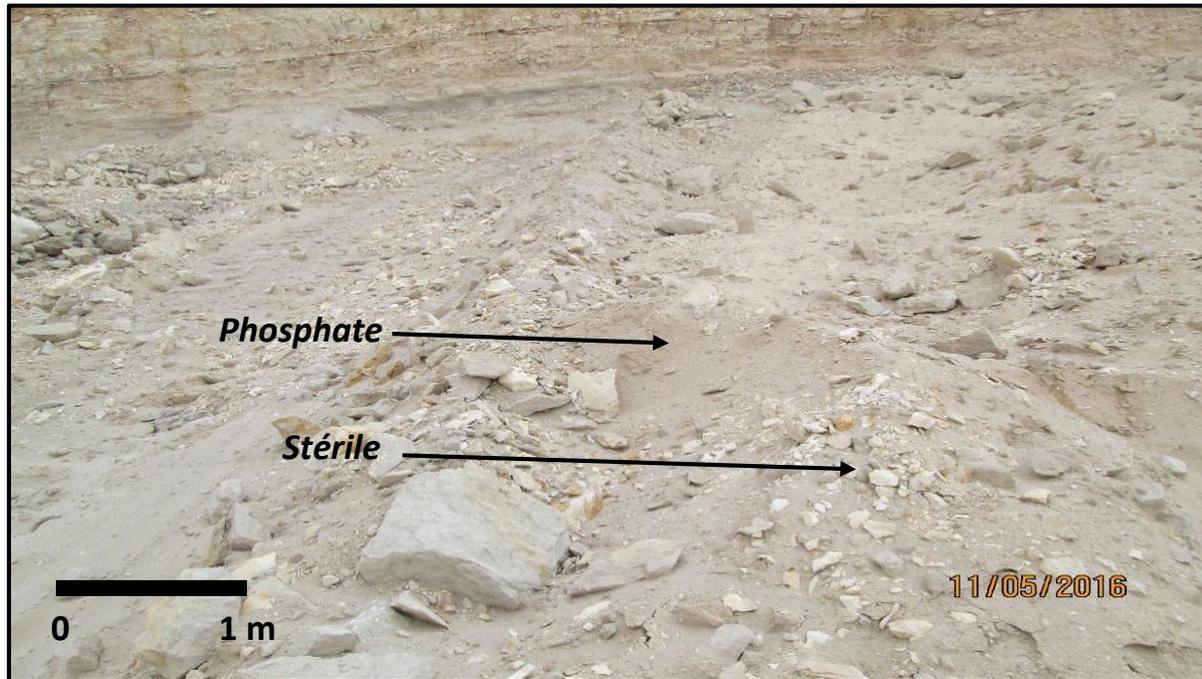


Figure 8 : Soufflement de la couche phosphatée dans le stérile.

✓ Dépassement des couches friables :

Au moment de la foration il faut tenir compte de l'existence des niveaux de stériles dans la série phosphatée qui sont friables (Figure 9). Ces niveaux sont situés juste au-dessus de la couche phosphatée. Il faut tenir compte aussi de ne pas dépasser le toit de ces niveaux qui sont faciles à sautés et à décapés. Dans le cas contraire c'est-à-dire le dépassement du toit de ces niveaux friables, il y'a le risque de colmater la tige de la machine de foration (par les argiles) en premier lieu, et de souffler la couche phosphatée en dernier lieu.

Exemple : dans le cas des argiles situés au-dessus de la couche 3, il ne faut pas forer ces argiles pour ne pas conduire à souffler la couche 3.

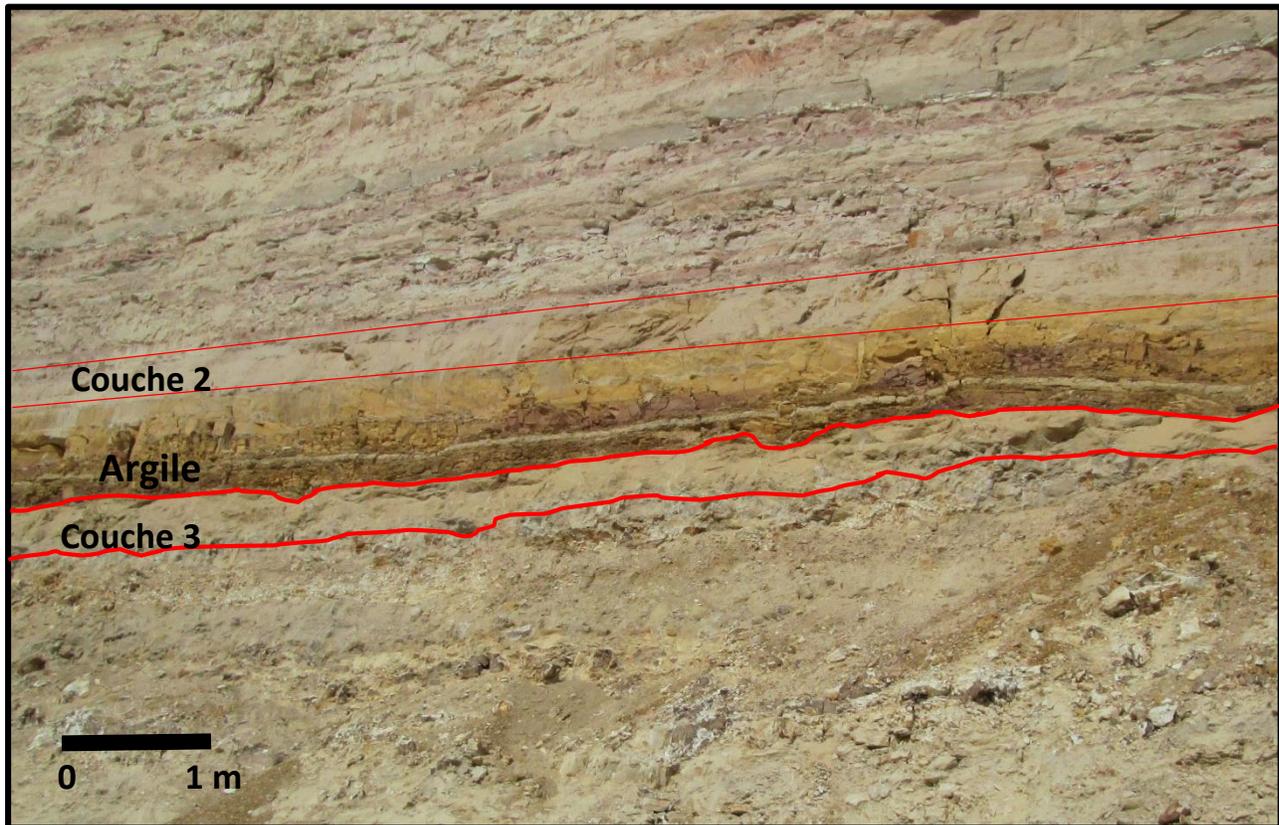


Figure 9 : Couche friable des argiles

- Salissement à l'étape décapage :

- ✓ Absence de limitation côté berme

La berme est un chemin étroit qui permet de délimiter entre la couche phosphatée et le cavalier - stérile jetée sous forme de tas - (Figure 10).

Parfois le manque de la berme à cause de non-respect ou mal compréhension des consignes demandées aux ouvriers conduit au mélange du phosphate avec le stérile (Figure 11).

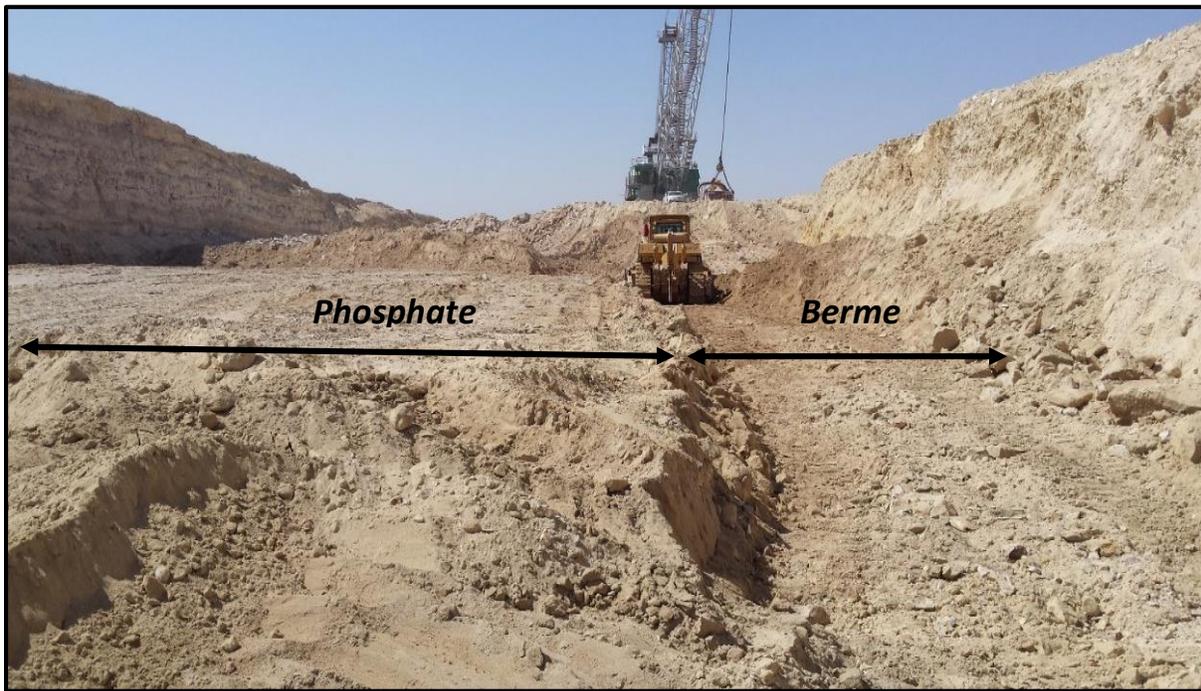


Figure 10 : Limitation entre le phosphate et le stérile par la berme

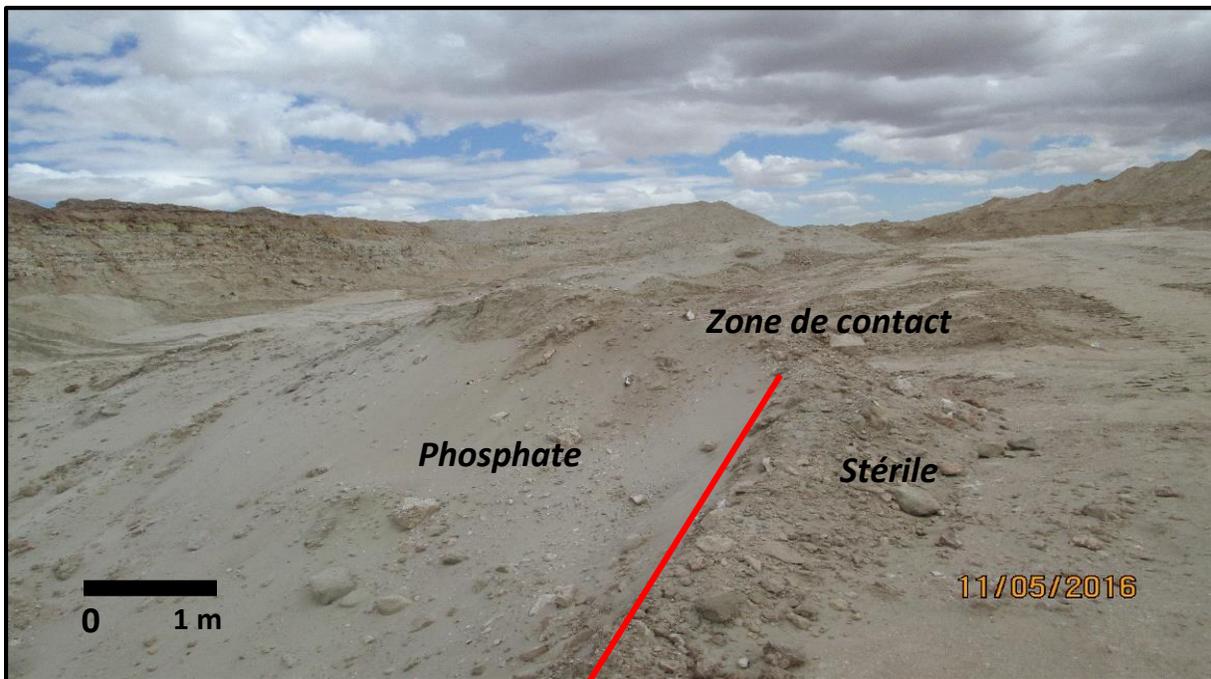


Figure 11 : Effet d'absence de la berme

- ✓ Stérile laissé sur la couche :

Pendant le décapage, le stérile laissé sur la couche est issu d'un mauvais nettoyage effectué par la machine Bulldozer, Cela conduit à un mélange de phosphate avec le stérile et donc le salissement du phosphate (Figure 12).

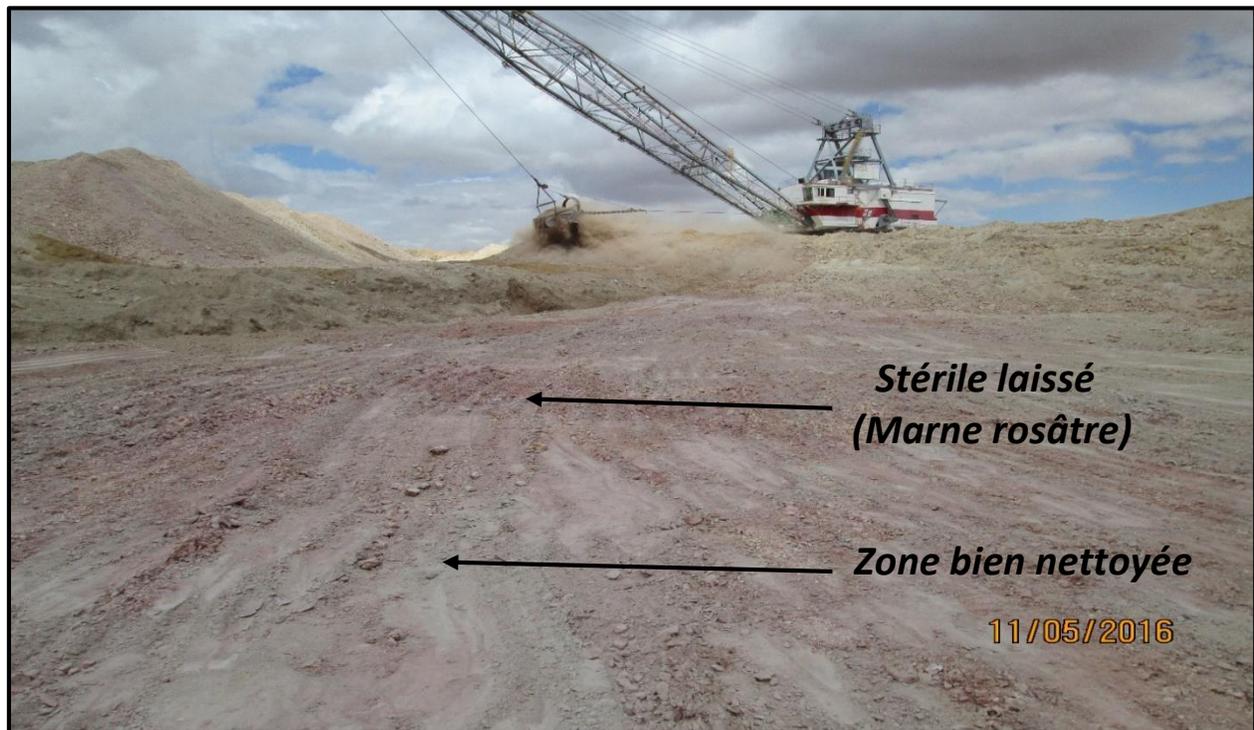


Figure 12 : Mauvais nettoyage de la couche phosphatée.

- ✓ Éboulements issus du parement ou du cavalier :

Un éboulement est une chute de stérile du parement et du cavalier (Figure 13). Cette chute est due au manque de la berme ou à un mauvais dressage du parement. Cela conduit au salissement de la couche phosphatée s'il n'y a pas un bon nettoyage.

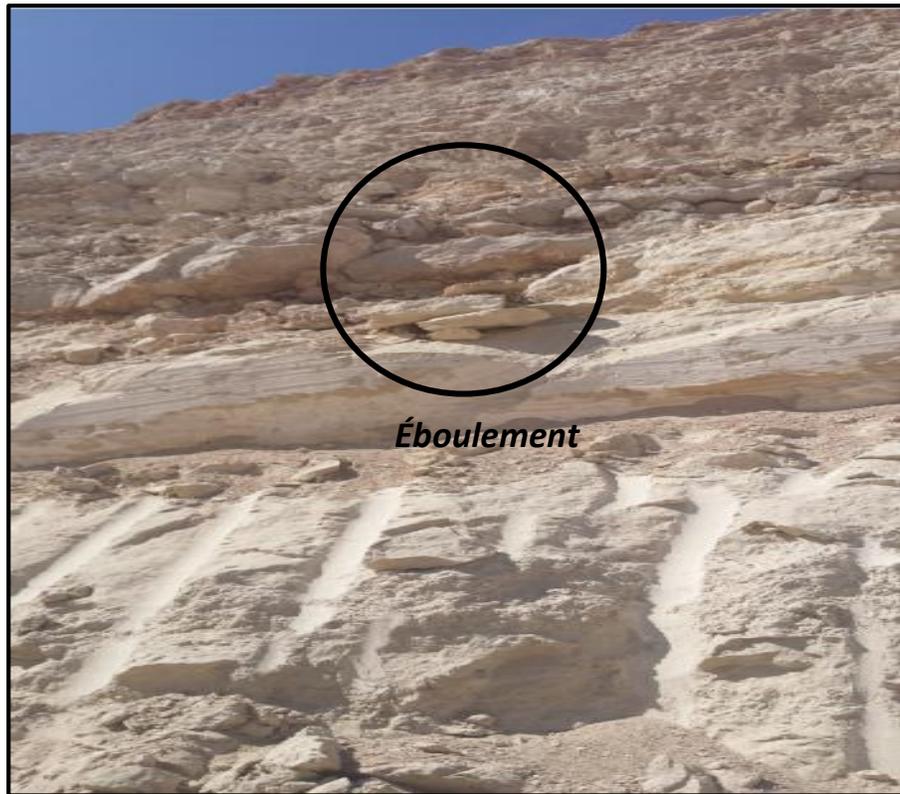


Figure 13 : Chute du stérile du parement sur la couche phosphatée.

- Salissement à l'étape défruitage

- ✓ Dépassement de mur de la couche

Pendant le gerbage de la couche phosphatée, il est risqué de dépasser le mur de cette couche et rentrer dans le toit de la couche situé au-dessous.

Exemple : cas de la couche 2 supérieure et la couche 2 inférieure (Figure 14), il est risqué de dépasser le mur de la couche 2 supérieure et rentrer dans le toit de la couche 2 inférieure s'il y a l'absence de l'intercalaire entre les deux.

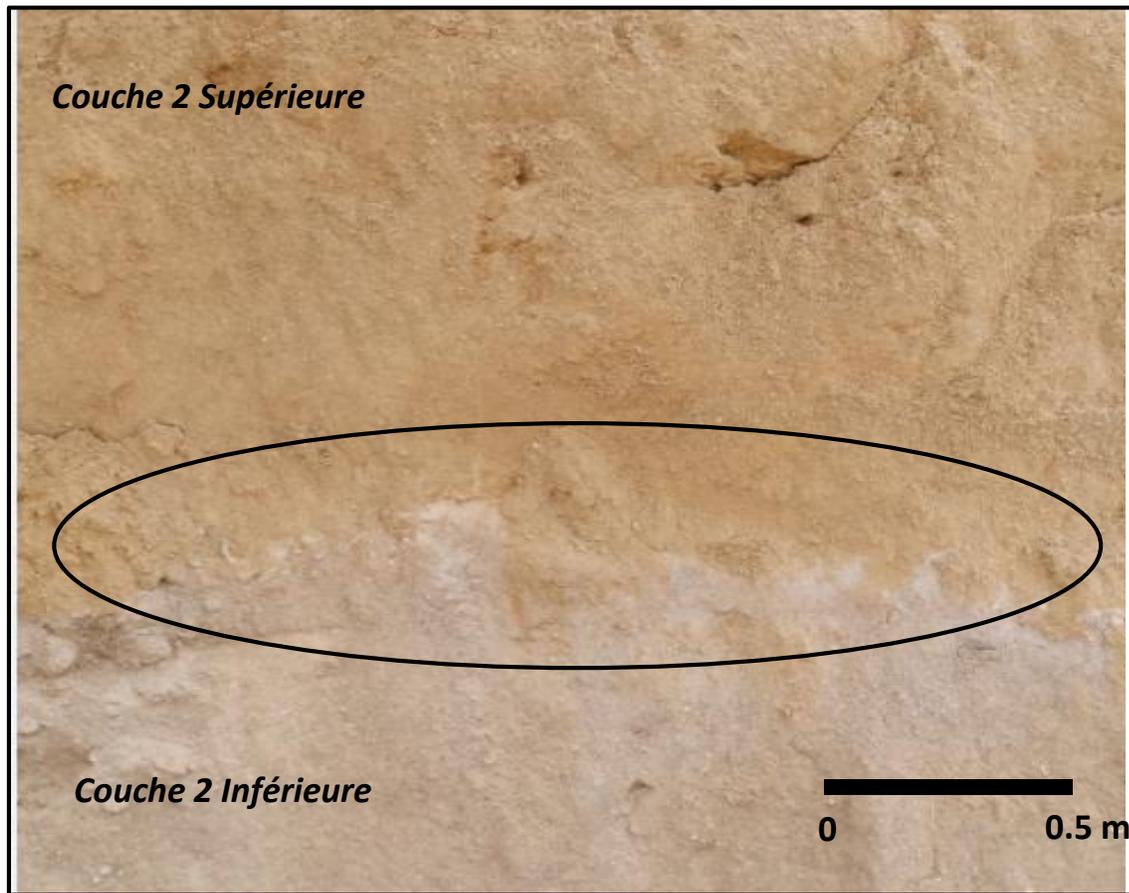


Figure 14 : Absence d'intercalaire entre les niveaux de la couche 2

✓ Déchargement et la circulation des camions

Le déchargement des camions entraîne un colmatage des couches phosphatées sur les parois de la carrosserie des camions, à cause du taux d'humidité du phosphate qui est élevé et par conséquent on aura un mélange entre ces couches.

Il y a aussi la circulation des camions sur la couche qui n'a pas encore gerbé et sur la piste dont on trouve beaucoup de poussières, cela conduit au mélange de stérile avec la couche.



II. ANALYSE DU TAUX DE SALISSEMENT DES ÉLÉMENTS CONSTITUANTS DU PHOSPHATE

D'après la description des origines du stérile dans les couches phosphatées, l'étude de l'effet du salissement sur les teneurs des éléments constitutants tels que BPL, CO₂, SiO₂, MgO, Cd de chaque couche de la série phosphatée, dans le signé/parement et le gerbage/stock nous a conduit aux résultats regroupés dans le tableau 2 ci-dessous, pour le mois janvier 2015 qui nous a permis de calculer le taux de salissement de chaque élément.

- Formule de calcul du taux de salissement pour le BPL par exemple :

$$\text{Taux de salissement} = \text{Teneur BPL (signé/parement)} - \text{Teneur BPL (gerbage/stock)}$$

- Formule de calcul de la moyenne du taux de salissement :

$$\text{MTS} = \sum (\text{TS}_i \times \text{V}_i) / \text{VM}$$

MTS : Moyenne du taux de salissement.

TS : Taux de salissement.

V : Volume.

VM : Volume Moyenne.



Tableau 2 : Taux du salissement du phosphate pour le mois janvier 2015

Panneau	Tranchée	Couche	Cases	Volume	Teneurs saignés/Parment					Teneurs Gerbage/Stock					Taux de salissement (%)				
					BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd
P2	T52	Couche 5 Sup	31_32	6 960	57,68	5,66	2,7	9,61	16	56,81	5,76	2,6	11,96	7	0,87	-0,10	0,10	-2,35	9,00
	T56	Couche 1+0	10_16	26 340	59	5,83	2,43	7,68	8	57,46	5,83	1,91	6,01	11	1,54	0,00	0,52	1,67	-3,00
	T56	Couche 2	9_10	2 760	63,55	4,66	1,21	9,56	8	60,52	4,94	1,35	10,02	10	3,03	-0,28	-0,14	-0,46	-2,00
	T40	Couche 5 sup	40_43	23 880	60,31	5,84	1,82	9,71	14	57,68	5,76	3,5	10,2	10	2,63	0,08	-1,68	-0,49	4,00
	T56	Couche 6	18_30	14080	67,73	4,09	0,74	8,01	4	64,89	4,4	1,53	9,64	4	2,84	-0,31	-0,79	-1,63	0,00
P5	TF5	C2	(-1_5)	16 258	63,15	4,64	0,91	9,59	11	62,71	5,28	0,9	9,66	14	0,44	-0,64	0,01	-0,07	-3,00
	TE2	SA2	8_14	38 220	53,1	8,43	1,1	11,68	11	49,82	8,51	1,07	12,4	13	3,28	-0,08	0,03	-0,72	-2,00
	TE2	C1+0	1_4	15 909	62,27	6,02	1,67	8,05	16	60,08	5,2	1,09	6,82	15	2,19	0,82	0,58	1,23	1,00
	TE1	C4	15	2 031	63,36	5,94	0,58	7,18	16	61,18	5,98	1,75	9,77	13	2,18	-0,04	-1,17	-2,59	3,00
P4	TC10	C5Sup	49_51	6 870	52	6,54	3,34	14,17	19	50,26	6,53	2,13	12,95	22	1,74	0,01	1,21	1,22	-3,00
	Aff P4	C6	_	9 200	62,27	7,68	2,23	5,57	12	61,18	5,47	1,66	8,81	11	1,09	2,21	0,57	-3,24	1,00
P7	TH13	SB	6_9	15 690	57,25	8,23	0,77	7,2	9	56,81	5,87	1,34	11,21	14	0,44	2,36	-0,57	-4,01	-5,00
	TH7_TH13	SA2	17_18	14 770	58,56	6,83	1,77	8,14	19	55,72	5,97	1,68	11	12	2,84	0,86	0,09	-2,86	7,00
P3	TB17	C3g	15_20	24 590	57,68	4,24	0,53	17,07	4	55,06	3,72	0,45	17,26	4	2,62	0,52	0,08	-0,19	0,00
MS P1	TJ2	C3g	9_14	14 832	54,62	4,78	0,98	19,95	5	53,31	5,59	0,62	21,19	4	1,31	-0,81	0,36	-1,24	1,00
	TJ1	C0+1	48	5 522	61,18	7	1,02	5,71	28	58,78	5,62	1,12	8,95	39	2,40	1,38	-0,10	-3,24	-11,00
Moyenne				237 912	58,68	6,17	1,43	10,57	10,97	56,59	5,86	1,50	11,37	11,24	2,09	0,31	-0,07	-0,80	-0,26

A partir de l'étude effectuée pour chaque mois, nous pourrions regrouper les données représentant les moyennes du taux de salissement des éléments constituant pour l'année 2015 dans le tableau 3 ci-dessous, ceci nous permet de tracer les histogrammes montrant l'évolution des teneurs des éléments pendant une année.

Tableau 3 : Taux de salissement 2015

	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd
Janvier	2,09	0,31	-0,07	-0,80	-0,26
Février	1,33	-0,43	-0,24	-2,17	-1,75
Mars	1,52	-0,40	-0,21	-0,82	-1,94
Avril	1,52	0,38	-0,31	-1,90	-1,69
Mai	1,51	-0,29	-0,40	-0,78	-1,95
Juin	1,21	-0,71	-0,28	-1,27	-2,20
Juillet	1,51	-0,29	-0,28	-0,97	-1,95
Août	1,68	-0,64	-0,22	-1,69	-1,96
Septembre	1,46	-0,86	-0,22	-0,91	-1,52
Octobre	1,83	-1,05	-0,15	-1,80	-1,50
Novembre	2,29	-0,78	-0,16	-1,61	-1,68
Décembre	1,67	-0,02	-0,45	-0,91	-1,65

✓ **Pour le BPL**

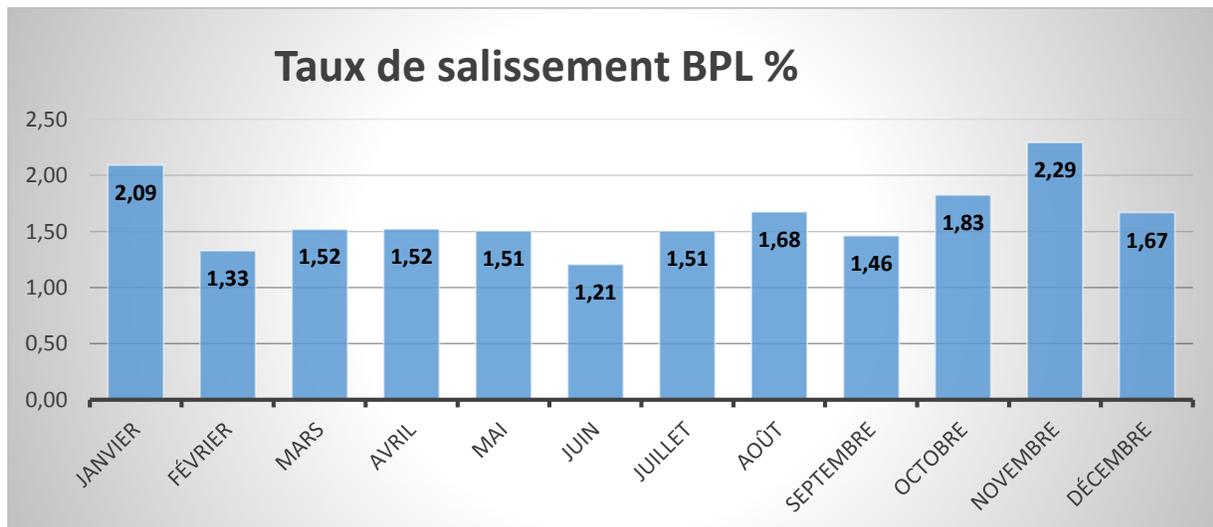


Figure 15 : Histogramme du taux de salissement BPL %



L'histogramme du taux de salissement montre un état d'évolution très marqué pendant le mois Janvier et le mois Novembre, alors que pendant les autres mois il présente généralement un état quasiment constant (Figure 15).

La diminution de la teneur de BPL dans le phosphate est toujours accentuée, cette diminution est due à l'effet de mélange des stériles avec le phosphate vu que ce dernier est le seul qui contient le BPL.

✓ **Pour le CO₂**

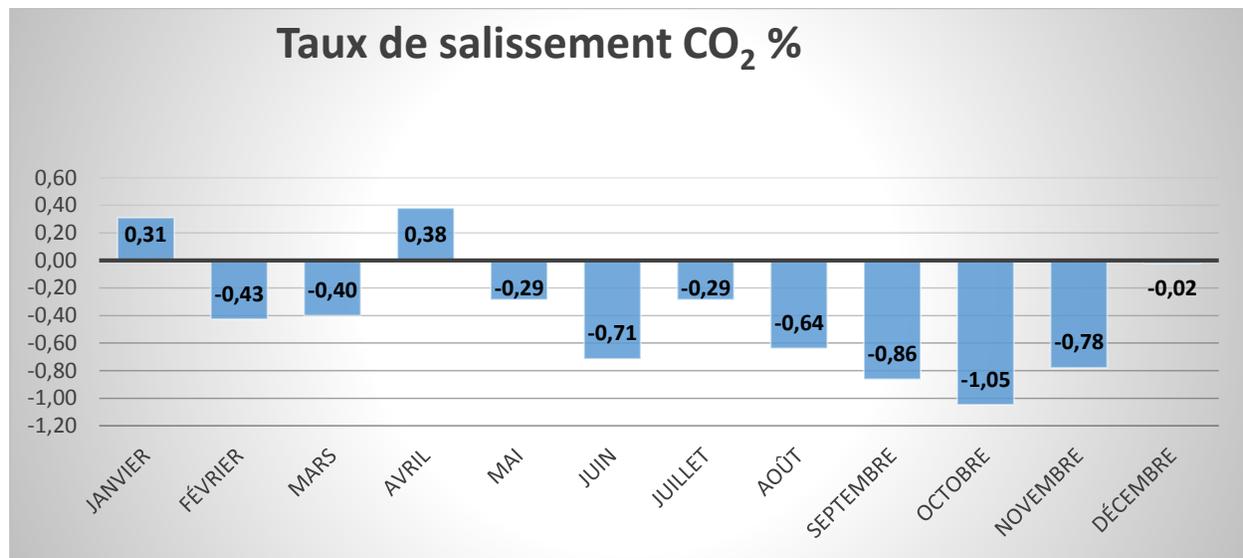


Figure 16 : Histogramme du taux de salissement CO₂ %

L'histogramme du taux de salissement de CO₂% montre généralement une augmentation qui varie entre -0,02 % et -1,05 %, sauf au mois Janvier et le mois Avril dont on a une faible diminution (Figure 16).

✓ Pour le MgO

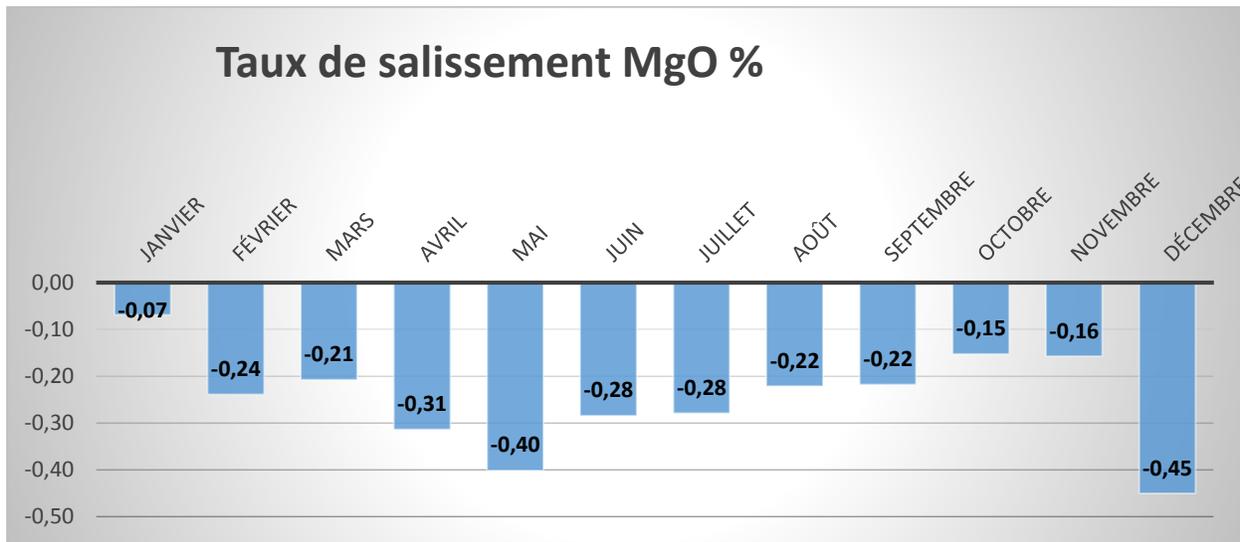


Figure 17 : Histogramme du taux de salissement MgO %

L’histogramme du taux de salissement MgO% montre une évolution le long de l’année avec une augmentation brusque pendant le mois Mai (-0,40%) et le moi Décembre (-0,45%), alors que dans les autres mois elle varie entre -0.07% et -0.31% (Figure17). Augmentation de la teneur de MgO est due au mélange des couches phosphatées avec le stérile (marnes jaunes).

✓ Pour le SiO₂

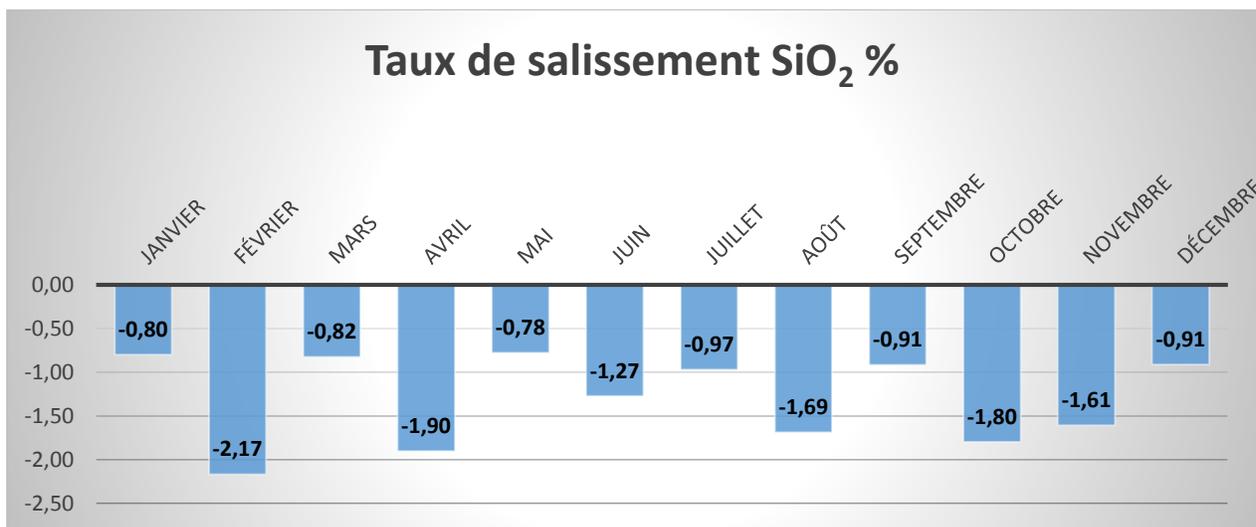


Figure 18 : Histogramme du taux de salissement SiO₂ %



L'histogramme du taux de salissement SiO_2 % montre une évolution irrégulière, avec des valeurs variables entre -0,78% et -1,90% (Figure 18), cette irrégularité est due à la position de la couche phosphatée par rapport à son niveau repère qui est souvent des argiles riches en silice présentés sous forme de rognons de silex ou rarement sous forme de couches.

L'augmentation de la teneur de SiO_2 dans le phosphate due au mélange de ce dernier avec ces argiles.

✓ **Pour le Cd**

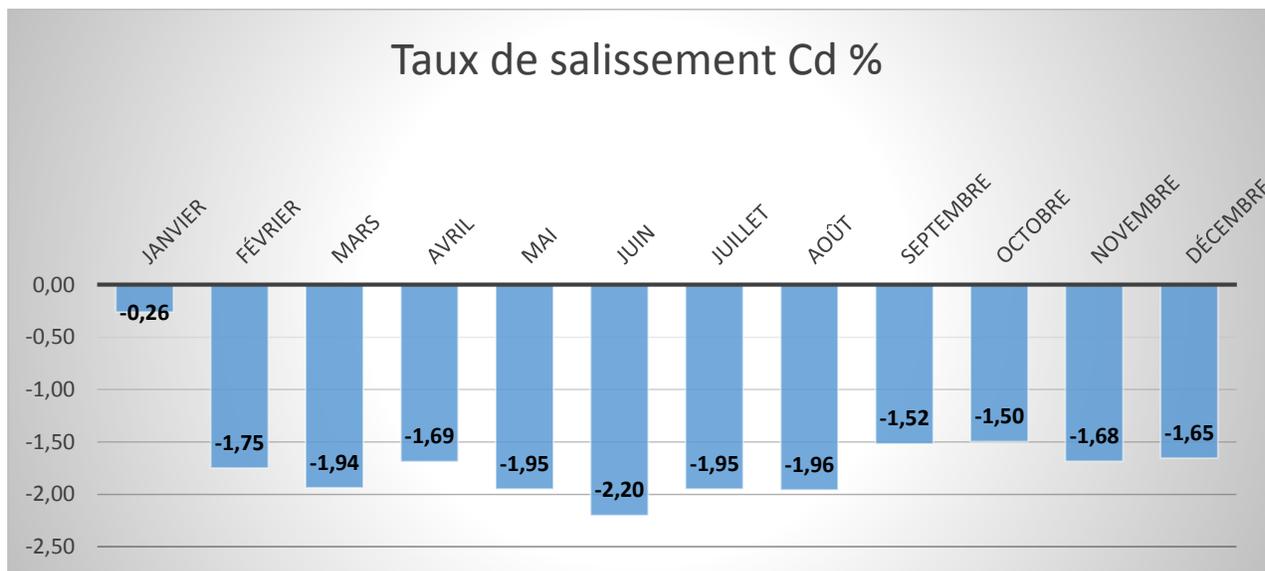


Figure 19 : Histogramme du taux de salissement Cd %

L'histogramme du taux de salissement Cd % montre généralement une augmentation importante (sauf le mois Janvier) par rapport aux autres éléments varie entre -1,50% et -2,20% (Figure 19). Cette augmentation est due au mélange du phosphate avec des niveaux repères calcifiées.



III. L'IMPACT DU SALISSEMENT SUR LES QUALITÉS DU PHOSPHATE

Comme c'est déjà indiqué dans la charte des qualités (Tableau 1) chaque qualité du phosphate est caractérisée par des teneurs bien précises des éléments constitutants, alors la variation de ces teneurs par le phénomène du salissement, influence sur la qualité du phosphate extrait, et donc sur sa valeur économique.

Le tableau 4 montre une étude effectuée pour étudier l'impact de salissement sur la qualité du phosphate en utilisant deux méthodes d'exploitation : méthode sélective et méthode globale, sachant que cette dernière augmente le taux du salissement par rapport à la méthode sélective.

Par exemple, lorsqu'on fait une extraction globale du phosphate de la couche 1 avec la dalle 0/1 on obtient le produit type Safi, alors que lorsqu'on sélectionne juste la couche phosphatée et on élimine la dalle on obtient le produit type Export qui a une valeur économique plus importante que celle du produit Safi.

Tableau 4 : Effet du type des méthodes d'exploitation sur la qualité du phosphate

Tranchée	Méthode d'exploitation	couche	Pce	BPL puit	BPL	CO ₂	MgO	SiO ₂	Cd	Qualité
TC10	selective	D C5S/C5I	0,3		42,17	8,62	3,3	7,03	24	
		C5 inf	0,5	64,75	62,92	4,71	2,3	7,79	12	Safi
	global	C5 inf + une partie de la dalle		55,13	7,22	3,10	7,32	20	Lavé	
TB15	selective	Dalle 0/1	0,20 à 0,50							
		C1	0,9		64,45	5,83	1,05	7,76	11	Export
	global	gerbage (C1 + dalle)		56,59	6,1	1,77	1,77	10	Safi	



IV. CONCLUSION ET RECOMENDATIONS

Pendant la période de stage, le travail que nous ayons effectué au Groupe OCP Benguézir nous a permis de se familiariser avec le domaine professionnel, ainsi de voir de près toutes les activités du service de défruitage et transport.

Notre objectif dans ce stage est l'étude de l'effet de salissement sur la qualité du phosphate pendant le cycle d'exploitation.

Dans le cadre de la démarche qualité et pour répondre aux exigences des clients, pour minimiser le taux de salissement du phosphate, on propose quelques solutions :

- Sensibilisation des conducteurs sur la nécessité de respecter les standards de gerbage.
- Des leçons ponctuelles pour les sondeurs sur les niveaux repères de chaque niveau et control journalier de la foration.
- Affichage des coupes moyennes par panneaux dans les sondeuses pour Identifier les niveaux repère.
- Foration du trou d'essai.
- Le conducteur de bulle ou de la dragline doit respecter la puissance à décaper précisée par le prospecteur.
- Respect du dressage côté parement et la limitation de la couche côté berme.
- Nettoyage de niveau de la couche pour ne pas contaminer le phosphate par le stérile décapé.



Bibliographie

A. BOUJO. (1972)-Contribution à l'étude géologique du gisement de phosphate des Gantour (Maroc occidental) : en thèse de doctorat en sciences naturelles.

A.Boujo. (1976). Contribution à l'étude géologique du gisement de phosphate créacé-éocène des Ganntour (Maroc occidental) ". Notes & M. Serv. Géol., Maroc, n° 43

E.JOURANI. (1994)-Caractère généraux des bassins des Gantour : synthèse bibliographique, (Rapport N° 391).

Kazakov, (1950). A.V. L'équilibre du système fluoapatite dans les conditions de formation des roches sédimentaires. Trav. Inst. Geol. Akad Nauk, URSS, n°114, sér. Géologie, n°40,pp. 1-21.

Webographie

<http://www.hevs.ch/fr/rad-instituts/institut-technologies-duvivant/projets/recuperation-bioelectrique-de-phosphate-5007>

<https://www.monde-diplomatique.fr/1962/06/A/24781>

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Phosphate>

« Le site de Benguéir » [archive], sur OCPgroup.ma Consulté le mois de Mai 2016



ANNEXE

Tableaux : Taux du salissement du phosphate pour chaque mois

					FEVIER 2015																			
					Teneurs saignés/Parment					Teneurs Gerbage/Stock					Taux de salissement (%)									
Panneau	Tranchée	Couche	Cases	Volume	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd					
P1	T65	C5	60_55	45 196	50,47	9,36	1,44	7,4	14,0	50,26	9,73	1,94	12,18	17	0,21	-0,37	-0,50	-4,78	-3,00					
P2	T52	C2	32-26	20 581	62,1	5,02	0,77	11,2	8	60,74	5,36	0,84	12,98	10	1,36	-0,34	-0,07	-2,00	-2,00					
P3	B15	C2	12_7	25 440	63,8	4,42	0,58	10	14	63,15	4,78	0,88	10,75	16	0,65	-0,36	-0,30	-2,00	-2,00					
	B16	C3G	15_21	32 720	59,65	4,51	0,77	12,61	9	56,81	4,9	1,23	17,94	8	2,84	-0,39	-0,46	1,00	1,00					
	A13	C3G	20_22	15 700	59,65	4,8	1,23	12,61	8	56,93	4,94	0,95	18,25	9	2,72	-0,14	0,28	-1,00	-1,00					
P4	TC9	C6	61_52	22 344	65,55	4,52	0,69	7,86	6	64,89	4,66	0,5	8,29	7	0,66	-0,14	0,19	-1,00	-1,00					
P5	Sortie F5	C0/1	1,-2	11 027	62,71	4,78	1,26	5,33	11	61,62	6,59	1,42	4,7	15	1,09	-1,81	-0,16	-4,00	-4,00					
	BC5	C1	6_8	10 416	64,33	4,93	0,91	6,05	11	63,58	5,43	1,07	7,78	15	0,75	-0,50	-0,16	-4,00	-4,00					
MSP1	BC1/j	C5 Sup	31_29	8 238	61,83	5,14	0,85	11,65	9	58,12	5,83	1,37	15,39	11	3,71	-0,69	-0,52	-2,00	-2,00					
Moyenne				191 662	59,51	5,79	0,97	9,51	10,53	58,18	6,21	1,21	12,57	12,28	1,33	-0,43	-0,24	-2,17	-1,75					



MARS 2015

Panneau	Tranchée	Couche	Cases	Volume	Teneurs saignés/Parment					Teneurs Gerbage/Stock					Taux de salissement (%)				
					BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd
P1	T65	C5	49_59	47 120	52,44	6,1	2,62	13,92	18,0	50,25	7,33	2,77	13,65	19	2,19	-1,23	-0,15	0,27	-1,00
P2	T52	C4	10_20	46 080	61,61	5,89	0,86	13,07	6	60,09	4,98	1,24	13,04	11	1,52	0,91	-0,38	0,03	-5,00
P3	B13	C4	4_6	5 886	61,4	4,93	0,85	11,83	8	60,31	4,18	0,8	17,32	8	1,09	0,75	0,05	-5,49	0,00
	B16	C3G	15_21	15 532	55,5	4,87	0,5	17,59	5	53,75	4,26	0,5	23,44	6	1,75	0,61	0,00	-5,85	-1,00
P4	TC10	C1	49_55	21 440	64,64	5,41	1,16	5,58	9	64,24	5,96	1,41	4,35	14	0,40	-0,55	-0,25	1,23	-5,00
		C2	47_49	7 350	60,74	4,96	0,74	12,98	8	57,9	5,79	0,67	16,14	10	2,84	-0,83	0,07	-3,16	-2,00
P5	TK16	C6	1_5	21 930	61,83	5,92	1,09	7,88	17	59,87	5,62	1,21	12,35	17	1,96	0,30	-0,12	-4,47	0,00
	TF5	C0+1	19_22	38 811	62,36	5,11	1,13	6,59	19	61,62	6,59	1,42	4,7	19	0,74	-1,48	-0,29	1,89	0,00
MS P1	BC1/j	C5 Sup	29_23	11 643	62,06	5,45	1,045	10,10	9	61,53	5	1,15	13,52	10	0,52	0,45	-0,11	-3,43	-1,00
		C5 Inf	29_30	3 842	65,33	4,82	1,34	6,48	10	63,14	5,14	2	8,14	12,00	2,19	-0,32	-0,66	-1,66	-2,00
Moyenne				224 147	59,50	5,62	1,34	10,87	12,63	57,98	6,02	1,55	11,70	14,57	1,52	-0,40	-0,21	-0,82	-1,94

AVRIL 2015

Panneau	Tranchée	Couche	Cases	Volume	Teneurs saignés/Parment					Teneurs Gerbage/Stock					Taux de salissement (%)				
					BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd
P1	T65	C5	51-58	58 850	50,47	9,36	1,94	7,40	14,00	50,03	7,17	2,78	12,77	14,00	0,44	2,19	-0,84	-5,37	0,00
P3	B13	C4	2 à 6	9 270	69,29	3,97	0,91	4,45	7,00	68,39	4,79	0,91	6,12	9,00	0,90	-0,82	0,00	-1,67	-2,00
	B16	C4	13 - 21	17 013	64,89	5,31	0,75	10,20	5,00	62,49	4,79	0,84	11,02	7,00	2,40	0,52	-0,09	-0,82	-2,00
P4	TC10	C2	50-57	26 920	60,52	5,12	0,77	14,66	15,00	58,12	4,75	0,77	15,98	18,00	2,40	0,37	0,00	-1,32	-3,00
	TK16	C5	5--8	18 390	58,12	5,80	1,39	11,52	13,00	56,59	6,07	2,21	10,97	15,00	1,53	-0,27	-0,82	0,55	-2,00
	AFF P4 EST	C6	_	18 510	67,08	4,09	0,73	6,85	12,00	64,24	5,09	0,84	8,60	14,00	2,84	-1,00	-0,11	-1,75	-2,00
P5	E1	SA2	11_13	26 920	45,23	12,42	1,88	12,78	17,00	45,23	12,42	1,88	12,78	19,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-2,00
		C0	1_11	18 390	63,36	5,14	1,36	6,80	11,00	61,40	5,48	1,62	9,01	14,00	1,96	-0,34	-0,26	-2,21	-3,00
MS P1	F5	SA2	25,00	18 510	58,12	6,04	1,41	13,79	15,00	56,15	6,88	1,66	13,87	17,00	1,97	-0,84	-0,25	-0,08	-2,00
	TJ1	15_8	20 224	59,87	5,58	1,74	11,92	7,00	58,12	5,14	1,27	15,33	10,00	1,75	0,44	0,47	-3,41	-3,00	
MS P1	BC1/J	30_34	12 053	66,86	5,21	0,60	8,83	10,00	63,15	6,11	1,33	4,85	10,00	3,71	-0,90	-0,73	3,98	0,00	
		Moyenne	245 050	57,67	7,00	1,38	10,02	12,40	56,15	6,62	1,70	11,92	14,09	1,52	0,38	-0,31	-1,90	-1,69	



MAI 2015

Panneau	Tranchée	Couche	Cases	Volume	Teneurs saignés/Parment					Teneurs Gerbage/Stock					Taux de salissement (%)				
					BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd
P1	T65	C5	49_51	29 880	52,22	7,56	1,76	14,76	10,0	50,26	8,6	2,77	15,58	14	1,96	-1,04	-1,01	-0,82	-4,00
	T65	C6	_	13 758	64,23	4,98	0,71	10,65	6,0	63,15	5,56	0,92	9,3	12	1,08	-0,58	-0,21	1,35	-6,00
P2	T52	C3g	25_28 et 10_11	27 020	54,84	4,96	1,02	18,9	8	53,97	4,56	1,22	20,3	4	0,87	0,40	-0,20	-1,40	4,00
P4	TK19	C6	_	10 501	61,4	6,9	0,93	7,6	11	61,39	5,78	1,26	9,45	12	0,01	1,12	-0,33	-1,85	-1,00
P5	TE1	C0+1	13_18	45 270	63,15	6,31	1,14	6,24	8	62,71	6,81	1,62	6,64	11	0,44	-0,50	-0,48	-0,40	-3,00
	TF5	C1	11_13	12 239	62,27	6,75	0,98	7	9	60,31	8,24	1,23	8,17	13	1,96	-1,49	-0,25	-1,17	-4,00
P7	H12	SA2	22	9 497	58,78	9,22	0,69	8,18	11	56,15	5,21	0,95	8,52	12	2,63	4,01	-0,26	-0,34	-1,00
MS	BCI	SA2	52_55	49 209	58,12	6,04	1,41	13,79	15	56,15	6,88	1,66	13,87	17	1,97	-0,84	-0,25	-0,08	-2,00
	Tj1	C5 Sup	4_8	13 004	60,74	6,58	1,9	7,42	11	56,59	6,53	2,12	12,09	12,00	4,15	0,05	-0,22	-4,67	-1,00
Moyenne				210 378	58,94	6,37	1,25	11,40	10,32	57,43	6,65	1,66	12,18	12,27	1,51	-0,29	-0,40	-0,78	-1,95

JUIN 2015

Panneau	Tranchée	Couche	Cases	Volume	Teneurs saignés/Parment					Teneurs Gerbage/Stock					Taux de salissement (%)				
					BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd
P3	B13	C3G	9 - 12	20 427	56,39	4,32	0,76	18,73	4,00	54,89	4,26	0,66	23,19	5,00	1,50	0,06	0,10	-4,46	-1,00
	B17	C0+1	13 - 21	54 019	72,54	5,45	0,40	2,13	7,00	71,23	4,57	0,77	2,52	9	1,31	0,88	-0,37	-0,39	-2,00
P7	H7	SB	20	2 400	61,4	4,77	0,61	6	4	60,08	5,76	0,61	7,62	6	1,32	-0,99	0,00	-1,62	-2,00
	H12	SA1+SA2	15 16	20 000	48,46	4,682	0,664	10,92	12	47,85	10,46	1,14	11,28	16	0,61	-5,78	-0,48	-0,36	-4,00
Moyenne				96 846	63,88	5,04	0,54	7,54	7,33	62,68	5,75	0,82	8,81	9,53	1,21	-0,71	-0,28	-1,27	-2,20



JUILLET 2015

Panneau	Tranchée	Couche	Cases	Volume	Teneurs saignés/Parment					Teneurs Gerbage/Stock					Taux de salissement (%)				
					BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd
P1	T65	C5	49_51	29 880	52,22	7,56	1,76	14,76	10,0	50,26	8,6	2,77	15,58	14	1,96	-1,04	-1,01	-0,82	-4,00
	T65	C6	_	13 758	64,23	4,98	0,71	9,3	6,0	63,15	5,56	0,92	10,65	12	1,08	-0,58	-0,21	-1,35	-6,00
P2	T52	C3g	5_28 et 10_1	27 020	54,84	4,96	1,02	18,9	8	53,97	4,56	1,02	20,3	4	0,87	0,40	0,00	-1,40	4,00
P4	TK19	C6	_	10 501	61,4	6,9	0,93	7,32	11	61,39	5,78	1,26	9,47	12	0,01	1,12	-0,33	-2,15	-1,00
P5	TE1	C0+1	13_18	45 270	63,15	6,31	1,14	6,24	8	62,71	6,81	1,22	6,64	11	0,44	-0,50	-0,08	-0,40	-3,00
	TF5	C1	11_13	12 239	62,27	6,75	0,98	7	9	60,31	8,24	1,13	8,18	13	1,96	-1,49	-0,15	-1,18	-4,00
P7	H12	SA2	22	9 497	58,78	9,22	0,69	8,16	11	56,15	5,21	0,85	8,52	12	2,63	4,01	-0,16	-0,36	-1,00
	BCI	SA2	52_55	49 209	58,12	6,04	1,41	13,79	15	56,15	6,88	1,66	13,87	17	1,97	-0,84	-0,25	-0,08	-2,00
	Tj1	C5 Sup	4_8	13 004	60,74	6,58	1,9	7,42	11	56,59	6,53	2,12	12,09	12,00	4,15	0,05	-0,22	-4,67	-1,00
Moyenne				210 378	58,94	6,37	1,25	11,30	10,32	57,43	6,65	1,53	12,27	12,27	1,51	-0,29	-0,28	-0,97	-1,95

AOÛT 2015

Panneau	Tranchée	Couche	Cases	Volume	Teneurs saignés/Parment					Teneurs Gerbage/Stock					Taux de salissement (%)				
					BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd
P1	T65	C5	49_60	70 430	53,09	6,26	2,32	11,37	23,0	48,21	6,45	2,89	13,66	26	4,88	-0,19	-0,57	-2,29	-3,00
P2	T40	C3G	42_43	7 023	55,06	3,96	0,96	20,43	4,0	54,84	4,1	0,87	20,76	4	0,22	-0,14	0,09	-0,33	0,00
	T52	C5G	25_28	25 400	62,27	5,07	1,43	8,18	4	61,62	5,77	1,57	9,59	7	0,65	-0,70	-0,14	-1,41	-3,00
P3	TB17	C2	21_15	36 651	66,21	4,94	0,44	6,43	8	65,55	5,77	0,73	9,42	12	0,66	-0,83	-0,29	-2,99	-4,00
P4	TC10	C3G	48_58	65 471	59,21	3,96	1,02	17,09	7	58,56	4,45	0,91	17,46	7	0,65	-0,49	0,11	-0,37	0,00
	TK19	C6	_	26 030	63,58	4,54	1,26	7,68	14	62,49	5,43	1,33	8,54	14	1,09	-0,89	-0,07	-0,86	0,00
P7	H11	SB	22	17 530	60,52	5,56	0,63	6,32	5	59,87	7,06	0,62	8,32	4	0,65	-1,50	0,01	-2,00	1,00
MS	BC1/2	C5S	30_34	9 634	60,52	4,79	1,28	8,92	8	60,09	6,26	1,99	11,48	7	0,43	-1,47	-0,71	-2,56	1,00
	Tj1	C5 Inf	6_14	32 489	62,80	5,12	0,71	7,72	5	62,35	5,95	1	10,03	10	0,45	-0,83	-0,29	-2,31	-5,00
Moyenne				290 658	59,69	5,04	1,27	10,85	10,98	58,02	5,68	1,49	12,54	12,94	1,68	-0,64	-0,22	-1,69	-1,96

SEPTEMBRE 2015

Panneau	Tranchée	Couche	Cases	Volume	Teneurs saignés/Parmet					Teneurs Gerbage/Stock					Taux de salissement (%)				
					BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd
P1	T65	C6	51_62	40 630	67,51	4,3	0,54	7,43	4,0	66,2	4,38	0,66	8,38	6	1,31	-0,08	-0,12	-0,95	-2,00
P2	T52	C5	27--31	16 020	58,33	5,41	2,05	11,12	9	57,47	5,87	2,25	10	14	0,86	-0,46	-0,20	1,12	-5,00
P3	B15	C4	9 - 12	10 590	62,93	4,17	0,72	13,34	4	59,21	4,33	0,84	15	5	3,72	-0,16	-0,12	-1,66	-1,00
	B17	C2	18 - 19	10 030	65,02	5,34	0,78	7,68	22	64,46	5,27	1,31	9,2	22	0,56	0,07	-0,53	-1,52	0,00
P4	TC10	C3G	58	1 420	56,59	4,12	0,86	17,35	6	54,84	3,96	0,87	20,76	6	1,75	0,16	-0,01	-3,41	0,00
	Aff P4 ouest	C5	_	4 120	56,81	5,54	1,35	15,2	13	55,72	6,59	1,77	18,56	16	1,09	-1,05	-0,42	-3,36	-3,00
	Aff P4 Est	C3G	_	17 790	55,94	3,8	0,55	19,23	4	54,63	5,29	0,99	21,03	6	1,31	-1,49	-0,44	-1,80	-2,00
P5	TF5	C2	18_22	27 020	67,73	4,07	0,66	8,4	13	66,2	4,89	0,96	8,39	13	1,53	-0,82	-0,30	0,01	0,00
	TE1	C3g	1_4	12 687	54,62	4,32	0,59	24,35	5	53,31	6,45	0,49	25,55	6	1,31	-2,13	0,10	-1,20	-1,00
MS	Tj1	C5inf	1-6	12 960	59,87	5,49	1,49	10,60	6	59,43	5,49	1,84	9,85	9	0,44	0,00	-0,35	0,75	-3,00
	Tj/2	C2	9_13	25 511	60,52	5,81	1,75	9,48	15	58,34	8,27	1,88	11,6	15	2,18	-2,46	-0,13	-2,12	0,00
Moyenne				178 778	62,36	4,70	0,98	11,43	8,83	60,90	5,56	1,20	12,34	10,35	1,46	-0,86	-0,22	-0,91	-1,52

OCTOBRE 2015

Panneau	Tranchée	Couche	Cases	Volume	Teneurs saignés/Parmet					Teneurs Gerbage/Stock					Taux de salissement (%)				
					BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd
P1	T65	C6	51_62	19 040	67,51	4,3	0,54	7,43	4,0	66,2	4,38	0,66	8,38	6	1,31	-0,08	-0,12	-0,95	-2,00
P2	T40	C5	33--37	22 431	57,46	4,94	2,03	13,57	10	56,15	6,53	2,43	11,15	10	1,31	-1,59	-0,40	2,42	0,00
P3	TA13	C4	19-21	11 715	62,93	4,17	0,72	13,34	4	59,21	4,33	0,5	15	5	3,72	-0,16	0,22	-1,66	-1,00
	B16	C0,1	18 - 19	12 020	61,83	5,41	1,3	9,66	14	58,77	5,38	1,9	8,89	19	3,06	0,03	-0,60	0,77	-5,00
P4	TC10	C3G	58	1 420	56,59	4,12	0,86	17,35	6	54,84	3,96	0,87	20,76	7	1,75	0,16	-0,01	-3,41	-1,00
	Aff P4 ouest	C5	_	18 880	56,81	5,54	1,35	15,2	13	55,72	6,59	1,12	18,56	16	1,09	-1,05	0,23	-3,36	-3,00
	Tk18	C2	_	15 280	59,83	1,5	1,5	10,69	10	59,65	6,19	1,67	15,38	10	0,18	-4,69	-0,17	-4,69	0,00
P5	Tk18	C3G	_	4 480	59,65	5,93	1,67	13,09	12	58,12	4,94	1,1	15,38	12	1,53	0,99	0,57	-2,29	0,00
	TF5	C2	09_14	21 934	65,99	4,96	0,36	8,45	12	63,15	4,66	0,76	12,11	15	2,84	0,30	-0,40	-3,66	-3,00
P6	BC5	C2Sup	16_12	15 117	64,68	4,58	0,64	9,15	13	63,15	4,66	0,76	12,11	15	1,53	-0,08	-0,12	-2,96	-2,00
	Tj/2	C2	9_13	20 368	60,52	5,81	1,75	9,48	15	58,34	8,27	1,88	11,6	14	2,18	-2,46	-0,13	-2,12	1,00
Moyenne				162 685	61,76	4,69	1,17	10,87	10,70	59,93	5,74	1,32	12,67	12,20	1,83	-1,05	-0,15	-1,80	-1,50



NOVEMBRE 2015

Panneau	Tranchée	Couche	Cases	Volume	Teneurs saignés/Parment					Teneurs Gerbage/Stock					Taux de salissement (%)				
					BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd
P2	T65	C5	46-47	3 320	53,09	6,26	2,72	11,37	23,0	49,75	6,78	2,32	11,88	14	3,34	-0,52	0,40	-0,51	9,00
	T65	C6	-	2 930	65,51	4,3	0,71	7,32	4,0	64,89	5,44	1,6	8,19	4	0,62	-1,14	-0,89	-0,87	0,00
	T40	C5	-	8 660	56,78	5,89	1,94	13,7	11	55,5	6,4	2,24	11,68	15	1,28	-0,51	-0,30	2,02	-4,00
P3	TB16	C2	9-13	22 592	62,71	4,77	0,75	12,03	10	62,2	4,92	0,84	8,46	14	0,51	-0,15	-0,09	3,57	-4,00
P4	Aff P4 Ouest	C5		5 040	56,81	5,54	1,12	15,2	13	55,72	6,59	1,35	18,56	16	1,09	-1,05	-0,23	-3,36	-3,00
	Aff P4 Est	C4		10 630	62,92	4,94	0,98	11,85	7	61,21	5,62	1,47	12,82	11	1,71	-0,68	-0,49	-0,97	-4,00
	Aff P4 Est	C3		4 860	58,33	5,37	0,8	16,8	6	57,81	5,22	1,29	16,35	6	0,52	0,15	-0,49	0,45	0,00
	Aff P4 Est	C5		3 290	55,81	5,54	1,35	15,2	13	54,19	7,75	2,78	11,91	16	1,62	-2,21	-1,43	3,29	-3,00
	Aff P4 Est	C5inf		15 950	58,74	5,05	1,15	14,66	10	50,47	6,44	1,96	14,18	15	8,27	-1,39	-0,81	0,48	-5,00
	Aff P4 Est	C6		3 820	62,71	4,84	1,11	7,89	12	61,96	5,18	1,79	7,88	12	0,75	-0,34	-0,68	0,01	0,00
	TC10	C5		8 050	53,28	6,26	2,5	13,53	19	50,25	7,24	3,15	14,37	19	3,03	-0,98	-0,65	-0,84	0,00
	TK20	C5inf		11 690	59,43	7,41	1,07	8,08	14	44,57	12,63	1,5	14,1	21	14,86	-5,22	-0,43	-6,02	-7,00
P5	TE1	C3G	10-15	40 659	56,42	6,31	0,95	19,63	4	56,37	6,56	1,08	16,55	7	0,05	-0,25	-0,13	3,08	-3,00
	TE1	C4	1-2	5 738	61,36	5,94	0,58	7,18	7	61,4	5,07	1,04	12,29	7	-0,04	0,87	-0,46	-5,11	0,00
	BC5	C2	10-12	11 473	62,15	4,64	0,91	9,59	11	62,27	5,41	0,83	12,55	10	-0,12	-0,77	0,08	-2,96	1,00
P7	H11_H12	SA2	16_18	16 380	56,37	6,18	0,96	11,67	10	49,2	7,52	1,4	12,72	11	7,17	-1,34	-0,44	-1,05	-1,00
Moyenne				179 927	58,62	5,70	1,11	13,70	9,44	55,72	6,65	1,48	13,31	12,03	2,89	-0,95	-0,37	0,39	-2,59

DECEMBRE 2015

Panneau	Tranchée	Couche	Cases	Volume	Teneurs saignés/Parment					Teneurs Gerbage/Stock					Taux de salissement (%)				
					BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd	BPL	CO2	MgO	SiO2	Cd
P2	T56	C2	11_18	12 590	61,4	5	1,43	6,75	11,0	60,52	4,94	1,35	10,02	11	0,88	0,06	0,08	-3,27	0,00
	T40	C5	42_43	7 630	57,9	5,96	2,3	12,03	11	55,06	6,18	2,2	11,19	13	2,84	-0,22	0,10	0,84	-2,00
P3	B17	C3G	20_21	5 194	55,06	3,72	0,45	17,26	4	54,62	4,78	0,98	19,95	5	0,44	-1,06	-0,53	-2,69	-1,00
P4	Aff P4 Est	C5	-	36 140	51,35	6,33	0,79	15,27	32	48,5	6,35	3,34	16	32	2,85	-0,02	-2,55	-0,73	0,00
	TC9	C6	58--61	9 340	65,33	4,8	0,91	7,72	10	64,68	4,63	1,07	8,13	10	0,65	0,17	-0,16	-0,41	0,00
	TC10	C4	58--61	8 675	52,65	6,14	3,02	14,05	6	51,78	6,66	2,92	13,35	12	0,87	-0,52	0,10	0,70	-6,00
	Aff P4 Ouest	C6	-	5 140	60,74	4,83	2,66	9,32	12	58,12	5,51	1,47	12,52	13	2,62	-0,68	1,19	-3,20	-1,00
P5	TK21	C5	-	6 100	56,15	5,47	2,7	11,67	23	55,06	6,35	2,89	8,66	26	1,09	-0,88	-0,19	3,01	-3,00
	TE1	C4	2_15	61 440	64,68	4,85	0,64	7,6	7	62,93	4,93	0,67	10,27	10	1,75	-0,08	-0,03	-2,67	-3,00
P1 Mine Sud	BCJ-1	C0+1	42_47	38 925	62,71	5,49	1,51	6,39	16	61,83	6	1,53	8,78	16	0,88	-0,51	-0,02	-2,39	0,00
	TJ2	C4	2												0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	TJ2	C3G	14_17	7 623	57,47	5,66	0,49	20,6	4	55,71	4,27	0,75	15,97	7	1,76	1,39	-0,26	4,63	-3,00
	TJ2	C3G	4_8	18 596	57,47	5,66	0,49	20,6	4	55,71	4,27	0,75	15,97	7	1,76	1,39	-0,26	4,63	-3,00
	TJ2	C2	21_22	5 059	61,84	5,35	0,93	12,16	14	60,52	4,68	1,24	10,85	16	1,32	0,67	-0,31	1,31	-2,00
	TJ2	C2	17_18	1 642	61,84	5,35	0,93	12,16	16	57,25	5,85	1,59	14,87	17	4,59	-0,50	-0,66	-2,71	-1,00
Moyenne				224 094	59,86	5,39	1,11	11,02	13,40	58,19	5,41	1,56	11,93	15,05	1,67	-0,02	-0,45	-0,91	-1,65