



# Rapport du projet de fin d'études

---

« Etude des problèmes de récupération et pertes engendrées »

---

**Réalisé par** : Laaniber Nidal

El krouni M'barak

**Lieu de stage**: OCP Ben Guérir

**Département** : Géologie

**Encadré par** : Pr.El Ghorfi Mustapha

**Division** : Défruitage et transport

**Encadrant externe** : Mr.Benaissa El Azzouzi **Période** : 20/04 au 19/05/2016

**Soutenu en juin 2016 devant le jury composé de :**

-Pr. El Ghorfi Mustapha

-Pr. Saidi Abdellatif

-Mr. Benaissa El Azzouzi



## TABLE DE MATIERES

PARTIE 1 : GENERALITES .....	6
1. Généralités sur l'OCP : .....	7
1.1 L'OCP en bref : .....	7
1.2 Historique : .....	7
1.3 Activités du groupe OCP : .....	8
2. Principaux bassins phosphatés du Maroc : .....	11
2.1 Bassin d'Oulad Abdoun : .....	12
2.2 Bassin de Gantour : .....	12
2.3 Bassin de Meskala : .....	12
3. Le Phosphate et la phosphatogenèse : .....	13
3.1 Définition:.....	13
3.2 Origine : .....	13
3.3 Théories de la phosphatogenèse : .....	13
3.3.1 La théorie biolitique : .....	13
3.3.2 La théorie biolitique de Kazakov : .....	13
4. Généralités sur Le site d'extraction Ben guérir : .....	15
4.1 Introduction : .....	15
4.2 Le Site minier de Ben guérir : .....	15
4.2.1 Localisation et organisation : .....	15
4.2.2 Contexte géologique : .....	16
4.2.2.1 Le découpage lithologique : .....	16
4.2.2.2 Le découpage chrono-stratigraphique : .....	19
4.2.3 Déroulement des travaux : .....	19
PARTIE 2 : Etude des problèmes de récupération et pertes engendrées.....	26
Présentation du sujet : .....	27
1. Globalités sur la phase de récupération : .....	28
1.1 Définition : .....	28
1.2 Engins utilisés : .....	29

---

1.3	Les taches effectuées au secteur de défruitage : .....	32
2.	Etude des problèmes de récupération et pertes du phosphate : .....	32
2.1	Notion du taux de récupération : .....	32
2.2	Problèmes/pertes liés à la nature du terrain en relation avec l'adaptation des engins utilisés : .....	33
2.3	Problème/pertes liés à l'encombrement des cavaliers sur le phosphate : .....	39
2.3.1	Le découpage du gisement et les composantes d'une zone en cours d'exploitation : .....	39
2.3.2	Les pertes sous cavaliers : .....	40
2.3.2.1	Définition : .....	40
2.3.2.2	Etude de la genèse d'une perte sous cavalier : .....	41
2.4	Problème/pertes liés à la qualification du personnel et l'absence du contrôle : .....	46
2.5	Problème/pertes liés à la foration, sautage, nettoyage, et transport : .....	48
2.5.1	Lors de foration et sautage : .....	48
2.5.2	Lors de nettoyage : .....	49
	.....	51
2.5.3	Lors de transport : .....	51
2.5	Solutions proposées pour la lutte contre les problèmes de récupération et la minimisation des pertes : .	52

## **Remerciement :**

Avant tout remerciement, louange et grâce à DIEU pour tous ses bienfaits, en particulier pour nous avoir donné la force en ce qui concerne la réalisation de ce travail, constituant notre rapport de Projet de Fin d'Etudes.

Nous remercions vivement, notre parrain de stage, avec qui l'on a obtenu tout l'encadrement et l'encouragement nécessaire pour réussir ce travail.

Nous tenons aussi à remercier cordialement Pr. El Ghorfi notre encadrant et enseignant qui, malgré ses occupations nous a attribué ce stage et n'a ménagé aucun effort pour le suivi de notre stage.

Nos sincères remerciements vont également à l'encontre de tout le personnel du service de défruitage et transport, en particulier Mr. Serrssif pour son accueil, Monsieur Benaissa, Monsieur Riahi, Monsieur Jabir, Mr Bourkoko sans oublier les différents opérateurs avec qui nous étions au chantier et les agents de service géologie Mr. El Aalami et Mr. Zerouali.

Nous tenons également à présenter, notre profonde et immense gratitude, à nos professeurs, enseignants et formateurs de la faculté des sciences et techniques de Marrakech (FSTG) qui nous ont partagé leurs savoir-faire tout au long de notre période de formation, tout en espérant que ce travail sera à la hauteur de leurs attentes.

**Dédicace :**

**Nos chaleureuses dédicaces à :**

**Nos parents...**

**Nos familles...**

**Nos amis ...**

**Nos professeurs...**

## *Introduction générale:*

Depuis le Crétacé supérieur jusqu'à la fin de l'Eocène, la bordure septentrionale de l'Afrique du Nord a constitué une plateforme méridionale. Les conditions océanologiques aussi bien biologiques étaient favorables à une sédimentation phosphatée en quelques points privilégiés. Le Maroc, par leur situation géographique aussi bien géologique, était un de ces milieux propices à cette sédimentation qui a occupé des bassins bien déterminés. Leur comblement ainsi que leur conservation au cours du temps géologique ont permis de former des gisements de fortes tonnage et teneur. L'exploitation du phosphate marocain est léguée à l'Office Chérifien des Phosphates qui détient le monopole d'état en cette matière.

Dans le but d'établir une relation et une comparaison entre les connaissances théoriques et celles pratiques tirées du monde professionnel, il est nécessaire et indispensable que toute formation soit couronnée par des stages pratiques sur terrain. En effet les connaissances théoriques acquises pendant la formation académique, pourront être mises en application pendant la période de stage. C'est pourquoi nous avons donc, au terme de notre formation à FST Marrakech, effectué un stage de fin d'études, au sein de la division d'extraction minière de Ben guérir durant la période du 20/04 au 19/05/2016, dont notre sujet est dirigé vers une étude des problèmes de récupération rencontrés lors de l'exploitation du phosphate ainsi que les pertes issues de ces problèmes et les solutions possibles pour les minimiser.

---

# **PARTIE 1 : GENERALITES**

## 1. Généralités sur l'OCP :

### 1.1 L'OCP en bref :

La création de l'OCP remonte en 1920, mais elle diffère de celle du Groupe OCP dont l'année de création est de 1975. Ce groupe minier qui exploite l'ensemble des gisements de phosphate dans tout le Maroc a comme réserves de phosphates les 3/4 de celle du monde entier soit plus de 85,5 milliards de m<sup>3</sup>. Il est donc l'un des leaders mondiaux sur le marché du phosphate et ses dérivés, car également grand exportateur sur les cinq continents.

L'OCP assure la production de trois principaux produits qui sont le phosphate brut, et les dérivés phosphatés (engrais et acide phosphorique). Les principaux sites d'extraction et de production des phosphates sont Khouribga, Ben guérir, Youssoufia, Boucraâ-Laâyoune et ceux des dérivés phosphatés sont SAFI, et JORF LASFAR. Une fois le phosphate traité et prêt à être livré, il est envoyé dans les ports d'embarquement de CASABLANCA, JORF LASFAR, SAFI, et LAAYOUNE pour être par la suite transporté par bateau. De là il ressort que l'OCP a quatre rôles capitaux qui sont l'extraction, le transport, le traitement et la vente.

### 1.2 Historique :

1920	Création de l'Office Chérifien des Phosphates
1921	Début de l'exploitation en souterrain sur le gisement des Oulad Abdoun, le 1er mars.
1931	Début de l'extraction en souterrain à Youssoufia (ex-Louis Gentil).
1952	Mise en œuvre de l'extraction à ciel ouvert 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 Intégration d'un nouveau centre minier Phosboucraâ
1976	Démarrage de Maroc chimie II et Maroc phosphate I
1980	Ouverture de la mine Benguerir
1986	Démarrage du site de valorisation du phosphate de Jorf Lasfar (El Jadida)
1997	Réalisation de l'usine IMACID de fabrication d'acide phosphorique (Maroc, inde)
2000	Démarrage unité de flottation de phosphate à Khouribga.
2002	La mine de Benguerir a obtenu le prix d'excellence de JIPM.
2004	Création de la Société « Pakistan Maroc Phosphore SA. » en Joint venture entre le Groupe OCP et Fauji Fertilizer Bin Qasim Limited (Pakistan).
2005	Démarrage de l'usine de Lavage/Flottation à Youssoufia.
2008	Transformation de l'Office Chérifien de Phosphates en société anonyme OCP SA le 28 février. Démarrage de Pakistan Maroc Phosphore à Jorf Lasfar (PMP).

→ [Le projet Slurry Pipeline \(entre Khouribga et les centres industriels\)](#)

Il a été lancé le jeudi 2 octobre 2014, la station terminale du slurry pipeline reliant les mines de phosphates de Khouribga au centre du pays avec le complexe industriel et le port de Jorf Lasfar sur la côte, au sud de Casablanca. Une usine d'acide phosphorique et un centre de formation ont également été inaugurés.

Le pipeline de 235 kilomètres entre les deux sites majeurs de l'OCP a nécessité un investissement de 409 M€ (4,5 milliards de dirhams). Il réduit de 45% les coûts de transport du phosphate qui traversait jusqu'ici le pays en train. Il permettra aussi la réduction de la consommation d'eau et d'énergie. Le terminal de Khouribga lié au pipeline pourra stocker la pulpe de phosphate et la distribuera aux différents terminaux de transformation du complexe dont la nouvelle usine de production d'acide phosphorique.

### 1.3 Activités du groupe OCP :

Le groupe OCP est spécialisé dans la prospection, la production, la valorisation et la commercialisation de phosphate et de produits dérivés. Chaque année, plus de 30 millions de tonnes de minerais sont extraites du sous-sol marocain qui recèle les trois-quarts des réserves mondiales.

Les principales activités de l'OCP sont :

- **La prospection :**

Elle consiste à faire le forage pour délimiter le gisement, s'informer sur l'épaisseur des couches et leur teneur.

- **La production :**

- a- **L'extraction**

La production de phosphate brut est assurée dans quatre centres miniers : Khouribga, Youssoufia, Ben guérir et Boucraâ. La production annuelle totale est aujourd'hui de l'ordre de 23 millions de tonnes. L'extraction s'effectue soit à ciel ouvert ou en souterrain ;

- o ***L'extraction souterraine :***

A l'aide des puits construits à cette fin, on peut déterminer la position des couches phosphatique. Puis, on construit une descenderie qui mène directement à la couche prête à exploiter. Ce type d'extraction est appliqué au centre de Youssoufia.

o *L'extraction à ciel ouvert :*

Le gisement peut faire l'objet d'une extraction à ciel ouvert ou souterrain en fonction du coût de cette opération qui dépend d'un certain nombre de paramètres (profondeur, la nature de la terre...).

**b- Le traitement :**

Pour être considéré comme marchand, le phosphate doit subir une série d'opération industrielle de traitement. Dans ce domaine, l'OCP a créé plusieurs unités d'enrichissement afin d'adapter la qualité de ses produits aux exigences de sa clientèle.

o *Le lavage*

Cette étape, dans le processus, permet d'éliminer les particules très fines, notamment de l'argile.

o *Le séchage:*

Il est réalisé dans des fours à une température très élevée pour réduire l'humidité du produit à moins de 2% avant sa commercialisation.

o *La calcination:*

Pour éliminer les matières organiques contenues dans le minerai brut par un traitement thermique (700°C).



*Fig. 1: zone de traitement du phosphate (laverie)*

### **c- La transformation :**

En gros, la moitié de la production est exportée comme matière première à destination d'une quarantaine de pays à travers le monde, tandis que l'autre moitié est livrée aux usines locales de transformation. Celles-ci sont dénommées Maroc Chimie I et II (Safi), Maroc Phosphore I & II (Safi) et Maroc Phosphore III – IV (Jorf Lasfar).

La transformation du phosphate se fait en acide phosphorique, acide sulfurique et en engrais.



*Fig. 2 : zone de transformation du phosphate (JorfLasfar)*

- **La valorisation :**  
Suivant l'évolution du continu du marché mondial des phosphates de la matière brut vers l'acide phosphorique et les engrais, le groupe OCP a Concentré ses efforts sur la transformation sur place des phosphates en produit semi-fini (acide phosphorique) ou fini (les engrais).
- **La commercialisation :**  
Le phosphate est vendu selon la demande des clients aux cinq continents de la planète soit brut soit après traitement, les exportations représentent 15 à 30% du commerce international du phosphate et de ses dérivés

## 2. Principaux 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 été recouverts une grande partie de continents 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 détritiques fins (sables et argiles).

Les principaux domaines phosphatés au Maroc sont :

- 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.



*Fig. 3 : les différents bassins phosphatés du Maroc*

## 2.1 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 du Maastrichtien par des dépôts phosphatés très marneux et se termine au lutétien par une dalle à thérstées, 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 gisements :

- 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.

## 2.2 Bassin de Gantour :

Le bassin de Gantour, s'inscrit dans un rectangle orienté Est-ouest de longueur 120 Km et de largeur de 20 à 30 Km, ses limites sont:

- Au Nord, le massif paléozoïque des Rehamna.
- 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 Mouissat.

## 2.3 Bassin de Meskala :

Le bassin de Meskala est situé dans la plaine d'Essaouira-El Haouz, 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.

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

### 3. Le Phosphate et la phosphatogenèse :

#### 3.1 Définition:

**Le phosphate** est un composé chimique complexe qui contient du phosphore (P) et d'autres éléments chimiques comme le calcium (Ca), le fluor (F), l'uranium (U),...

Il se présente sous forme de diverses structures minérales :

- apatite:  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}, \text{Cl}, \text{F})$ ,
- millisite:  $(\text{Na}, \text{K})\text{CaAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_9 \cdot 3(\text{H}_2\text{O})$ ,
- crandallite:  $\text{CaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,
- augelite:  $\text{Al}_2\text{PO}_4(\text{OH})_3$ ,
- wavellite:  $\text{Al}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,
- turquoise:  $\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,

Le minéral d'apatite constitue la famille la plus répandue qui compose les gisements sédimentaires du phosphate naturel.

**Une roche phosphatée** est identifiée comme étant une concentration de phosphate qui présente un aspect granuleux et forme des concrétions contenant des débris organiques.

**Les gisements phosphatés** correspondent aux concentrations en masse importante de phosphate et se classe selon leur origine et selon leur milieu de formation.

#### 3.2 Origine :

L'existence d'un gisement phosphaté dépend de :

- Une source de phosphore.
- Conditions favorables à la formation de l'Apatite dans le sédiment.
- Conditions favorables à la concentration et l'accumulation des minéraux qui constituent les phosphates.

#### 3.3 Théories de la phosphatogenèse :

##### 3.3.1 La théorie biolitique :

Au début (L. Daubree 1950) on considérait que le gisement provenait de l'accumulation des poissons et des reptiles, qui se trouvent en effet en assez grande abondance de certains phosphates sédimentaires.

##### 3.3.2 La théorie biolitique de Kazakov :

La teneur globale en acide phosphorique  $\text{H}_3\text{PO}_4$  des eaux océaniques est constante, mais elle varie suivant les tranches de profondeur.

Dans la zone euphotique (0-50 m), le plancton utilise presque tout le stock de phosphore, et la teneur résiduelle est faible.

Plus bas, les matières organiques sont oxydées, le phosphore est libéré dans un milieu qui devient de plus en plus acide par dégagement de  $\text{CO}_2$ , la teneur en P augmente ainsi jusqu'à vers 500m de profondeur (1000m d'après certains océanographes) où elle atteint son maximum en même temps.

$\text{CaCO}_3$  se dissocie libérant des ions  $\text{Ca}^{++}$  et de  $\text{CO}_2$ , contribuant à la diminution de Ph. Si des courants ascendants (upwelling) ramènent de la profondeur ces eaux riches en P et  $\text{Ca}^{++}$  vers le plateau continental il y a combinaison et précipitation d'Apatite, sauf dans la zone emphatique où le phosphore entre de nouveau dans le cycle biologique.

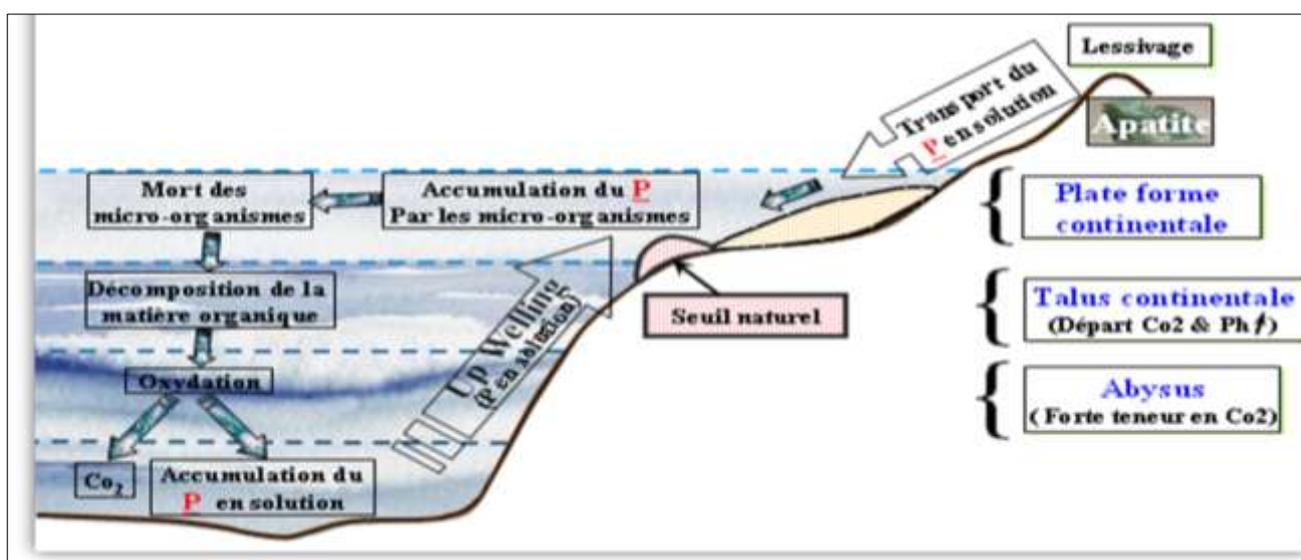


Fig. 4 : Théorie de Kazakov (documents OCP)

En gros les dépôts de phosphates se faisaient donc entre 50 et 200m de profondeur.

Ces phénomènes peuvent avoir une grande extension si les conditions paléogéographiques convenables existent pendant une durée suffisante.

- Mer ouverte vers le large.
- Sédimentation faible et irrégulière.
- Apport fluvial correspondant à une période de biostase et/ou dominant les éléments en solutions et les détritiques fins (argiles).
- Apport océanique d'éléments en solution grâce aux courants ascendants ; ces éléments peuvent provenir en partie du volcanisme sous-marin.

## 4. Généralités sur Le site d'extraction Ben guérir :

### 4.1 Introduction :

Parmi les quatre principaux bassins phosphatés du sol marocain Fig. ure celui de Gantour qui s'inscrit dans un rectangle orienté Est-Ouest, de longueur 125 Km et de largeur variant de 25 Km à 40 Km. L'exploitation de ce bassin assure une production annuelle de 7 Millions de Tonnes (soit 25 % de la production totale du groupe OCP) . Sa partie reconnue géologiquement peut être subdivisée en six zones qui sont respectivement d'Ouest en Est : Youssoufia; Recette 6;Louta; Ben guérir; N'zalet Lahrarcha; Tassaout.

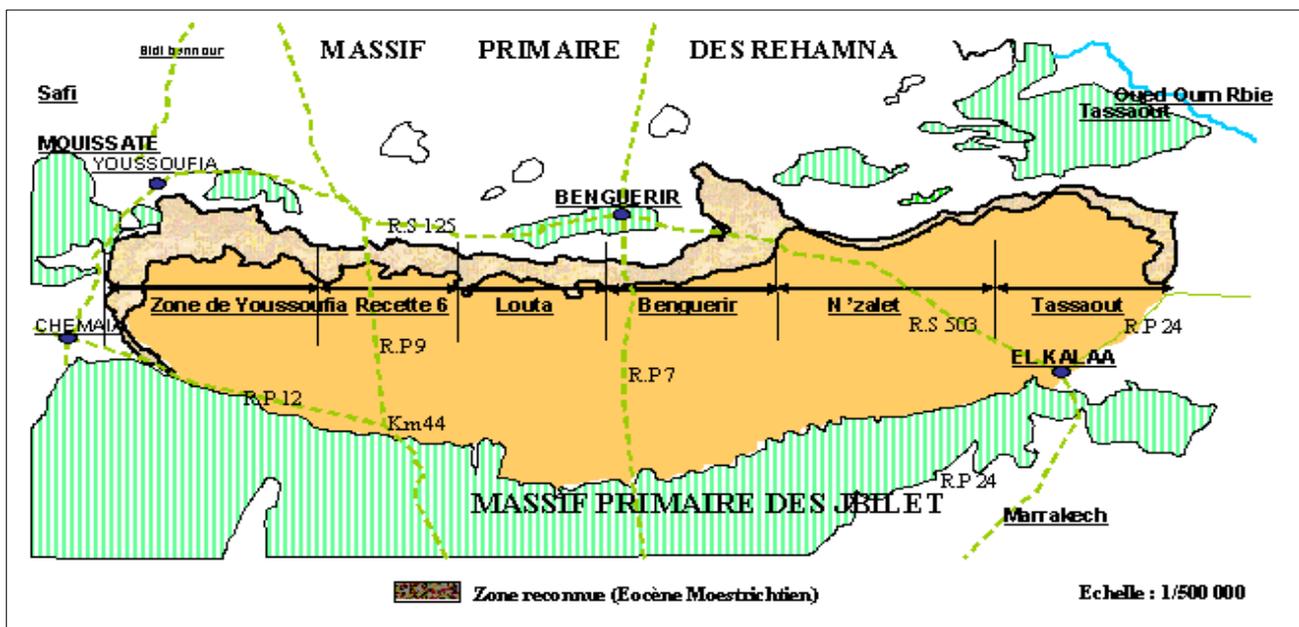


Fig. 5 : Le gisement de Gantour

L'exploitation de ce bassin se limite à 3 zones :

- Zone de Youssoufia
- Zone de la Recette 6
- Zone de Ben guérir

### 4.2 Le Site minier de Ben guérir :

#### 4.2.1 Localisation et organisation :

Dans la zone de Ben guérir (située à 70 km au nord de Marrakech et 17 km à l'est de Ben guérir) sont exploitées à ciel ouvert les couches de phosphate suivantes : la couche 6, la couche 5, la couche 4, la couche 3, la couche 2, la couche (1+0), le sous-faisceau A2 et parfois le Sillon B.

Le site minier de Ben guérir a commencé l'exploitation des phosphates en 1979. Il assure une production annuelle de plus de 4,5 Millions de tonnes de phosphates. Cette zone minéralisée est divisée en deux mines ; mine Nord constituée de 7 panneaux (P1, P2, P3, P4, P5, P7, P8) ; et la mine Sud avec le panneau 6 qui est en début d'exploitation.

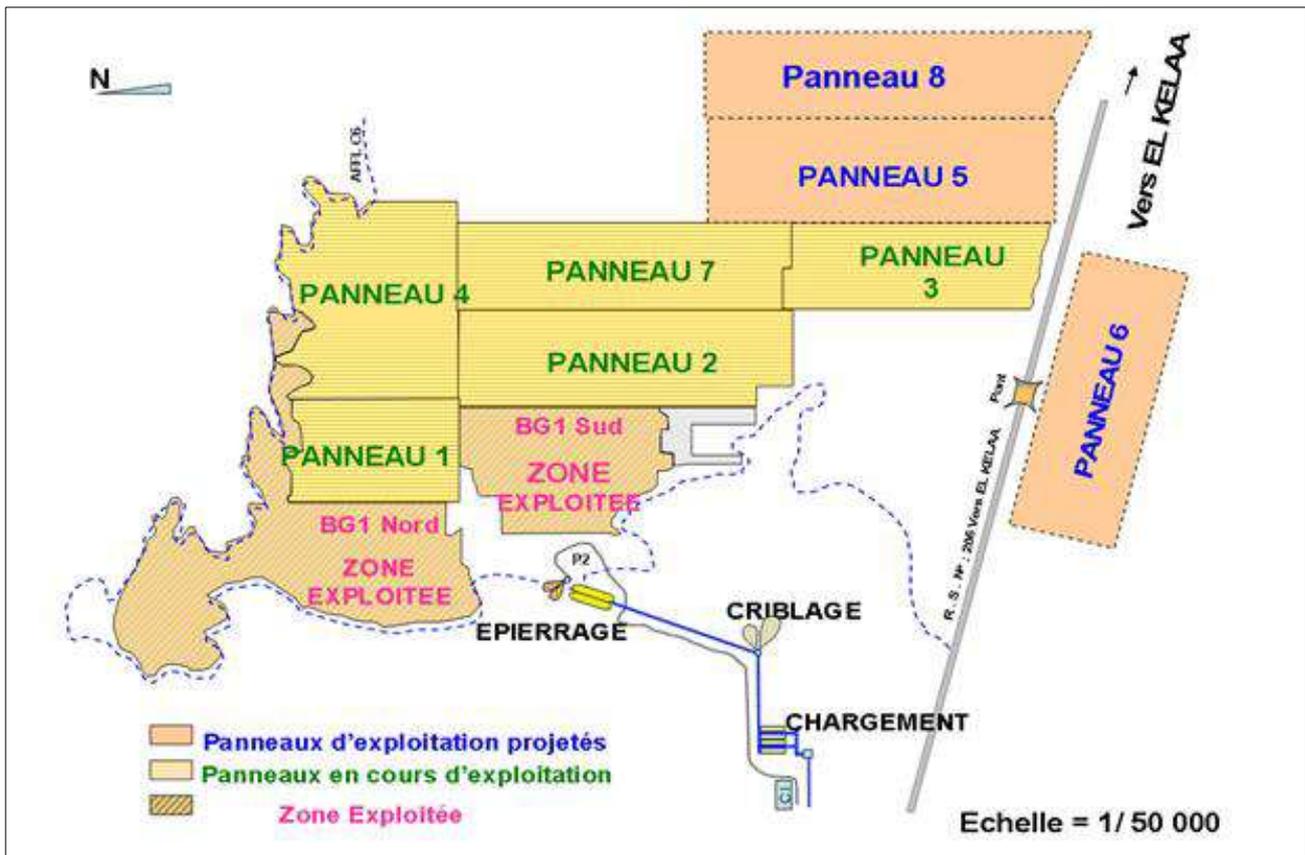


Fig. 6 : Le Découpage en panneaux de la mine de ben guérir

## 4.2.2 Contexte géologique :

### 4.2.2.1 Le découpage lithologique :

La série phosphatée de Ben Guérir 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 reposant sur du marne jaune qui constitue la base de la chaîne phosphatée.

**La couche 5 :** constituée d'un phosphate meuble plus ou moins marneux, 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 repose sur une discontinuité et 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 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 des marnes friables.

**Sillon B** : constitué d'un phosphate sableux grossier avec rognons de silex. Sa teneur en BPL est importante.

***\*BPL: Bone Phosphate of Lime (BPL = 2, 18 \* P2O5).***

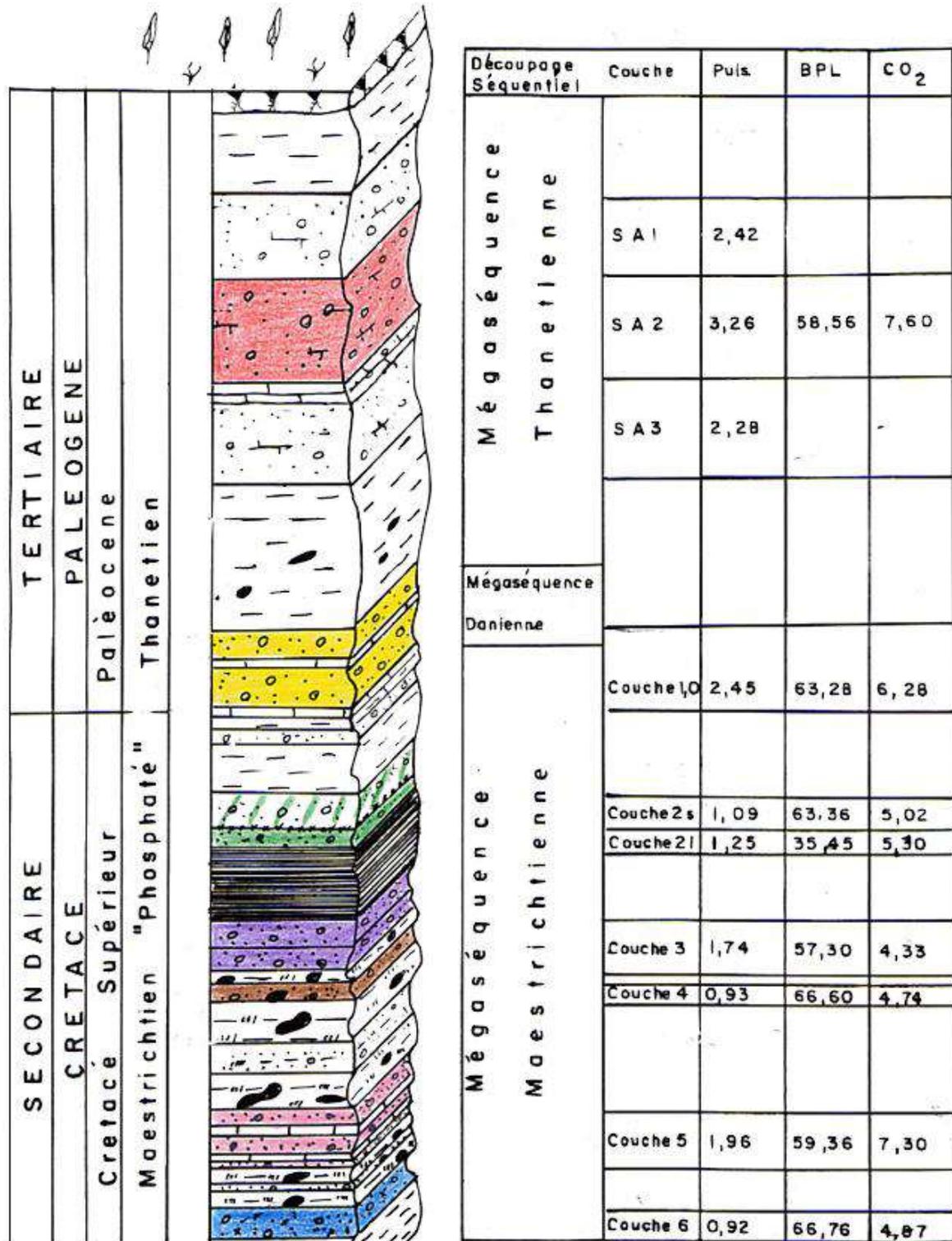


Fig. 7 : La coupe lithologique moyenne du gisement de Ben guérir (documents OCP)

#### 4.2.2.2 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 carditacoquandi.

- 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)

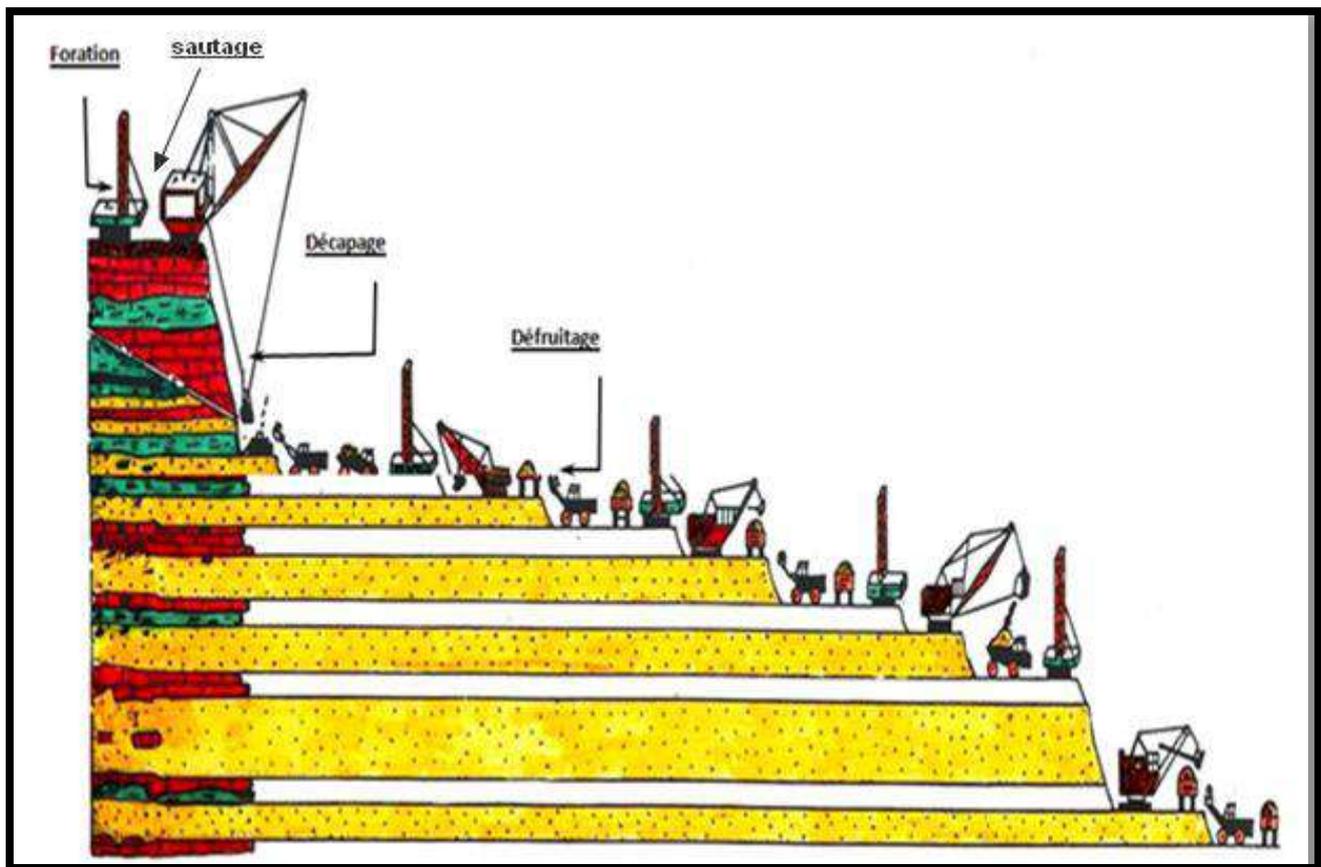
Il est de 53 à 46 millions d'année, il débute dans la majorité des cas par un calcaire phosphaté coprolithique, La phosphatogenèse y atteint son apogée. Il est formé d'une succession de niveaux phosphatés intercalés avec des calcaires phosphatés coprolithiques, des argiles et de silex ou marnes siliceuses

- Le Lutétien :

Il est représenté dans sa partie inférieure par un complexe constitué principalement par de calcaire phosphaté, calcaire marneux, marne phosphaté ou non, marne siliceuse. L'ensemble a subi une calcification de degrés variables et se continue par une puissante dalle carbonatée renfermant de gastéropodes.

#### 4.2.3 Déroulement des travaux :

Comme dans tous les autres sites d'extraction du groupe OCP, celui de Ben guérir procède à l'exploitation du phosphate par la méthode à ciel ouvert et cela par la technique des tranchées successives. C'est ainsi que l'extraction se fait par des opérations cycliques constituant la chaîne cinématique : foration, sautage, décapage défruitage et transport vers les installations fixes.



**Fig. 8 :** La chaîne cinématique d'extraction

Cette chaîne cinématique comporte plusieurs étapes visant l'extraction des différentes couches phosphatées, ces étapes sont les suivantes :

- **La 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 vu 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 (Pit-Vipe)
- Thermiques à chenille : TEREX
- Thermiques à pneus : T4BH

Toutes ces sondeuses fonctionnent par fonçage, ce fonctionnement est caractérisé par trois paramètres que le sondeur doit connaître et maîtriser et veiller à qu'ils ne dépassent pas les limites de fonctionnement de la machine. Ces paramètres sont :

**-La vitesse de rotation  $V_r$** : c'est la vitesse de rotation de la tige. Elle sert à créer le frottement entre le tricône et la roche, sa valeur dépend de la couche traversée, il faut veiller à ce qu'elle ne soit pas trop élevée afin d'éviter l'usure prématurée du tricône.

**-La pression de fonçage  $P_f$**  : c'est la pression qui pousse le tricône à foncer dans la roche, elle doit être réglée avec la vitesse de rotation afin d'éviter les vibrations et augmenter au maximum le rendement de la machine.

**-La pression de soufflage  $P_S$** : sert à évacuer les cuttings et refroidir le tricône, cette pression est constante.

- **Le 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.

L'explosion engendre une énergie de choc suivie d'un dégagement gazeux, l'énergie de choc crée la fissuration des roches et la pression du gaz les fait éclater. Le couple maille dosage est déterminé ainsi en fonction de la granulométrie visée.

En fonction de la machine destinée au décapage, les différents schémas de tir adoptés sont :

- Les tirs d'abattage** : pour les bulldozers D11, qui visent le déplacement et la fragmentation ;
- Les tirs d'ébranlement** : pour les draglines, qui visent la fragmentation sans déplacement ;
- Les tirs en bouchon** : pour les pelles en butte, qui visent le dégagement des parements.

L'amorçage utilisé est soit un amorçage latéral par cordeau détonant soit un amorçage séquentiel électrique ou non. Ce dernier type d'amorçage se caractérise par un meilleur rendement car la détonation se fait à l'intérieur du trou et nous permet d'avoir un meilleur taux d'abattage. Le mode de chargement, il est soit unique soit étagé et c'est en fonction de la nature des couches traversées.

- **Le 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 ;

○ **Le défruitage**

La récupération des couches phosphatées se fait au cours de la phase de défruitage.

C'est une opération qui s'effectue en deux étapes :

- Procéder à la mise en tas de la couche phosphatée, et on parle du Gerbage, qui s'effectue à l'aide des Bulldozers de type D9.
- Faire charger les tas de phosphate dans des camions afin de le transporter vers les installations fixe pour un épierrage, concassage et criblage.

○ **Le transport**

Le transport du phosphate vers les trémies est assuré par des camions de grande capacité.

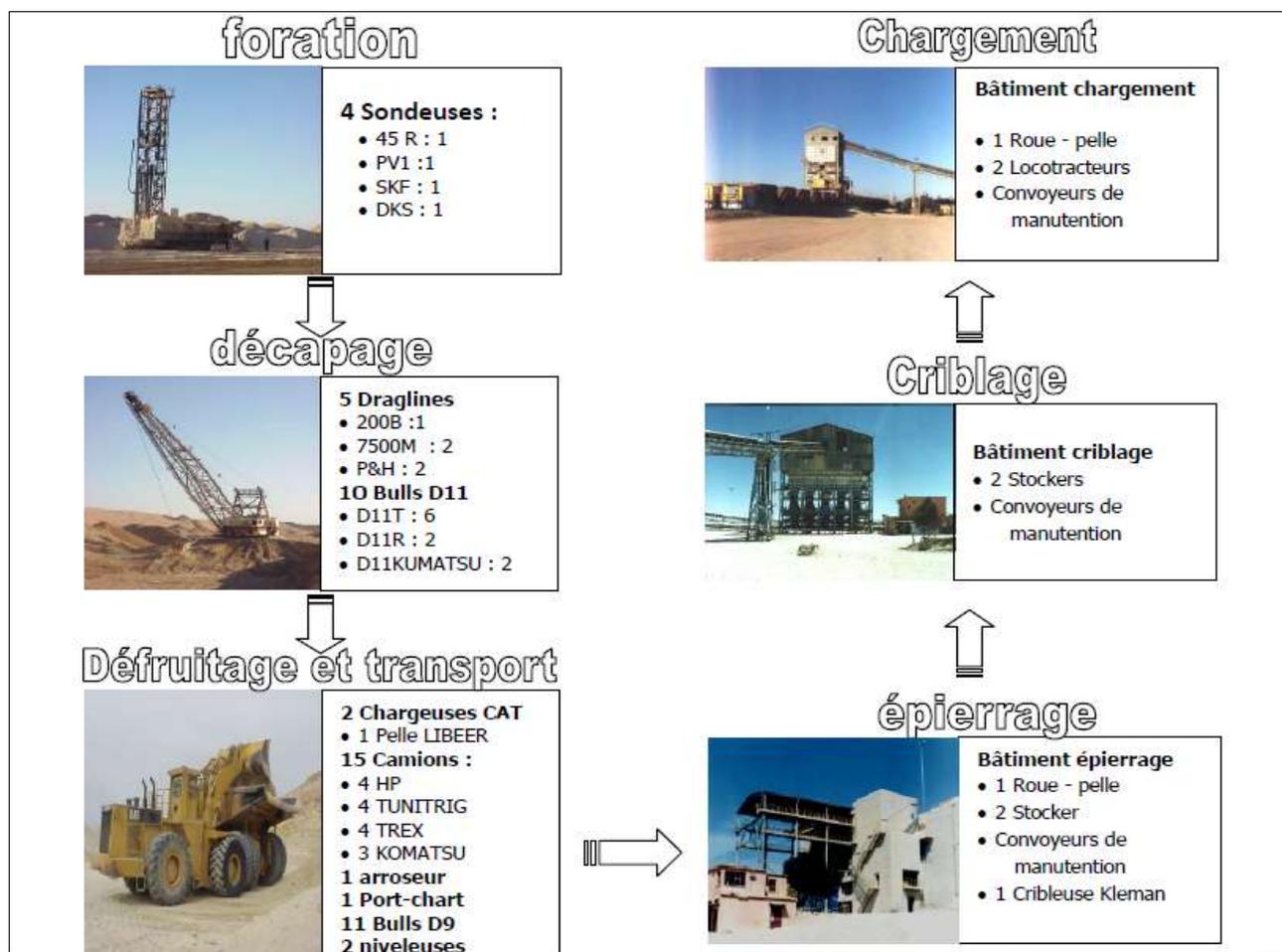


Fig. 9 : Les différentes étapes d'exploitation

Pour la réalisation desdites opérations, l'OCP Ben guérir dispose d'un nombre élevé de personnels dont les chiffres clés de 2010 sont :

Zone	OE	TAMCA	Hors-Cadres	Temporaires	Total
Ben guérir	681	217	28	4	886

En plus de ce lourd effectif, la mine de Ben guérir est très mécanisée car possédant un large parc de matériel et engins classiques, Mais tout récemment, dans le but d'augmenter sa production, la qualité de son produit exploité et aussi la sécurité au travail, l'OCP Ben guérir s'est doté d'une nouvelle machine du nom de SM (Surface Miner) 2500 de marque Wirtgen, permettant ainsi d'amorcer une nouvelle technologie d'extraction du phosphate.

En effet avec cette machine on a pu éliminer certaines opérations de la chaîne cinématique à savoir la foration et le sautage, voir même le chargement.



*Fig. 10 : Surface-Miner 2500 en fonctionnement*

---

# **PARTIE 2 : Etude des problèmes de récupération et pertes engendrées**

---

### Présentation du sujet :

Dans la chaîne cinématique d'extraction adoptée par la société, le défruitage est la phase la plus importante car elle consiste à faire récupérer les couches phosphatées qui est le but visé de toutes les opérations qui précèdent, pendant cette étape plusieurs facteurs peuvent influencer la récupération du phosphate ce qui engendre des pertes graves, ces déficits concernent aussi les autres étapes d'exploitation. Dans ce cadre notre objectif est d'identifier les problèmes de récupérations rencontrées en se basant sur un inventaire des différentes causes qui peuvent être liées au contexte géologique du gisement ou aux ressources matérielles et humaines, cet inventaire sera soutenu par une exploitation de la base de données des taux de récupération de l'année 2015, dans le but d'étudier les pertes causées pendant l'exploitation, toute en tirant des solutions visant à minimiser ces perte pour une meilleure performance.

## 1. Globalités sur la phase de récupération :

### **1.1 Définition :**

Le **défruitage** est l'opération qui consiste à récupérer le minéral (phosphate) une fois le décapage est terminé. Ce minéral est ensuite chargé, transporté, épierré et criblé puis placé dans une aire de stockage ou transféré directement vers l'usine de traitement. Comme pour le décapage il y a plusieurs méthodes de défruitage, les plus utilisées sont :

- Le défruitage par roue-pelle dans le cas où on veut transporter le minéral par convoyeurs.
- Le défruitage par machines mono-godet, et dans ce cas le minéral est transporté par camions.

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 a un rendement dépendant de la nature du terrain et la puissance de la couche phosphatée



*Fig. 11 : Phase de défruitage. Capacité du camion 136 t, capacité du godet de chargeuse 35 t*

## 1.2 Engins utilisés :

- les **Bulldozers (type D9)** : appliqués dans l'étape de gerbage et pour le nettoyage.



*Fig. 12 : Gerbage par BULLSD9 (capacité du godet 5m<sup>3</sup>)*

- les **chargeuses** : On n'utilise les chargeuses que pour des couches meubles. Pour qu'une chargeuse ait un bon rendement il faut procéder à un gerbage du phosphate (formation de tas) par des bulls.



*Fig. 13 : Chargement par chargeuse (capacité du godet 35 t)*

- **les pelles** : Ce sont des engins d'excavation et de chargement. Elles ont une grande puissance d'excavation qui leur permet de travailler dans des terrains remués par l'explosif.



*Fig. 14 : Chargement par Pelle*

Le rendement des machines de défruitage se calcule de la même façon que les machines de décapage, on peut jouer sur ce rendement en effectuant une bonne affectation des camions aux engins de défruitage afin d'augmenter le taux de saturation à son maximum et en suivant l'état de la machine et la qualité du gerbage effectué ; un bon défruitage nécessite un bon décapage qui nécessite aussi un bon sautage.

- **les camions** : les camions dans lesquels se fait le chargement ont des capacités différentes et sont caractérisés par une benne basculante pour faciliter le déchargement dans les trémies et on distingue :

- Des camions de type KOMAT'SU de capacité 170Tonnes.
- Des camions de type TEREZE (136 t)
- Des camions de capacité 136Tonnes dont le nombre disponible est 3.



*Fig. 15 : Camion de type TEREX MT3300 AC (capacité 136 t)*



*Fig. 16 : Camion de type KOMAT'SU 730E (capacité 170 t)*

### 1.3 Les taches effectuées au secteur de défruitage :

- Déplacement à pieds vers le point bascule.
- Contrôle du camion.
- Déplacement du camion vers la tranchée.
- Chargement du camion par la chargeuse.
- Déplacement du Camion vers la trémie.
- Déchargement du camion dans la trémie.
- Ravitaillement du camion en Gasoil.
- Déplacement du camion vers la station-service (appoints, graissage, entretien).
- Briquet (pause).
- Positionnement du camion au parc vers la fin de poste.
- Gerbage par Bulls.

## 2. Etude des problèmes de récupération et pertes du phosphate :

### 2.1 Notion du taux de récupération :

Il est inversement proportionnel à la perte de minerai, ce dernier indique la partie des réserves minières qui reste sans avoir été touchés lors de l'exploitation du gisement.

On peut distinguer les deux principales sources des pertes de phosphate à l'exploitation:

- **Les pertes en projet** : ce sont les pertes de phosphate en place qui est abandonné et ne sera pas exploité, il s'agit de l'abandon des niveaux phosphatés dont leur exploitation génère des ratios très importants et donc économiquement inexploitable.

- **Les pertes en chantier** : ce sont les pertes liées aux différents stades opératoires de la chaîne cinématique.

C'est le rapport du volume du minerai récupéré ( $V_r$ ) sur le volume du minerai en place ( $V_p$ ).

Ce taux est calculé en volume.

$$Tr = \frac{V_r}{V_p}$$

## 2.2 Problèmes/pertes liés à la nature du terrain en relation avec l'adaptation des engins utilisés :

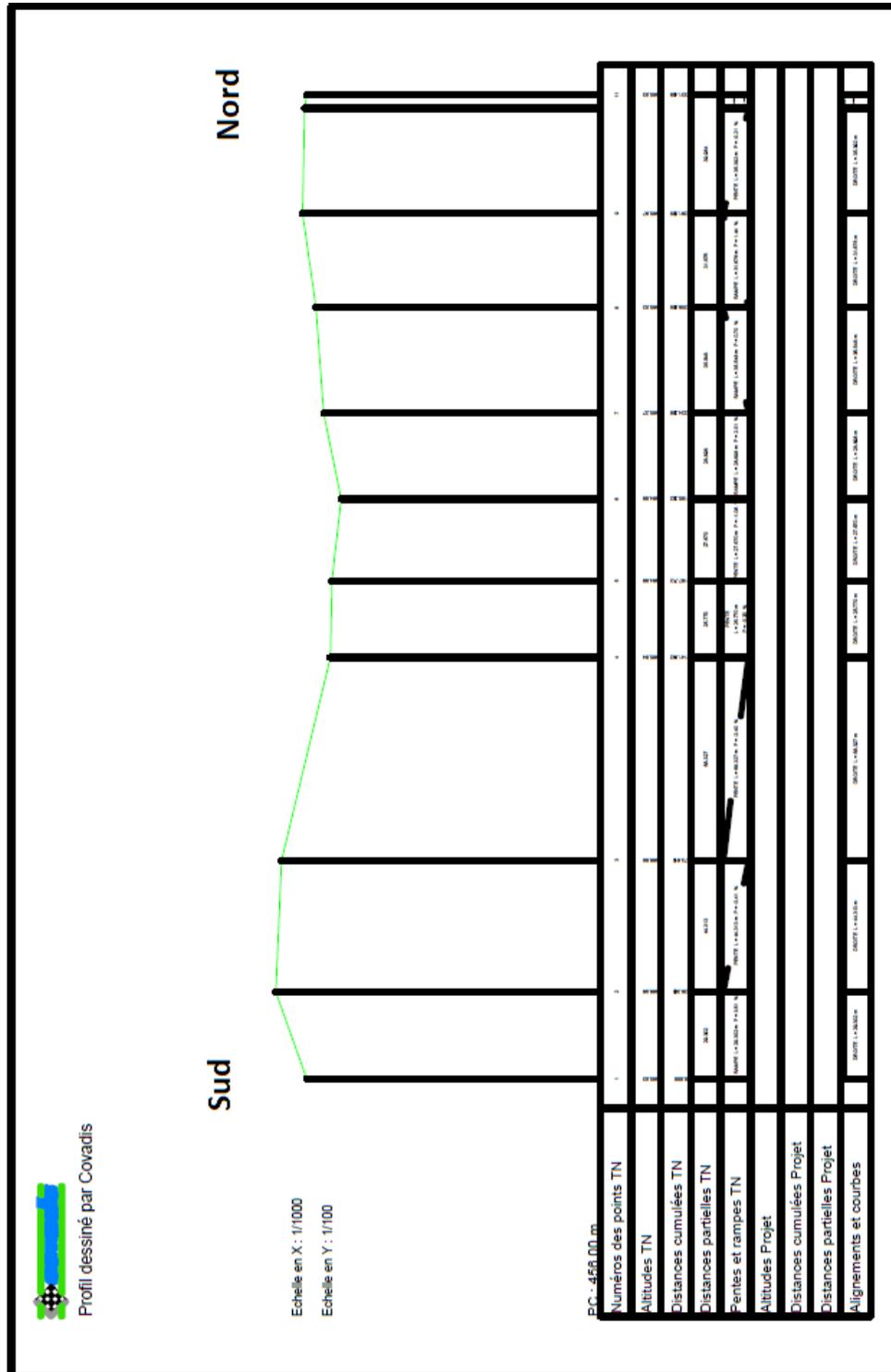
L'exploitation des données de récupération de l'année 2015 montre des pertes graves de la couche 2 inférieure et supérieure au niveau des tranchées TE-1 et TE-2 du panneau 5, dont le taux de récupération s'approche de 50% ce qu'il faut qu'une perte de presque la moitié est produite dans cette zone.

panneau	tranchée	Couche	Cases	Volume détruite (B)			Volume en place (A)			Taux de récup
				Surface		Volume Déf	Surface	Pce Géol	Volume Géol	
P3	TB14	C1	6-7	3 906	2,11	8 227	8 000	1,13	9 040	91%
	TB14	C2	5-7	10 045	1,25	12 535	12000	1,16	13 920	90%
	TB14	C4	9-13	11 170	0,95	10 612	11170	1,06	11 840	90%
TOTAL										90%
P5	BC5	C3g	12-15	12 332	1,28	15 823	12 332	1,65	20 348	78%
	TE1	C2	16-21	23 625	1,21	28 620	23 625	2,14	50557,50	57%
	TE2	C2	14-16	7 861	1,05	8 270	7 861	1,82	14 307	58%
	TF5-2	SB	2-3	13 100	0,82	10 771	13 100	1,05	13 755	78%
TOTAL										64%
TOTAL										#DIV/0!
MS P1	BCJ-1	SA2	53_60	26 446	1,55	40 941	26 446	1,60	42 314	97%
	TJ1	C2	25_26	6 508	1,27	8 263	6 508	1,45	9 437	88%
TOTAL								0		#DIV/0!
TOTAUX				#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!

Fig. 17 : Extrait de la base de données de récupération durant l'année 2015

Dans le but de comprendre les facteurs intervenant dans ces pertes et qui ont été derrière le problème de récupération on a réalisé par le logiciel AutoCAD au niveau du panneau 5 deux profils topographiques à partir des différentes mesures d'altitude qui ont été prises au niveau du mur de la couche 2 le long de 6 cases(1 à 6) et puis 4 cases (15 à 18) dans l'un des tranchées concernées.





**Fig 19 : Profil topographique du mur de la couche 2 le long des cases 15,16,17,18 (tranchée TE 1 du panneau 5)**

L'analyse des deux profils topographiques montre une irrégularité très évidente le long de la tranchée TE du panneau 5, cette irrégularité est liée à la paléogéographie de la région de ben guérir et elle s'est traduite sur le terrain par des ondulations de surface :



*Fig. 20 : Ondulations au niveau du mur de la couche 2 du panneau 5*

Ce sont ces ondulations qui ont été derrière les pertes importantes enregistrées lors de la récupération de la couche 2 au niveau du panneau 5. Dont il y a un problème de récupération qui se pose face aux caractéristiques techniques des différents engins utilisés (chargeuse, Bulls, pelles et camions) :

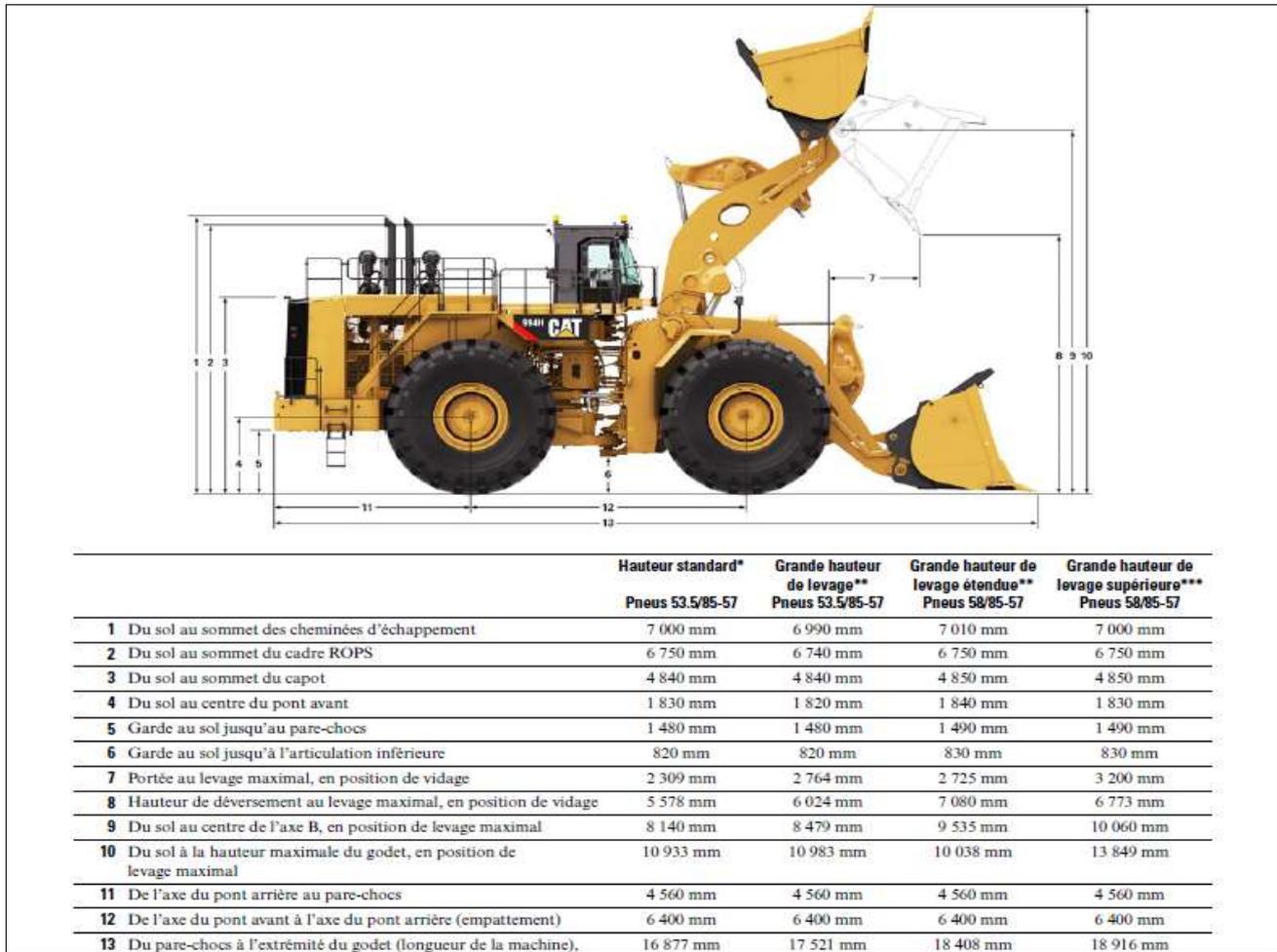


Fig. 21 : Dimensions de la chargeuse sur pneus 994F

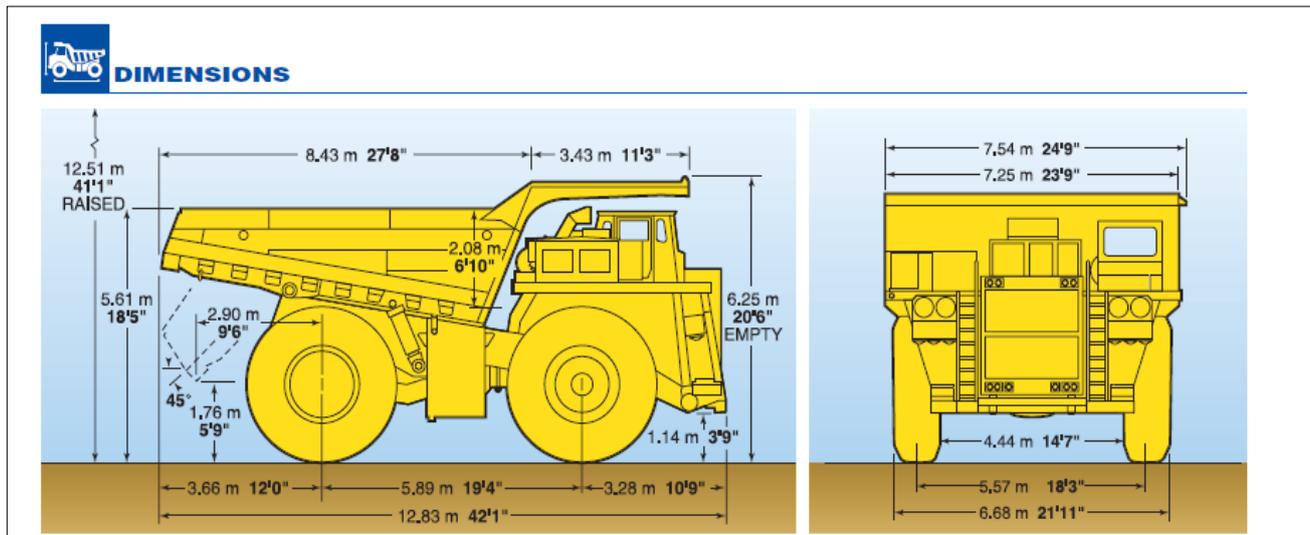


Fig. 22 : Dimensions du camion de type KOMAT'SU 730<sup>E</sup>

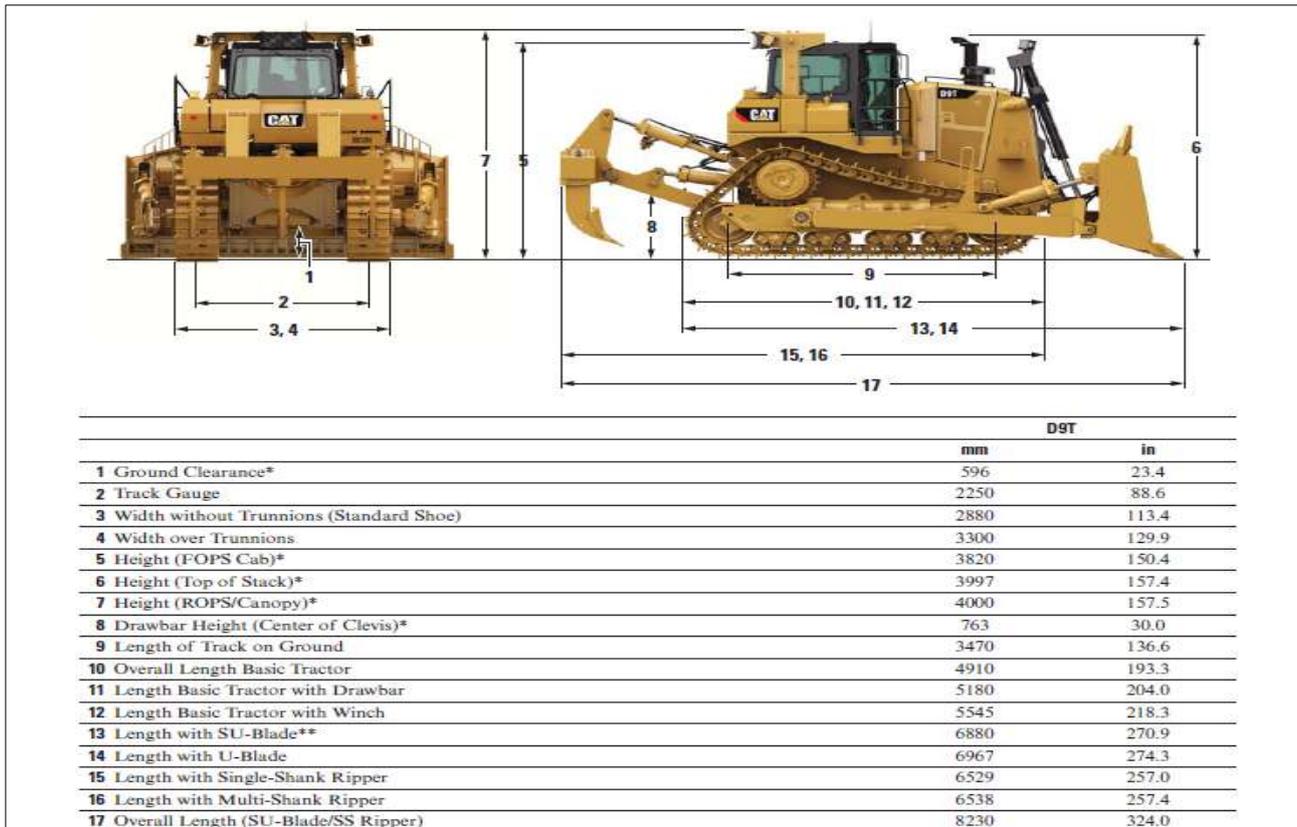


Fig. 23 : Dimensions de Bulldozer de type D9

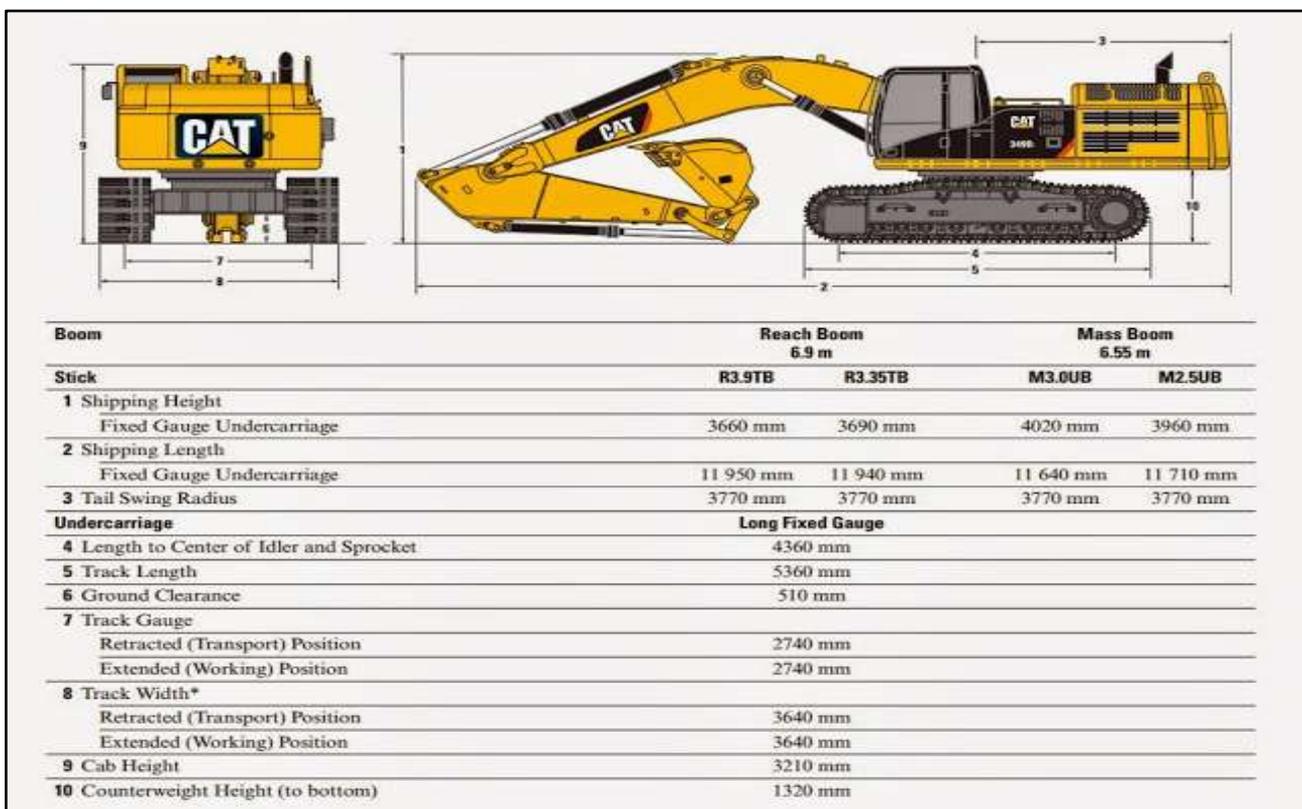


Fig. 24 : Dimensions pelle hydraulique

Donc d'après la comparaison entre les dimensions des engins utilisés lors de la récupération du phosphate, dont la longueur dépasse parfois 6m, on déduit que la récupération totale de la couche phosphatée ne sera pas possible en présence des ondulations qui présentent une longueur d'onde de 2 à 4m cette incompatibilité de dimensions pose un problème, soit au niveau du déplacement des engins, soit au niveau du fonctionnement dont le godet des machines de chargement et les chenilles ou les pneus sur lesquels se déplacent les engins ont un champ de mouvement limité.

→ Tous ces facteurs ont intervenus dans les pertes enregistrées pendant la récupération de la couche 2 du panneau 5 (43% en C2 sup et 42% en C2 inf).

### 2.3 Problème/pertes liés à l'encombrement des cavaliers sur le phosphate :

Le problème de pertes sous cavaliers est un problème principal, car elles enregistrent un impact pénalisant sur le taux de récupération du gisement.

#### 2.3.1 Le découpage du gisement et les composantes d'une zone en cours d'exploitation :

Pour exploiter une zone phosphatée, il faut la diviser en :

- **Panneaux** : Chaque panneau correspond à un terrain ou une portion du gisement dont l'étendue est limitée en fonction de facteurs tels que le nombre de couches phosphatées en présence, le recouvrement et la qualité du phosphate (teneurs en BPL). Chaque exploitation d'un panneau, commence par la mise en place d'une tranchée de largeur comprise entre 60 et 70 m appelée « **Box-Cut** ».
- **Tranchées** : Une tranchée correspond donc à une partie ou une unité du panneau dont la longueur est celle de tout le panneau et la largeur d'environ 40m.

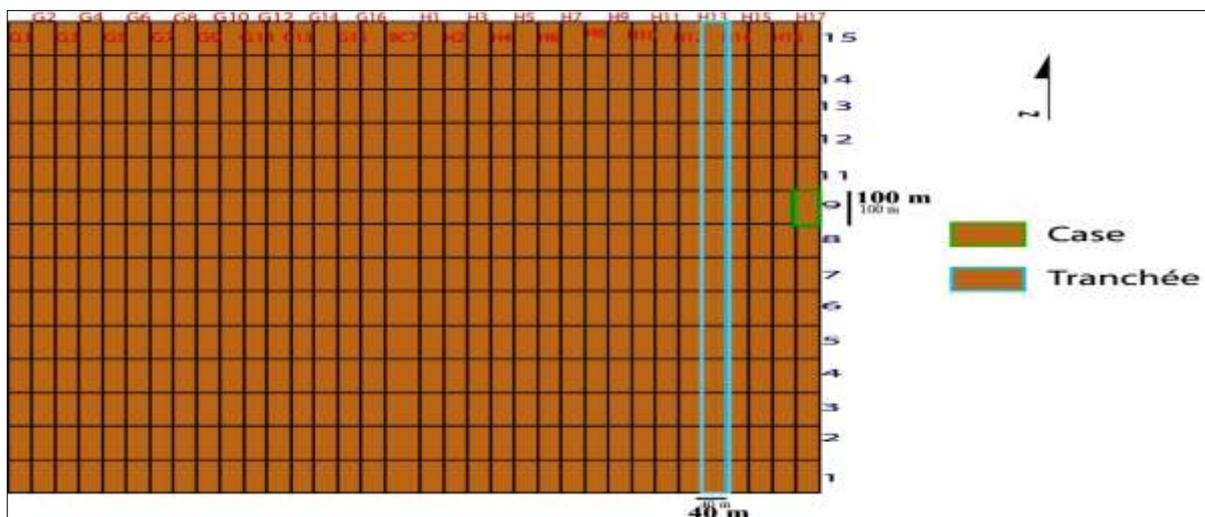
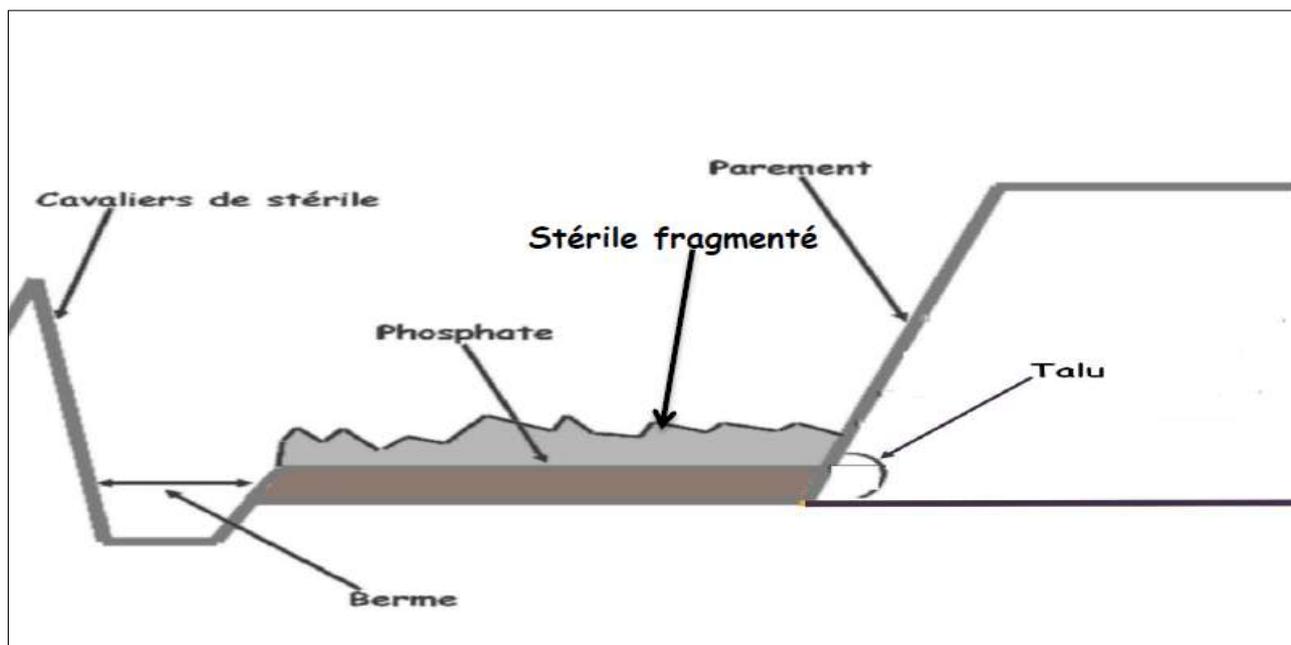


Fig. 25 : Le découpage du gisement



**Fig. 26 :** Les composantes d'une zone en cours d'exploitation

Actuellement, la zone minéralisée de Ben guérir est divisée en huit panneaux en cours d'exploitation dont chaque tranchée doit comprendre différentes composantes afin de permettre l'extraction du minerai :

### 2.3.2 Les pertes sous cavaliers :

#### 2.3.2.1 Définition :

Lorsque le pied des cavaliers de stérile bute sur le talus phosphaté, cette intersection donne naissance à une surface dans la série phosphatée, qui sera par la suite une perte surfacique, qu'on l'appelle par la suite une perte sous cavaliers.



**Fig. 27 :** les pertes sous cavaliers de la couche 5

### 2.3.2.2 Etude de la genèse d'une perte sous cavalier :

La multiplicité des facteurs des pertes sous cavaliers montre la complexité du problème, mais on peut remarquer qu'ils ne sont pas tous indépendants.

La genèse d'une perte sous cavalier est justifiée par :

- **L'insuffisance ou l'absence de la berme :**

Tout d'abord, Le décapage par dragline est basé sur le casement des stériles dans la tranchée précédente ayant été préalablement exploitée, sans devoir à les transporter. Cette façon de faire est la plus économique, mais elle exige une plateforme bien aménagée et aussi horizontale que possible.

La berme est une sur-largeur dédiée à la bonne récupération des phosphates au niveau des couches inférieures à savoir la couche 5 et la couche 6. Cette berme sert en premier lieu comme une plateforme de la machine de décapage sur laquelle la machine avance pour pouvoir caser suffisamment loin les déblais dans la tranchée N-

- **Mauvais casement :**

Ce mauvais casement est dû à plusieurs facteurs, qu'on peut les énumérer comme suit :

- La hauteur de cavalier en projet est incompatible avec la hauteur de déversement de la machine de décapage

- Le vide disponible dans la tranchée exploitée ne permet pas le casement du primaire en respectant la berme requise.

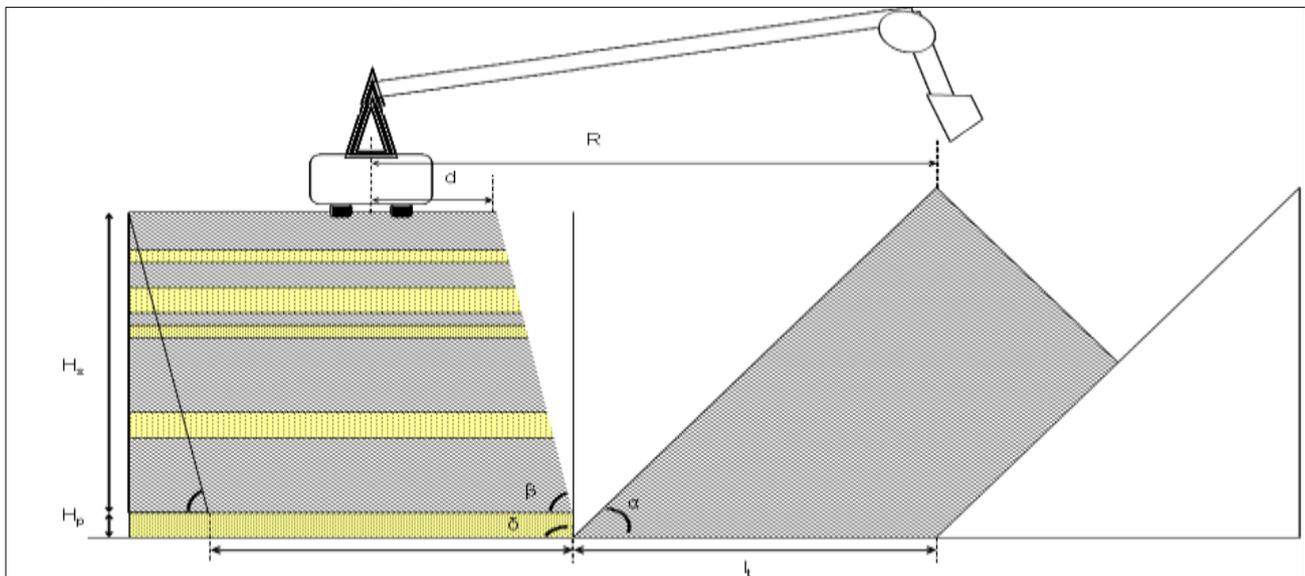


Fig. 28 : genèse d'une perte sous cavalier lors du casement

Avec

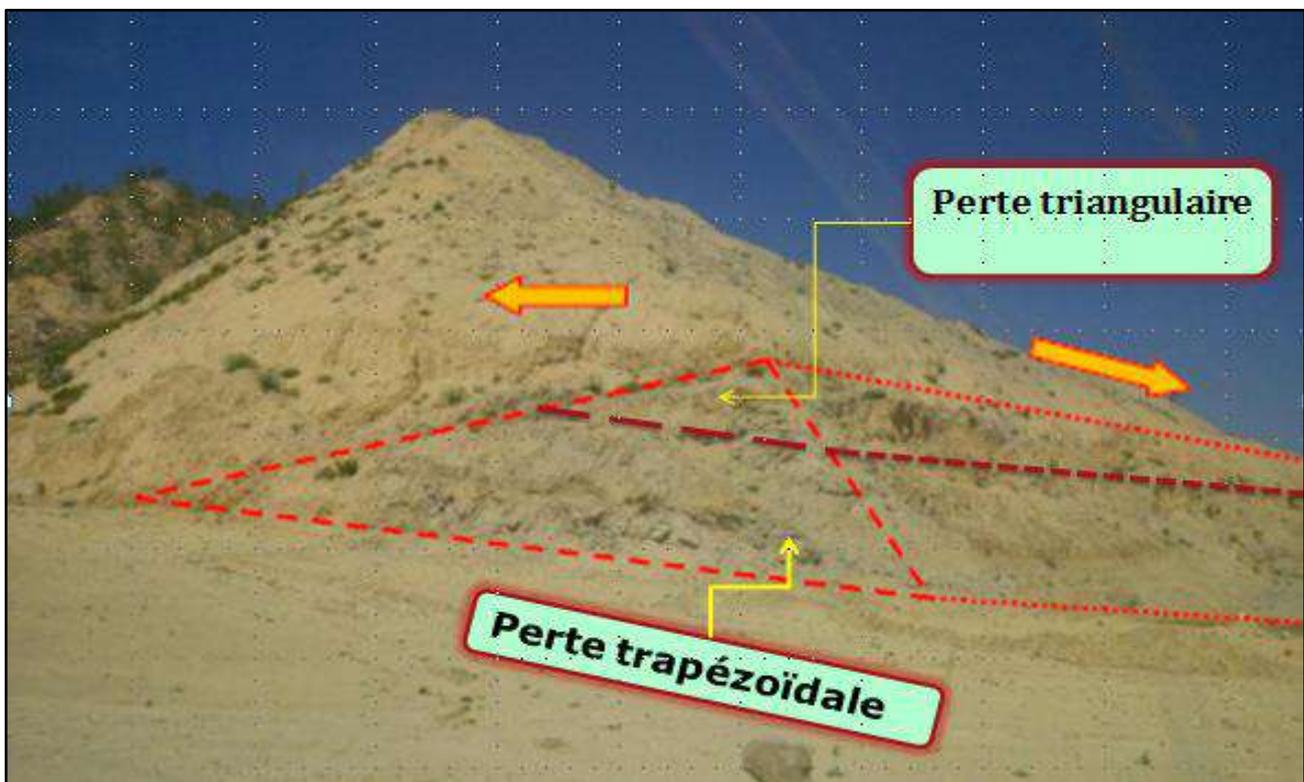
**R** : Le rayon d'action de la machine

**d**: la distance de sécurité

Lorsque le pied des cavaliers de stérile bute sur le talus phosphaté, cette intersection donne naissance à une surface dans la série phosphatée, qui sera par la suite une perte surfacique, qu'on l'appelle une perte sous cavaliers. Autrement, le talus des déblais repose sur la série en atteignant son état de stabilité avec un angle de repos de valeur  $37^\circ$ .

Du point de vue géométrique, les pertes sous cavaliers peuvent se présenter en deux cas de Fig. ures comme suit :

- Pertes triangulaires
- Pertes trapézoïdales



*Fig. 29 : Exemple sur terrain des pertes triangulaires et trapézoïdales*

Ci-dessous un profil type d'une tranchée comprenant des pertes sous cavaliers, sous ses deux cas de Fig. ures :

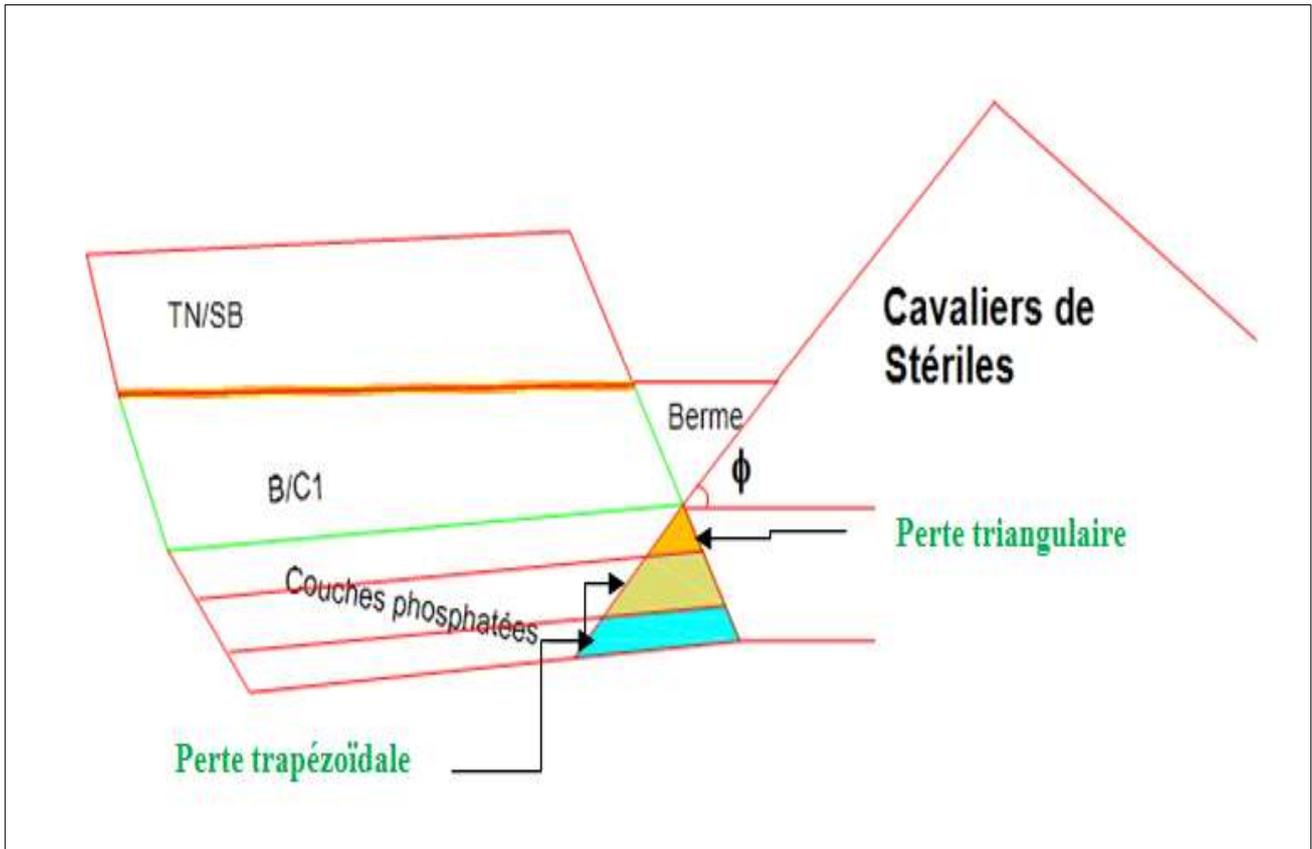


Fig. 30 : Illustration des pertes sous cavaliers triangulaires et trapézoïdales

- **Genèse d'une perte triangulaire :**

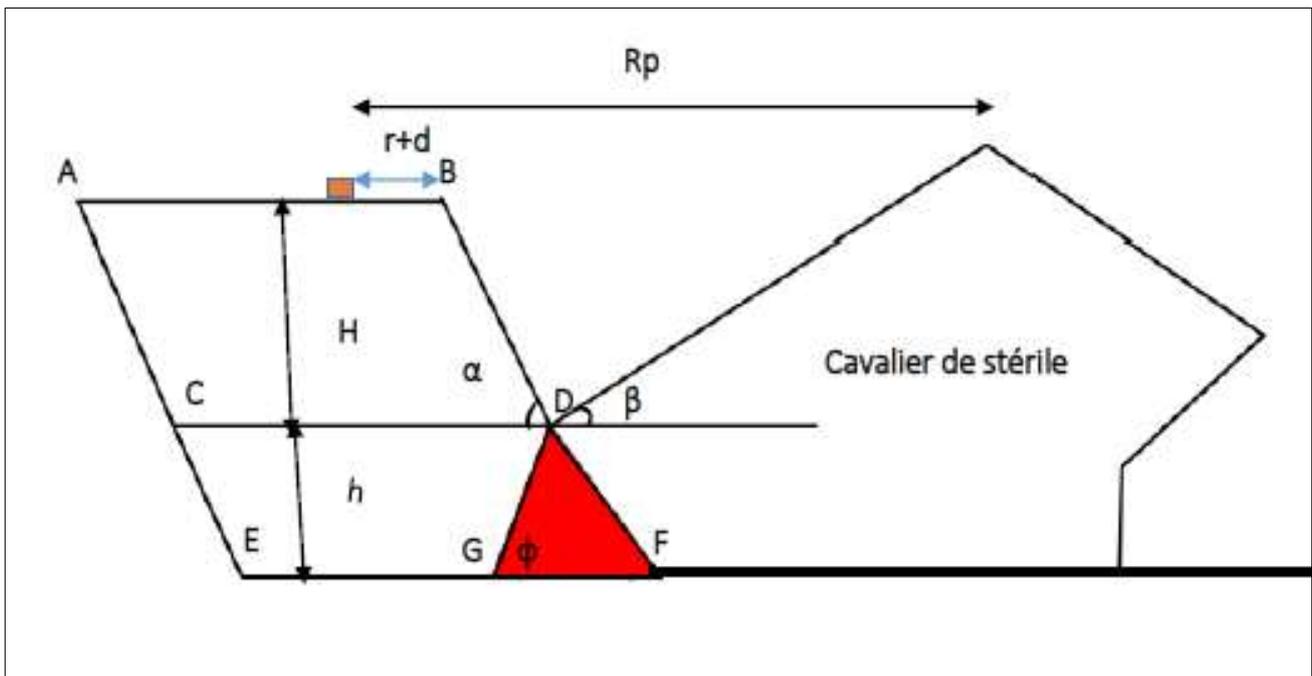


Fig. 31 : Perte triangulaire

Avec :

- $\Phi$  : l'angle du faisceau phosphaté
- $R_p$  : Le rayon d'action de la machine
- $R$  : le rayon de l'embase de la machine
- $D$  : distance de sécurité
- $B$  : angle de repos du déblai
- $H$  : hauteur du primaire
- $f$  : coefficient empirique
- $h$  : hauteur du faisceau phosphaté

On donne  $H_g$  tel que :

$$H_g = \frac{R_p + h \cot \beta - r - d - \left(\frac{L}{4}\right) - h^2 \cot \alpha \cot \beta}{\cot \alpha + f \cot \beta} \quad \text{Avec } L=r+d$$

→ Une perte triangulaire prendra lieu lorsque  $H \leq H_g$ .

▪ Genèse d'une perte trapézoïdale :

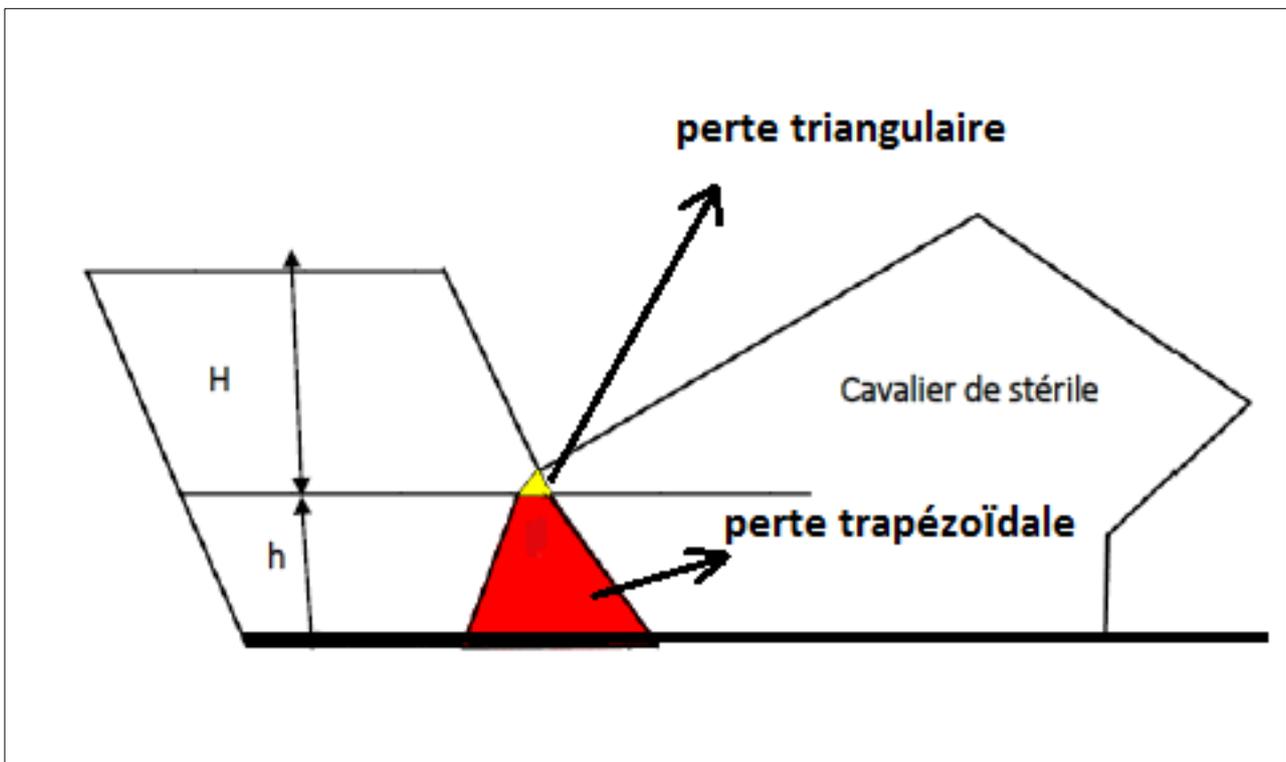


Fig. 32 : Perte trapézoïdale

Même démarche pour les pertes trapézoïdales avec cette fois :

$$Hz = \frac{\left( Rp + h \cot \beta + x \left( 1 - \left( \frac{h}{l} \cot \beta \right) \right) - r - d - \left( \frac{L}{4} \right) - (h^2 \cot \beta \varphi \cot \beta) \right)}{\cot \alpha + f \cot \beta}$$

Donc ce type de perte résulte d'une fausse assimilation de conditions adéquates d'extraction, cette assimilation peut inclure une berme insuffisante ou une différence entre les conditions réelles du chantier et ceux théoriques qui supposent une répartition uniforme des déblais et une symétrie du casement.

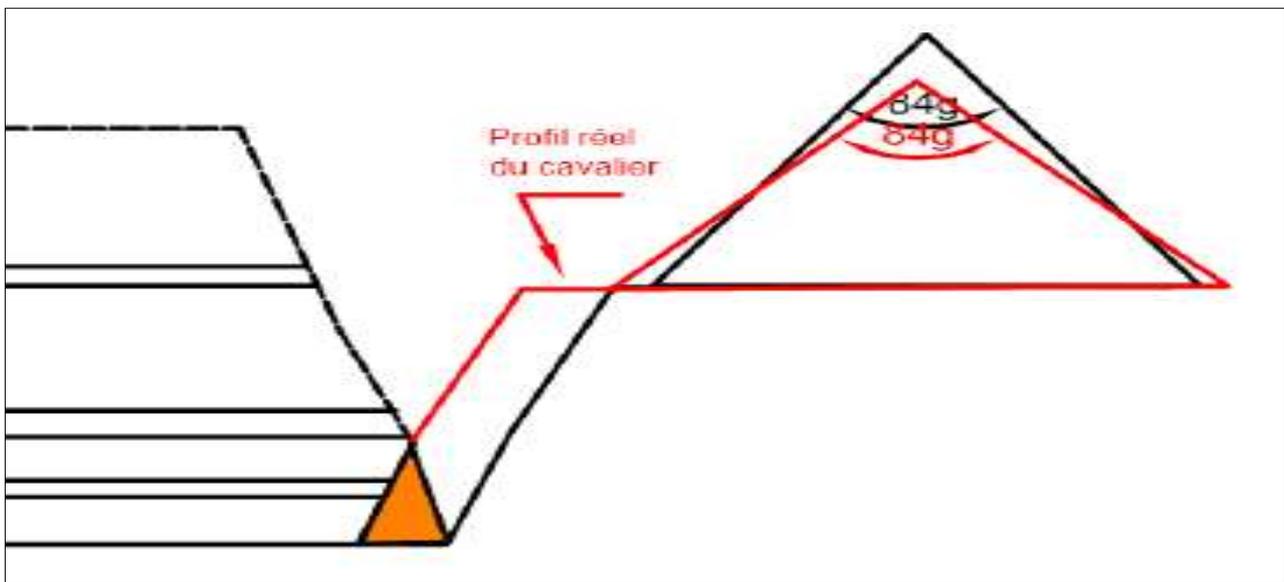


Fig. 33 : profil réel des cavaliers causant une perte triangulaire

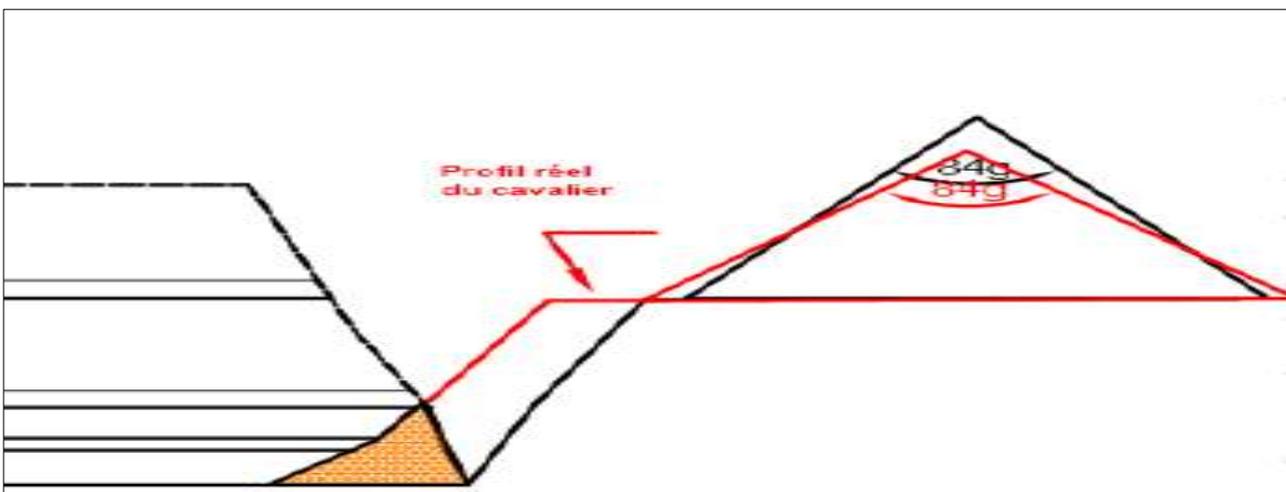


Fig. 34 : profil réel des cavaliers causant des pertes triangulaires et trapézoïdales

## 2.4 Problème/pertes liés à la qualification du personnel et l'absence du contrôle :

Le problème d'absence de formation des ouvriers qui réalisent les différents travaux sur le chantier contribue d'une grande partie dans les pertes enregistrées pendant l'exploitation :

- **Lors de gerbage** : un bullist non qualifié va strictement engendrer des pertes pendant la préparation des tas pour qu'ils soient chargés par la chargeuse.

Un gerbage inconvenient de part et d'autre des extrémités de la tranchée donne des pertes importantes vers les bords (coté berme et coté parement).

Une couche phosphatée à faible puissance par rapport au front d'exploitation peut causer des problèmes face au bullist qui peut rencontrer des obstacles pour former des tas adéquats afin de faciliter le chargement au conducteur de chargeuse, ce qui nécessite un respect d'un standard adapté à ce cas-là :

Standard de Gerbage par un bull				
OCP		Objectif : Préparer des tas de phosphates pour la machine de défruitage	Qui : Conducteur de l'engin	Quand : la puissance de la couche à défruitier est faible par rapport au front d'exploitation
Tâche	Moyens engagés	Points clés :	Consignes	Aides visuelles: Schéma n°3
2. Pousser les volumes de phosphates vers l'emplacement des tas,	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Surveillant chantier</li> <li>▪ Bullistes</li> <li>▪ Prospecteur</li> <li>▪ Bulls dotés des gyrophares</li> <li>▪ Panneaux de signalisation indiquant les travaux de Gerbage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Remuer les volumes de phosphates en place, en créant des couloirs pour garantir un meilleur taux de remplissage de la pelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ S'assurer que les panneaux de signalisation sont à une distance de 150m du lieu d'activité</li> <li>▪ La machine de défruitage est à l'arrêt</li> <li>▪ Se référer aux consignes de sécurité relatives au Contrôle de niveau de phosphates</li> </ul>	
3. Former des tas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Parking véhicules légers bien signalé et bien aménagé</li> <li>▪ Parking Camions bien aménager et bien signalé</li> <li>▪ EPI: Gilet, Casque, Chaussures</li> <li>▪ Moyens de communications : la radio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Former des tas dans la hauteur est facilement exploitable par la machine</li> </ul>		

Fig. 35 : standard de gerbage des couches à faible puissance (1)

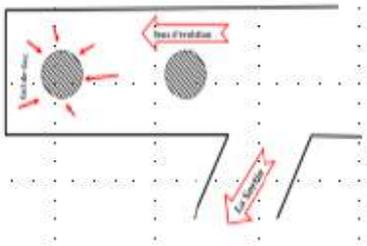
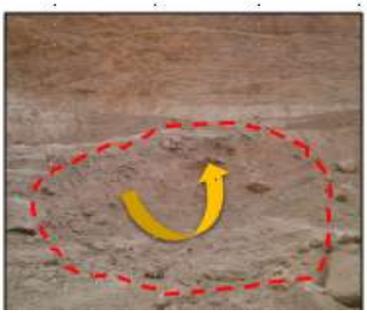
Standard de Gerbage par le Bull D9				
Objectif : Préparer des tas de phosphates pour la machine de défruitage		Qui : Conducteur de l'engin	Quand : La puissance de la couche à défruiter est faible par rapport au front d'exploitation	
Tâche	Moyens engagés	Points clés :	Consignes	Aides visuelles: Schéma n°1
0. Positionnement de l'engin coté sortie, ayant comme sens d'évolution vers le cul de sac.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surveillant chantier</li> <li>• Bullistes</li> <li>• Bulls dotés des gyrophares</li> <li>• Panneaux de signalisation indiquant les travaux de Gerbage</li> <li>• Parking véhicules légers éloigné, visible signalé, bien aménagé</li> </ul>	-L'engin de gerbage commente l'opération de gerbage au premier lieu par le coté sortie vers le coté « cul de sac » pour faciliter l'accès aux camions pendant le transport.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S'assurer que les panneaux de signalisation sont à une distance de 150m du lieu d'activité</li> </ul>	
1. Foissonner l'emplacement des éventuels tas de phosphates	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parking Camions bien aménagé et bien signalé</li> <li>• EPI: Gilet, Casque, Chaussures</li> <li>• Moyens de communications : la radio</li> </ul>	-Ripage de la zone où on va placer les tas de phosphates, pour qu'elle bien fragmentée, afin de faciliter par la suite son exploitation par machine de défruitage		Schéma n°2 

Fig. 36 : standard de gerbage des couches à faible puissance (2)

- **Lors de chargement** : un conducteur non qualifié peut rencontrer des problèmes tels que des accidents lors de chargement du camion ce qui cause un retard et des pertes par la suite.

Une mauvaise manipulation de la chargeuse conduit au débordement du phosphate porté par le godet de la machine.

Tous ces problèmes nécessitent le respect d'un standard de chargement :

	Positionnement du camion	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Demander au camion de se positionner sous le godet</li> <li>-Informers le camion de l'atteinte de la position appropriée</li> </ul>	-Risque de collision entre la machine et le camion	-Utilisation du klaxon pour avertir le camion de l'atteinte de la position adéquate
	Chargement du camion	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Rotation de la machine vers le front</li> <li>-Remplissage optimal du godet</li> <li>-Rotation vers le camion positionné</li> <li>-Déversement du produit de telle sorte qu'on concentre la charge au niveau du milieu de la berme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Collision entre le godet de la machine et la berme</li> <li>-Chute de blocs du godet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Vigilance du conducteur</li> <li>-Le déversement doit se faire d'une hauteur faible par rapport à la berme pour minimiser le choc des blocs</li> </ul>
	Ravitaillement de la machine	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Arrêt de la machine et stationnement au niveau d'une plateforme bien aménagée</li> <li>-Stationnement du camion de ravitaillement de façon parallèle aux chenilles de la machine</li> <li>-Descente du conducteur de la machine vers les agents de la station-service (remplissage des bords de gazoil, compteurs horaires, etc...)</li> <li>-Branchement du pistolet et début de l'opération de ravitaillement</li> <li>-Rangement du flexible après fin de l'opération de ravitaillement</li> </ul>	-Collision avec le camion de ravitaillement	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Stationnement parallèle au chenilles de la machine</li> <li>-Interdiction de présence du conducteur à l'intérieur de la machine au moment de ravitaillement</li> </ul>

**Fig. 37 :** Standard de chargement

D'autre part l'absence de contrôle et du suivie des travaux de récupération par les géologues contribue dans ces pertes, car le manque de connaissance des conducteurs d'engins en domaine géologique nécessite une orientation qui doit être assuré par les prospecteurs

## 2.5 Problème/pertes liés à la foration, sautage, nettoyage, et transport :

### 2.5.1 Lors de foration et sautage :

Ce sont les pertes dues à une mauvaise réalisation des deux premières phases (foration et sautage).

Si on a un problème de surforation, au moment de sautage de la tranchée, on aura un soufflage de phosphate. Dont on trouve des parties des niveaux phosphatés sauté avec les morts terrains, ce qui donne des pertes secondaires :



*Fig. 38 : mince niveau phosphaté inclus dans les morts terrains*

### 2.5.2 Lors de nettoyage :

- **Nettoyage au toit de la couche :**

Les pertes de nettoyage peuvent être dues à plusieurs causes:

- Des engins de nettoyage mal adaptés au nettoyage du toit de la couche (l'utilisation des Bulls D11 à grande godet au lieu des Bulls D9)

- On peut également avoir un problème de décalage entre le nettoyage et l'enlèvement du stérile : au fur et à mesure, qu'on fait le décapage, il faut faire le nettoyage après, car les marnes risquent de se sécher et de se dégrader après le roulage des camions, ils seront écrasés et par la suite épigées dans la couche phosphatée.

- L'éclairage est un facteur important dans l'opération de nettoyage, notamment, pendant le troisième poste, car on risque de taper dans les phosphates, donc un problème de perte.



*Fig. 39 : nettoyage par Bull D9 (capacité du godet 5m<sup>3</sup>)*

- **Nettoyage en présence de failles :**

Les failles et les plis présentent des contraintes lors de l'exploitation, de telle sorte qu'on trouve une dénivellation dans les couches, une partie est soulevée, tant dis que l'autre est abaissée.

Ce sont des cassures qui affectent la série phosphatée et conduisent à la rupture de la continuité des niveaux.

La présence de ces structures peut entraîner des pertes des phosphates, car on ne peut pas le récupérer vu au non adaptation des engins de récupération, ça d'une part.

D'autre part parfois en présence de ces irrégularités il est indispensable d'utiliser le phosphate pour préparer une plateforme afin de permettre la circulation des engins, ce qui donne lieu à d'autres pertes.

- **Nettoyage en présence de dérangement**

Les dérangements sont des phénomènes géologiques perturbant la série phosphatée.

Lors de nettoyage des phosphates au niveau des massifs de dérangement, on laisse des parties de phosphate sur sa circonférence pour ne pas taper dans le dérangement, ce qui donne naissance à des pertes.



*Fig. 40 : Pertes résultant lors de nettoyage de surface dérangée*

### 2.5.3 Lors de transport :

Les pertes engendrées pendant le transport sont dues à :

- **Mauvais centrage de la charge** : La charge mise dans la benne n'est pas bien centrée, par conséquent, avec la circulation, la charge se déborde.
  - **Une surcharge du camion** : si la benne est surchargée.
  - **Etat des pistes** : des pistes présentant des rampes assez fortes, ce qui crée un basculement pour le camion, causant par la suite le débordement du minerai.
- Il est à noter que seul le minerai déversé dans la tranchée qu'est récupérable, par contre pas de moyen pour récupérer celui qui est déverser aux niveaux des pistes pour le déblocage du minerai.



Fig. 41 : Perte liée au débordement du camion (capacité 170 t)

○ **Remarque**

On peut avoir des pertes qui sont liées au minerai lui-même, lorsque le phosphate est très sèche il s'évacue facilement face au vent.

Un phosphate calcifié ou siliceux pose aussi des problèmes lors de la récupération.

La dureté des niveaux inférieurs de certaines couches cause aussi un problème de récupération et donne des pertes par la suite (à savoir les couches 3,4 et 5)

### **2.5 Solutions proposées pour la lutte contre les problèmes de récupération et la minimisation des pertes :**

Afin de confronter les obstacles de récupération rencontrés et d'avoir une meilleur performance par minimisation des pertes, on doit donner des solutions à chacun des problèmes :

- Lors de la récupération et pour éviter le problème d'évacuation facile du phosphate très sèche au contact du vent on peut procéder à un arrosage des couches phosphatées si c'est le cas. Dont le but est d'augmenter l'humidité du minerai pour une meilleure récupération (une étude économique est requise).
- Pour résoudre le problème de récupération des niveaux inférieurs des couches 3,4 et 5 qui sont caractérisé par une dureté élevée on peut adapter une nouvelle technologie qui est encore en essais, qui est la Surface Miner 2500. Cette machine est caractérisée par une efficacité importante face à la fragmentation et chargement à la fois des niveaux minces.



*Fig.42 : Surface Miner 2500 en cours de chargement*

- Pour lutter contre le problème des ondulations du mur de la couche 2 du panneau 5, et les irrégularités rencontrés au chantier qui peuvent être aussi liées à des failles, il faut procéder à un tassement du terrain, éventuellement à un revêtement afin de préparer une surface régulière sur laquelle les engins peuvent se déplacer dans le but d'éviter l'utilisation du phosphate comme plateforme, d'où une minimisation des pertes.
- Le problème des pertes sous cavalier influence d'une manière grave le taux de récupération au niveau du gisement. ce problème est strictement lié à une réalisation inadéquate de la berme.



*Fig. 43 : Photo illustrative de la berme*

Cette berme qui présente une fosse aménagée doit être réalisée d'une manière correcte pour chaque niveau à décaper.

Le principe de base est de créer une aire de casement entre le pied du cavalier et les couches phosphatées.

En vue de la détermination de la valeur de la sur-largeur à confectionner pour la réalisation d'une berme donnée, on part des caractéristiques initiales de la tranchée à exploiter et des caractéristiques de la machine, à savoir son rayon d'action de la dragline et la distance de sécurité.

Donc il faut élargir d'avantage la berme de telle façon qu'elle puisse d'une part, accueillir le maximum volume d'intercalaires, et d'autre part, assurer une bonne récupération du minéral.

La berme est calculée pour chaque couche à récupérer, le calcul se base se fait par des formules empiriques qui se basent différents paramètres de la tranchée. Dont il dépend de la puissance des niveaux et des angles de talus et de repos des déblais. Le calcul d'une berme d'un niveau peut aussi se faire à partie de la berme du niveau qui précède :

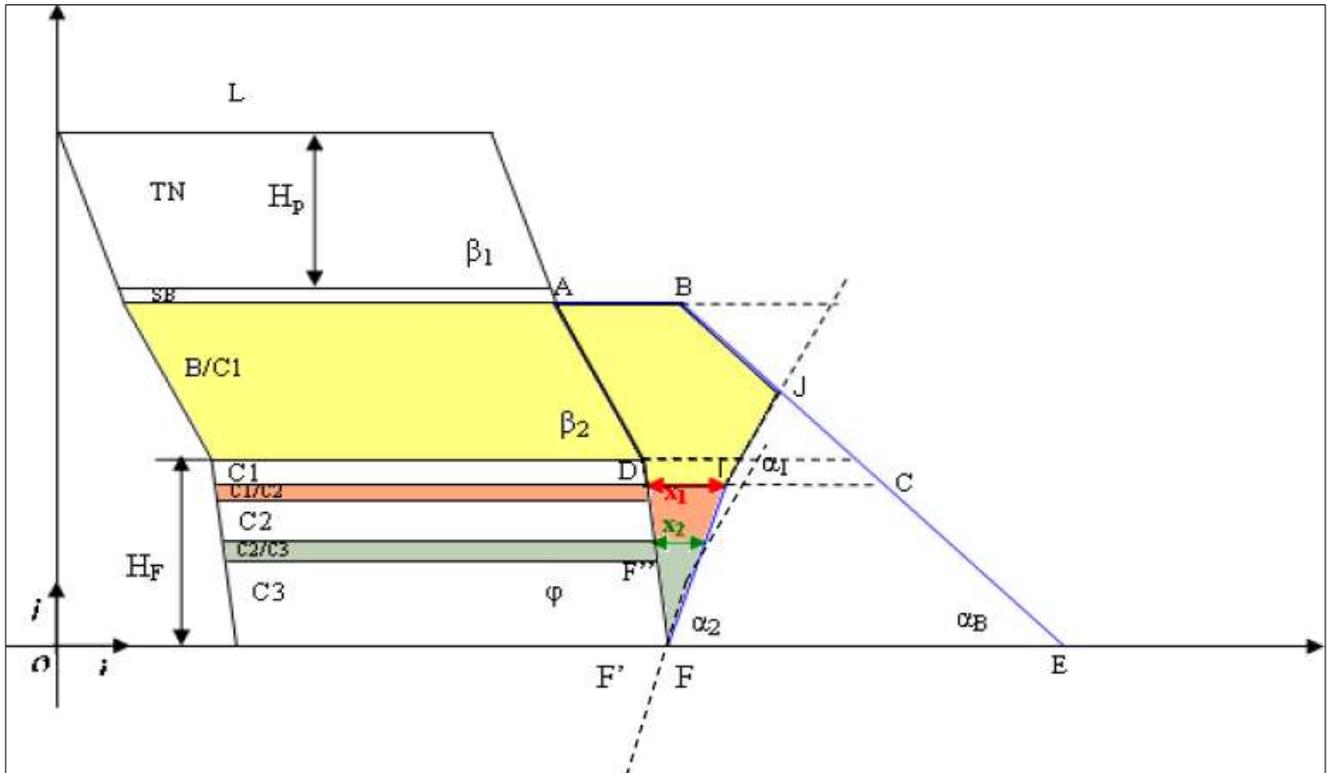


Fig. 44 : Exemple de berme des couches 2 et 3

**X1 : berme de la couche 2**

**X2 : berme de la couche 3**

- Pour pouvoir éliminer les pertes dues au débordement des camions, on a eu recours à élaborer un standard de chargement des camions, tout en insistant sur l'importance du centrage de la charge au sein de la benne du camion et d'éviter la surcharge.

Un bon aménagement des pistes est aussi requis.



Fig. 45 : arrosage et aménagement de piste par niveleuses

- Enfin pour résoudre le problème de manque de qualification des conducteurs d'engins il faut procéder à une formation qui vise la sensibilisation en ce qui concerne la manipulation des engins afin d'éviter toute sorte de perte. Cette sensibilisation doit être strictement accompagnée par un contrôle périodique des prospecteurs lors de réalisation des travaux au chantier. Pendant le défruitage, le prospecteur est mené de veiller à l'exécution d'une bonne berme et à effectuer un bon nettoyage et un gerbage qui respecte les règles correspondantes, pour cela un standard de gerbage doit être suivie pour une meilleur récupération :

 Titre :		<b>Standard : DE GERBAGE</b>	
Service :		OIG/BE/D	
Instal :			
N	Item	Points clés	Illustrations
1	Récupération du phosphate	Après la mise en place du bull-dozzer. Le bulliste doit faire la récupération du phosphate approximité du front	
2	Nettoyage des éboulements	Le bulliste doit nettoyer les éboulements qui persistent à côté du parement et la berme	
		Les éboulements doivent être poussés au mur du tranché défruité	

N	Item	Points Clés	Illustrations
	A/-Gerbage des couches sableuses (SA/2sup :C0:C1:C2:et C6)	<p>Longueur de la passe à gerber doit être inférieure à 20 m</p> <p>Le tas de la couche gerbée doit avoir une hauteur supérieure à 3 m</p> <p>10 m du côté parement et 10 m du côté berme doivent être poussés au milieu</p> <p>Le gerbage de la couche doit être entré au milieu de tranché sur une largeur de 20 m</p> <p>Il faut bien délimiter la couche côté berme et parement(ne pas avoir des pertes)</p>	
3	B/- Gerbage des couches intercalées par des dalles (SA2inf :C3glob:C4etC5)	<p>Longueur de la passe à gerber doit être inférieure à 20 m</p> <p>Pour la couche 3 globale :</p> <p>a-il faut pousser en premier lieu la couche 3 inf déjà défruité</p> <p>b-il faut ripper la couche 3 inf d'une manière croisé puis la poussée sur la couche 3 sup gerbée</p> <p>Pour la ouche SA/inf : C4et C5</p> <p>Le ripage de la couche doit être croisé pour faciliter le gerbage</p> <p>Le tas de la couche gerbée doit avoir une hauteur supérieure à 3 m</p> <p>Le gerbage de la couche doit être centré au milieu de tranché sur une largeur de 20 m</p> <p>Il faut bien délimiter la couche côté berme et parement(ne pas avoir des pertes)</p>	

N	Item	Points clés	Illustrations
4	Rendement des bulls	<p>Rendement des bulls aux ouches qui nécessite le ripage <math>R=150\text{m}^3/\text{h}</math> volume à gerber par poste de 6h00  <math>v=150*6=900\text{m}^3/\text{poste}</math></p>	
		<p>Rendement des bulls aux couches sableuses <math>p=240\text{m}^3/\text{h}</math> volume à gerber par poste de 6h00  <math>v=240*6=1440\text{m}^3/\text{poste}</math></p>	
5	Volume à préparer pour la chargeuse par poste 4000m <sup>3</sup> /poste	<p>Heures de marche pour le gerbage des couches qui nécessite le ripage  <math>Hm=4000/150=26\text{h}</math> soit 2 bulls sur 2 postes</p>	
		<p>Heures de marche pour le gerbage des couches sableuses  <math>Hm=4000/240=17\text{h}</math> soit 2 bulls sur 2 postes</p>	

### *Conclusion générale:*

Sur le plan relationnel, ce stage nous a permis de découvrir un nouveau mode de vie, et de s'intégrer dans un nouveau milieu. En outre cette découverte au sein de l'OCP nous a également apporté une nouvelle vision sur le travail dans une entreprise ayant son poids économique et commercial à l'échelle internationale, aussi bien au niveau organisationnel, qu'au niveau humain.

Sur le plan technique, on a eu l'occasion de mettre en application nos acquis théoriques, et d'élargir nos connaissances dans le domaine minier et celui de l'emploi.

Concernant notre sujet on a réalisé un travail qui vise la lutte contre les problèmes de récupération rencontrés au chantier, ce travail a été effectué en deux volets :

- un travail de terrain qui avait comme but l'identification et l'analyse de ces problèmes sur terrain ainsi que la récolte des données dans le but de les traiter.
- un travail de bureau qui a consisté à la réalisation des profils topographiques au moyen des logiciels de modélisation (AutoCAD).

Il était bénéfique pour l'OCP puisque nous avons réalisé une étude qui s'aligne avec une de ses orientations stratégiques, à savoir la résolution des problèmes de récupération et la minimisation des pertes d'où un gain économique très important, qui est l'objectif principal de toute société.

### *Références :*

- Documents du bureau de plans.
- Livre : Notion de stratigraphie et terminologie des roches.
- Rapport annuel de l'OCP.
- Service de défruitage et transport, données et documentations diverses
- Théorie de Kazakov : [www.lpt.ens.fr/~kazakov/](http://www.lpt.ens.fr/~kazakov/)

## ANNEXE :

<b>TAUX DE RECUPERATION</b> <b>Janvier 2015</b>										
panneau	tranchée	Couche	Cases	Volume détruité (B)			Volume en place (A)			Taux de récup
				Surface	Pce	Volume Déf	Surface	Pce Géol	Volume Géol	
<b>P2</b>	T52	Couche 5 Sup	31_32	5250	1,33	6960	5250	1,40	7 350	95%
	T56	Couche 1+0	10_16	26550	0,99	26340	26550	1,10	29 205	90%
	T56	Couche 2	9_10	4220	0,65	2760	4220	0,80	3 376	82%
	T40	Couche 5 sup	40_43	16243	1,47	23880	16243	1,60	25 989	92%
	T56	Couche 6	18_30	21510	0,65	14080	21510	0,80	17 208	82%
<b>TOTAL</b>				<b>73 773</b>		<b>74 020</b>	<b>73 773</b>		<b>83 128</b>	<b>89%</b>
<b>P5</b>	TF5	C2	(-1_5)	13 049	1,25	16 258	13049,00	1,45	18 921	86%
	TE2	SA2	8_14	33 640	1,14	38 220	33 640	1,35	45 414	84%
	TE2	C1+0	1_4	11 829	1,34	15 909	11 829	1,50	17 744	90%
	TE1	C4	15	2 253	0,90	2 031	2 253	1,10	2 478	82%
				<b>60 771</b>		<b>72 418</b>		<b>84 557</b>	<b>86%</b>	
<b>P3</b>	TB17	C3g	15_20	24 590	1,54	37 903	24 590	1,75	43 033	88%
						<b>37 903</b>		<b>43 033</b>	<b>88%</b>	
<b>P7</b>	TH13	SB	6_9	15 690	1,00	15 720	15 690	1,15	18 044	87%
	TH7_TH13	SA2	17_18	14 770	5,70	84 240	14 770	6,00	88 620	95%
				<b>30 460</b>		<b>99 960</b>	<b>30 460</b>		<b>106 664</b>	<b>93,72</b>
<b>P4</b>	TC10	C5Sup	49_51	6 870	1,57	10 760	6 870	1,75	12 023	89%
	Aff P4	C6	_	9 200	1,57	14 410	9 200	1,70	15 640	92%
<b>TOTAL</b>				<b>16 070</b>	<b>1,57</b>	<b>25 170</b>	<b>16 070</b>	<b>1,72</b>	<b>27 663</b>	<b>91%</b>
<b>MS P1</b>	TJ2	C3g	9_14	14 832	1,17	17 398	14 832	1,25	18 540	94%
	TJ1	C0+1	48	5 522	1,48	8 154	5 522	1,80	9 940	82%
<b>TOTAL</b>				<b>20 354</b>	<b>1,26</b>	<b>25 552</b>	<b>20 354</b>	<b>1,40</b>	<b>28 480</b>	<b>90</b>
<b>TOTAUX</b>				<b>226 018</b>	<b>1,48</b>	<b>335 023</b>	<b>165 247</b>	<b>2,26</b>	<b>373 523</b>	<b>89,69</b>

<b>TAUX DE RECUPERATION</b>												
<b>Février 2015</b>												
panneau	tranchée	Couche	Cases	Volume détruité (B)			Volume en place (A)			Taux de récup	Responsable	
				Surface	Pce	Volume Déf	Surface	Pce Géol	Volume Géol			
P2	T52	C6	24_26	11 249		5 940	11 249	0,70	7 449	80%	Ahermoune	
TOTAL										#DIV/0!		
P5	E1	C1	16-17	5 730	1,10	6 280	5 730	1,30	7 449	84%		
	E2	C1	10_16	25 550	2,14	54 780	25 550	2,25	57 488	95%		
TOTAL						61 060	31 280		64 937	94%		
P4	TC10	C3	60-61	7 130	1,07	7 660	7 130	1,20	8 556	90%	Bounouani	
	TC10	C5	51-56	24 780	1,46	36 290	24 780	1,55	38 409	94%		
Aff P4	TK21	C6	_	12 990	1,55	20 090	12 990	1,60	20 784	97%		
						64 040			67 749	95%		
P3											Kokodil	
P7										#DIV/0!		
TOTAL										#DIV/0!		
MS P1	BCJ/1	SB	51_55	25 195	0,61	15 373	25 195	0,70	17 637	87%	ELALAMI	
	TJ1	C1	25_26	3 374	2,39	8 054	3 374	2,50	8 435	95%		
	TJ2	C2	22_27	11 607	1,02	11 833	11 607	1,10	12 768	93%		
	TJ2	C4	2_8	21 721	1,37	29 807	21 721	1,40	30 409	98%		
BCJ/1	SA2	50	3 760	1,35	5 092	3 760	1,40	5 264	97%			
TOTAL						70 159			74 513	94	0	
TOTAUX				#REF!	#REF!	201 199	#REF!	#REF!	214 647	93,73	#REF!	

<b>Mars 2015</b>											
panneau	tranchée	Couche	Cases	Volume détruité (B)			Volume en place (A)			Taux de récup	
				Surface	Pce	Volume Déf	Surface	Pce Géol	Volume Géol		
P2	T56	C0	16_18	8870	0,87	7740	8870	0,95	8 427	92%	
	T52	C6	31_32	5718	0,49	2830	5718	0,55	3 145	90%	
TOTAL						10 570			11 571	91%	
P5	TE2	C1	4_10	15 409	1,57	24 208	15 409	1,65	25 425	95%	
	TE2	C0,C1	4_10	29 431	1,33	39 259	29 431	1,45	42 675	92%	
	TE1	C0,C1	16_21	17 962	2,16	38 840	17 962	2,35	42 211	92%	
TOTAL						102 307			110 311	93%	
P4	TC10	C5	57_62	27 700	1,31	36 410	27 700	1,35	37 395	97%	
										#DIV/0!	
P7											
P3											
TOTAL										#DIV/0!	
MS P1	TJ2	C4	7_15	30 166	1,10	33 146	30 166	1,25	37 708	88%	
	BCJ/1	SB	55_57	8 321	0,63	5 229	8 321	0,70	5 825	90%	
TOTAL						38 375			43 532	88	
TOTAUX				#REF!	#REF!	187 662			202 809	92,53	

**TAUX DE RECUPERATION**  
**Avril 2015**

panneau	tranchée	Couche	Cases	Volume détruité (B)			Volume en place (A)			Taux de récup
				Surface	Pce	Volume Déf	Surface	Pce Géol	Volume Géol	
P2	T39	C4	6_8	11 258	0,86	9 691	11 258	0,93	10 470	93%
	T56	SA2	29_32	13 940	1,19	16 523	13 940	1,25	17 425	95%
	T52	C6	20_23	7 966	0,65	5 217	7 966	0,75	5 975	87%
	T56	C0	23_32	38 040	0,80	30 620	38 040	0,90	34 236	89%
TOTAL						62 051			68 105	91%
P5										#DIV/0!
										#DIV/0!
										#DIV/0!
TOTAL										#DIV/0!
P4	TK18	C5	—	17 580	1,03	18 190	17 580	1,10	19 338	94%
										#DIV/0!
										#DIV/0!
										#DIV/0!
P7	TH13	SB	18_19	5 973	0,70	4 196	5 973	0,75	4 480	93,67%
										#DIV/0!
TOTAL										#DIV/0!
MS P1										#DIV/0!
TOTAL										#DIV/0!
TOTAUX				0	#DIV/0!	84 437	0		91 923	91,86

**TAUX DE RECUPERATION**  
**Mai 2015**

panneau	tranchée	Couche	Cases	Volume détruité (B)			Volume en place (A)			Taux de récup
				Surface	,	Volume Déf	Surface	Pce Géol	Volume Géol	
P3	TB14	C1	6--7	3 906	2,11	8 227	8 000	1,13	9 040	91%
	TB14	C2	5--7	10 045	1,25	12 535	12000	1,16	13 920	90%
	TB14	C4	9--13	11 170	0,95	10 612	11170	1,06	11 840	90%
TOTAL										90%
P5	BC5	C3g	12--15	12 332	1,28	15 823	12 332	1,65	20 348	78%
	TE1	C2	16--21	23 625	1,21	28 620	23 625	2,14	50557,50	57%
	TE2	C2	14--16	7 861	1,05	8 270	7 861	1,82	14 307	58%
	TF5-2	SB	2--3	13 100	0,82	10 771	13 100	1,05	13 755	78%
TOTAL										64%
TOTAL										#DIV/0!
MS P1	BCJ-1	SA2	53_60	26 446	1,55	40 941	26 446	1,60	42 314	97%
	TJ1	C2	25_26	6 508	1,27	8 263	6 508	1,45	9 437	88%
TOTAL									0	#DIV/0!
TOTAUX				#REF!	#REF!	#REF!	#REF!		#REF!	#REF!

### TAUX DE RECUPERATION

Juin 2015

panneau	tranchée	Couche	Cases	Volume détruité (B)			Volume en place (A)			Taux de récup
				Surface	Puis	Volume Déf	Surface	Pce Géol	Volume Géol	
P2	T56	C2	17-19 / 29-32	25 285	0,85	21 514	25 285	0,98	24 779	87%
	T40	C6	38-44	23 649	0,61	14 480	23 649	0,68	16 081	90%
TOTAL										#DIV/0!
P5										#DIV/0!
										#DIV/0!
										#DIV/0!
P7	TH13	SA1	7_19	36 039	2,63	94 650	36 039	2,53	91 179	104%
TOTAL										#DIV/0!
P4	TC10	C6	50_51	4 360	1,00	4 360	4 360	0,90	3 924	111%
TOTAL										#DIV/0!
TOTAUX						0			0	#DIV/0!

### TAUX DE RECUPERATION

Juillet 2015

panneau	Tranchée	Couche	Cases	Volume détruité (B)			Volume en place (A)			Taux de récup
				Surface	Puis	Volume Déf	Surface	Pce Géol	Volume Géol	
P3	B17	C2	10 - 13	12 834	1,49	19 065	12 834	1,70	21 818	87%
Total										#DIV/0!
P2	T44	C0	32_45	28 864	0,62	17 804	28 864	0,70	20 205	88%
P1 MS	BCJ/1	C2	43_48	18 181	1,25	22 808	18 181	1,30	23 635	96%
P4	TC10	C6	51_61	35 270	0,81	28 740	35 270	0,90	31 743	91%
P5	TE2	C2	5_10	18 425	1,08	19 917	18 425	1,20	22 110	90%
	TE1	C3	18_21	11 844	1,24	14 748	11 844	1,40	16 582	89%
										#DIV/0!
P7	TH13	SA1	9_19	47 445	0,78	37 220	47 445	0,85	40 328	92%
	TH13	SA2	6_7	3 747	3,98	14 905	3 747	4,50	16 862	88%
	TH13	SA2	7_11	14 252	2,72	38 720	14 251	3,00	42 753	91%
	TH13	SA1	6_9	9 891	2,06	20 395	9 891	2,10	20 771	98%
TOTAL								0		#DIV/0!
TOTAUX						234 322			256 806	91,24

### TAUX DE RECUPERATION

Août 2015

panneau	tranchée	Couche	Cases	Volume détruité (B)			Volume en place (A)			Taux de récup
				Surface	Puis	Volume Déf	Surface	Pce Géol	Volume Géol	
P5	BC5	C3g	15_19	15 910	1,70	27 040	15 910	1,80	28 638	94%
P2	T44	SX	39_45	23 022	0,72	16 512	23 022	0,72	16 576	100%
	T44	C1	32--34	6 910	0,93	6 405	6 910	0,95	6 565	98%
	T56	C3	9--13	14 726	1,27	18 771	14 726	1,37	20 175	93%
	T56	C2	19-20	5 737	0,88	5 058	5 737	0,98	5 622	90%
TOTAL						46 746			48 937	96%
P4	TC11	C1	48--56	33 771	0,75	25 445	33 771	0,80	27 017	94%
										#DIV/0!
MS	BCI/1	SB	33_35	10 492		7 700	10 492	0,80	8 394	92%
		C0+1	49_50	4 758		11 784	4 758	2,50	11 895	99%
		C0+1	52_55	7 289		21 921	7 289	3,10	22 596	97%
	BCJ/1	C2	42_43	4 685		5 574	4 685	1,25	5 856	95%
		C4	29_34	18 227		22 752	18 227	1,70	30 986	73%
						69 731			79 727	
P7	TH11	SB	19--21	6 798	0,79	5 381	6 798	0,85	5 778	93%
	TH13	SA2	14--16	5 466	5,37	29 371	5 466	6,04	33 015	89%
TOTAL										#DIV/0!
TOTAUX						203 714			223 112	91,31

### TAUX DE RECUPERATION

Septembre 2015

panneau	tranchée	Couche	Cases	Volume détruité (B)			Volume en place (A)			Taux de récup
				Surface	Puis	Volume Déf	Surface	Pce Géol	Volume Géol	
P2	T44	Couche 1	34_39	20 919	1,40	29 330	20 919,00	1,45	30 333	97%
		Couche 2	43_40	8 267	0,76	6 291	8 267,00	0,85	7 027	90%
		Couche 3	13_22	37 028	1,39	51 470	37 028,00	1,65	61 096	84%
						87 091		98 456	88%	
P3	TB17	Couche 3	10_12	5 092	1,47	7 500	5 092	1,60	8 147	92%
TOTAL									#DIV/0!	
P4	TC11	Couche 2	48_56	33 770	0,60	20 262	33 770	0,70	23 639	86%
		Couche 3	55_59	15 189	1,30	19 790	15 189	1,40	21 265	93%
	Aff P4 TK17	Couche 6		18 340	1,24	22 760	18 340	1,35	24 759	92%
	Aff P4 Est	Couche 6		5 200	1,20	6 240	5 200	1,30	6 760	92%
						69 052		76 423	90%	
P7	TH13	Sillon A2	17_16	9 000	5,56	49 995	9 000	6,00	54 000	93%
MS	TJ2	Couche 5 Sup	1_4	10 701	0,77	8 263	10 701	0,85	9 096	91%
Total										
P5	TF5/2	SA1+SA2	(_2)_ (4)	18 091	3,14	56 728	18 091	3,20	57 891	98%
	BC5	Couche 4	7_11	19 894	1,02	20 344	19 894	1,20	23 873	85%
		Couche 3	4_7	8 732	1,18	10 309	8 732	1,25	10 915	94%
	TE1	Couche 4	16_18	6 957	0,95	6 586	6 957	1,05	7 305	90%
		Couche 3	22_23	3 913	1,15	4 498	3 913	1,25	4 891	92%
TOTAL						98 465		104 875	94%	
<b>TOTAUX</b>						320 366		350 996	91,27	

### TAUX DE RECUPERATION

Octobre 2015

panneau	tranchée	Couche	Cases	Volume détruité (B)			Volume en place (A)			Taux de récup
				Surface	Puis	Volume Déf	Surface	Pce Géol	Volume Géol	
P1										#DIV/0!
P3										#DIV/0!
										#DIV/0!
P5										#DIV/0!
TOTAL										#DIV/0!
P4	TC11	C3	49--55	25 860	1,46	37 660	25 860	1,46	37 756	100%
	TK21	C6	14	1 680	0,92	1 540	1 680	1,10	1 848	83%
	AFF P4 EST	C3	-	28 210	1,43	40 290	28 210	1,45	40 905	98%
										#DIV/0!
										#DIV/0!
MS										#DIV/0!
										#DIV/0!
Total										
P2	T56	C3	22--28	23 680	1,48	35 160	23 680	1,57	37 178	95%
	T56	C4	9--13	13 840	0,78	10 740	13 840	0,81	11 210	96%
	T44	C2	37--42	23 150	0,65	15 120	23 150	0,77	17 826	85%
TOTAL										#DIV/0!
TOTAUX						0			0	#DIV/0!



### TAUX DE RECUPERATION

Décembre 2015

panneau	tranchée	Couche	Cases	Volume détruité (B)			Volume en place (A)			Taux de récup
				Surface	Puis	Volume Déf	Surface	Pce Géol	Volume Géol	
P2	T56	C4	24--32	29 990	0,99	29 690	29 990	1,00	29 990,00	99%
	T56	C3	11--15	16 700	1,07	17 820	16 700	1,25	20 875,00	85%
	T44	C3G	32--33	3 700	1,29	4 770	3 700	1,45	5 365,00	89%
TOTAL						52 280			56 230	93%
P4	TC11	C4	49--52	13 760	0,76	10 440	13 760	0,80	11 008,00	95%
	TC11	C2	48--49	3 920	0,90	3 540	3 920	1,00	3 920,00	90%
TOTAL						13 980			14 928	94%
MS	TJ1	C5sup	35_40	14 408	0,62	8 982	14 408	0,75	10 806	83%
	TJ1	C3g	25_26	5 591	0,80	4 469	5 591	0,90	5 032	89%
	TJ1	C4	20_25	22 709	1,58	35 791	22 709	1,75	39 741	90%
	TJ2	C5inf	5_8	13 981	0,97	13 492	13 981	1,00	13 981	97%
TOTAL						62 734			69 560	90%
P5	TE2	C2sup	16_18	8 761	1,38	12 081	8 761	1,70	14 894	81%
	TE2	C3g	5_8	12 601	2,25	28 341	12 601	2,30	28 982	98%
	TE2	C3G	21_23	5 137	2,51	12 907	5 137	2,55	13 099	99%
	TE2	C3sup	8_10	7 000	0,90	6 324	7 000	1,00	7 000	90%
	TE2	C3inf	8_10	7 000	1,49	10 460	7 000	1,55	10 850	96%
TOTAL						70 113			74 825	94%
TOTAUX						199 107			215 543	92,37



**Histogramme de la récupération pendant l'année 2015**

Mois	Taux de récupération(%)
Janvier	89,69
Février	93,73
Mars	92,53
Avril	91,86
Mai	0,00
Juin	0,00
Juillet	91,24
Août	91,31
Septembre	91,27
Octobre	0,00
Novembre	0,00
Décembre	0,00
Moyenne 2015	0,00