

CARACTERISATION GEOLOGIQUE ET GEOCHIMIQUE DES CALCAIRES DE LA CARRIERE DE BANDIA

INTRODUCTION

Il s'agit d'étudier les variations géologiques, géométriques et géochimiques des faciès exploitables de la carrière de roches calcaires de Bandia de la SOCOCIM-INDUSTRIES.

Les méthodes utilisées pour mener à bien cette étude consistent en une synthèse des travaux réalisés, en s'appuyant sur les données de sondages disponibles, avec leurs positions, leurs profondeurs et à l'interprétation des analyses chimiques.

2.1. CARACTERISATION GEOLOGIQUE DES CALCAIRES DU GISEMENT DE BANDIA

2.1.1. Travaux de terrain

La carrière de Bandia est localisée dans la région de Thiès. Elle s'étend sur 122 ha (dont 32 ha actuellement en exploitation et 90 ha d'extension pour la SOCOCIM-INDUSTRIES).

- Des sondages ont été réalisés sur le palier inférieur de Bandia en 2006. (Tableau IV)
- 21 sondages carottés de 20 m de profondeur, avec une maille de 400 m × 265 m (figure 8), numérotés BANDIA-1 à BANDIA-21 ont été réalisés en Avril et Mai 2000 sur l'extension de 300 ha de la carrière de roches calcaires de Bandia par la SASIF. L'engin utilisé est une sondeuse TRH 2000. Un échantillonnage des 21 sondages a été réalisé à partir d'Octobre 2000 et les analyses ont été effectuées au laboratoire de la SOCOCIM-INDUSTRIES.
- Deux campagnes de sondages électriques ont été effectuées sur les concessions accordées et les extensions demandées de SOCOCIM et SODEVIT durant la période du 29 avril au 9 mai, et du 3 au 6 juin 2003 (figure 9).

L'appareil utilisé est un résistivimètre de type SYSCAL R1 PLUS SWITCH associé à un système de 48 électrodes espacées de 5 m les unes des autres. Un sondage ou panneau électrique permet de prospecter le sous-sol sur une longueur de 235 m et une profondeur maximum d'environ 40 m. (NOAILY C., 2003).

Les objectifs de la campagne de prospection géophysique étaient les suivants :

- vérification de la nature du sous-sol sur la zone accordée et les extensions demandées,

-reconnaissance de zones d'extension possibles à l'Ouest et au Sud (forêt classée).
Ces sondages sont illustrés par la carte de la figure 8.

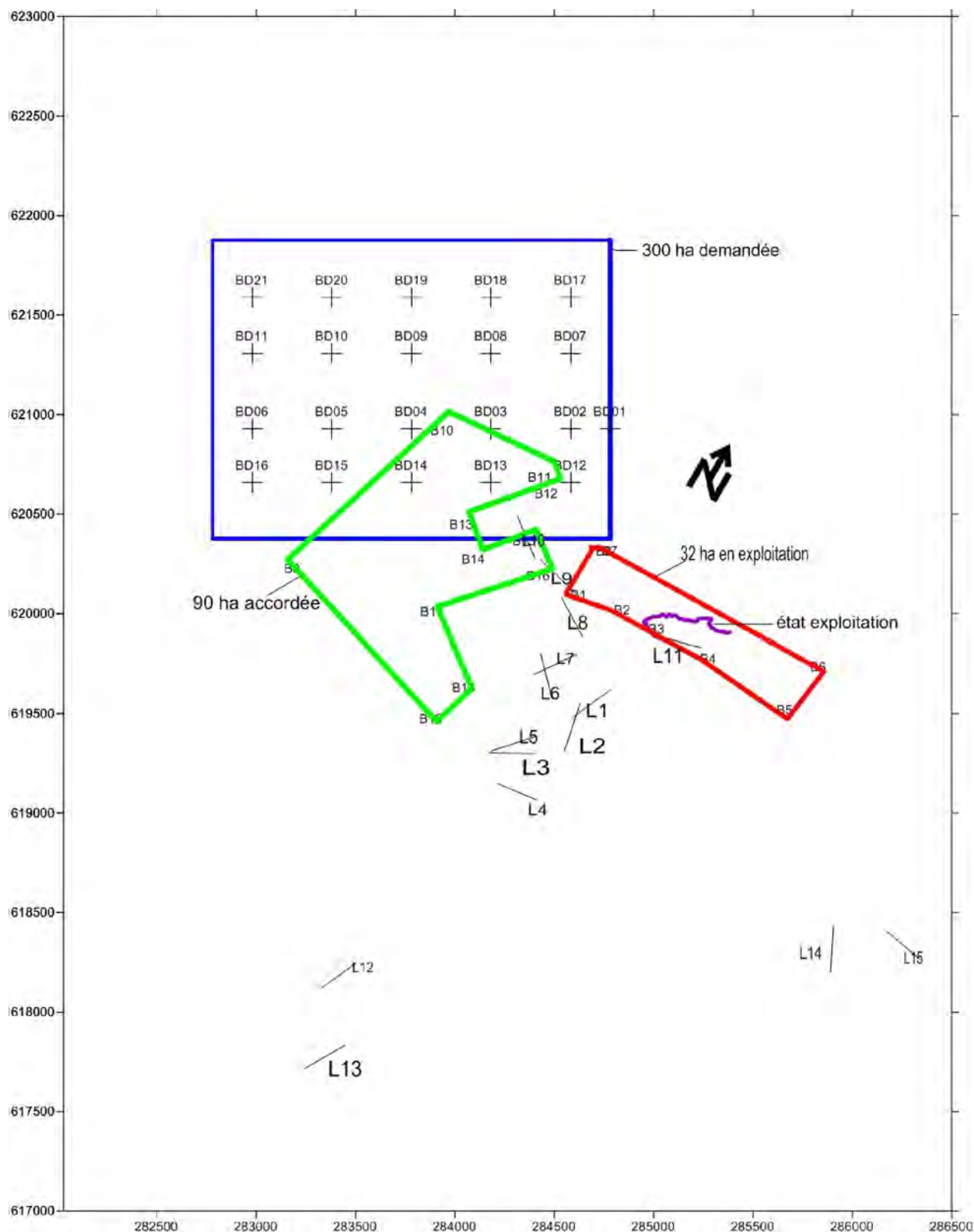


Figure 8: Carte de situation des sondages électriques à Bandia

La base de données obtenue à partir de ces sondages se situe en annexe II. Tous les échantillons ont été par la suite soumis à des analyses chimiques et géochimiques. Ces sondages et analyses constituent la base des données qui nous a permis d'effectuer la caractérisation géologique des calcaires de la carrière de Bandia.

Tableau II : Statistiques générales des analyses chimiques des échantillons de 21 sondages.

| faciès | Terre noire | | calcaire | | marne | |
|------------------------------------|-------------|------------|----------|------------|---------|------------|
| paramètres | moyenne | Ecart type | moyenne | Ecart type | moyenne | Ecart type |
| Epaisseurs | 6,5 | 2,70 | 13 | 2,70 | 1 | 1,2 |
| SiO ₂ (%) | 53,78 | 12,58 | 9,26 | 5,32 | 24,72 | 14,28 |
| Al ₂ O ₃ (%) | 12,67 | 2,39 | 0,85 | 0,53 | 2,70 | 2,43 |
| Fe ₂ O ₃ (%) | 13,49 | 9,13 | 0,52 | 0,32 | 2,14 | 2,38 |
| CaO (%) | 8,75 | 3,24 | 50,87 | 3,37 | 38,42 | 9,96 |
| MgO (%) | 1,02 | 0,36 | 0,35 | 0,07 | 0,49 | 0,18 |
| PF (%) | 8,06 | 3,25 | 37,30 | 4,80 | 25,50 | 5,84 |
| LSF | 5,69 | 4,08 | 161,82 | 147,18 | 90,07 | 97,15 |
| IS | 2,26 | 0,80 | 7,98 | 5,20 | 10,42 | 9,53 |
| A/F | 1,13 | 0,42 | 1,82 | 0,67 | 1,71 | 0,54 |

Le tableau II montre un fort pourcentage de SiO₂ dans la terre noire, un LSF relativement faible et un IS acceptable. Les calcaires détiennent de fortes teneurs en CaO, favorisant un LSF élevé. Les marnes ou marno-calcaires ont des pourcentages moyens en CaO et SiO₂. Généralement, l'étude statistique montre de faibles pourcentages en Al₂O₃, Fe₂O₃ et MgO des calcaires du gisement de Bandia. Ce tableau II montre un fort taux de recouvrement. Les calcaires sont bien présents, ainsi que les marnes avec une faible épaisseur.

2.1.1.1. Présentation des résultats du sondage carotté BD-10

Les résultats de l'analyse chimique sont présentés dans le tableau III, ils permettent de différencier les couches. Le tableau III montre des facteurs de saturation en chaux relativement important avec un maximum de 250, et un fort indice silicique au niveau des calcaires.

Tableau III : Résultats des analyses chimiques et exploitation du sondage BD-10

| Nom | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | PF | Profond. | sat.CaO | IS | A/F | faciès |
|-----------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|-------|-----------|---------|------|------|-------------|
| BANDIA-10 | 66,25 | 12,18 | 9,47 | 6,36 | 0,72 | 5,33 | 0 à 5,5 m | 3,09 | 3,06 | 1,29 | Terre noire |
| | 62,06 | 14,03 | 10,42 | 6,53 | 0,82 | 6,48 | | 3,31 | 2,54 | 1,35 | Terre noire |
| | 59,01 | 14,29 | 10,51 | 8,02 | 1,12 | 7,33 | | 4,25 | 2,38 | 1,36 | Terre noire |
| | 59,87 | 13,26 | 9,85 | 8,45 | 1,05 | 7,92 | | 4,45 | 2,59 | 1,35 | Terre noire |
| | 47,48 | 10,36 | 11,23 | 15,99 | 1,01 | 14,21 | | 10,49 | 2,20 | 0,92 | Terre noire |
| | 49,56 | 9,46 | 22,55 | 9,48 | 0,76 | 8,67 | | 5,76 | 1,55 | 0,42 | Terre noire |
| | 47,13 | 10,39 | 6,97 | 19,18 | 1,04 | 14,64 | | 12,89 | 2,71 | 1,49 | Terre noire |
| | 6,98 | 0,77 | 0,5 | 52,2 | 0,34 | 39,08 | 6 à 20 m | 251,23 | 5,50 | 1,54 | calcaire |
| | 5,13 | 1,12 | 0,62 | 52,1 | 0,39 | 41,68 | | 323,83 | 2,95 | 1,81 | calcaire |
| | 9,01 | 3,53 | 1,59 | 46,64 | 0,59 | 38,95 | | 153,29 | 1,76 | 2,22 | calcaire |
| | 10,2 | 1,56 | 0,7 | 49,17 | 0,47 | 36,85 | | 159,35 | 4,51 | 2,23 | calcaire |
| | 17,06 | 1,15 | 0,68 | 47,26 | 0,38 | 29,4 | | 95,35 | 9,32 | 1,69 | calcaire |
| | 11,67 | 0,83 | 0,62 | 48,62 | 0,45 | 35,67 | | 142,75 | 8,05 | 1,34 | calcaire |
| | 11,54 | 0,81 | 0,57 | 48,44 | 0,42 | 36,24 | | 144,00 | 8,36 | 1,42 | calcaire |
| | 13,88 | 0,8 | 0,61 | 47,79 | 0,5 | 33,62 | | 118,87 | 9,84 | 1,31 | calcaire |
| | 29,31 | 2,14 | 1,28 | 37,71 | 0,52 | 26,23 | | 44,14 | 8,57 | 1,67 | marne |

Les critères suivants ont été utilisés pour différencier les faciès en plus des carottes prélevés lors des sondages.

- Argiles, parfois latéritiques et riches en fer : terre noire, saturation en CaO < 25 et IS < 4,5
- Marnes siliceuses : Indice silicique > 4,5.
- Calcaires : saturation en CaO > 150. Calcaires gréseux : saturation en CaO > 90 et IS < 4,5
- Marnes ou marno-calcaires : 25 < saturation en CaO < 80 et Indice silicique < 4,5.

L'intégralité des résultats de sondages carottés sont consignés en annexe II.

2.1.1.2. Présentation des résultats du sondage destructif 06BD01

Les résultats d'analyse chimique de ces sondages présentés dans le tableau IV confirment ceux du sondage carotté donnés précédemment, à savoir les teneurs en éléments et les différents faciès rencontrés.

Tableau IV: Sondage réalisé sur le palier inférieur de Bandia en 2006

| Date d'analyse | Profondeur (m) | SiO ₂ (%) | CaO (%) | Facies |
|----------------|----------------|----------------------|---------|------------------|
| 20/10/06 | 0-1 | 2,10 | 56,00 | Calcaire |
| | 1-2 | 1,84 | 55,16 | Calcaire |
| | 2-3 | 1,22 | 56,08 | Calcaire |
| | 3-4 | 2,51 | 54,90 | Calcaire |
| | 4-5 | 2,52 | 54,70 | Calcaire |
| | 5-6 | 4,41 | 53,29 | Calcaire |
| | 6-7 | 8,36 | 50,45 | Calcaire |
| | 7-8 | 33,47 | 37,08 | Calcaire gréseux |
| | 8-9 | 25,32 | 40,15 | Calcaire gréseux |
| | 9-10 | 30,98 | 34,28 | Calcaire gréseux |

D'après les résultats des analyses chimiques, les fortes valeurs de SiO₂ et les faibles pourcentages de CaO correspondent à la terre noire. Par ailleurs, les valeurs de CaO de l'ordre de 50 % correspondent aux calcaires. Les calcaires gréseux qui constituent la couche de base de la série calcaire ont des pourcentages de SiO₂ plus élevés.

2.1.1.3. Présentation des résultats de sondages électriques : ligne 10 et ligne 11

Nous avons choisi ces deux lignes parce que la ligne 10 étant à proximité du sondage carotté BD12, et la ligne 11 se trouve dans la concession des 32 ha actuellement en exploitation (figures 9 et 10). Ces sondages confirment la présence dans le gisement d'argiles, de calcaires de différents faciès et de marnes.

Ainsi, les formations dont la résistivité est inférieure ou égale à 25 ohm.m constituent les argiles.

Les valeurs de résistivité comprises entre 25 et 100 ohm.m correspondent au recouvrement sablo-argileux et aux marnes.

Les calcaires crayeux ont des résistivités comprises entre 100 et 300 ohm.m; alors que les calcaires coquillers ont des résistivités comprises entre 700 et 900 ohm.m.

Les figures 9 et 10 montrent les profils de résistivité des lignes 10 et 11. Les autres profils réalisés dans la zone sont classés en annexe III.

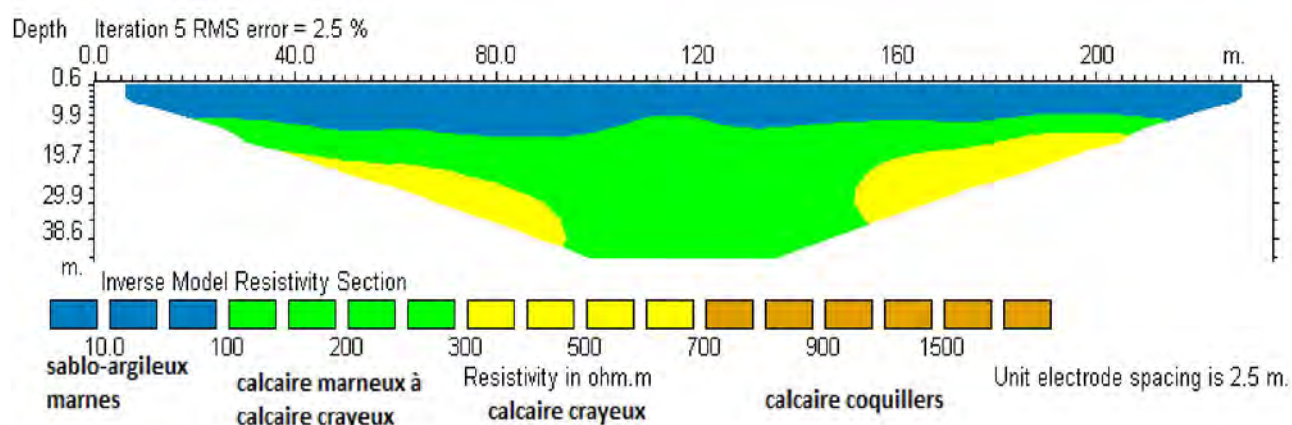


Figure 9 : Profil de résistivité de la ligne 10, extension nord parcelles 17 et 16, ligne SE-NO.

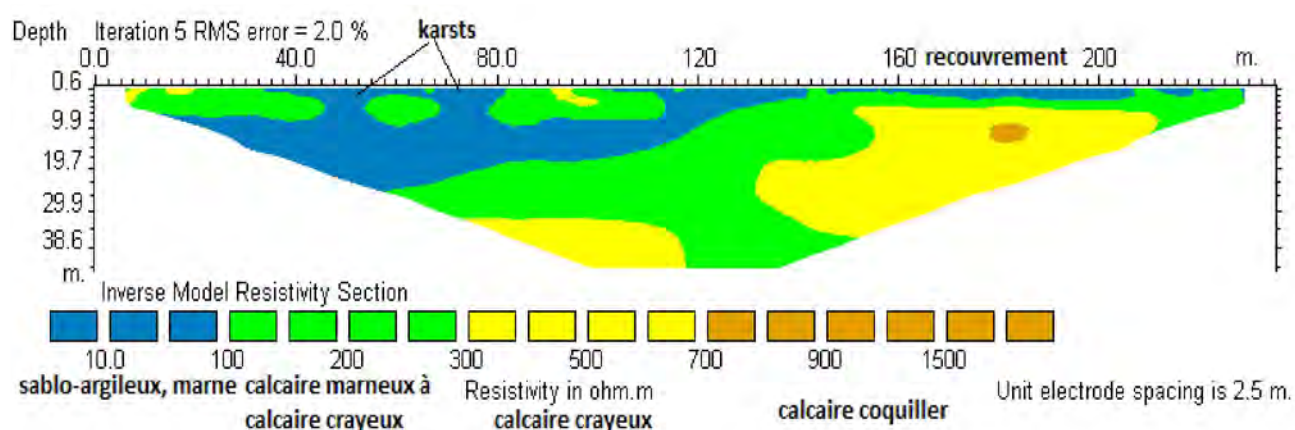


Figure 10 : Profil de résistivité de la ligne 11, parcelle SOCOCIM à l'Est, ligne Ouest- Est.

Ces profils montrent aussi que les calcaires atteignent 40 m de puissance. Et d'après les études antérieures, le niveau de la nappe est à 30 parfois 35 m de profondeur. Ce qui oblige l'exploitant de s'arrêter à 25 m. Les panneaux électriques 9 et 10 (classés en annexe III) montrent une épaisseur de calcaires plus régulière mais le recouvrement est rarement inférieur à 10 m d'épaisseur.

Le sondage carotté BD12, proche de la ligne 10, confirme ces résultats : les calcaires apparaissent vers 10,50 m après une alternance de sables argileux, de marnes sableuses et de marnes brunes. Les sondages carottés BD3 et BD13, également proches, donnent une épaisseur de recouvrement variant entre 7,60 et 15 m.

L'analyse chimique des échantillons prélevés dans ces sondages apportent les mêmes renseignements : les niveaux sous-saturés (sablo-argileux) ont entre 8 et 16 m d'épaisseur.

Nous avons essayé de superposer le sondage carotté BD12 et le profil de résistivité de la ligne 10 qui sont proches. La figure 11 confirme avec une légère marge d'erreur, la stratigraphie et la lithologie de cette carrière :

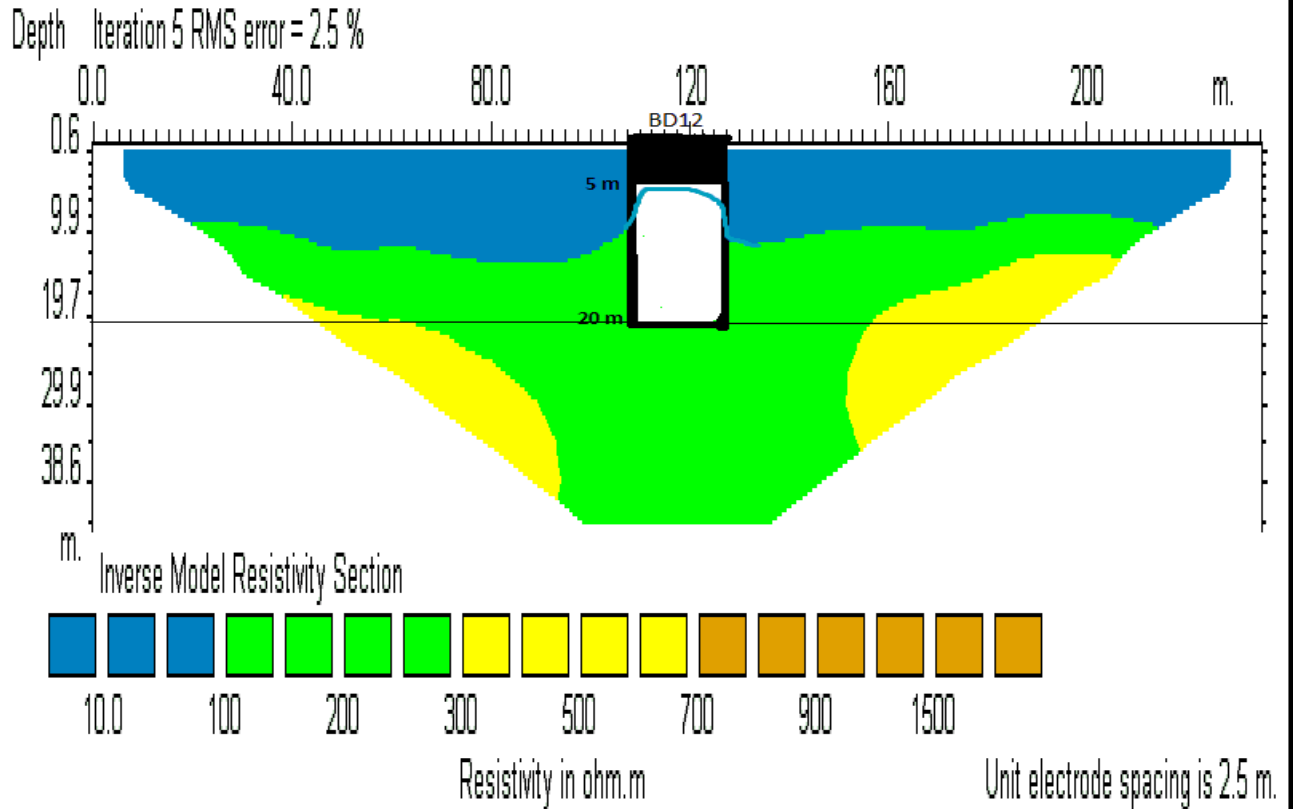


Figure 11 : Sondage carotte BD-12 et ligne 10 superposés

2.1.1.4. Présentation de quelques coupes

L'objectif était de vérifier la stratigraphie et la lithologie de la carrière de Bandia. Nous avons levé des coupes sur les paliers inférieur et supérieur suivant diverses directions. Ces coupes nous permettront de mieux connaître la nature des couches, ensuite déceler quelques microfailles et discontinuités tout au long des fronts.

La corrélation des coupes est donnée par la figure 12, alors que le tableau V montre la position des calcaires.

Tableau V: Résultats des coupes levées au niveau des fronts.

| Coupes | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------|--|--|--|---|
| Coordonnées X | 285261 | 285195 | 285150 | 285094 |
| Coordonnées Y | 1619851 | 1619860 | 1619865 | 1619861 |
| Direction | N305 | N025 | N140 | N130 |
| Palier supérieur (21 m) | Calcaires karstifiés à altération rouge ocre avec quelques poches d'argiles. | Calcaires karstifiés avec altération rouge ocre. | Calcaires pollués à phases sablo-argileuses. | Calcaires coquillers, pollués et karstifié. |
| Palier inférieur (11m) | Calcaires blanchâtres, coquillers. | Calcaires coquillers avec niveau d'altération | Calcaires francs avec fosses gréseuse et des coquilles | Calcaires francs à poches argileuses, fosses gréseuses. |

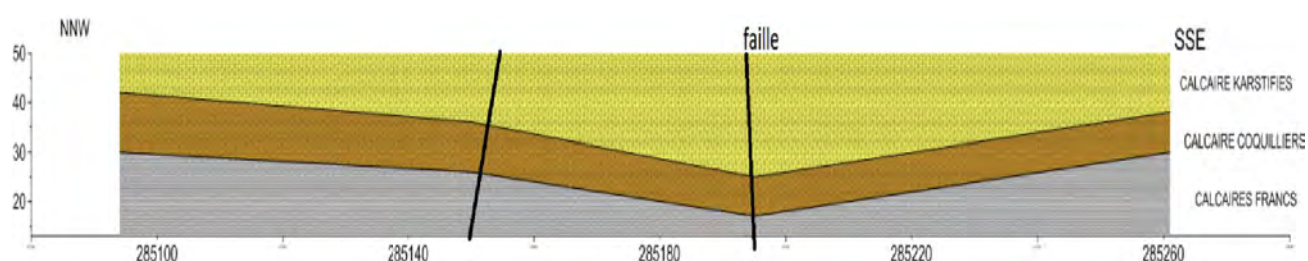


Figure 12 : Coupes réalisées sur les fronts de Bandia

2.1.2. Description des facies

La carrière de Bandia est subdivisée en paliers supérieur (14 m) et inférieur (11m) sur une épaisseur totale de 25 m. Il ya une succession de faciès calcaires (coquillers, francs, crayeux, karstifiés) et des niveaux marneux. En profondeur, les calcaires deviennent gréseux. Le recouvrement est important, et composé de la terre noire, des sables argileux et parfois latéritiques. Ainsi de bas en haut, il est possible de distinguer:

-Les marnes : elles se présentent en alternance dans les calcaires, sous forme de plaquettes, d'épaisseurs variant de 0,5 à 2 m en allant vers le Nord-est.

-Les calcaires

On distingue plusieurs types de calcaires :

Les calcaires gréseux : ils ont une couleur jaunâtre, parfois blanchâtre avec un aspect massif et très dur (figure 17, photo D), et présente une épaisseur moyenne de 3 à 4 mètres. Ils constituent le substratum des calcaires. Le mur des calcaires gréseux n'a pas encore été atteint par les différents sondages..

Les calcaires francs : Ils surmontent les calcaires gréseux. Ils sont blanchâtres à jaunâtres et présentent toute une gamme de faciès allant des cristallins, aux coquilliers et aux crayeux avec des niveaux karstifiés (figure 17, photo D).

-Des calcaires massifs assez hétérogènes pouvant présenter deux types de comportement cassant et ductile du fait de la présence de calcaires blancs et crayeux pour l'essentiel et d'argiles. Cette formation a une puissance de 9 à 10 mètres.

-Un niveau de calcaires coquilliers massifs, localement karstifiés, et également pollués par le stérile sus-jacent, d'une puissance moyenne de 5 mètres. Ces calcaires sont de types mudstones à wackestones, à rares bioclastes, à foraminifères planctoniques, petits benthiques et ostracodes. (Figure 17, photo G). (PASMI).

-Une formation détritique qui apparaît bréchifiée avec des dimensions centimétriques isolées dans une gangue argileuse grise à noire. Cette formation est fortement polluée par le stérile sus-jacent. Ce niveau est affecté par une karstification très poussée. Ces karsts constituent ainsi des zones de remplissage par le recouvrement sableux. La puissance de ce niveau est d'environ 3 mètres à 3,5 mètres.

-La terre noire

C'est le recouvrement du gisement de calcaires; de couleur noire et d'aspect compact plus ou moins tendre et friable, et parfois mélangé avec une petite phase latéritique. Sa puissance est très importante, atteignant parfois 14 m, et pouvant hypothéquer l'exploitation de cette carrière. Durant l'hivernage, elle rend difficile la circulation des engins et camions.

En s'appuyant sur les résultats des sondages carottés et des sondages géophysiques, nous avons réalisé un log synthétique qui montre la stratigraphie et la lithologie d'ensemble du secteur d'étude (figure 13).

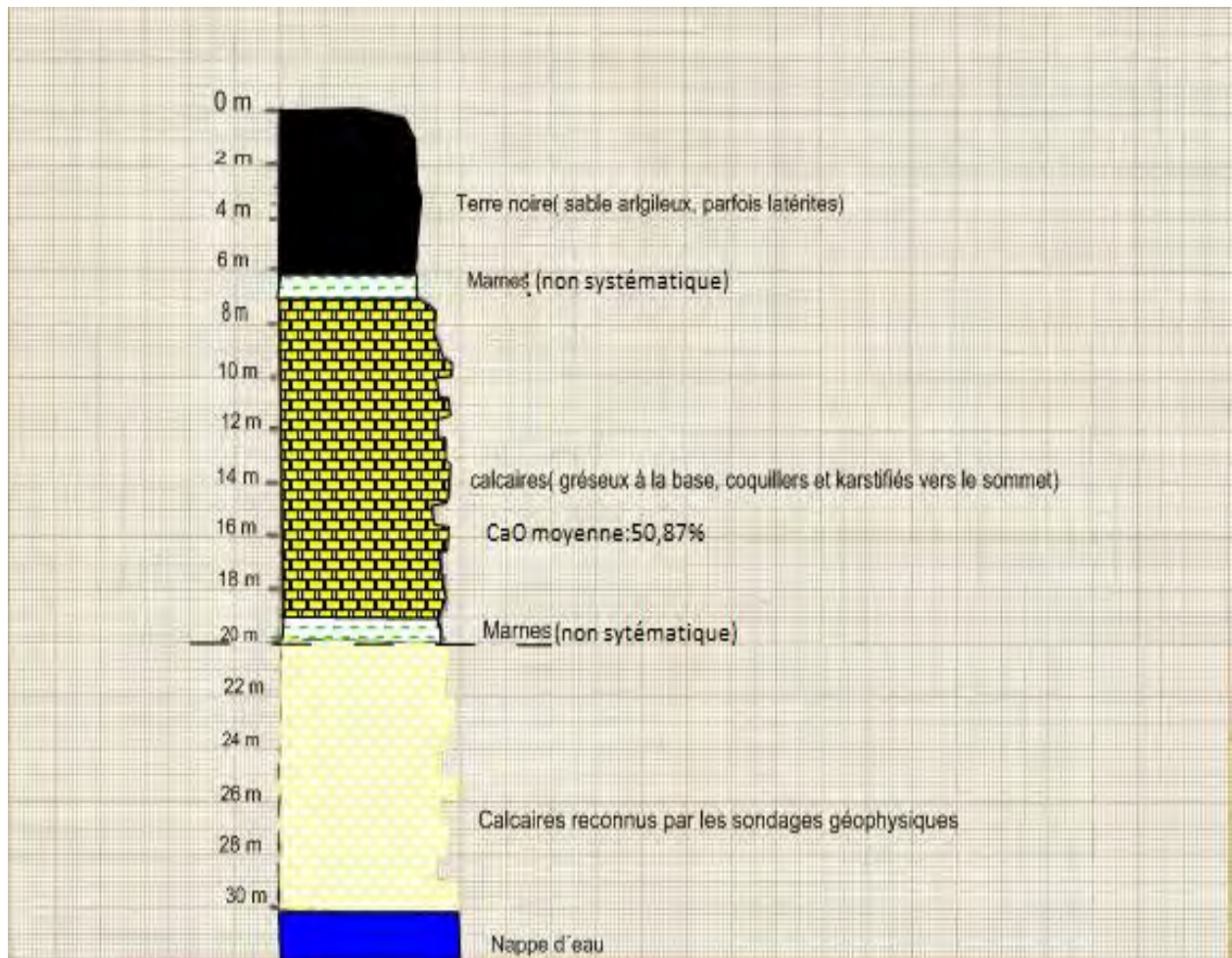


Figure 13: Log synthétique de la carrière de roches calcaires de Bandia

2.1.3. Etude des variations latérales des différentes épaisseurs des faciès

Quatre types de faciès ont été mis en évidence : la terre noire, le mélange argile-latérite, les calcaires, et les marnes). Les variations brusques d'épaisseurs sont liées à la présence de failles verticales.

Nous avons réalisé des cartes isopaques des différentes couches pour avoir un aperçu des épaisseurs et leur distribution dans le gisement. Et pour cela, nous avons exploité les données des sondages carottés qui se sont arrêtés à 20 m.

2.1.3.1. Epaisseur du recouvrement sablo-argileux

Le gisement de Bandia présente un important recouvrement. La valeur moyenne du recouvrement sablo-argileux communément appelé terre noire est de 6,5 m. Néanmoins, le recouvrement est de 2,5 m vers l'Est au centre de la concession extension de 90 ha ; mais, il atteint 14 m vers l'Ouest. Cette variation est bien illustrée sur la figure 14.

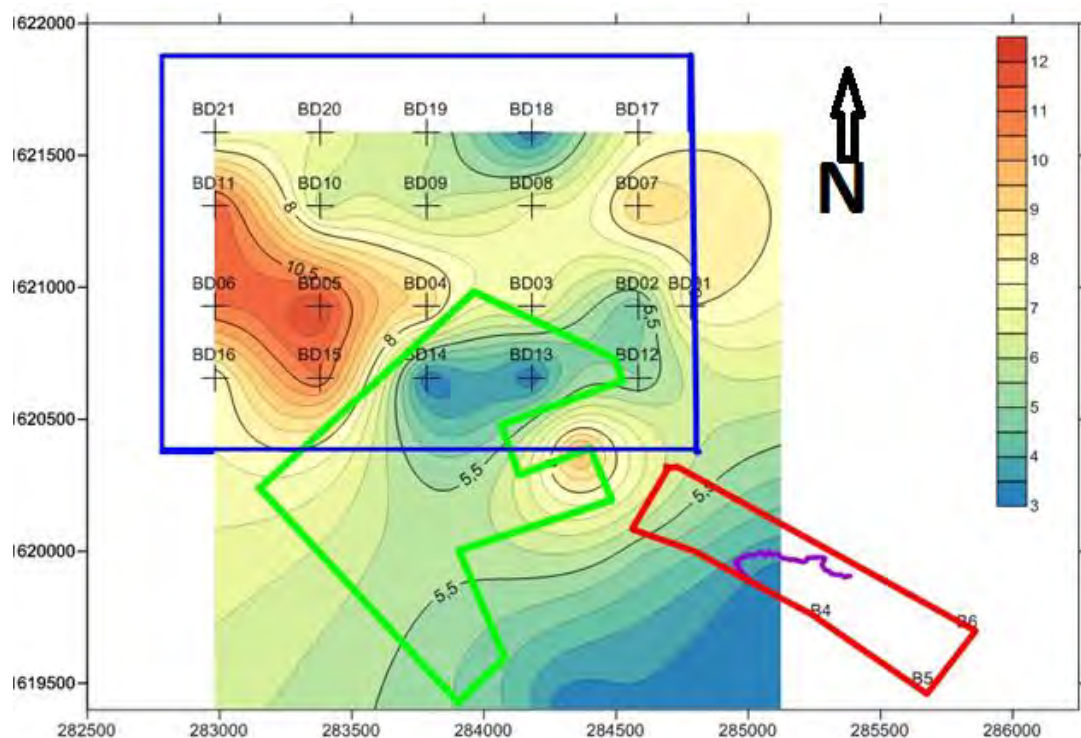


Figure 14 : Carte des isopâques du recouvrement sablo-argileux et parfois latéritique.

2.1.3.2. **Épaisseur des calcaires**

Les calcaires constituent le faciès recherché car ils constituent actuellement environ 20% du cru de cimenterie à la SOCOCIM-INDUSTRIES. Ces calcaires sont karstifiés au niveau supérieur et par endroits remplis de sables-argileux. Ils ont une épaisseur moyenne de 12,5 m selon les sondages carottés. Les calcaires sont importants au centre des 90 ha et vers l'Est du gisement, atteignant parfois 15 m de puissance.

La visite des autres carrières situées à l'Est nous a permis de constater que les calcaires sont subaffleurants dans cette zone, avec un faible recouvrement. Les fronts de taille montrent des calcaires francs.

Le rapport stérile / calcaire avoisine les 48,5 % en considérant une profondeur de 20 m.

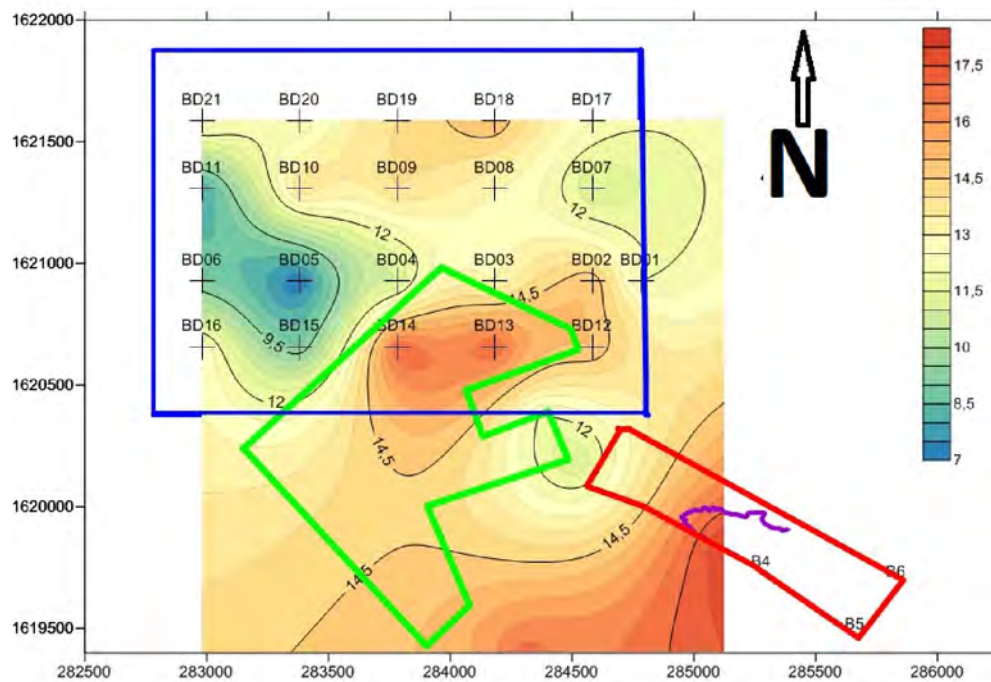


Figure 15: Carte des isopâques des calcaires (calcaires crayeux, coquillers, gréseux)

2.1.3.3. Epaisseurs de marnes

Elles sont le plus souvent intercalées entre les calcaires et se présentent sous forme de lits à faibles épaisseurs. Les marnes ont une épaisseur moyenne de 3,5 m ; et l'épaisseur maximum atteint 5 m vers l'Est, à cheval entre les 90 ha et les 32 ha vers l'Est. La plus faible épaisseur est constatée au Nord-Ouest du gisement. La figure 16 montre cette variation.

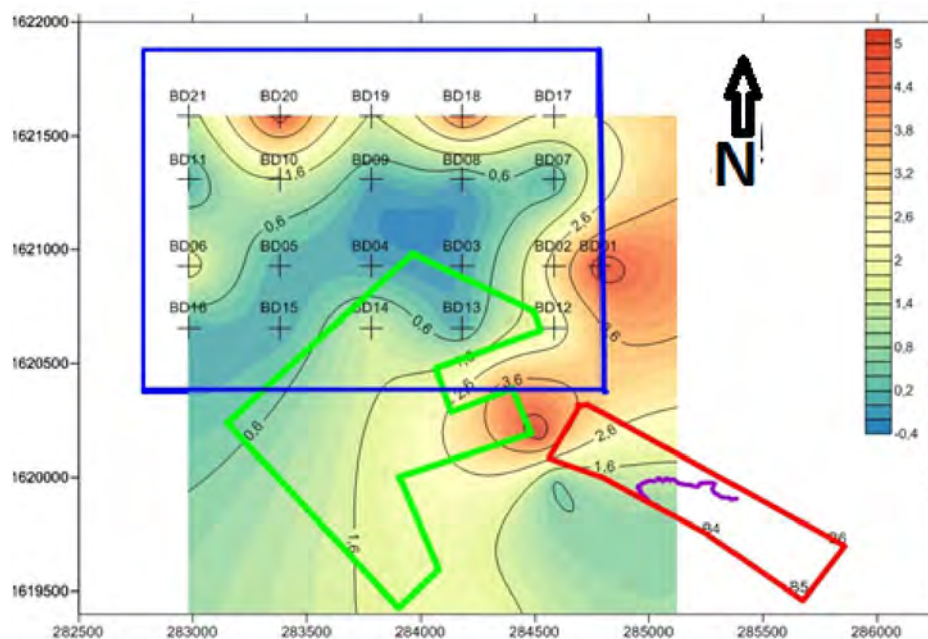


Figure 16 : Carte isopâque des marnes



Photo A: niveau supérieur pollué

Poches de
terre noire



Photo B : fracture remplie de terre noire



Photo C: calcaires

Karst



Photo D: calcaires francs, crayeux



Photo E: attapulgites



Photo F: attapulgites intercalé dans les
calcaires

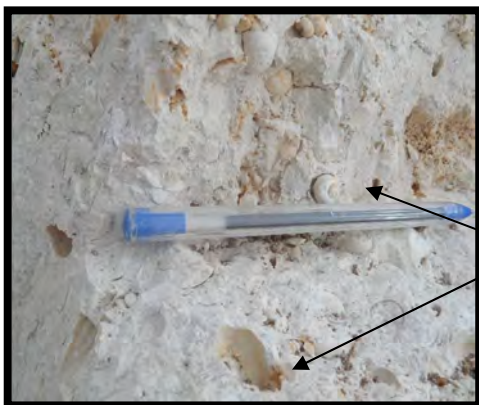


Photo G: calcaires coquillers

coquilles



Photo H: calcaires gréseux

2.2.TECTONIQUE

Dans cette partie du bassin, la tectonique est surtout marquée par le système de fractures du horst de Diass, car Bandia se trouve au pied de ce dernier. Nous avons réalisé des coupes au niveau de la carrière les données de sondages.

A partir des coupes nous avons défini des compartiments ou blocs qui se sont surélevés surtout vers les extrémités nord, nord-est et nord-ouest, et d'autres qui se sont effondrés vers le centre. Ainsi nous avons décelé des fractures orientées Nord-est qui sont antérieures à d'autres orientées Nord-Ouest.

La majeure partie des fractures relevées (tableaux VI, VII, VIII et figures 18, 19, 20) au niveau de la carrière est subverticale orientée vers le NE et le NO. L'exploitation des cartes isopaques des différentes couches met en évidence les variations d'altitude. Vers l'Ouest du gisement, les différentes couches ont basculé avec 4,5 m de rejet. Nous avons réalisé deux logs synthétiques des compartiments ouest et est pour mieux visualiser le phénomène (figure 29). Ces logs montrent nettement le décalage des différents faciès.

Tableau VI: Mesures des fractures sur le palier inférieur de Bandia

| x | y | Direction(°) | Pendage(°) | sens plongement |
|--------|---------|--------------|------------|--------------------|
| 285325 | 1619800 | 30 | 90 | |
| 285315 | 1619801 | 28 | 85 | SE |
| 285301 | 1619804 | 160 | 90 | |
| 285292 | 1619822 | 28 | 90 | |
| 285245 | 1619869 | 30 | 85 | SE |
| 285127 | 1619905 | 60 | 70 | SE |
| 285182 | 1619802 | 28 | 88 | |
| 285192 | 1619795 | 66 | 88 | |
| 285194 | 1619794 | 60 | 80 | SE |

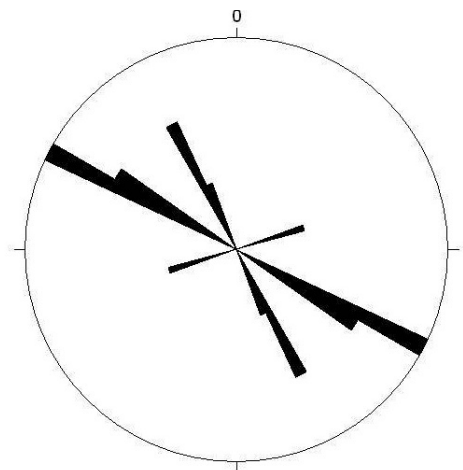


Figure 18 : Rosace du palier inférieur

Tableau VII : Mesure des fractures sur le palier supérieur

| x | y | Direction(°) | Pendage(°) | sens plongement |
|--------|---------|--------------|------------|--------------------|
| 285196 | 1619935 | 140 | 74 | SW |
| 285032 | 1619975 | 160 | 70 | SW |
| 85015 | 1619920 | 180 | 60 | E |
| 28509 | 1619925 | 150 | 75 | SW |

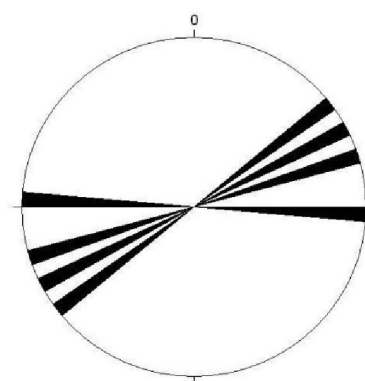


Figure 19 : Rosace du palier supérieur

Tableau VIII : Mesure des fractures au niveau de la carrière voisine de Layousse.

| x | y | Direction(°) | Pendage(°) | sens plongement |
|--------|---------|--------------|------------|--------------------|
| 285212 | 1619439 | 70 | 80 | S |
| 285224 | 1619439 | 24 | 50 | SE |
| 282 | 1619368 | 30 | 90 | |
| 285483 | 1619471 | 40 | 60 | SE |
| 285480 | 1619450 | 110 | 40 | SW |
| 285373 | 1619514 | 160 | 65 | SW |

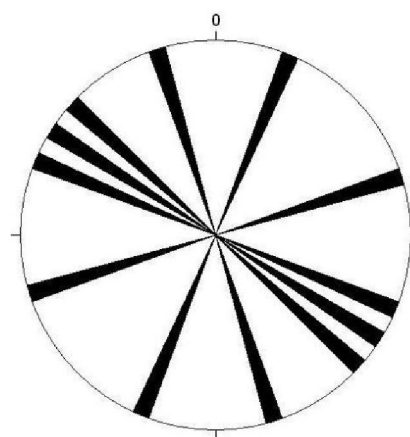


Figure 20 : Rosace de la carrière de Layousse

Les rosaces montrent que les fractures ont généralement la même direction et sont subverticales. Ces microfailles reflètent le système du horst de Diass qui les occasionne.

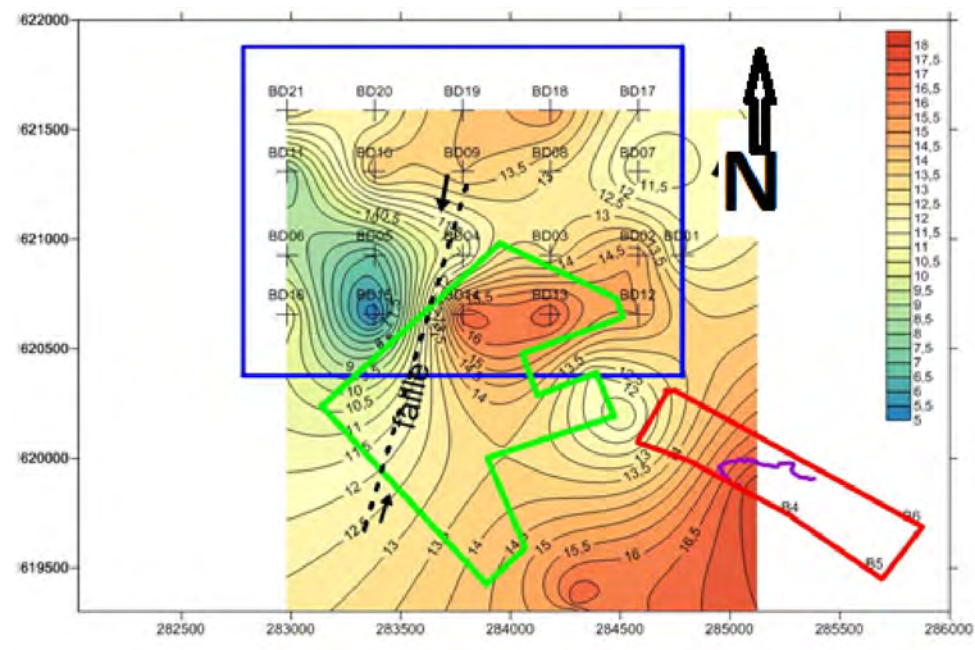


Figure 21 : Carte isopâque des calcaires et représentation de la faille qui passerait dans le secteur d'étude.

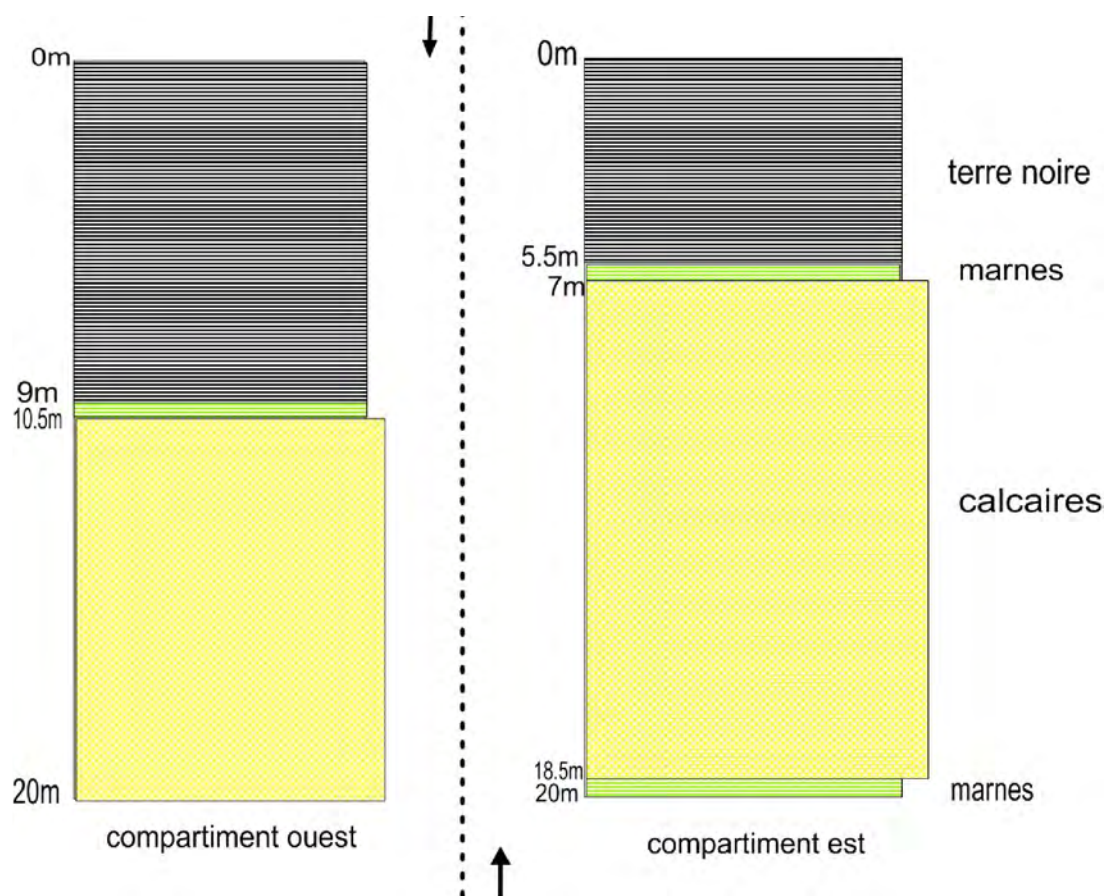


Figure 22 : Logs synthétiques des deux compartiments du secteur d'étude.

2.3. CARACTERISATION GEOCHIMIQUE DE LA CARRIERE DE BANDIA

2.3.1. Principaux constituants du gisement

La caractérisation géochimique a été faite à l'aide des analyses chimiques des données de sondages. Cette caractérisation va nous permettre de déduire la composition chimique des différents niveaux à exploiter.

Tableau IX : Variation des principaux constituants des calcaires de Bandia.

| variable | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO |
|------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|
| maximum | 42,57 | 10,33 | 22,59 | 55,82 | 0,88 |
| minimum | 3,73 | 0,66 | 0,15 | 43,15 | 0,23 |
| moyenne | 9,26 | 0,86 | 0,52 | 50,87 | 0,35 |
| Ecart type | 5,32 | 0,53 | 0,32 | 3,37 | 0,07 |

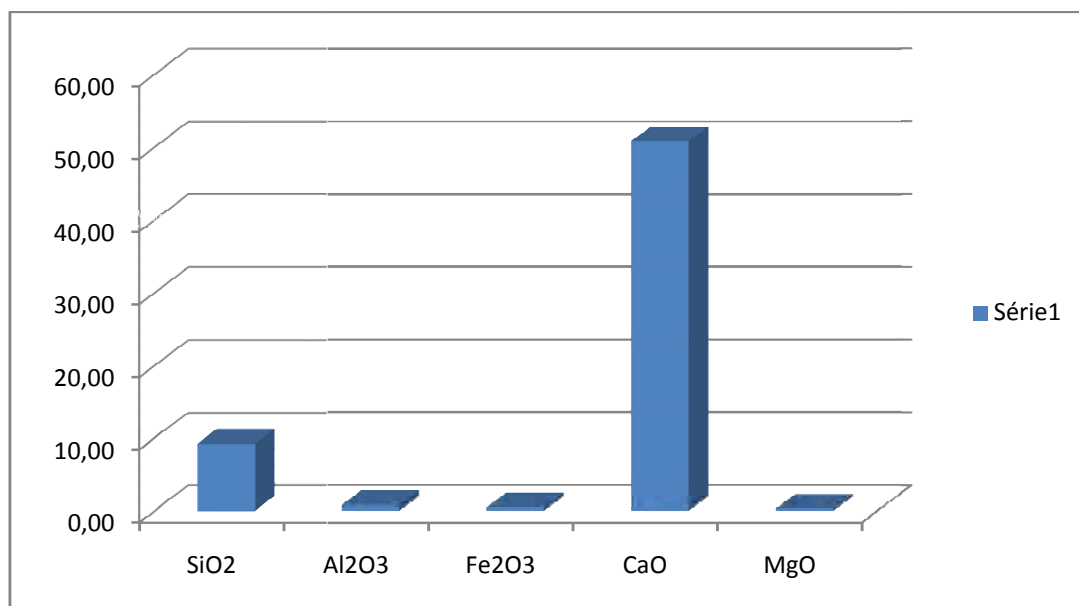


Figure 23 : Histogramme des principaux constituants des calcaires de Bandia.

D'après les résultats des sondages, nous avons regroupé dans le tableau IX les teneurs maximum, minimum et moyennes des principaux constituants (SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO et MgO), ainsi que leurs écarts types respectifs. La figure 23 montre le fort pourcentage de CaO dans le gisement et des pourcentages faibles de SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ et MgO.

2.3.2. Etude des oxydes et leur répartition dans le gisement

2.3.2.1. Distribution latérale des oxydes majeurs

L'étude a été menée sur les 21 sondages de prospection qui ont atteint les 20m. Les échantillons prélevés dans l'ensemble de ces sondages ont fait l'objet d'analyses chimiques. Chaque analyse donne une indication sur les titres en CaCO_3 , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , la perte au feu (PF) ainsi que sur les valeurs de certains paramètres cimentiers comme LSF, MS et A/F. Les résultats des analyses sont consignés en annexe II.

L'exploitation des résultats d'analyses chimiques et des cartes isovaleurs permet de révéler la distribution des oxydes de la matière première dans le gisement. Les données ayant permis l'établissement de ces cartes sont classées en annexe II.

L'étude est basée sur cinq oxydes essentiels :

-La silice (SiO_2) :

Elle provient essentiellement des accidents siliceux ou des passées sableuses. C'est un élément très important, surtout lors de la cuisson. A une certaine proportion, la silice fond et provoque un phénomène de colmatage dans le four. La teneur idéale en silice du clinker (ciment semi-fini) tourne autour de 21 %. Cela correspond à l'entrée du four à une teneur idéale dans le cru (matière mélangée) de 12,5 % et un maximum de 13 %.

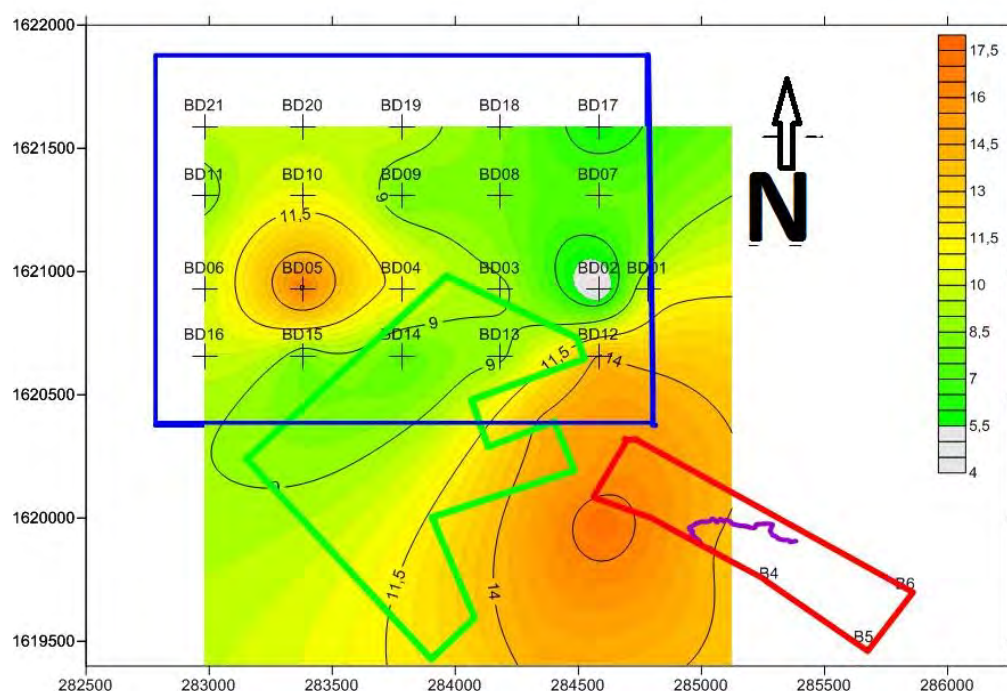


Figure 24 : Carte isovaleur de SiO_2 dans les calcaires de Bandia

La figure 24 montre des teneurs fortes allant jusqu'à 42 % vers l'Ouest du gisement. La plus faible teneur (3,7 %) est située à l'Est. Le centre est caractérisé par une teneur moyenne de silice de l'ordre de 11,5 %.

Cela pourrait s'expliquer par le fait qu'on retrouve les plus grandes épaisseurs de terre noire vers l'Ouest (BD-5). L'Est du gisement est marqué par la prédominance des calcaires.

-La chaux (CaO):

C'est le principal constituant du calcaire. Il est indispensable à la fabrication du ciment. La quantité de chaux nécessaire à la fabrication d'un ciment Portland normal est donnée par la relation : $\text{CaO} = 2,8\text{SiO}_2 + 1,65 \text{Al}_2\text{O}_3 + 0,35 \text{Fe}_2\text{O}_3$ (documents SOCO CIM). Cette formule correspond à une teneur idéale en CaO dans le clinker de 63 à 66 %, soit un cru contenant 42 à 44% de CaO à l'entrée du four. Un excès de CaO appelé chaux libre entraîne une faible mouillabilité du ciment et un risque de fissuration du béton. Le pourcentage de CaCO_3 est obtenu en multipliant le pourcentage de CaO par 1,8.

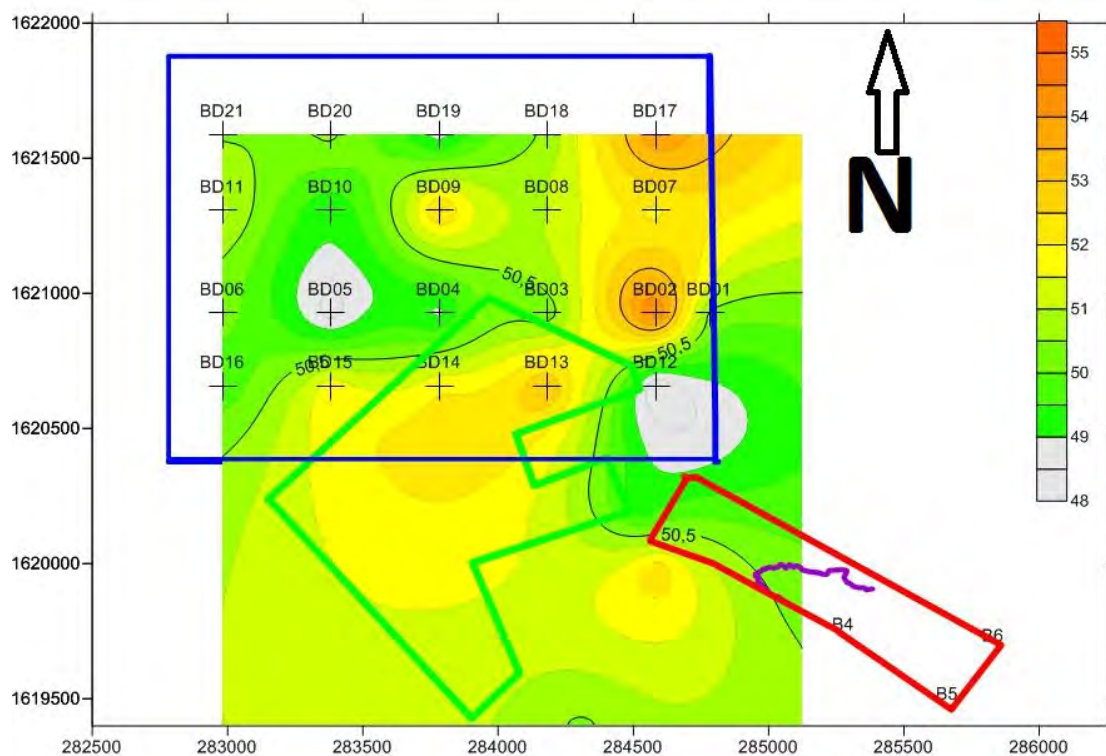


Figure 25 : Carte isovaleur de la CaO dans les calcaires de Bandia.

La carte isovaleur de CaO révèle un fort pourcentage de CaO vers le Sud et le Nord-Est du gisement avec une teneur maximale de 55,8 %. La plus faible teneur en CaO est vers l'Ouest avec une valeur de 13 % (figure 25).

Les côtés est et nord du gisement sont caractérisés par la forte présence des calcaires, parfois même subaffleurants. Vers l'Ouest (BD-05), les calcaires sont très pollués par le recouvrement sablo-argileux.

-Les oxydes d'aluminium (Al_2O_3) et de fer (Fe_2O_3) :

Ils interviennent comme fondants dans la cuisson. Bien que contribuant peu à la résistance du ciment, ils facilitent la cuisson quand le pourcentage ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) est supérieur à 6,5 %. Dans le ciment Portland, la teneur en alumine varie entre 3,5 et 4 % et celle de l'oxyde ferrique entre 3 et 3,5 %. Ces oxydes permettent de calculer le rapport A/F.

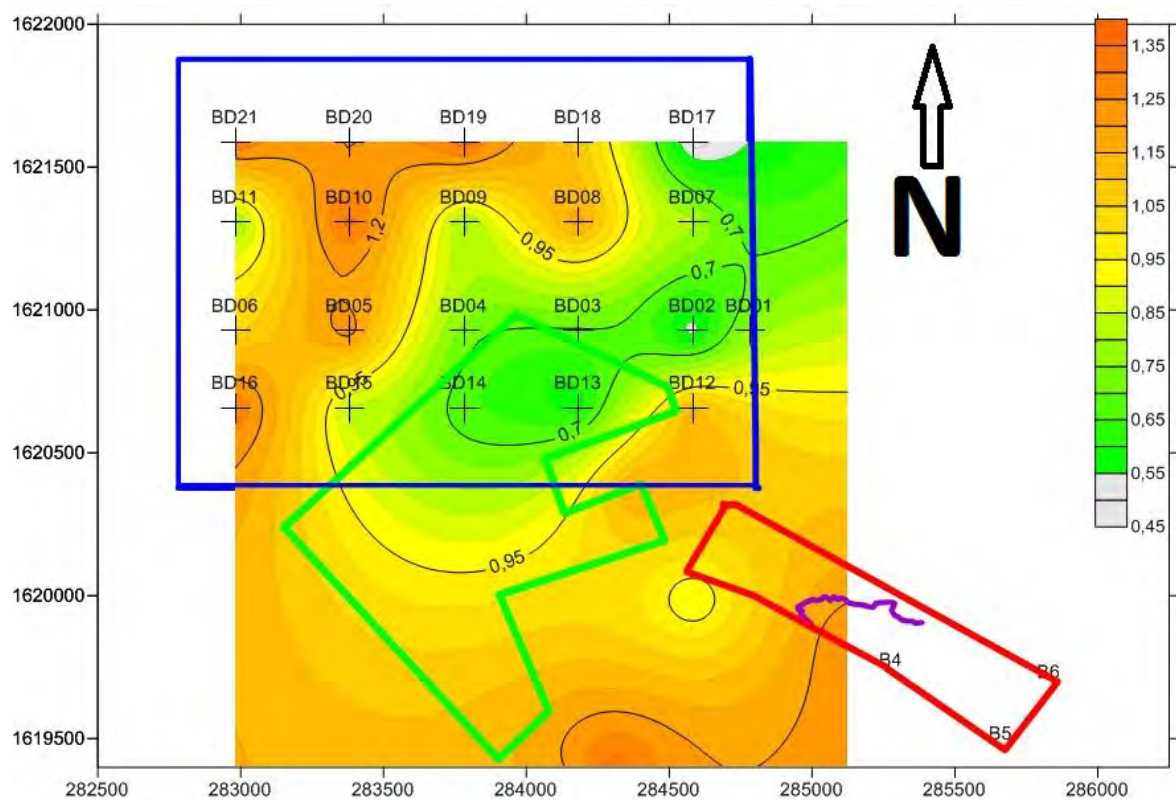


Figure 26 : Carte isovaleur de Al_2O_3 dans les calcaires de Bandia

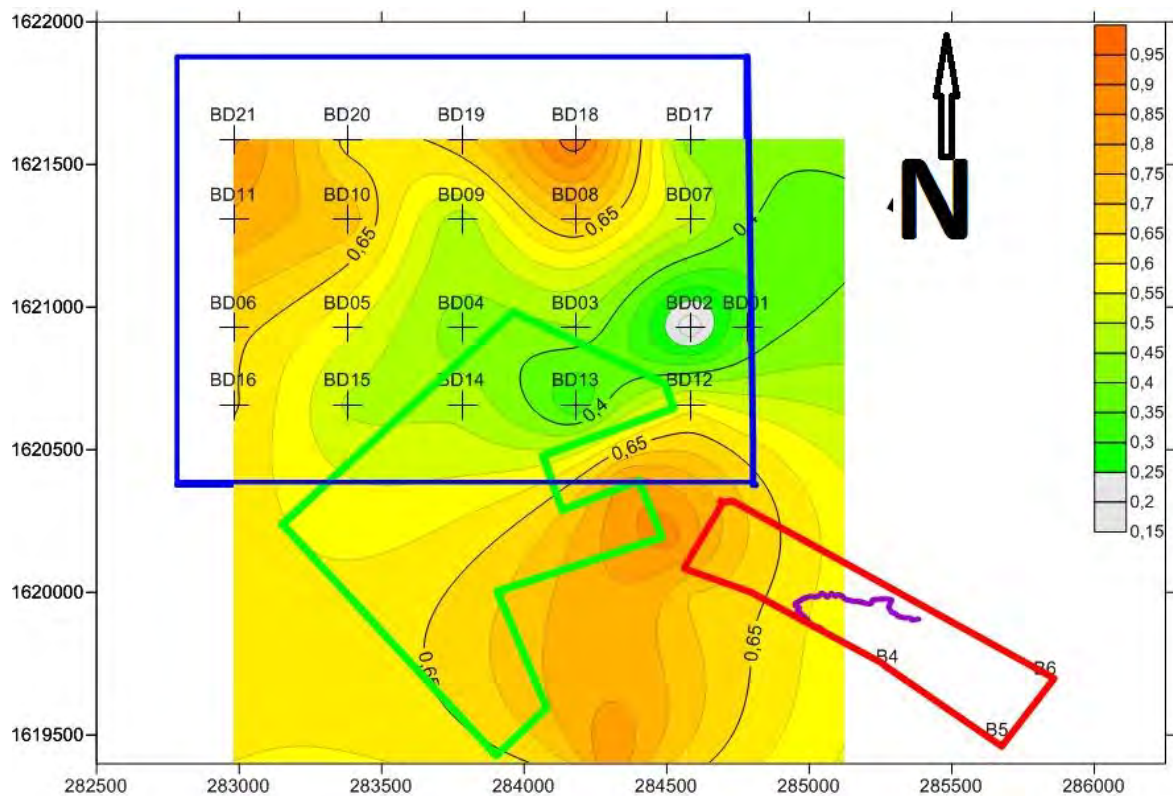


Figure 27 : Carte isovaleur de Fe_2O_3 dans les calcaires de Bandia

Les cartes des figures 26 et 27 montrent que les oxydes d'aluminium et de fer se retrouvent ensemble dans tout le gisement. Vers l'Ouest de la carrière, nous avons le pourcentage maximum de 21 % et une valeur presque nulle vers le Sud. Vers le Nord-Est, le pourcentage est d'environ 1,2 %.

L'augmentation des teneurs d' Al_2O_3 et de Fe_2O_3 vers l'Ouest est due à la présence de marnes riches en minéraux argileux, la diminution des calcaires qui sont très pollués par les sables argileux.

-L'oxyde de magnésium ou magnésie MgO :

La magnésie n'a pas d'effet sur LSF, MS et le rapport A/F, mais elle influe plutôt sur la qualité du clinker.

La figure 28 montre des teneurs en MgO qui sont relativement faibles avec en moyenne 0,35 % dans les calcaires. Cette faible valeur s'explique par l'inexistence de dolomies dans cette zone.

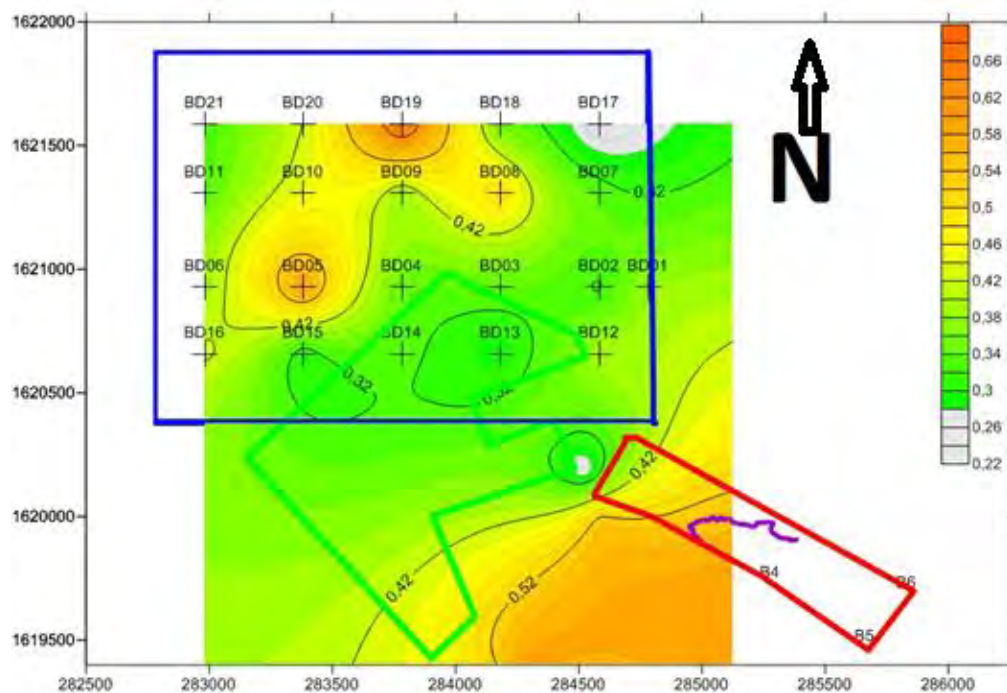


Figure 28 : Carte isovaleur de la MgO dans les calcaires de Bandia

CONCLUSION PARTIELLE:

La caractérisation géologique de la carrière de Bandia de la SOCOCIM-INDUSTRIES permet de bien comprendre la lithologie et la stratigraphie d'ensemble du secteur. Nous avons, de bas en haut, les marnes d'une faible épaisseur qui s'intercalent parfois dans les calcaires et se localisent en majeure partie à cheval entre les deux permis. Ensuite viennent les calcaires qui sont gréseux à la base, coquillers, crayeux, affectés par une karstification très poussée vers le sommet. Les calcaires dans cette carrière sont remplis de sablo-argileux qui suit les mouvements tectoniques et la karstification. La terre noire, composée de sable argileux noirâtres, et par endroits de latérites, recouvre les calcaires. Cette dernière couche sera décapée par l'exploitant pour atteindre le toit de la matière recherchée. Mais le recouvrement très important (figure 14) peut hypothéquer l'exploitation de cette concession.

L'exploitation des données de sondages et les différentes coupes et mesures effectuées dans ce secteur, nous a permis de déceler de nombreuses failles subverticales. Une faille majeure orientée Nord- Sud aurait basculé un compartiment situé vers l'Ouest suivi par un remplissage de la terre noire (figure 17, photos A et B). D'où un important recouvrement dans cette partie du gisement.

La caractérisation géochimique de la carrière de roches calcaires de Bandia est réalisée grâce à une exploitation des résultats des analyses chimiques. La réalisation de cartes isovaleurs des oxydes dans les calcaires montre la distribution de ces principaux constituants du cru de cimenterie.

- la chaux se retrouve au Sud-est du gisement à cause de la forte présence des calcaires dans cette zone ;
- la silice est au Nord- Ouest de la carrière, à cause de la forte concentration de terre noire provenant des formations sablo-argileuses du horst de Diass. Les pourcentages de silice et de chaux évoluent en sens inverse ;
- un enrichissement d'oxydes de fer et d'aluminium est constaté à l'Ouest, ceci est lié aux intercalations de marnes et de latérites dans cette partie du gisement ;
- Enfin la proportion de magnésie est faible à cause de l'absence de dolomies.