



GROUPE CHERIFIEN DES PHOSPHATES.

-ZONE CENTRALE -

DIRECTION DES EXPLOITATIONS MINIERES DE GANTOUR.

- SITE PRODUCTION-

DIVISION EXTRACTION M'ZINDA « YOUSOUFIYA » .

UNIVERSITE CADI AYYAD.

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES.

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE.

LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES EN GEOLOGIE

APPLIQUEE AUX RESSOURCES MINIERES.

RAPPORT DE STAGE

Étude géo-minière du panneau 5 du gisement phosphaté M'ZINDA – Youssoufia (Bassin Guantour-Maroc).

Elaboré par : Mlle. Oumayma NASSIRI

Encadrant par :

- Pr.D. CHAFIKI : Faculté des sciences et techniques-MARRAKECH
- Mr.AIT KHOUYA : chef de division du site d'extraction M'ZINDA

Soutenance le 26/06/2014 à 17 h 05 mn devant le jury :

- Pr.D. CHAFIKI : Faculté des sciences et techniques-MARRAKECH
- Pr.N.KHAMLI : Faculté des sciences et techniques-MARRAKECH
- Mr.DAAFI : ingénieur OCP –direction recherche et développement

2013 / 2014

Dédicace

A mes parents,

A mon frère,

A tout le personnel de la mine M'ZINDA au nom de leur responsable M.AIT KHOYA et notre parrain de stage M.KHAILAOUI

A tous les enseignants du département géologie appliquée aux ressources minières au nom du chef du département M.SAIDI et mon encadrant M.CHAFIKI.

A M.DAHOU qui m'a favorisé ce stage.

A tous les collègues en géologie appliquée aux ressources minières.

A tous ceux qui ont participé de près ou de loin au bon déroulement de mon stage.

Avec toutes mes reconnaissances et mes affections, pour votre appui, la patience dont vous avez toujours fait preuve à mon égard, et pour votre soutien permanent.

Remerciements.

Nos vifs remerciements vont à :

Tout le staff personnel du service pour leur accueil :

- Mr. Jamal Ait KHOUYA (chef de division à M'ZINDA) ;
- Mr. KHAILAOUI (conducteur de chantier) ;
- Mr.DAAFI (ingénieur en service géologie) ;
- Mr BOUZEID (prospecteur) qui, malgré ses préoccupations, s'est trouvé un temps pour me donner le nécessaire ;
- Mlle. ASMAA (ingénieure en SIG) ;

Qui ont octroyé un temps précieux en vue d'orienter mes idées et qui ont mis à ma disposition presque tous les documents nécessaires à la réussite de mon stage.

Je remercie tout le personnel du secrétariat technique de M'ZINDA (Mr. LAMMISSI, MR KHTISSAR) pour leur accueil chaleureux et ces aides morales :

- Tout le corps enseignant pour son aide et ses conseils très utiles.
- Ma petite famille pour son soutien moral et matériel sans oublier ma tante ZAHRA MOUSTAID qui m'accueillie à sa maison.

Mon stage s'est déroulé au site YOUSOUFIA, qui m'a favorisé de scruter mes reconnaissances au sein de l'un des sites d'extraction les plus importants des phosphates à YOUSOUFIA : M'ZINDA.

En effet, le contact direct avec le monde du travail, m'a permis de :

- Elargir mes connaissances théoriques et les rendre plus praticables ;
- Acquérir des expériences en matière de documentation et recherche ;
- vivre dans un cadre socioprofessionnel différent de celui de mes études ;
- contacter d'autres personnes qualifiées et expérimentées ;
- voir les réalités de mon futur environnement professionnel compétitif ;
- Elaborer vers la fin un rapport qui comprend tous mes étapes de travail.

Première partie : généralités

I.

I. Historique :	7
II. Généralités sur les phosphates :	8
1. <i>La pétrographie des phosphates :</i>	8
2. <i>La minéralogie de la série phosphatée :</i>	8
3. <i>La géochimie des phosphates :</i>	9
4. <i>La genèse des phosphates :</i>	11
a. Théorie organique (biota) biolitique :	11
b. Théorie de Kazakov abiolitique:	11
c. La paléo-géologie et la paléogéographie des domaines phosphatés :	12
III. Généralités sur les secteurs phosphatés aux Maroc :	14
1. <i>Les gisements de phosphates au Maroc :</i>	14
• <i>Cas des phosphates de Khouribga (Oulad Abdoun) :</i>	15
• <i>Cas des phosphates de Meskala (région Marrakech-essaouira) :</i>	15
• <i>cas des phosphates de oued eddahab (boucrâa):</i>	16
• <i>cas des phosphates de Gantour:</i>	16
2. <i>Evolution de la série phosphatée :</i>	20

Deuxième partie : sujet

I. Objectif du présent travail :	27
II. Généralité sur le domaine d'exploration :	28
1. <i>Le cadre géographique du domaine:</i>	28
2. <i>Le cadre Géologique du domaine :</i>	31
III. Carte iso-valeurs :	37
1. <i>Définition et but du travail :</i>	37
2. <i>Le support des données :</i>	37
3. <i>La méthode de réaliser les cartes iso valeurs :</i>	37

4.	<i>Le Commentaire des cartes iso valeurs de couches phosphatées :</i>	41
5.	<i>Conclusion :</i>	59
IV.	Etude statistique des paramètres chimique :	60
V.	Synthèse générale :	62
VI.	Calcul des réserves du panneau 5 :	63
1.	<i>Introduction :</i>	63
2.	<i>Principe :</i>	63
3.	<i>Résultats :</i>	63
VII.	Etude de la conformité des niveaux phosphatés du panneau 5 de M'ZINDA.	64
1.	<i>Introduction :</i>	64
2.	<i>le terme de la conformité :</i>	64
VIII.	Synthèse générale :	72
IX.	Méthode d'extraction à M'ZINDA :	74
1.	<i>Introduction :</i>	74
2.	<i>Détermination des modalités d'exploitation du futur gisement de panneau 5 :</i>	74
3.	<i>Les étapes d'extraction de phosphates :</i>	76
X.	Projet d'épuisement du gisement du panneau 5 de M'ZINDA.	77
1.	<i>Introduction</i>	77
2.	<i>Méthodologie de la mise en place du projet :</i>	77
3.	<i>Les données pour calculer la durée de vie du panneau 5 :</i>	77
4.	<i>Conclusion :</i>	80
XI.	Recommandations :	80
XII.	conclusion :	83

PREMIERE PARTIE :
GENERALITES

I. Historique :

OCP, Un des leaders mondiaux sur le marché du phosphate et de ses produits incontournables sur le marché international depuis 1920 .riche de plus de 90 ans d'expérience, opérant sur les cinq continents et disposant des réserves de phosphate qui recèle les 3/4 des réserves mondiales .son développement a été brodé par des dates marquantes qui peuvent se résumer comme suit (Fig1) :

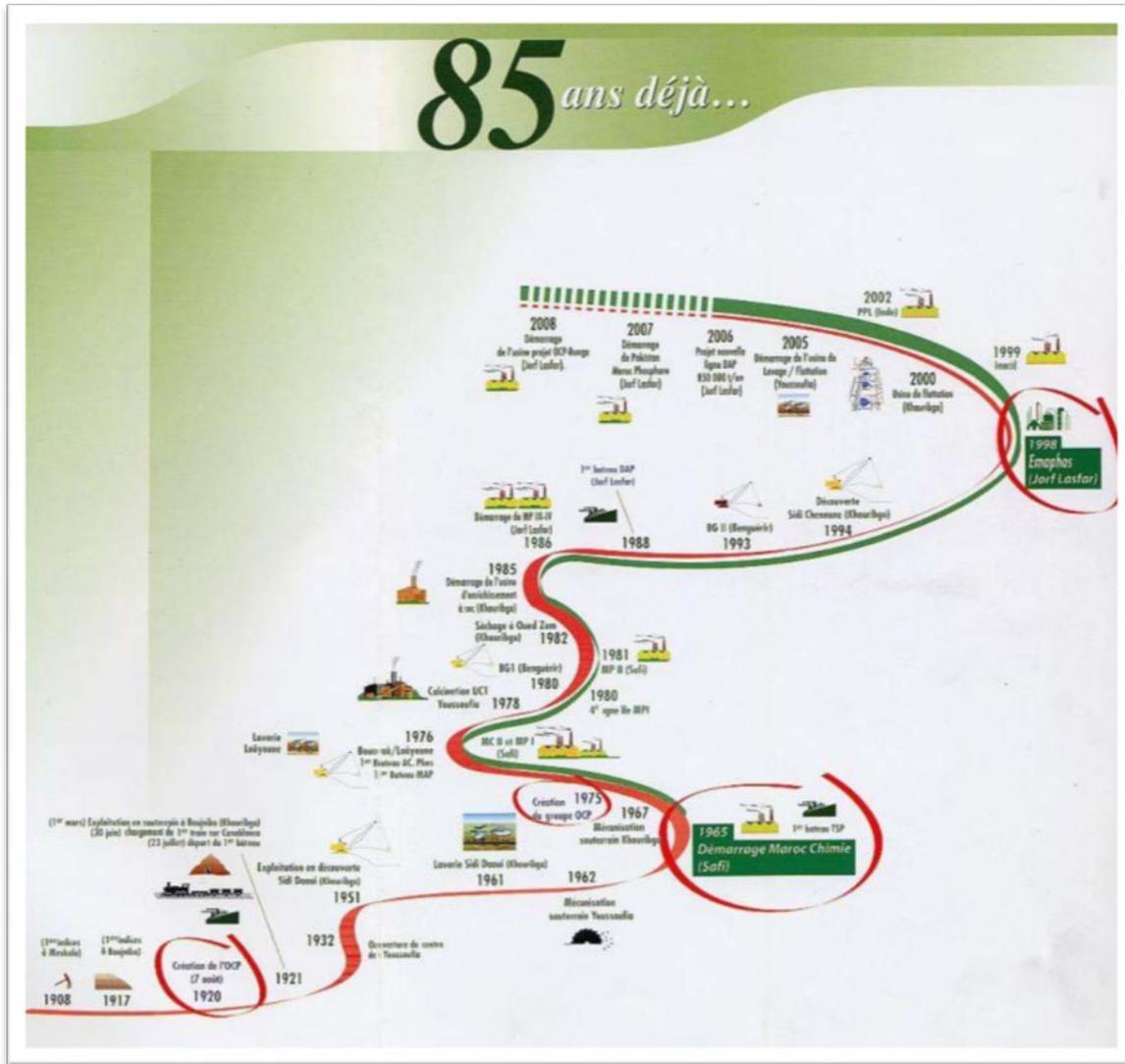


Figure 1: historique d'OCP.

II. Généralités sur les phosphates :

1. La pétrographie des phosphates :

Macroscopiquement, le phosphate est constitué par plusieurs constituants parmi lesquelles on peut citer (Réf : in « la géologie des phosphates » de A .NAFI) :

Les oolithes : sont des petites sphères dont leurs ϕ varie de 0,5 à 2mm en moyen dont le centre (nucléus) est un débris.

Les Pisolithes : $\phi > 2\text{mm}$.

Les nodules : ϕ quelque Cm ce sont des de petites concrétions sphéroïde ou ellipsoïde noyées dans un ciment très phosphaté de nature calcaire, marneuse gréseuse ou argileuse .souvent sont formés autour d'un grain de quartz ou de calcite.

Les débris osseux : dents, vertèbres .il y a des couches formées essentiellement de ces débris 'bone-bed 1'.

2. La minéralogie de la série phosphatée :

Les phases minéralogiques qui se combinent pour former les minéraux de la série phosphatée sont représentées par l'apatite, la calcite, la dolomite, la silice et les argiles (Réf : in « la minéralogie des phosphates » de MOUFLIH).

- L'Apatite :

Les analyses physico-chimiques réalisées par différents auteurs ont montré que l'apatite des phosphates marocaines qui sont du type sédimentaires, est un fluor carbonate apatite. Cette apatite forme soit les grains phosphatés (avec ou sans noyau) soit les coprolithes et les débris osseux qui sont dès l'origine phosphates.

- La Silice :

Elle s'exprime sous forme de quartz :

- ⇒ Quartz détritique formant une partie de l'exogange,
- ⇒ Silice néoformée sous différentes formes de silex phosphaté ou non s'organisent en banc centimétriques à métriques en modules, ou sous forme de marnes siliceuses.

- La calcite et la dolomite :

Ces deux minéraux forment les calcaires et les dolomies avec tous les intercalaires intermédiaires associées aux argiles elles donnent des marnes. Les études pétrographiques portant sur la diagenèse ont montré que la dolomite est antérieure à la calcite.

- Les argiles :

Les études réalisées sur les argiles des séries phosphatées ont montré l'existence de deux types d'argiles :

⇒ Des argiles détritiques représentées par la Kaolinite et l'illite.

⇒ Des argiles néoformées représentées par des smectites des attapulgites et des sépiolites.

3. La géochimie des phosphates :

Les caractéristiques d'un minerai phosphaté sont en relation direct avec sa teneur en certain éléments chimiques. Généralement, les éléments chimiques sont classés en fonction de leur abondance relative dont on peut distinguer (Réf : in « la géochimie des phosphates » de MOUFLIH) :

✚ **Les Eléments majeurs** sont plus abondants et forment en général 95 à 99% de la quasi-totalité du matériau avec un pourcentage qui dépasse le 1 % du chimisme du phosphate. Il s'agit des éléments suivants : P_2O_5 ; SiO_2 ; Al_2O_3 ; Fe_2O_3 ; CaO ; Na_2O ; K_2O ; CO_2 ; F ; Cl^- , etc.

Mais parmi ces éléments chimiques, il y'a ceux qu'on tient compte de leur teneur et qui constituent des facteurs déterminants. Parmi les éléments majeurs d'intérêt on a :

- Silice (SiO_2) :

Sa teneur est due à la présence de silicates, surtout le quartz détritique ou néoformé, des argiles .En cas de son excès, sa présence gêne l'attaque sulfurique.

PFE

- CO₂ et matière organique :

Sa teneur (élevée) peut être liée à sa présence dans l'apatite. C'est l'élément défavorable en cas d'attaque nitrique.

- Oxyde de fer et d'aluminium Al₂O₃ ; Fe₂O₃ (Feral) :

La Feral est liée à la présence d'argile, de sulfure, d'hydroxydes. Leur teneur élevée au sein du minerai peuvent les classer comme élément nuisible pour la fabrication du superphosphate.

✚ **Les Eléments-traces** qui constitue le reste des éléments chimiques, présents en très petite à fine quantité et qui sont exprimés généralement en ppm. Il s'agit de : Ba ; Be ; Cd ; Co ; Cr ; Cu ; Ga ; La ; Mn ; Mo ; Nd ; Ni ; K, Bi, Pb ; Sb ; Sr ; V ; Y ; Yb ,etc.

Remarque :

L'abondance des éléments en trace dans les phosphates peut s'expliquer par leur association avec la matière organique ou par leur intégration dans le réseau de l'apatite. Les concentrations du Cr, Cu, Cd, Zn sont attribués à la matière organique alors que celle de U, Sr, Th et les terres rares sont attribués à l'apatite (en association Avec l'apatite) à part le Ca l'Uranium peut être piégé par la matière organique.

4. La genèse des phosphates :

En général, il est communément admis que l'apatite provient des magmas. La divergence en vues existe quant au mécanisme permettant de passer de cette apatite aux phosphates. Deux principales théories s'affrontent :

a. Théorie organique (biota) biolitique :

On peut attribuer une origine organique à l'élément phosphore. La décomposition des organismes animaux, et végétaux entraîne la libération des Phosphates d'ammonium et acide nitrique (NH_3) transformé en nitrate (NO_3^-) par action bactérienne.

b. Théorie de Kazakov abiolitique:

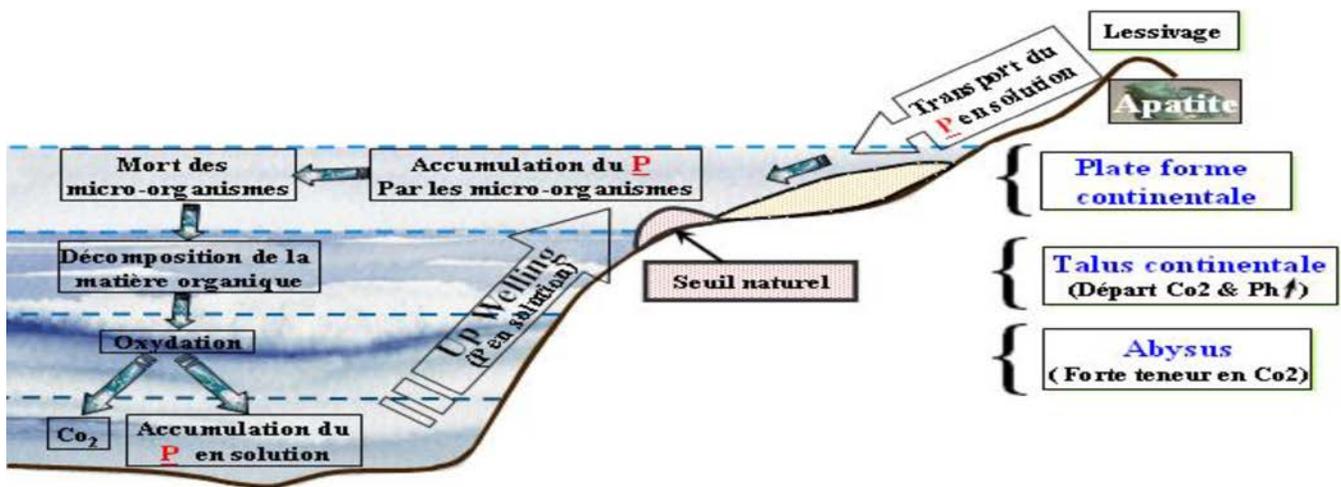


Figure 2: schéma simplifiant la genèse des phosphates par la théorie abiolitique (Réf : in « phosphatogenèse » de MOUFLIH)

Les mesures océanographiques montrent que la quantité de phosphore en solution dans les océans augmente avec la profondeur, jusqu'à 1000 m (Fig 4), cela se fait parallèlement à la diminution de PH et T et l'augmentation de la pression partielle de CO_2 .

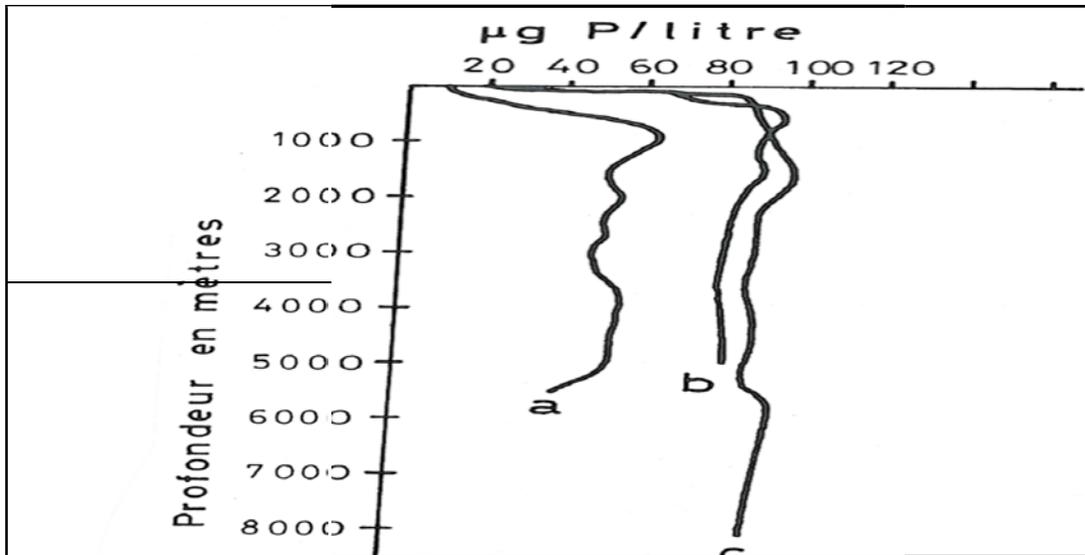


Figure 4 : la relation entre la profondeur et la concentration en phosphore.

(Réf : in « phosphatogènes » de MOUFLIH)

Le principe (Fig 3) :

Lorsque les 'upwellings' riches en phosphore- provenant de la décomposition des organismes après leurs déclin –remontent au talus les conditions physico-chimiques changent. Ils se mêlent avec les eaux superficielles plus chaudes celle-ci acquièrent des concentrations de phosphate anormale, ce dernier va être piégé dans la plateforme continentale par le biais d'une barrière naturelle.

Cette précipitation purement chimique exige des conditions trop précises aussi qu'elle a l'avantage de localiser les zones favorables au dépôt de gisement : plates- formes continentales et le talus continental.

c. La paléo-géologie et la paléogéographie des domaines phosphatés :

La position géographique des gisements phosphatés au Maroc permet de dessiner le scénario géologique et paléogéographie du domaine facilement (Réf : in « la géologie des phosphates » de A .NAFI).

✚ Géologiquement on peut déduire que le phosphate se concentre dans des zones où il y a :

- très peu ou pas de sédiments détritiques ;
- Contexte géodynamique relativement calme ;

PFE

-sédimentation chimique prépondérante ;

-un plateau continental très étendu avec des bassins très plats ;

-une faible épaisseur d'eau.

✚ Paléo-géographiquement on peut déduire que Le phosphate se concentre dans des zones où il y a :

- une mer épicontinentale sur une rampe carbonatée en bras de mer et des pièges sédimentaires (dépressions, hauts fonds, rides, couloirs ...) ;

- un arrière-pays à relief faible ;

- une subsidence faible à moyenne.

III. Généralités sur les secteurs phosphatés au Maroc :

1. Les gisements de phosphates au Maroc :

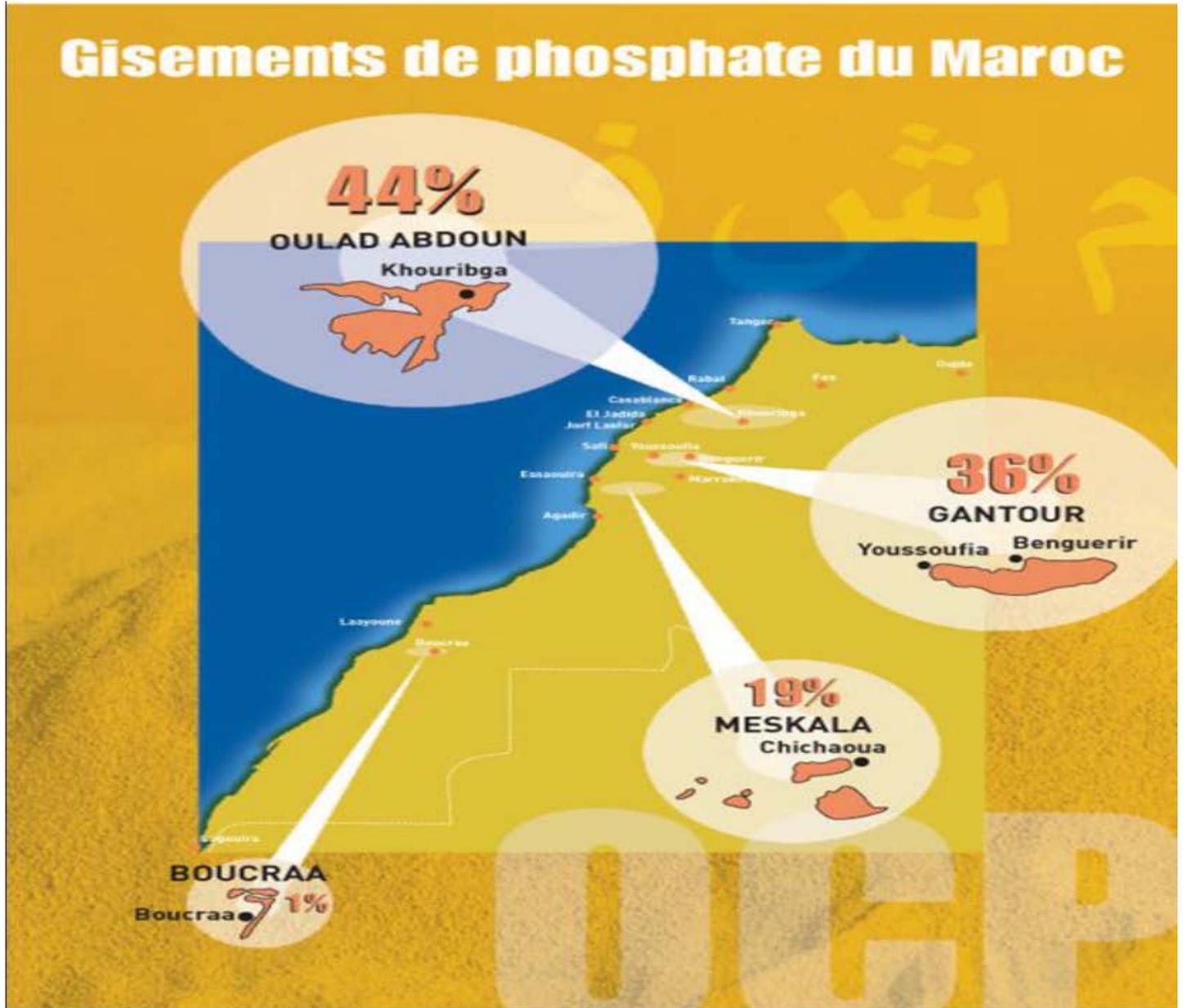


Figure 5 : la situation géographique des sites phosphatés au Maroc.

- **Cas des phosphates de Khouribga (Oulad Abdoun) :**

Les premières traces de phosphate ont été découvertes au Maroc en 1912 dans la région D'OULED ABDOUNE Zone de KHOURIBGA. .

Son phosphate est le plus riche en termes de quantité et qualité d'où la teneur peut atteindre 72.

Et parmi les nombreuses ressources minières du sous-sol marocain le phosphate de KHOURIBGA occupe la 1ère place tant par l'étendue des gisements qui atteint 10000KM² que par l'importance des tonnages extraits.

Les réserves des phosphates sont estimées à 57,8 Millions de tonnes et 75% des Réserves mondiales (Fig 5).

De point de vue géographique de ouled Abdoune est limité par :

- AU NORD PAR LE MASSIF DU MAROC CENTRAL ;
- AU SUD PAR LA PLAINE DE BENI AMIR ;
- A L'OUEST PAR LE MASSIF PALEOZOIQUE DU REHAMNA ;
- A L'EST PAR LE HAUT ATLAS DE BENI MELLAL.

- **Cas des phosphates de Meskala (région Marrakech-essaouira) :**

C'est un bassin avec des réserves et superficie modeste occupant la 3ème place (Fig 5). La série phosphatée repose sur une puissante couverture sédimentaire qui s'étale du trias au crétacé.

De point de vue géographique ce bassin est limité :

- AU NORD PAR LES JBILET ET LES COLLINES JURASSIQUE DE MOUISSATE ;
- AU SUD PAR LE HAUT ATLAS ;
- A L'EST PAR LA PLAINE DE HAOUZ ;
- A L'OUEST PAR LA PLAINE COTIERE D'ESSAOUIRA.

- **cas des phosphates de oued eddahab (boucrâa):**

La production est très faible (Fig5) ; il exploite seulement la couche 1 de la série phosphatée cela est expliqué par le sable qui détruit dans un laps de temps tous les travaux exploitations.

De point de vus géographique ce domaine est bordé par :

Le gisement part de la zone d'Eddchira, au sud-est de Laâyoune, et se poursuit en rétrécissant jusqu'au sud de la ville de dakhla.il se limite au nord et au nord-est par les affleurements de la série phosphatée. A l'ouest la minéralisation phosphatée continuerait à la ligne côtière.

- **cas des phosphates de Gantour:**

Ce domaine phosphaté occupe la partie centrale du pays (Fig 5) il s'inscrit dans un rectangle orienté Est-ouest de longueur de 120 Km et largeur de 20 à 30 Km. L'exploitation du phosphate s'effectue selon deux grandes zones(Fig6) :

- ✚ Zone de Youssoufia (partie occidentale du gisement) où l'exploitation de phosphate se fait dans la mine de Bouchane et la mine M'Zinda, à ciel ouvert.

- ✚ Zone de Benguerir (partie centrale du gisement) où l'exploitation aussi faite à ciel ouvert.

En termes de qualité ce domaine demeure le deuxième après le pionnier « Khouribga ».

De point de vus géographique ce domaine est bordé par :

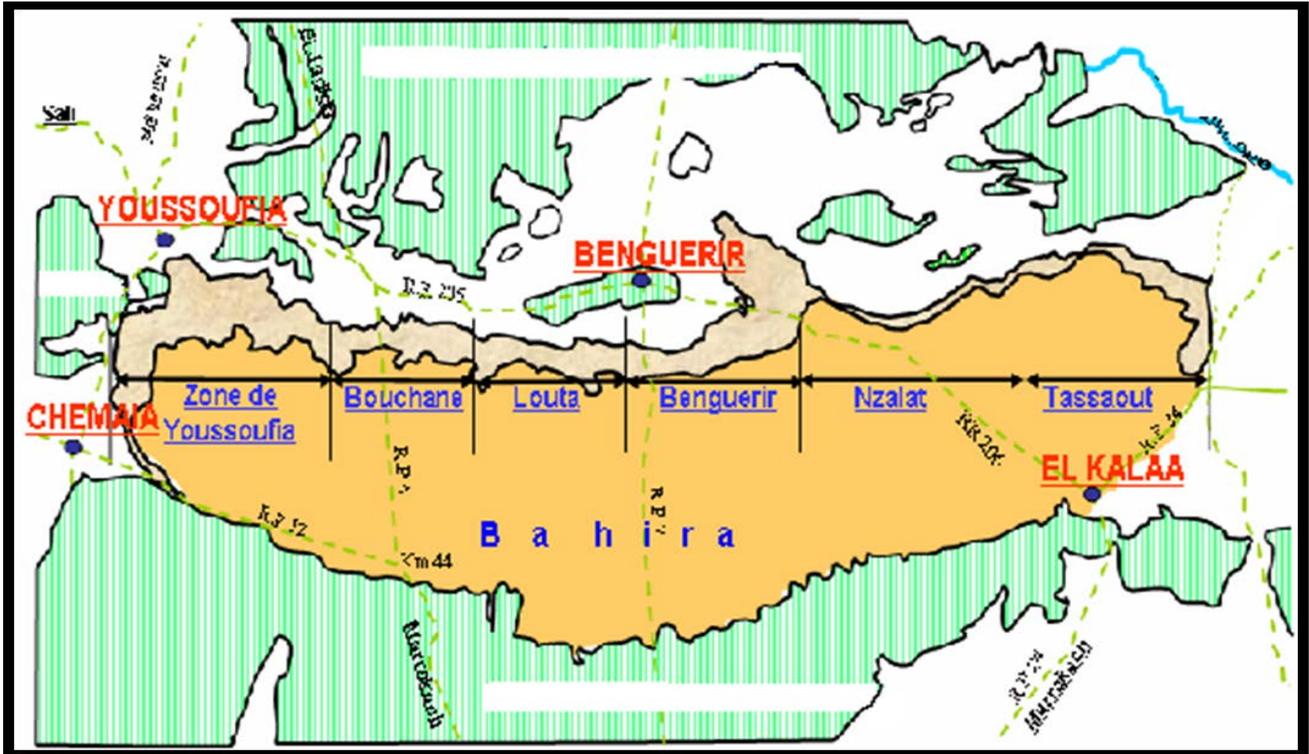


Figure 6 : le découpage géogéographie du gisement de GANTOUR.

- Au nord, par le massif paléozoïque des Rehamna.
- Au sud, par le massif paléozoïque des Jbilet.
- A l'Est, par l'Oued Tassaout, affluent de l'Oued Oum-Errabia.
- A l'Ouest, par les collines jurassiques de Mouissates.

Selon la figure 6 on peut remarquer que le gisement de GANTOUR est subdivisé en 2 domaines :

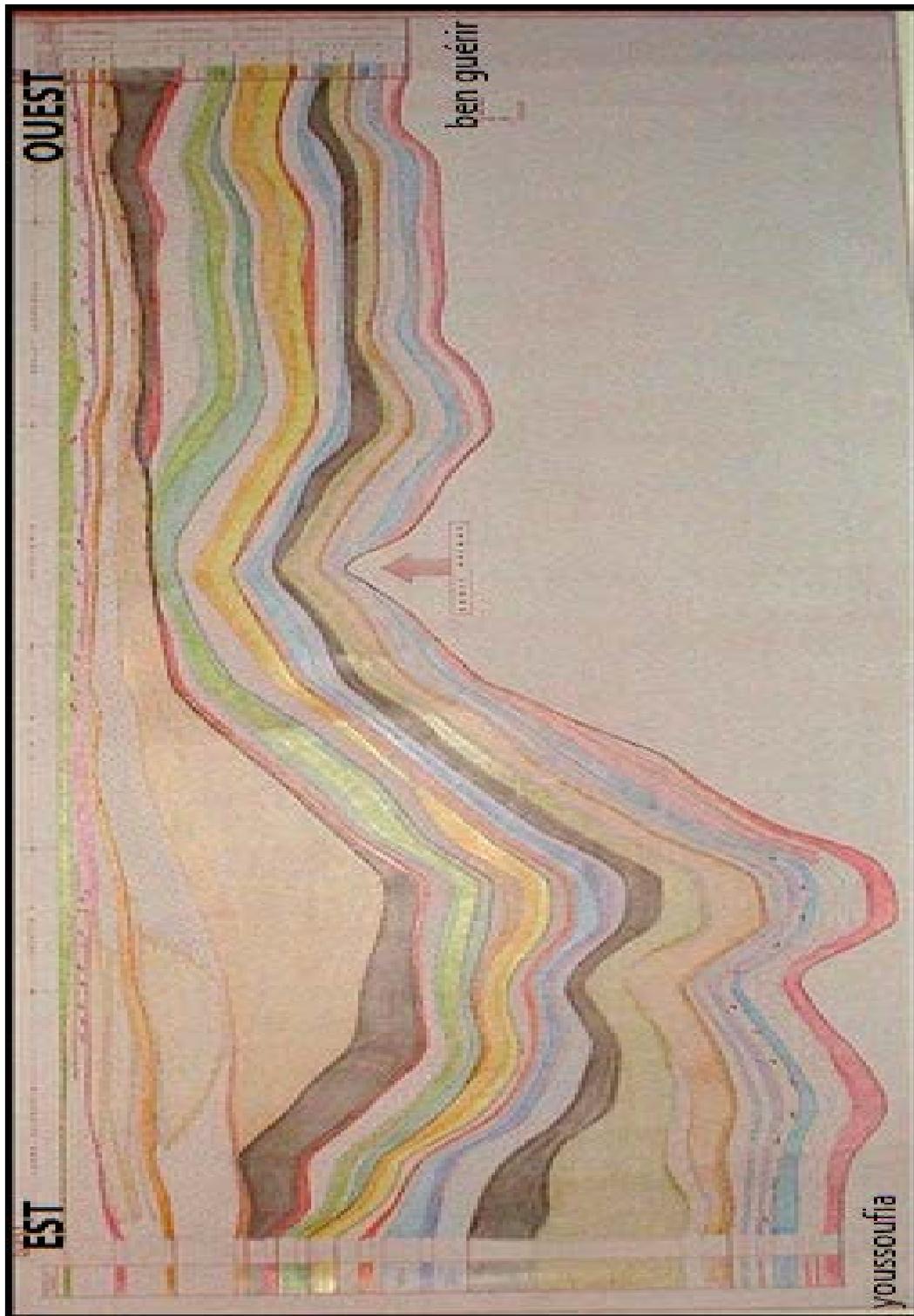


Figure 7 : l'évolution faciologique schématique de la série phosphatée de GANTOUR.

(Réf : in « Géologie des phosphates » de A .NAFI)

PFE

- Un secteur oriental : limité à peu près au méridien 275 (vers la route liant Casablanca et Marrakech), où le socle est peu profond et très condensé sans oublier qu'il y a un enrichissement des niveaux maastrichtiens (Fig7). Ce secteur comprend les zones d'exploitation de Benguerir, N'zal et Lahrarcha et de Tassaout. l'épaisseur décroît depuis Benguerir jusqu'à Tassaout.
- Un secteur occidental : où le socle est très profond à l'extrême Ouest caractérisé par une variation d'épaisseur très importante (Fig7), Ce secteur comprend les zones d'exploitation de Youssoufia, la mine de Bouchane et la zone Louta .

De point de vue géologique :

La série des Gantour comporte des faisceaux, des couches, et des sillons phosphatés qui s'intercalent par des roches de natures variées dépourvues de phosphates.

Le dépôt de cette série phosphatée est typiquement d'origine marine cela est argumenté par la présence des squelettes des dents de poissons cela est très marqué à ben guérir.

Le bassin dans lequel s'était opéré ce dépôt faisait partie d'une mer Crétacé-Eocène qui recouvrait probablement toute la moitié Ouest du domaine atlasique à l'exclusion des massifs /îles primaires des Rehamna, des Jbilet et d'un massif également primaire situé au sein de l'Atlas Occidental.

De Point de vue structural :

- La série présente un pendage léger de 2 à 3 vers le S-E.
- Des Flexures induisent des « anticlinaux » et « synclinaux » à grands rayons de courbure. Les mouvements de la couverture crétacé- éocène engendrent une tectonique cassante à faible rejet métrique qui reste un élément dérangeant pour l'exploitation ce phénomène est trop présentés à l'ouest de gisement (Fig7).
- Reste à citer que la série présente des variations latérales de puissance plus visionné dans la partie EST (remarqué sur la figure7).
- La teneur varie d'un site à autre, la concentration à Youssoufia est plus performante que celle de ben guérir. et au sein du même site on peut détecter des changements de qualité plus au moins importante.

De point de vue hydrogéologie :

La zone noyée profonde comprend des ressources plus importantes que celles du domaine affleurant en termes de teneur et qualité.

La zone noyée contient 3 nappes qui sont de bas en haut :

- La nappe inférieure ou nappe maastrichtienne ;
- La nappe intermédiaire ou nappe Danienne Thanétienne ;
- La nappe supérieure ou nappe Yprésienne.

2. Evolution de la série phosphatée :

Le trait marquant la sédimentation phosphatée dans le bassin des Gantour est l'existence d'un domaine occidental dont le maximum d'épaisseur est à Youssoufia, et d'un domaine oriental dont l'épaisseur décroît depuis Benguérir jusqu'à Tassout (Fig 6 et 7).

La réduction des puissances s'oriente W-E qui s'accompagne souvent d'une variation latérale de faciès, ne se fait pas de la même façon pour tous les niveaux. Dans ce qui suit nous allons suivre l'évolution de la série phosphatée niveau par niveau (Fig 8) :

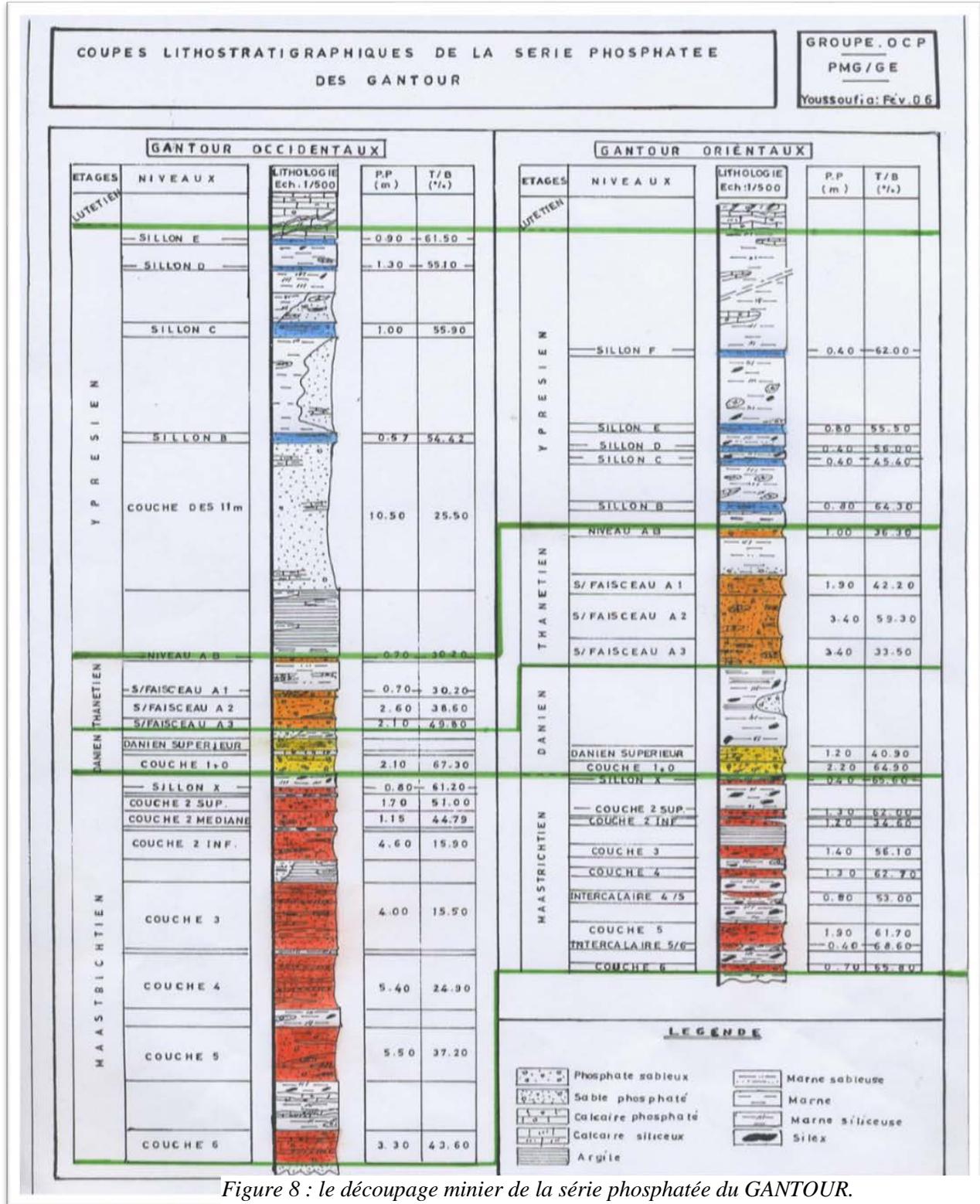


Figure 8 : le découpage minier de la série phosphatée du GANTOUR.

(Réf : in « Conduite de chantier» de A .NAFI)

A. Le Mæstrichtien phosphaté : (Fig 8)

⇒ **La couche 6** : Elle correspond aux premières manifestations phosphatées et repose sur un substratum variable : granitique, métamorphique schisteux ou sédimentaire carbonaté ou détritique. à l'Ouest cette série est assez épaisse (3 à 8m) et présente une alternance de niveaux sable phosphaté et de niveaux pauvres en phosphates (argiles, marnes, calcaires), en se dirigeant vers l'Est, elle devient moins épaisse et moins barrée. à partir de Binguéir, elle s'enrichit en phosphate, s'amincit et localement elle présente un caractère lenticulaire.

⇒ **Intercalaire couche 5/6** : Ce niveau présente une importante variation des faciès. A l'Ouest, il est assez épaisse (plus de 5m) et représenté par des alternances de sable et de marne siliceuse ou non ; à partir de Louta il s'amincit (moins de 2.5 m) et devient siliceux en même temps un niveau phosphaté s'individualise : il s'agit du niveau 5/6.

⇒ **La couche 5** : Elle présente des puissances variables comprises entre 2 et 6m. à l'Ouest elle est formée essentiellement par des sables phosphatés alors vers l'Est elle est formée par des phosphates à grains moyens elle subit donc un enrichissement en grain de phosphate au profit des sédiments fins stériles. Les épaisseurs les plus importantes sont notées dans la zone de Loubirat. dans Louta Ouest (puits 3028 et dans Binguéir le puits 407).

⇒ **Intercalaire couche 4/5** : Dans le domaine occidental son épaisseur varie de 0.5m à 6m. Dans le domaine son épaisseur est comprise entre 2m et 3.5m, de point de vue faciès il est formé par des marnes et marnes siliceuses. A Tassout les lits de silex deviennent fréquents.

⇒ **La couche 4** : A l'Ouest, elle est assez développée (plus de 7m) et dominée par une sédimentation sablo phosphatée fine. vers l'Est, elle devient moins épaisse et plus phosphatée. à Nzalet, par exemple elle fait moins de 2m avec des teneurs en BPL supérieures à 55%. A Binguéir, cette couche se caractérise par la présence des blocs de calcaires siliceux. sa puissance fluctue entre 1m et 2m.

⇒ **La couche 3** : Elle présente une évolution similaire à celle de la couche 4. son épaisseur diminue de ouest en Est en même temps, les sables phosphatés passent à des phosphates sableux, la présence de galets à sa base et stratification entrecroisement implique une phase érosive, sans doute liée au dynamique du milieu : les faibles puissances sont enregistrées à Binguéir.

⇒ **Intercalaire 3/2** : Il correspond aux fameuses argiles jaunes maëstrichtiennes qui sont présentes, pratiquement, dans tout le bassin ces argiles ont tendance à diminuer d'épaisseurs d'ouest en est.

⇒ **Couche 2 inférieure** : Comme nous l'avons signalés par les autres couches phosphatées la couche 2 inférieure s'amincit de Ouest en Est et devenait de plus en plus riche (l'épaisseur passe de 4.5m à moins de 2m).

⇒ **Couche 2 supérieure** : Elle présente l'importante fluctuation d'épaisseur, les plus fortes puissances sont notées dans la zone Youssoufia où elle peut atteindre plus de 6m, les plus faibles sont enregistrées à Binguérir où elle se réduit à moins de 1m. Son faciès est pratiquement constant : un phosphate sableux à débris osseux et à coprolithes. La séparation de la couche 2 sup. de la couche 2 inf se fait au niveau d'un Bon-bed, quand ce dernier fait défaut.

la variations granulométrique résout le problème : la couche 2 inf est formée par un sédiment dominé par du quartz fin, alors que la couche 2 sup. est constituée par un sédiment dominé par des phosphate à texture bioclastique donc grossier.

⇒ **Intercalaire couche 2 Sillon X** : Cet ensemble forme le sommet du maëstrichtien et ne montre aucune évolution préférentielle, mais sa particularité au niveau du sillon X, dans la partie occidentale, ce niveau s'individualise au sein des marnes siliceuses, alors que dans la partie orientale, il se situe au sommet de ces marnes et n'est pas séparé de la couche 1 que par un banc de calcaire dolomitique. Le faciès du sillon X est toujours un faciès à texture grenue (granodécroissant).

B. Le Danien : (Fig 8)

La partie phosphatée montre une évolution particulière, elle s'amincit de la zone Youssoufia jusqu'à Louta Ouest (elle passe de 5m à 1m) et s'épaissit brusquement à partir de Louta Est pour atteindre 7m à Tassaout.

Cette évolution marque un changement de polarité de bassin au cours de Maëstrichtien les plus fortes épaisseurs apparaissent dans le domaine occidental situé près de l'ouverture de golf ; au Danien

les puissances les importantes sont enregistrées à l'Est, s'agit-il là d'un d'axe de subsidence en rapport avec des mouvements tectoniques ? Pour l'instant les arguments nous manquent pour répondre à de telles questions. Fait au niveau d'un Bon-bed, quand ce dernier fait défaut, la variations granulométrique résout le problème : la couche 2 inf est formée par un sédiment dominé par du quartz fin, alors que la couche 2 sup. est constituée par un sédiment dominé par des phosphate à texture bioclastique donc grossier riche en BPL .

Les termes argileux –marneux et siliceux formant le sommet de Danien sont développés dans Benguéirir = 8m de part et d'autre, elles se biseautent pour atteindre moins de mètre dans le puits 5243 3m à Tassaout dans la recette 6 Est .au sein de cet ensemble s'individualise de phosphate à texture en BPL moyenne (=40% BPL).

C. Le Thanétien : (Fig 8)

Comme pour la partie non phosphatées du danien, la partie phosphatée de Thanétien représentée par le faisceau A connaît son maximum de développement à Benguerir (=8m) où il se différencie d'après le gradient teneur en trois sous faisceaux appelés de bas en haut A3-A2- A1, vers l'extrême Est et l'extrême ouest, ces trois sous faisceaux se condensent en un seul niveau épais de 3 à 4m.

Dans les recette 6 et 4, un niveau argileux rouge apparaît dans la partie inférieure de faisceau A et permet ainsi de séparer le A3 du A2. L'évolution de la partie marneuse formant le sommet du Thanétien permet de distinguer deux domaines où on a une tendance d'épaississement vers l'Est (Tassaout) et un domaine où l'épaississement se fait vers l'ouest,

la zone de Lou ta sépare ces 2 domaines cette évolution est le résultat du fonctionnement du seuil de Douar Rhirat qui a formé une zone haute à faible taux de sédimentation de part et d'autre de cette zone, le bassin subsident et dans un régime hydrodynamique faible se déposaient les marnes.

D. L'Yprésien : (Fig 8)

Il débute par le niveau A/B qui ne montre aucune évolution préférentielle, son sommet est argileux dans le domaine occidental (argiles yprésien) et passe latéralement vers le domaine oriental à des marnes .sa partie médiane (C11m et sillon B) montre une évolution remarquable au centre elle est formée par un sable fin peu phosphaté dont le maximum d'épaisseur se réduit pour atteindre 2m dans la Recette 5 et sidi Boutriticht et 3 à 4m à Tassaout.

Cette importante réduction s'accompagne d'une variation latérale de faciès marquée par le passage de sables et des phosphates assez riches, la partie supérieure de l'yprésien, dominée, par les marnes siliceuses, renferme

PFE

les sillons supérieurs. Ces derniers tout en se réduisant vers l'Est, peuvent s'amincir et même disparaître par endroit.

Conclusion : Il est important de préciser que les couches riches en phosphates (C1 à C6) appartiennent à la série phosphatées maastrichtienne des auteurs. Les sédiments ypresiens constituent la série post-phosphatée.

DEUXIEME
PARTIE : SUJET

I. Objectif du présent travail :

Le présent travail s'inscrit dans le cadre de mon projet de fin d'étude en tant que licencié en géologie appliquée aux ressources minières à la faculté des Sciences et Techniques de Marrakech. Ce dit projet a été réalisé dans l'un des sites d'extraction du groupe OCP (Office Chérifien des Phosphates), le gisement de panneau 5 (M'ZINDA) qui fait partie des gisements phosphatés de Youssoufia à l'ouest du bassin de GANTOUR ; il s'étend sur une longueur de 10 km, et couvre une superficie de 3049 ha.

Le sujet a été proposé comprenant 2 lignes :

- L'étude minière d'un nouveau panneau en cours d'exploration appelé panneau 5 avec estimation de ses réserves.
- Etablir des scénarios de production du gisement.

La démarche à suivre :

- ✓ Caractérisation de la répartition spatiale des paramètres physico-chimiques du «panneau 5 »
- ✓ Estimation des paramètres techniques quantitatifs des couches phosphatées ;
- ✓ Identification de la conformité / la qualité des couches phosphatées ;
- ✓ Visualisation des perspectives d'une exploitation rationnelle du « panneau 5 » ;
- ✓ précision de la durée de vie probable de ce nouveau gisement « panneau 5 ».

II. Généralité sur le domaine d'exploration :

Le concerné par cette étude correspond au panneau 5, un des nouveaux panneaux en exploration qui se localise dans le secteur de M'ZINDA.

1. Le cadre géographique du domaine:

Le centre du gisement M'ZINDA se situe à environ 8 km au Sud du chemin de fer reliant Youssoufia à Benguerir et à environ 14 km au S-E de la ville de Youssoufia. Cette zone fait partie du gisement phosphaté de Youssoufia qui occupe la partie occidentale du bassin des Gantour. La zone ainsi délimitée s'étend sur 10 km de l'Ouest vers l'Est et couvre une superficie de 3049 ha.

La carte suivante présente la situation géographique du gisement M'ZINDA à l'échelle de la zone Youssoufia :

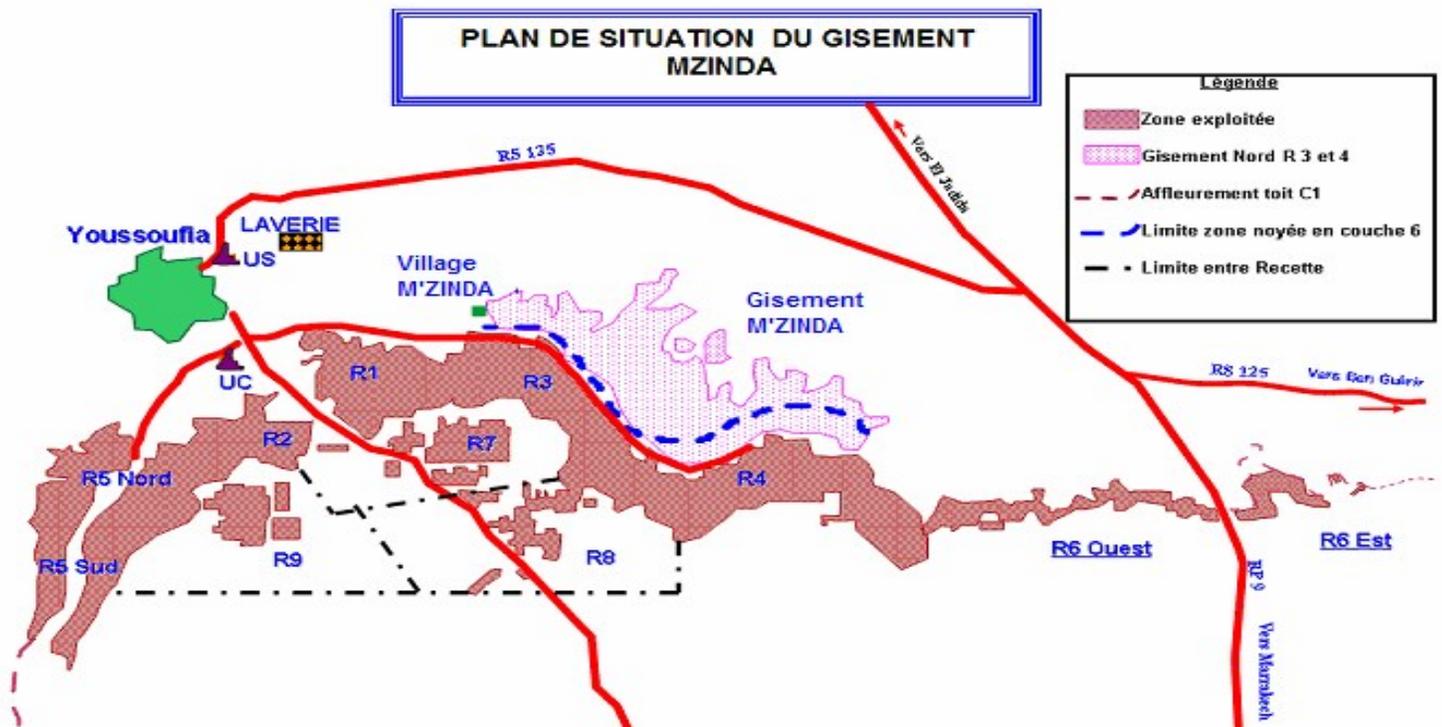


Figure 9 : plan de situation du gisement M'ZINDA.

(Réf : in « rapport OCP » de 2010)

Mon domaine d'étude « panneau 5 » est bordé de part et d'autre par les panneaux 4 et 6. Il est au sud du panneau 3 presque épuisé et au nord de l'ancienne recette 4 d'exploitation sous terraine (Fig9).

-La zone objet de la présente étude / le panneau 5 est sous forme de rectangle ayant pour coordonnées :

Les points limitent du domaine	Coordonnées X	Coordonnée Y
A	216,9	183,9
B	217,4	182,55
C	218,25	185,25
D	219,45	183,9

Table 1 : les coordonnées géographiques délimitant la zone d'étude.

Le panneau 5 est subdivisé en 73 tranchées parallèle de 40 m d'épaisseur .l'orientation de ces derrières est NW-SE. Cette orientation est contrôlée par un BOX CUT qu'est une zone de vide de 80 m de largeur qui a été décapé par transport. Elle s'oriente de telle façon qu'elle occupe la grande longueur du panneau dans le but qu'il soit la zone de vide dans laquelle le stérile va être décapé par poussage 5 qui se figure dans la figure au-dessous :

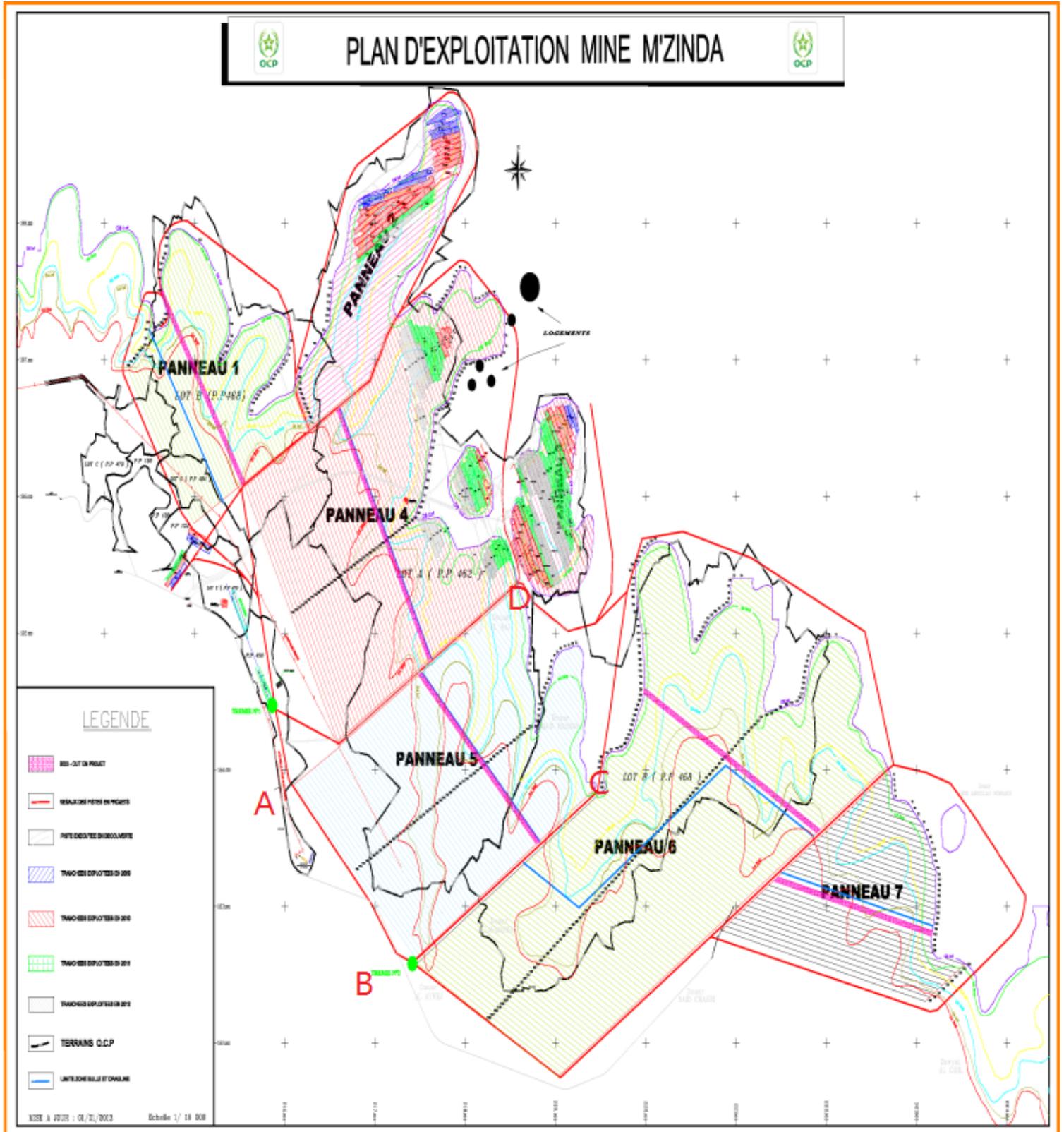


Figure 10 : le plan de l'extraction de la mine de M'ZINDA. (Réf : in « rapport OCP» de 2010)

2. Le cadre Géologique du domaine :

La série phosphatée du gisement M'Zinda appartient au maastrichtien qui comporte plusieurs niveaux phosphatés (Fig 8 et 11). Il est subdivisé en trois entités :

- Entité inférieure : Elle est marquée par le développement des intercalaires silico-carbonatées (marnes, marnes siliceuses, silex et grés). Ces couches constituent la principale exploitation elles sont les plus étendus et les plus trouvables.

Les niveaux miniers qui composent cette entité, cités de haut en bas sont :

- La couche 5 ;
- La couche 6 ;

- Entité médiane :

Les niveaux miniers qui constituent cette entité sont la couche 3 et la couche 4. Cette entité se termine par un puissant dépôt d'argile de couleur ocre ou noire qui forme l'intercalaire couche 3 / couche 2. ces couches sont moyennement abondantes.

- Entité supérieure :

Cette entité est caractérisée par la réduction des puissances des intercalaires stériles constituées de grés, de marnes et de silex. Ces couches ne sont pas abondantes elles affleurent dans des zones restreintes et bien limitées.

Les niveaux miniers qui constituent cette entité sont :

- Le sillon X ;
- La couche 2 supérieure ;
- La couche 2 médiane ;
- La couche 2 inférieure.

⇒ **Description lithologique du gisement du panneau 5 à M'ZINDA.**

Une étude géologique faite sur le gisement du panneau 5 M'ZINDA, en se basant sur les puits de reconnaissance, a permis d'affiner le découpage minier (Fig 11) des couches 5 et 6 pour une éventuelle exploitation à ciel ouvert. Les principaux critères retenus dans ce découpage minier sont basé principalement sur l'évolution verticale de trois critères :

- Les teneurs en BPL/brut.
- La lithologique.
- Des niveaux repères plus au moins stériles (intercalaire).

Le gradient vertical des teneurs a permis de subdiviser les principales couches en sous couches en vue d'une éventuelle exploitation sélective.

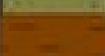
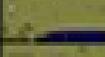
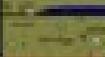
Découpage minier	Log	Puissance moyenne	Teneur BPL brut %	CO ₂ Brut %	MgO (%)	SiO ₂ % brut	Cd (ppm) brut	Cl (ppm) brut
Primaire		3,83	-	-	-	-	-	-
C5 sup B		0,41	44,30	13,34	1,47	12,49	15	245
C5supB/C5supA		0,24	-	-	-	-	-	-
C5 sup A		1,09	50,96	11,57	1,40	9,69	16	-
C5sup A/C5infC		0,77	-	-	-	-	-	-
C5 inf C		1,37	55,19	9,13	1,60	10,95	15	246
C5 inf B		0,52	42,75	15,28	1,55	10,89	13	234
C5 inf A		0,83	51,50	11,49	1,40	9,49	12	260
C5 inf A/C6 sup		3,51	-	-	-	-	-	-
C6 sup		1,72	59,45	6,06	0,72	13,29	19	412
C6 sup/ C6 méd		0,14	-	-	-	-	-	-
C6 méd		0,69	52,90	7,97	0,74	16,82	14	365
C6 méd/C6 inf		0,43	-	-	-	-	-	-
C6 inf		0,87	54,01	7,15	1,09	16,48	16	306

Table 2: le logue stratigraphique et le découpage minier du panneau 5 M'ZINDA.

(Réf : in « rapport OCP» de 2010)

Couche 6

La base de la couche 6 est matérialisée par une discontinuité géochimique exprimée par un saut des teneurs en BPL, elle est formée par trois niveaux de phosphate sableux grossier débris d'ossement. Elle repose sur des marnes et des calcaires marneux et/ou siliceux. Elle renferme, souvent, une barre de calcaire gréseux, de marne siliceuse à silex, ou de marne argileuse ce qui a permis sa subdivision en trois sous entités : couche 6 inférieure, couche 6 médiane et couche 6 supérieure. Ces deux dernières couches sont fusionnées le long du domaine dans l'étude quantitative et qualitative.

- ***Couche 6 inférieure*** : Elle débute par un grès siliceux, un calcaire siliceux, marne ou par un sable marneux. Elle renferme des banquettes de calcaire (Fig 11). Elle est surmontée par une liserée d'argile ou par un calcaire siliceux.

- ***Couche 6 médiane*** : elle est formée par un phosphate sableux grossier et légèrement oolithique. Cette couche se subdivise en deux sous entités séparées par des marnes ou marnes sableuses.

- ***Couche 6 supérieure*** : elle est caractérisée par des teneurs en BPL élevées, c'est le niveau le plus riche et le plus puissant des entités identifiées de la couche 6. Elle renferme, par place, des banquettes de calcaire siliceux, des rognons siliceux et des liserés argileux. Son phosphate est plus grossier que celui des niveaux précédents.

- ***L'intercalaire couche 6- couche 5*** est formée par des marnes siliceuses contenant des rognons de silex avec, parfois, des banquettes de calcaires, des niveaux du sable marneux et/ou des niveaux d'argiles sableuse, non fossilifère.

Couche 5

Elle est formée par un phosphate sableux, cette couche est subdivisée en deux sous entités (Fig 11) :

- ***Couche 5 inférieure*** : c'est un phosphate sableux : débris organiques renfermant des marnes, marnes siliceuses par place. La variation verticale des teneurs en BPL a permis de la subdiviser en trois sous entités :

- **Couche 5 inférieure A** : c'est un phosphate sableux parfois induré ou marneux à la base.
- **Couche 5 inférieure B** : c'est un phosphate sableux induré, c'est un niveau lenticulaire moins riche que le niveau précédent.
- **Couche 5 inférieure C** : elle est plus phosphatée que les deux niveaux précédents.
- **Couche 5 supérieure** : La variation verticale des teneurs en BPL et de la lithologie a permis de subdiviser cette couche en deux sous entités :
 - **Couche 5 supérieure A** : c'est un phosphate sableux plus ou moins marneux par place, renfermant, par place des banquettes de calcaire siliceux. Elle est surmontée par des calcaires gréseux et parfois de marnes sableuses.
 - **Couche 5 supérieure B** : c'est un sable phosphaté moins riche en phosphate par rapport au niveau précédent.
- **Le recouvrement** appelé Couche primaire riche en matière organique de couleur noir facilement distinguable avec une épaisseur 3.83, composé de calcaire et marne et la terre végétale (Fig 11) .cette couche est presque stérile, elle peut atteindre les 30m dans le secteur mais cette épaisseur ne rend pas l'exploitation rationnelle et économique.

Les réserves de la mine de M'Zinda sont évalué {232,549 Million m³ en tenant compte des critères d'exploitabilité (puissance > 0,40 et teneur en BPL > 40%).

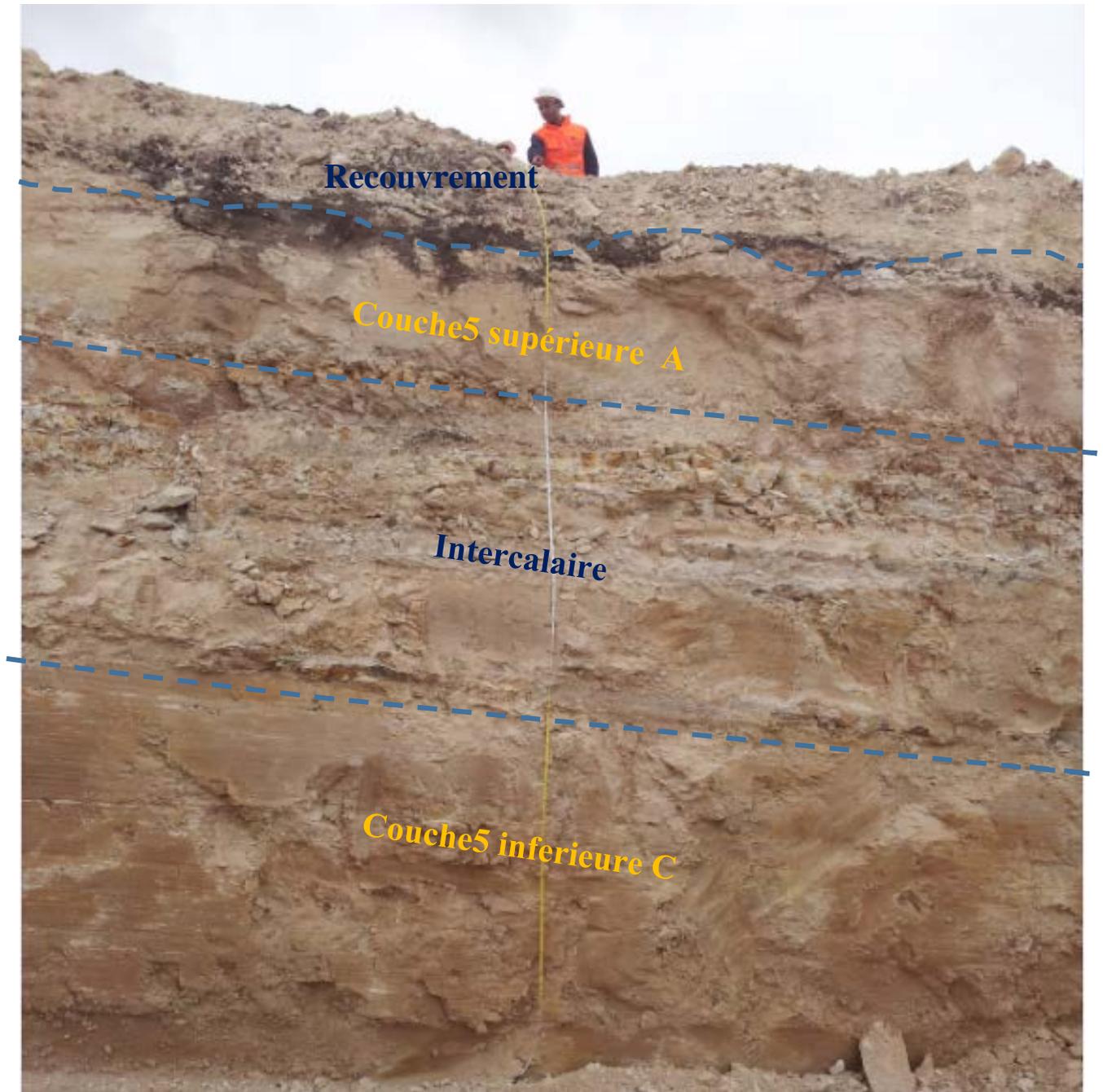


Figure 12 : image sur terrain des couches d'entité inférieure le long d'un parement.

III. Carte iso-valeurs :

1. Définition et but du travail :

Dans le cadre de cette étude il m'a été nécessaire de réaliser les cartes iso-valeurs des paramètres physico-chimiques de chaque niveau phosphaté dont le but de suivre les répartitions spatiales ainsi que les variations latérales de chaque paramètre étudié.

2. Le support des données :

Le support de données est constitué d'un total de 12 puits présentés par une maille de reconnaissance de 500 m avec 7 puits locaux déjà trouvés. Les campagnes de reconnaissance étant réalisées à des dates différentes avec des objectifs différents, ceci a donné lieu à une description et caractérisation sommaire de certains niveaux qui ne répondent plus aux exigences actuelles.

Concernant la caractérisation géochimique, seulement deux paramètres ont été systématiquement analysés sur brut et sur lavé. Ils correspondent aux teneurs en **BPL** et en **CO2** mais les autres sont aussi très importants c'est dans ce sens que j'ai décidé de décrire leurs distributions latérales.

3. La méthode de réaliser les cartes iso valeurs :

La réalisation des cartes a été faite par le biais d'ArcGis ; un logiciel un peu compliqué au niveau des commandes et ses très grands nombres d'application et qui demande 15 min au moins pour effectuer une carte iso valeur d'un seul élément d'une seule couche.

Selon un ensemble des étapes successives on peut acquérir nos cartes qui sont :

- **identification de la zone étudiée en choisissant les puits d'exploration limitants la zone ;**
- **Une base de données établis sous forme d'Excel qui comprend les coordonnées de chaque puits et les valeurs des éléments chimiques correspondantes ;**

Remarque : Les cartes iso valeurs des éléments chimiques se font sur brut.

- **Introduction des entrées (la base de données) sur le logiciel et choisir le système de projection des coordonnées ;**
- **Choix de la méthode d'interpolation et son exécution ;**
- **Mise en page de la carte (Titre, Légende, Echelle...) ;**
- **L'importation de la carte de base sous forme d'image ;**

2. Alimentation de la base des données d'entrée :

La base de données a été établie sous forme d'Excel comprenant les coordonnées de chaque puits et les valeurs des éléments chimiques correspondantes.

Les niveaux ciblés sont choisis grâce à leur grande rentabilité. Ils sont :

- La couche 5supB ;
- La couche 5supA ;
- La couche 5infA ;
- La couche 5infB ;
- La couche 5infC ;
- La couche 6sup ;
- La couche 6inf.

De point de vue géochimique Les paramètres à déterminer par niveau sont :

- Les teneurs en BPL ;
- Les teneurs en CO₂ ;
- Les teneurs en SiO₂ ;
- Les teneurs en MGO.

De point de vue physique les termes à identifier sont :

- Puissance phosphatée ;
- Z du mur des couches phosphatées.

3. L'analyse de la base de données :

Les entrées ne sont qu'un ensemble de données récoltées du terrain donc leur traitement est indispensable c'est pour cela il faut éliminer les enregistrements des puits dont les informations sont non-conforme présentant un bruit et une sorte de biaisage au géo-traitement.

Cette non-conformité des données se présente lors de :

- L'absence des données d'un élément chimique comme le cas de SiO₂, et MgO, et qui peut malheureusement influencer directement sur le traitement et le rendement ;
- L'absence d'un niveau phosphaté qui peut être dû à :
 - ⇒ La position des puits de reconnaissance à l'extérieur des affleurements le cas de la couche 5 inf C qui se présente seulement au niveau des 3 puits de reconnaissance 6592, 6507, 6637 et le puits locale L105 et Absente pour l'ensemble des autres puits .
 - ⇒ L'érosion de niveau.
 - ⇒ Un changement de faciès par l'absence de sédimentation pour un niveau donné (cette supposition reste non adéquate avec le mécanisme de formation de gisement phosphaté sédimentaire).
- L'existence des informations aberrantes dont les données d'analyse présentant des valeurs ayant un grand écart par rapport à la valeur moyenne du paramètre étudié (Voir tableau statistique le cas du BPL de la couche 5 A) et cela est dû généralement à l'altération du niveau étudié. En résultat, on exclut ces valeurs qui peuvent influencer les résultats de l'interpolation.

4. Introduction de la base de donnée sur le logiciel et choisir le système de projection des coordonnées :

Sur l'interface ArcMap du système d'information géographique ArcGis on va avoir des cartes iso valeurs après importation des entées d'Excel vers AacMap de tous les paramètres étudiés ;

par la suite il faut choisir un système de projection (UTM –Merchich) .

5. Choix de la méthode d'interpolation et son exécution :

Les cartes iso valeurs qui apparaissent ne sont que temporaires dont le but de les rendre numériques, permanentes avec une bonne résolution on procède à l'application « raster ».

Le panneau comprend une base des données de 12 puits de reconnaissance qui reste vraiment très médiocre pour qu'elle représente tout un domaine de 4583321.1944 m².

Pour se faire nous avons utilisé « l'outil spatial analyst » qui présente plusieurs méthodes d'interpolation pour prédire des valeurs à des zones non échantillonnées avec une méthode purement géostatistique :

Beaucoup sont les méthodes valables mais la plus précise en terme de calcul de surface c'est celle de « kriging » (krégage) .

6. Mise en page de la carte (Titre, Légende, Echelle...) ; et l'exporter comme image.

4. Le Commentaire des cartes iso valeurs de couches phosphatées :

Du bas en haut les couches phosphatées sont marquées par une variation spatiale des différentes composantes physico-chimiques en %.

✓ La couche 6 inférieure :

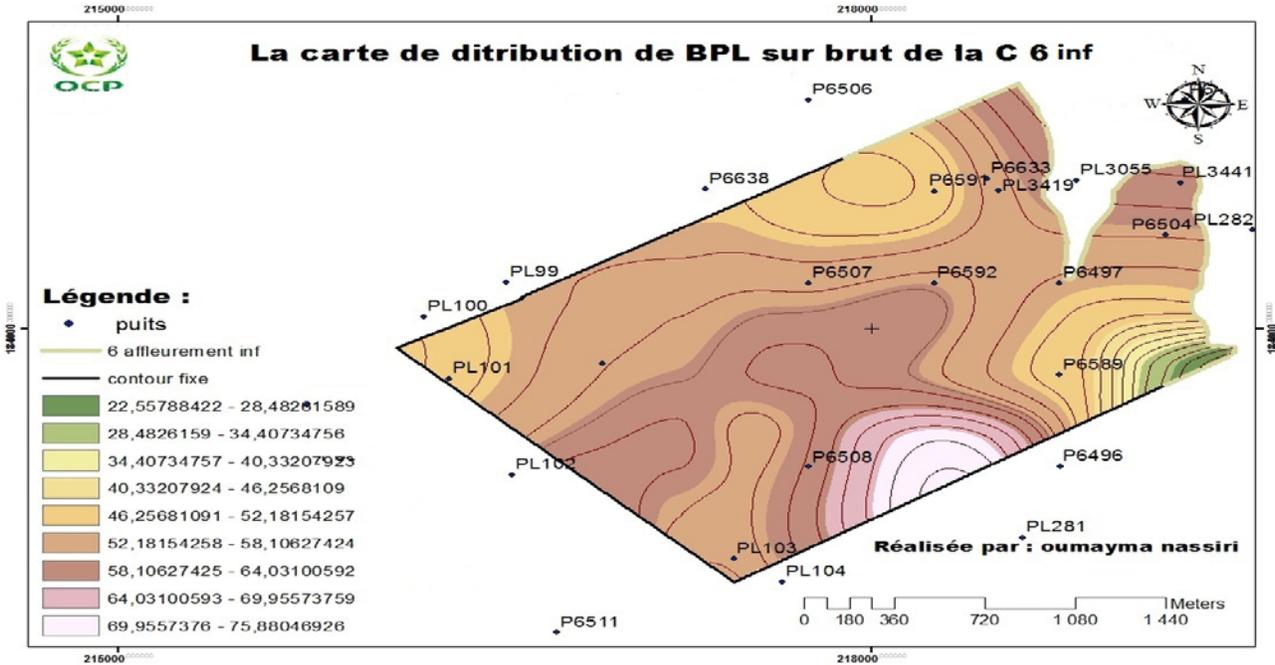
La carte structurale du mur de la couche 6 montre qu'il s'agit d'un niveau monoclin à faible pente qui diminue éventuellement du SUD vers le NORD du domaine, l'extrême EST est marqué par les côtes les plus fortes enregistrées dans le puits P6497.

- ***BPL :*** La couche 6 inférieure est notée par une succession des valeurs basses aux valeurs hautes au SE .tandis que les valeurs moyennes dominent tout le reste du domaine (carte1).

Les valeurs basses caractérisant l'extrême EST variant de 22.55 au 28.48.

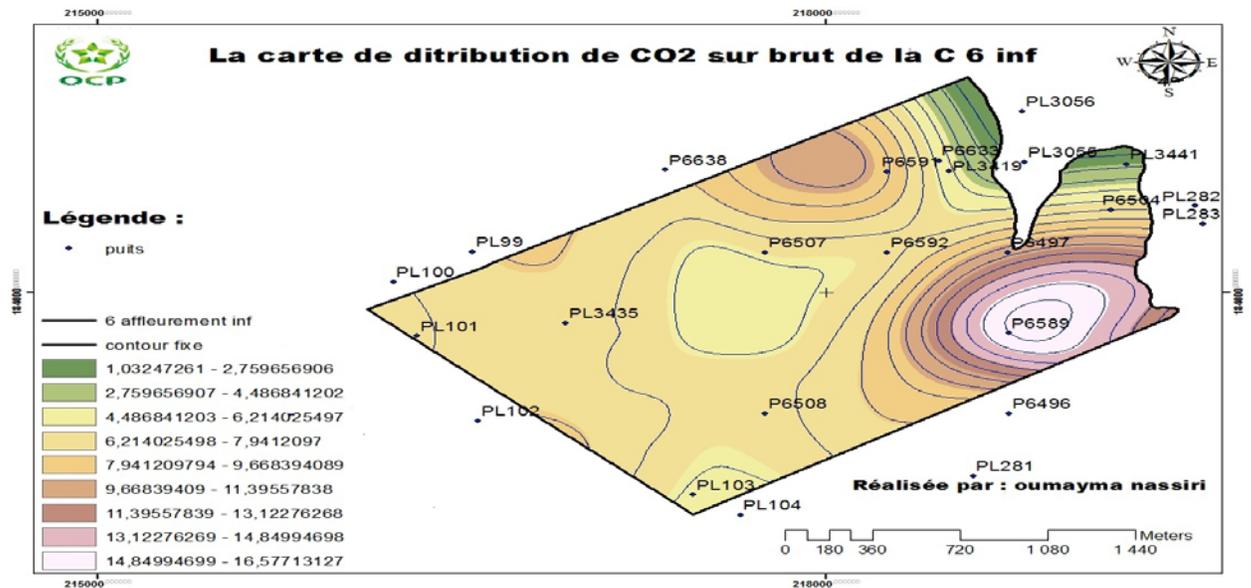
Les valeurs moyennes marquant toute la partie NORD du domaine s'étalant du 30.01 au 64.03

Les valeurs hautes identifient le SUD ont une teneur qui a atteint 75.89.



Carte 1 de distribution du BPL de la couche 6 inférieure.

- CO₂**: La couche 6 inférieure est caractérisée par une dominance des teneurs moyennes le long du domaine avec des zones moyennement restreintes de hautes et basses valeurs caractérisant la partie EST. Les valeurs basses s'étendent de 1.03 au 2.75 sous forme d'appointement à l'extrême N-E (carte 2). Les valeurs moyennes marquant tout le domaine qui vont de 4.48 au 13.12 (carte 2). Les valeurs hautes caractérisent le S-E en zone très limitée allant jusqu'au 16.577.

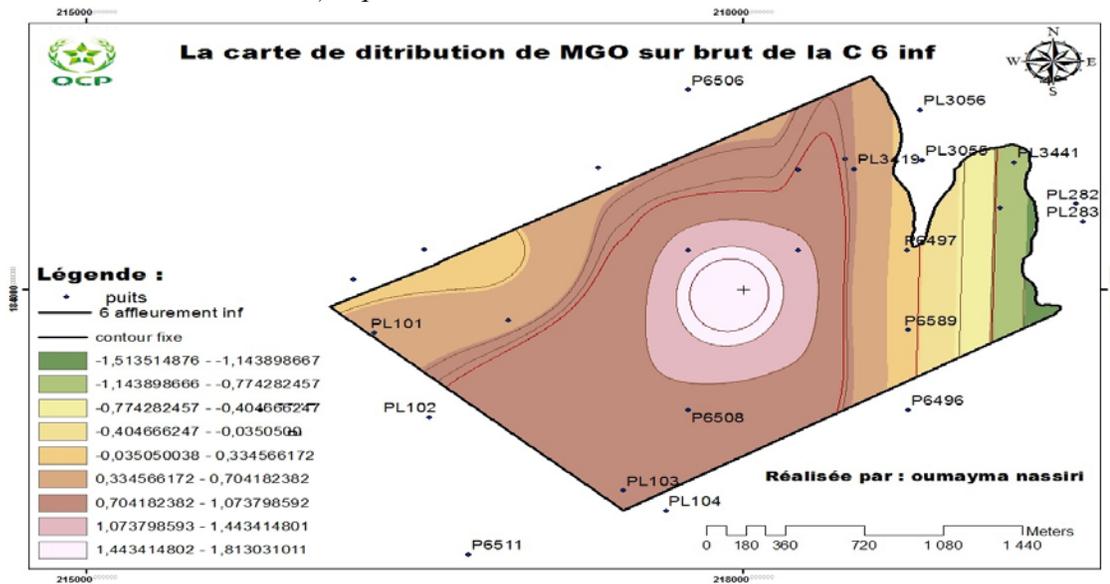


Carte 2 de distribution du CO2 de la couche 6 inférieure.

- **MGO:** La couche 6 inférieure marque une variation très régulière de l'extérieure vers l'intérieure très faible de 1% (carte 3).

Au centre il y a concentration des hautes valeurs variant de 1.44 à 1.89 de manière étroite par rapport aux termes moyennes qui sont plus larges et qui s'étendent de 0.78 à 1.07.

Vers l'extérieure les valeurs s'atténuent jusqu'au 0.035.

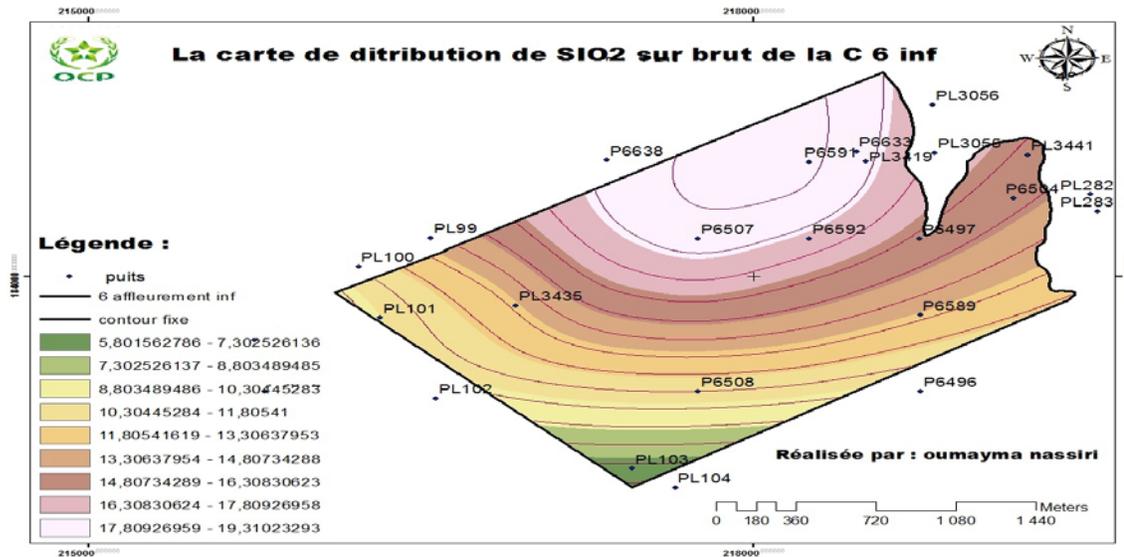


Carte 3 de distribution du Mgo de la couche 6 inférieure.

- **SIO2:** il y a un enrichissement du SUD vers le NORD relativement important (carte 4). L'intervalle concentratif apparait en équivalence avec les autres intervalles, il s'étend de 17.80 au 16.30.

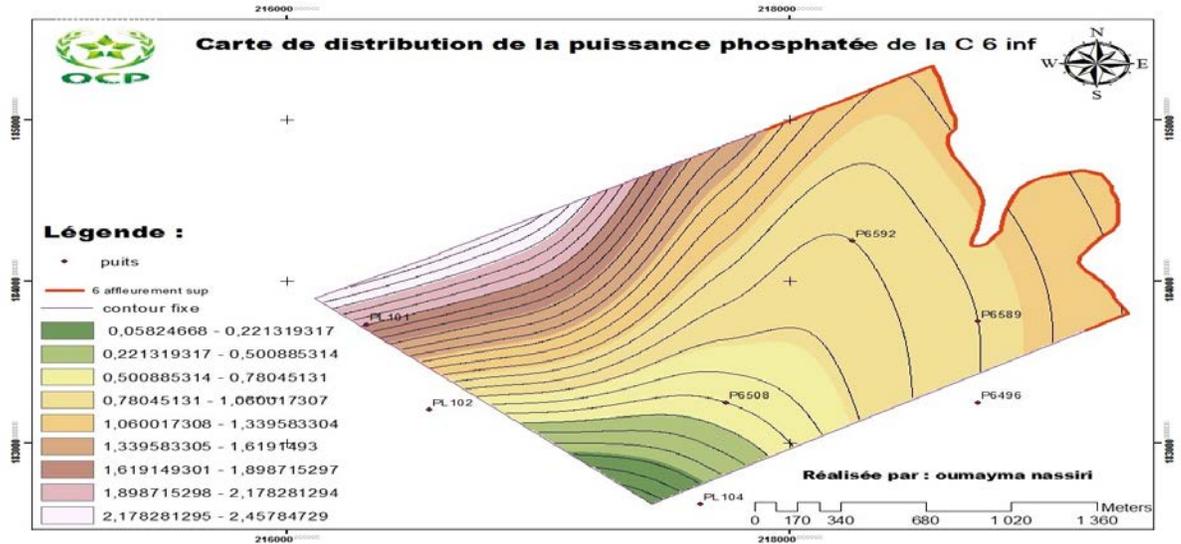
Les moyens termes s'étalent de 16.30 au 11.80.

Les plus faibles se focalisent au SUD d'une manière très réduite avec des valeurs de 5.80 à 7.30.



Carte 4 de distribution du SIO2 de la couche 6 inférieure.

- **PP:** La puissance augmente d'une manière progressive en allant vers le NORD avec une valeur de 2.17, la partie S-W est notée par une faible puissance de 0.05 (carte 5).



Carte 5 de distribution de la puissance phosphatée de la couche 6 inférieure.

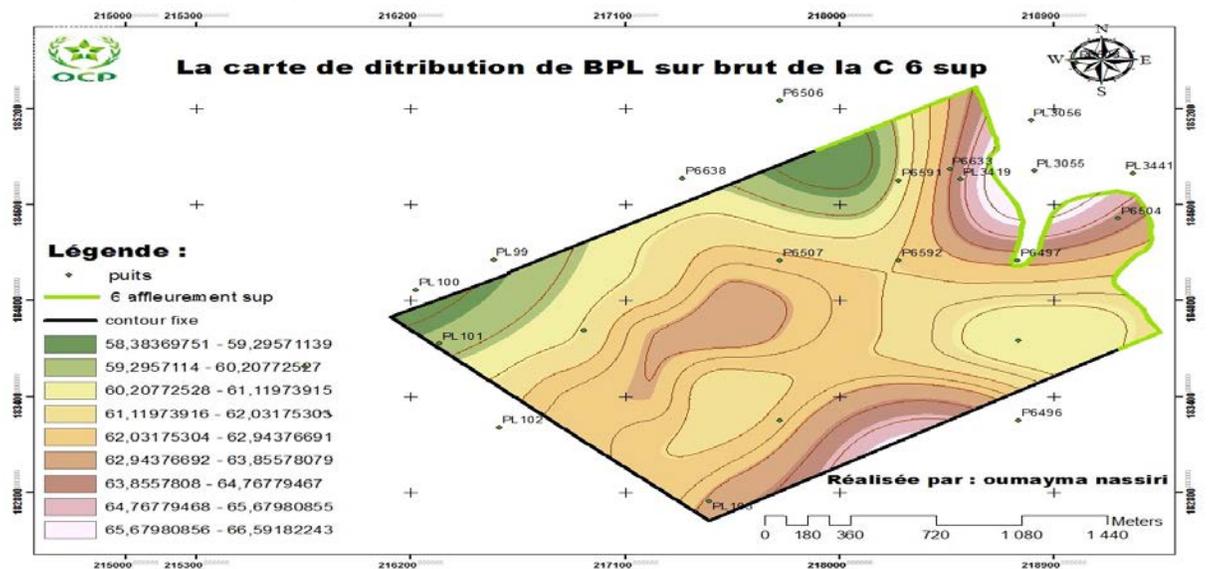
✓ **La couche 6 supérieure :**

- **BPL :** La couche 6 supérieure est déterminée de point de vue BPL par une orientation NE-SW qui s'enrichit du NORD vers le SUD (carte 6).

Les hautes valeurs se réunissent dans l'extrême NE, le centre et SW de 64.67 au 66.59.

Les termes moyens caractérisant la plus part du domaine sont entre 60.20 au 64.76.

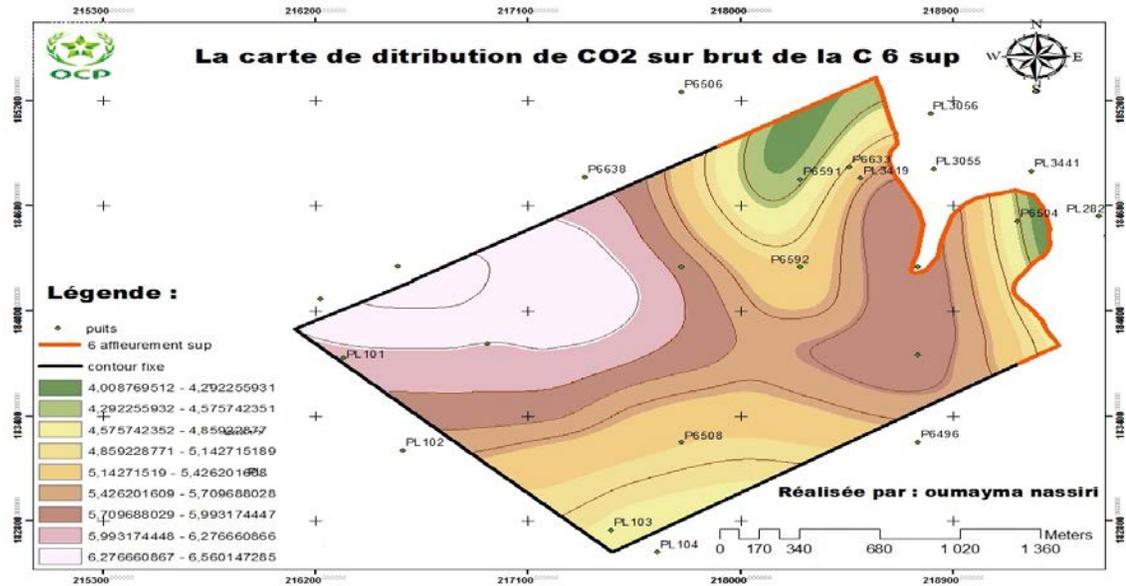
Les basses valeurs occupent l'extrême NORD allant de 58.36 au 60.20 .



Carte 6 de distribution du BPL de la couche 6 supérieure.

- **CO₂** : La couche 6 supérieure s'identifie avec une variation spéciale discrète ajustée de l'OUEST vers l'EST, orientée NW-SE (carte 7).

S'étalant de l'OEST avec des grandes valeurs de 6.56 et une grande extension vers l'EST avec des faibles teneurs de 4.00 occupant une zone serrée.



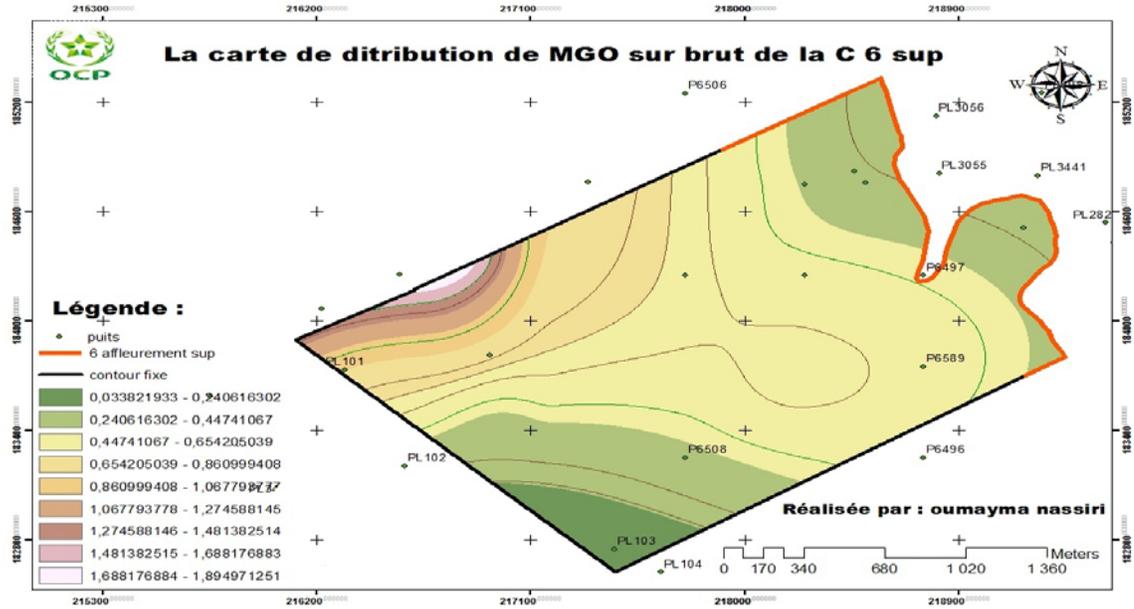
Carte 7 de distribution du CO₂ de la couche 6 supérieure.

- **MGO** : En termes de cet élément la distribution est non conforme (le zoning est non régulier) avec une disposition W-E (carte8) :

Les pauvres termes se disposent vers les périphériques avec une teneur de 0.033 au 0.24.

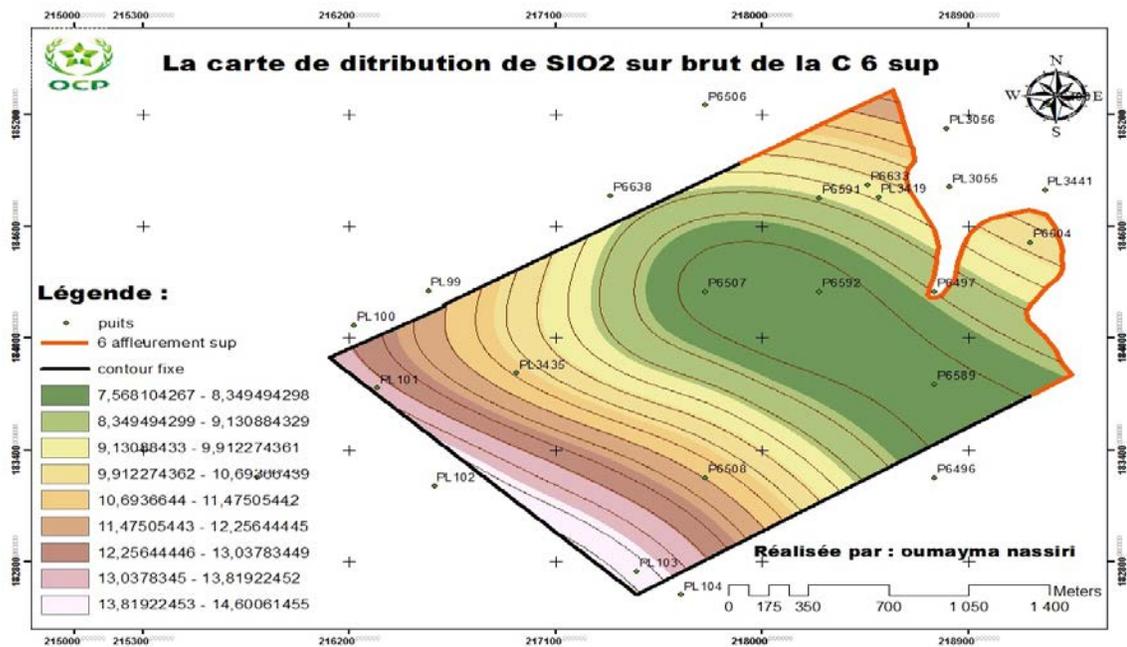
A l'extrême EST il y a une concentration importante de MGO de 1.99 avec une extension minime

La partie restante du domaine est marquée par les moyennes valeurs de 0.44 à 1.27.



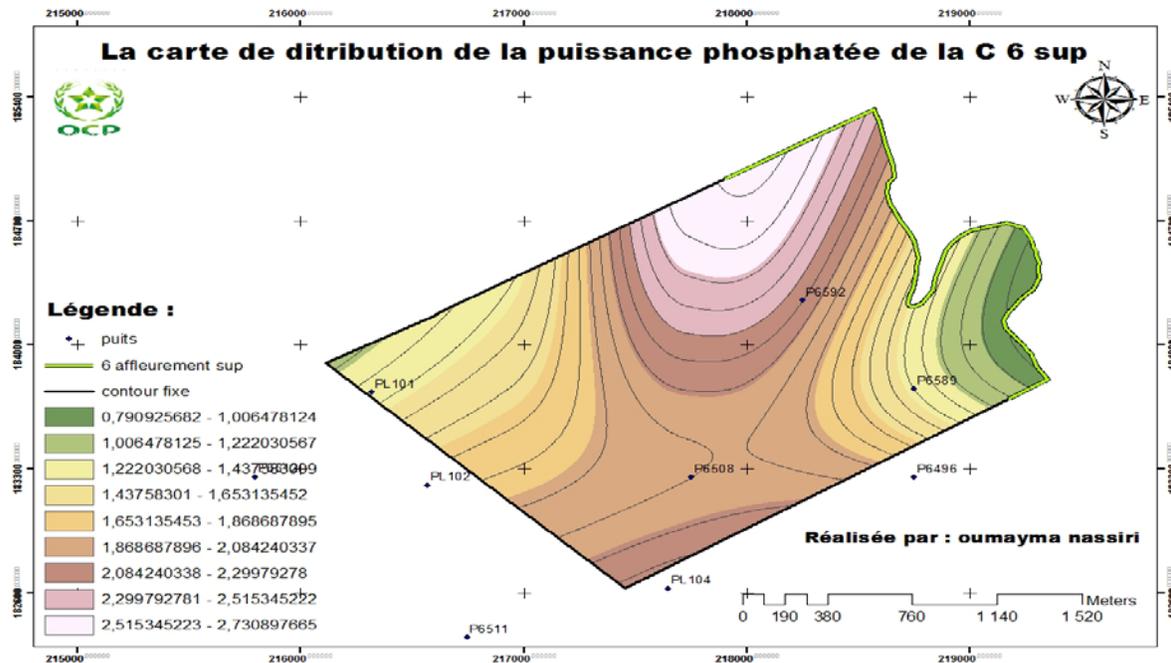
Carte 8 de distribution du MGO de la couche 6 supérieure.

- SIO2 :** La couche 6 supérieure marque une allure coaxiale (concentrique) équidistante qui indique une augmentation rythmée de NW-SE (carte9).
 Les termes bien exprimés se focalisent dans la partie extérieure partant de 13.03 à 14.60.
 Les termes faiblement exprimés occupent le cœur avec des teneurs de 7.56 à 9.13.



Carte 9 de distribution du SIO2 de la couche 6 supérieure.

- **PP:** La puissance phosphatée est élevée au centre, plus élevée au NE et au SW avec des termes de 2.51 au 2.06 .du centre vers les deux extrémités EST et OUEST la puissance phosphatée s'atténue jusqu'au 0.79 (carte10) .



Carte 10 de distribution de la puissance phosphatée de la couche 6 supérieure.

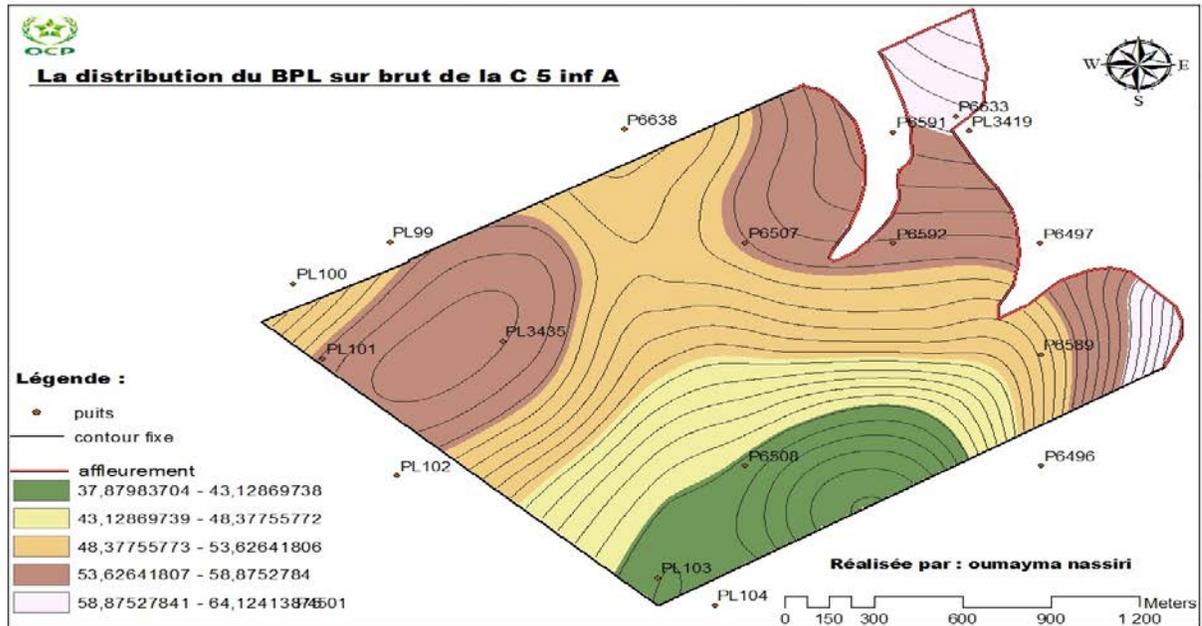
✓ **La couche 5 :** La couche 5 De point de vue structurale du mur la couche montre une structure plus au moins calme avec des valeurs (Z mur) relativement élevées à l'extrême NW. La régularité de l'équidistance entre les courbes dans l'ensemble du domaine et leur orientation NE-SW démontre un léger pendage vers le Sud .la partie N-W tend à l'horizontalité avec une pente faible.

✓ La couche 5 inf A :

- **BPL :** la distribution est uniforme progressive avec une orientation NE-SW, les valeurs notables recouvrent les parties EST et OUEST du domaine de 64.12 (carte 11) .

Les valeurs faibles regagnent la partie SUD du domaine en s'étalant de 37.87 à 43.12.

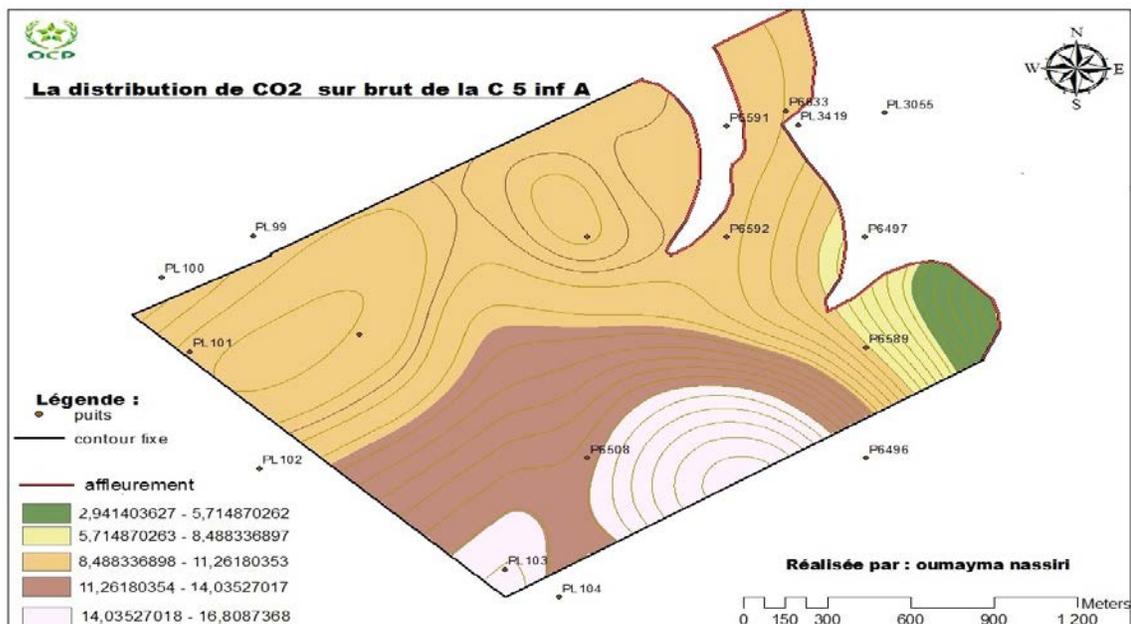
Les moyennes concentrations adoptent une zone importante au centre de 43.12 au 58.87.



Carte 11 de distribution du BPL de la couche 5 inférieure A.

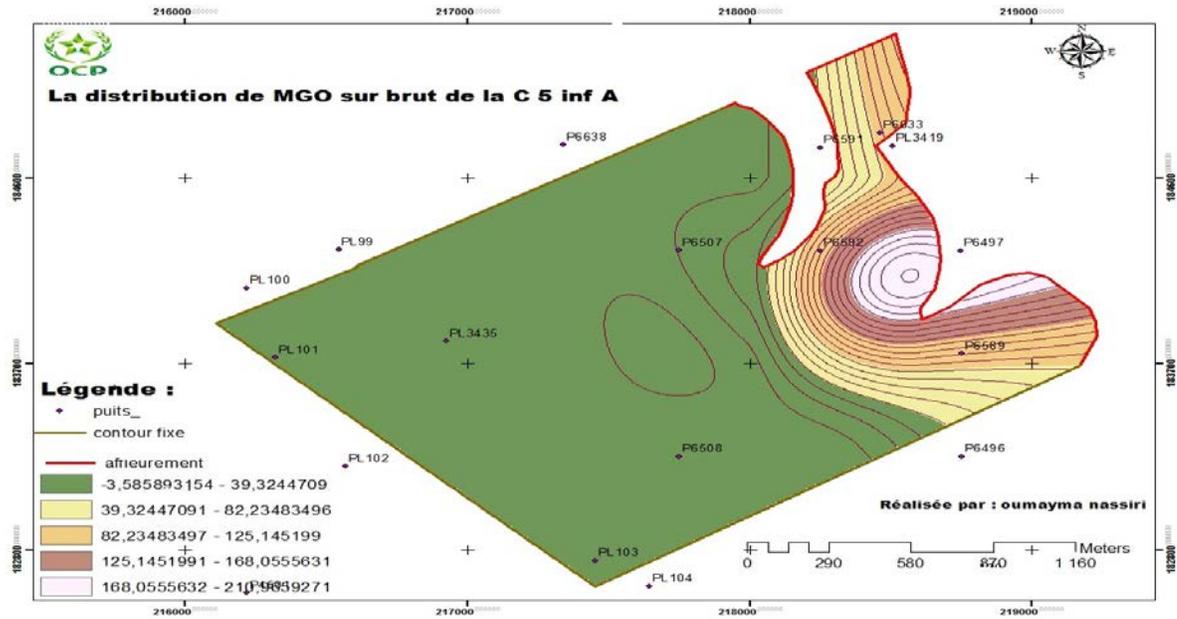
- **CO₂** : En ce qui concerne sa répartition elle est identifiée par un enrichissement graduel d'EST vers l'OUEST (carte 12).

Les teneurs riches relativement sont de 16.80 très rependu et les pauvres sont de 2.94 très restreintes.



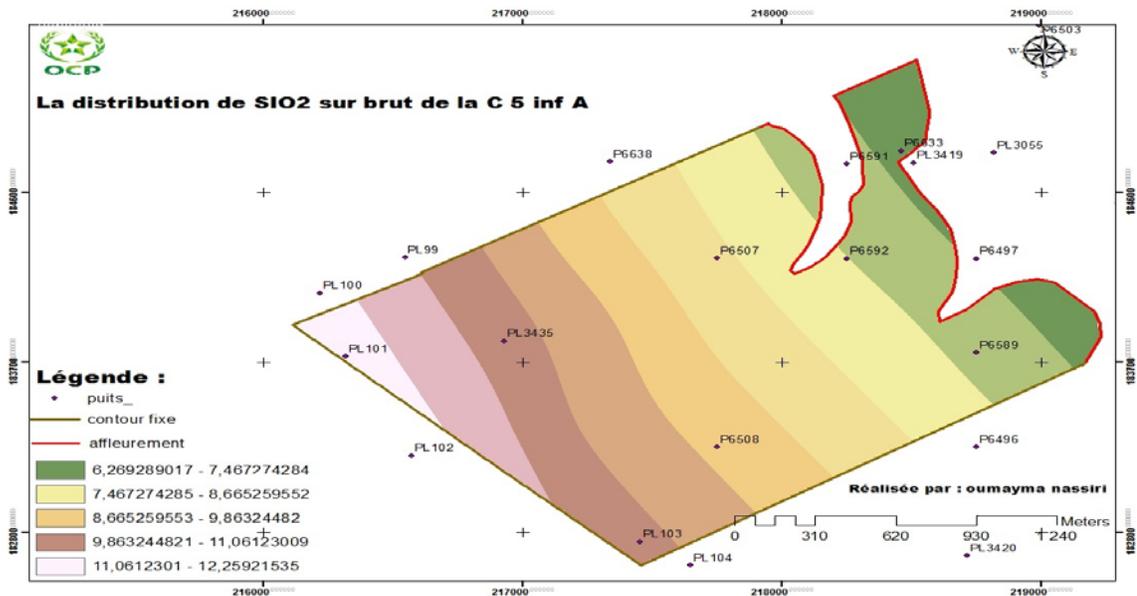
Carte 12 de distribution du CO2 de la couche 5 inférieure A.

- **MGO** : Les concentrations du MGO se contribuent d'une manière régulière croissante de l'OUEST vers l'EST. La concentration s'étend de 0.834 au 1.868 (carte 13).



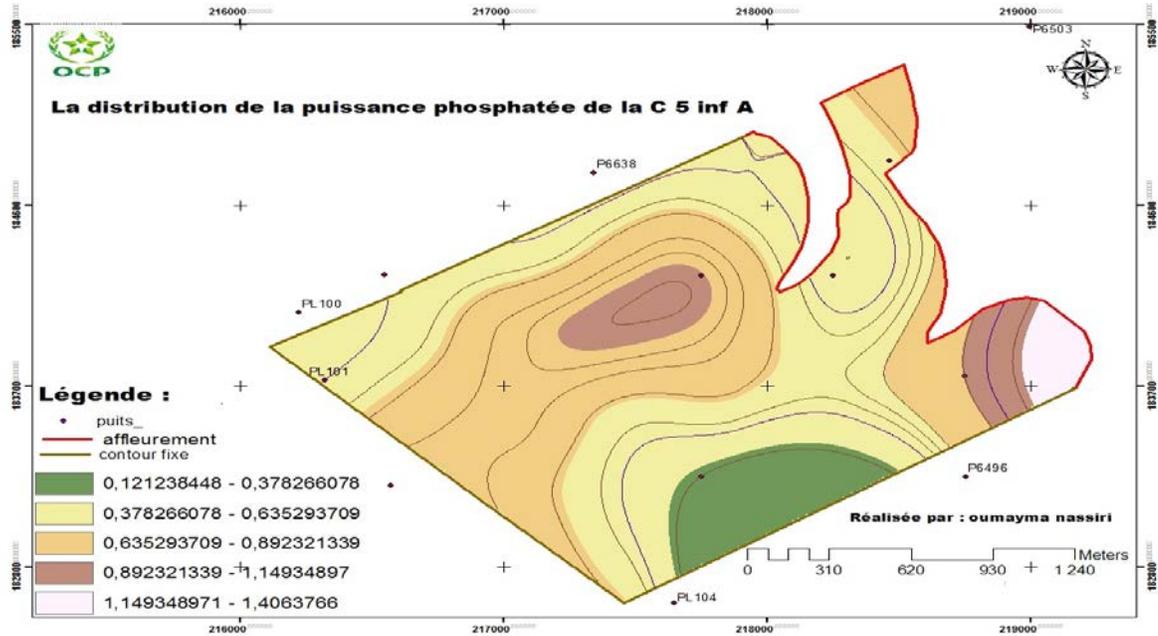
Carte 13 de distribution de MGO de la couche 5 inférieure A.

- **SIO2** : La distribution des entrées du SIO2 marque une allure graduelle (carte 14). La partie EST et OUEST identifient un accroissement dès les valeurs basses jusqu'aux valeurs hautes. Les basses valeurs sont de 6.26 et les grandes sont de 12.25.



Carte 14 de distribution de la silice de la couche 5 inférieure A.

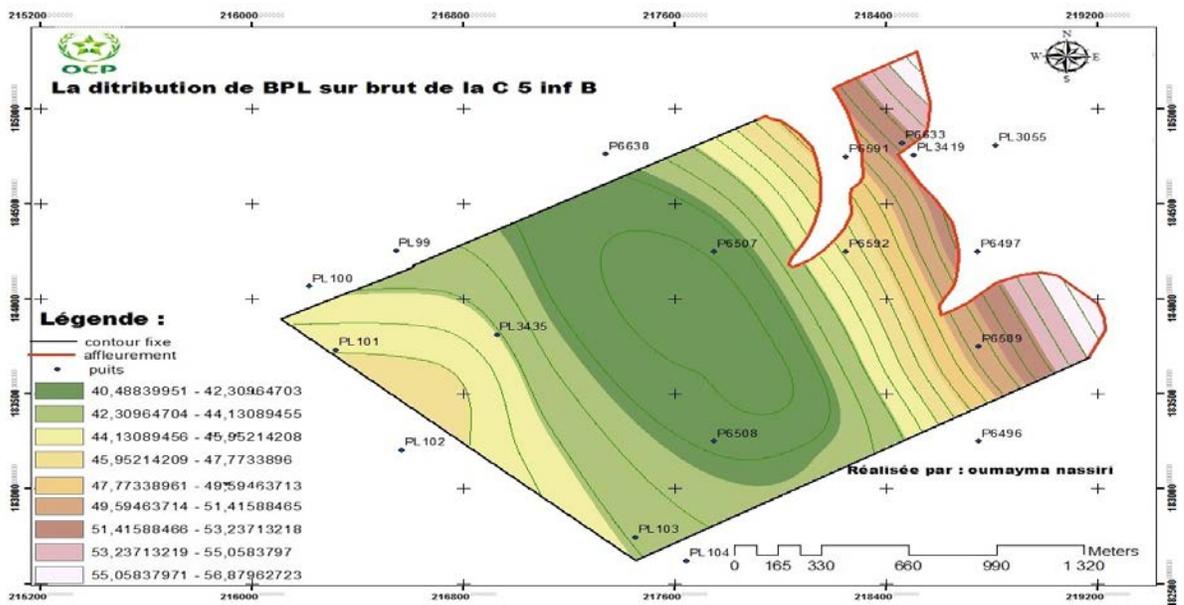
- **PP** : La puissance moyenne caractérise la grande partie du domaine avec une valeur de 0.63 à 0.37, La partie centre du SUD est caractérisé par les plus basses valeurs de 0.12à 0.37 (carte 15). Les parties de plus grande puissance phosphatée se localisent au centre du domaine et vers l'extrême SE de 1.14.



Carte 15 de distribution de la puissance phosphatée de la couche 5 inférieure A.

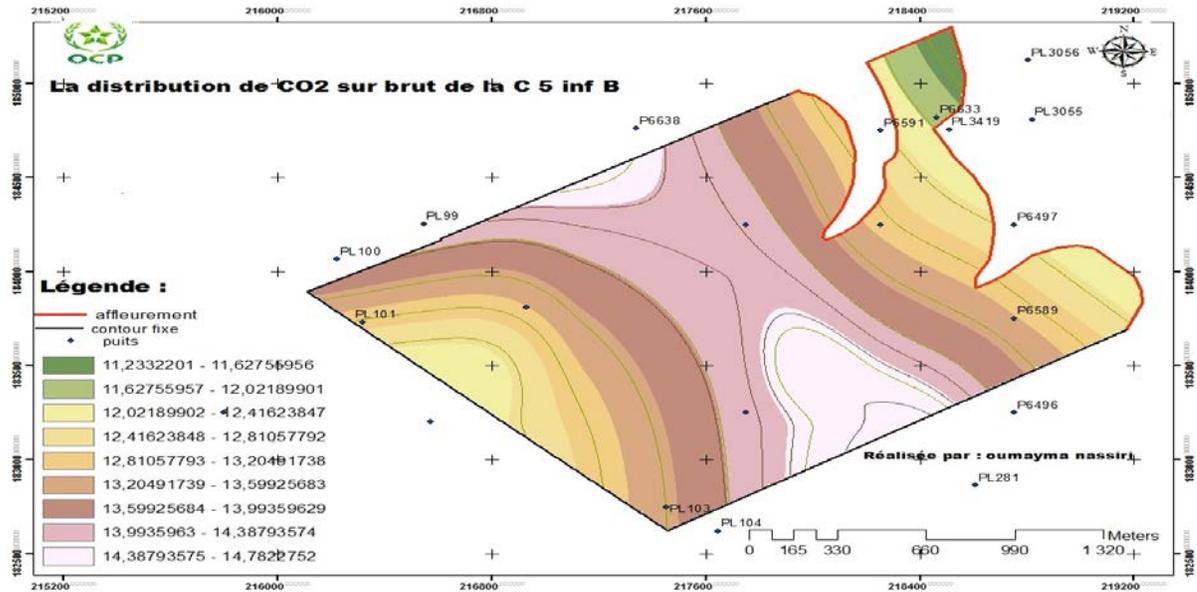
✓ **Couche 5 inf B :**

- **BPL** : La couche 5 inférieure marque par une évolution graduelle du centre vers les deux extrémités OUEST et EST (carte 16). Le centre comprend les pauvres termes de 40.48 qui s'évaluent rapidement vers l'EST avec une valeur de 58.97 et vers l'OUEST de 47.77.



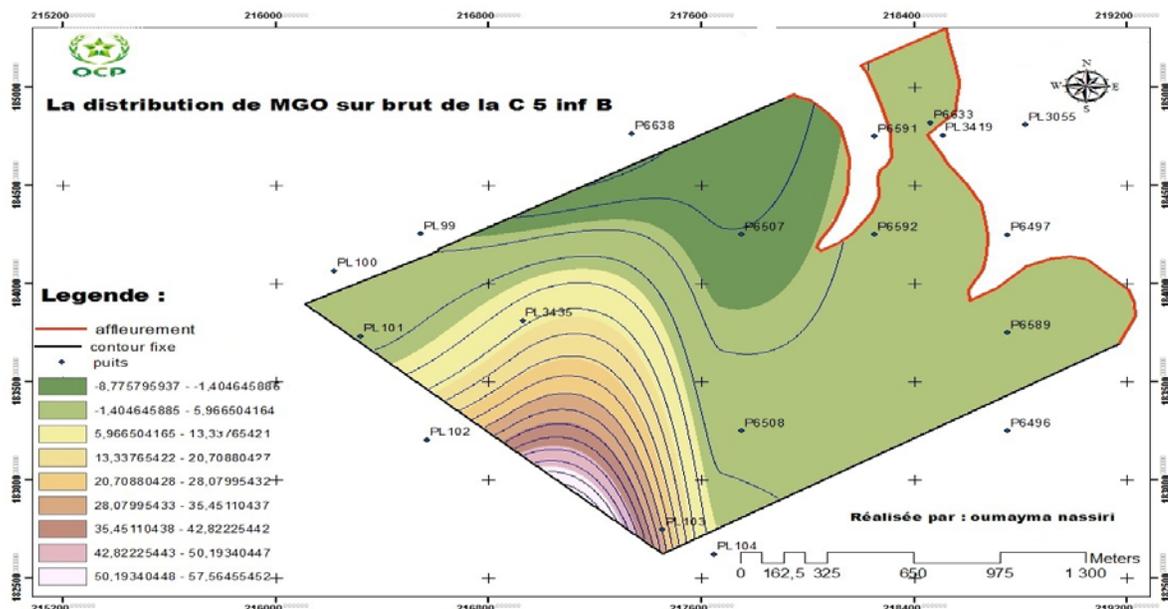
Carte 16 de distribution du BPL de la couche 5 inférieure B

- **CO2** : Les concentrations sont plus importantes au centre avec une valeur de 14.78, en se diminuant vers l'EST et l'OUEST orienté NS, la diminution se fait intensément vers l'EST avec une valeur de 11.23 et moyennement vers l'OUEST avec une valeur de 12.02 (carte 17).



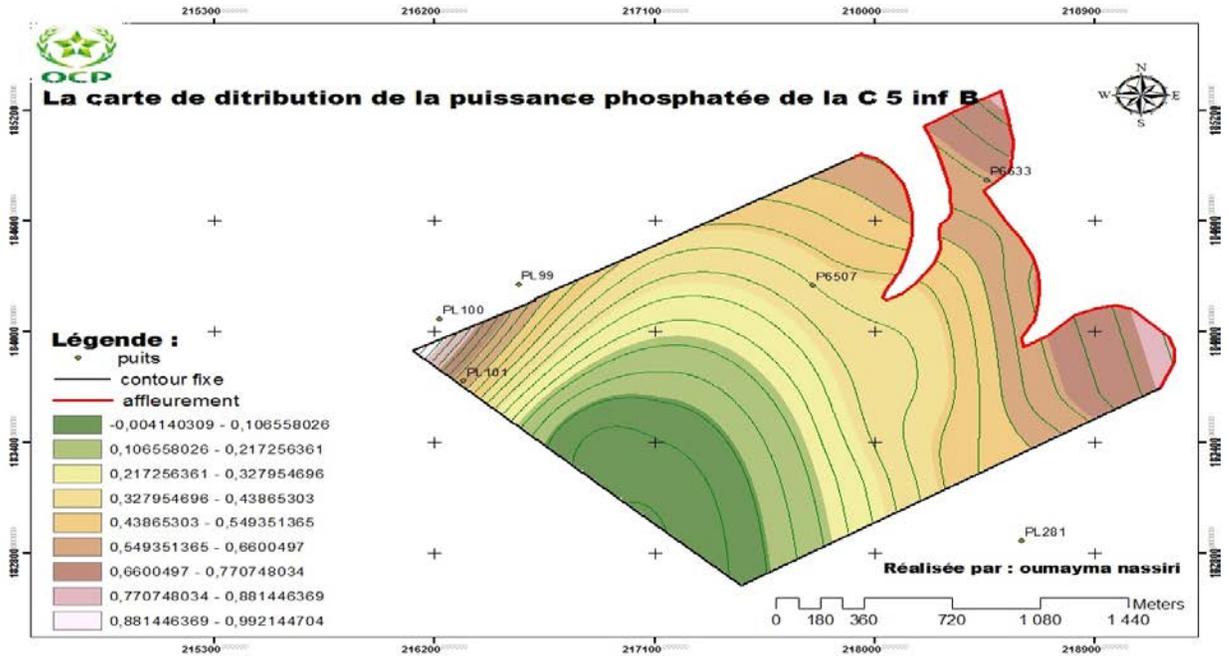
Carte 17 de distribution du CO2 de la couche 5 inférieure B

- **MGO** : La couche 5 inférieure B est notée par une augmentation graduelle du MGO du N-W au S-E avec orientation NE de la structure, les valeurs élevées s'étendent d'un intervalle de 2.695 à 2.845 et les basses termes de 2.2504 au 2.452 (carte 18).



Carte 18 de distribution du MGO de la couche 5 inférieure B

- **PP** : la puissance s'identifie par une variation régulière de l'EST vers l'OUEST .à l'extrême EST les valeurs sont plus importante de 0.99, le centre du domaine est marqué par une puissance moyenne de 0.45 et vers la partie OUEST la puissance diminue jusqu'au 0.10 (carte 19).

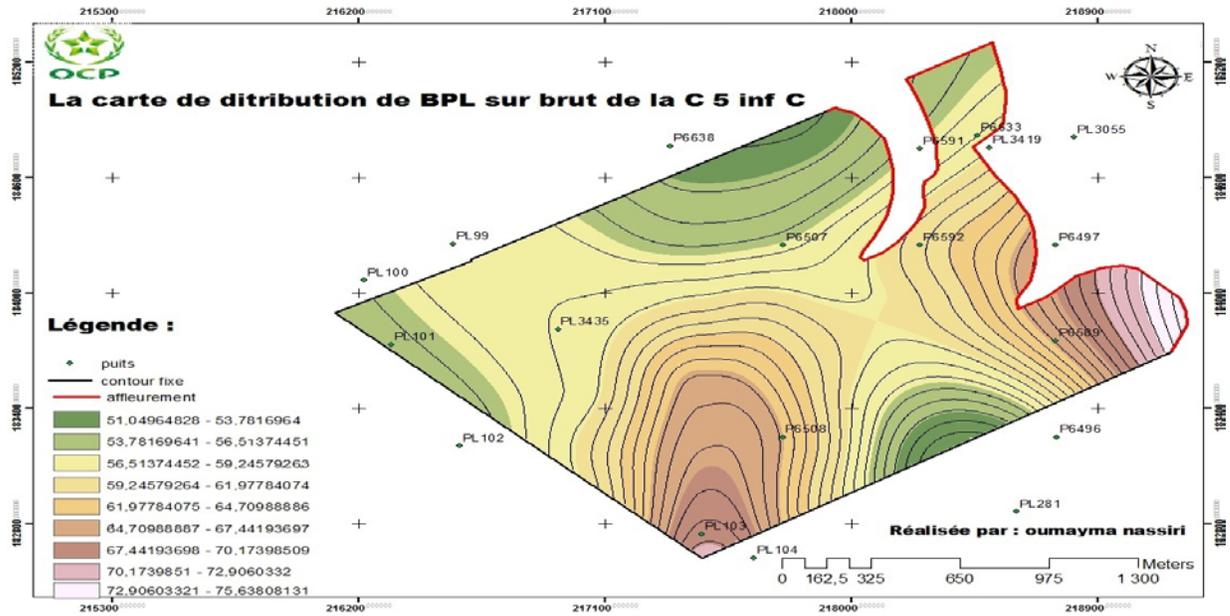


Carte 19 de distribution de la puissance phosphatée de la couche 5 inférieure B.

✓ Couche 5 inférieure C :

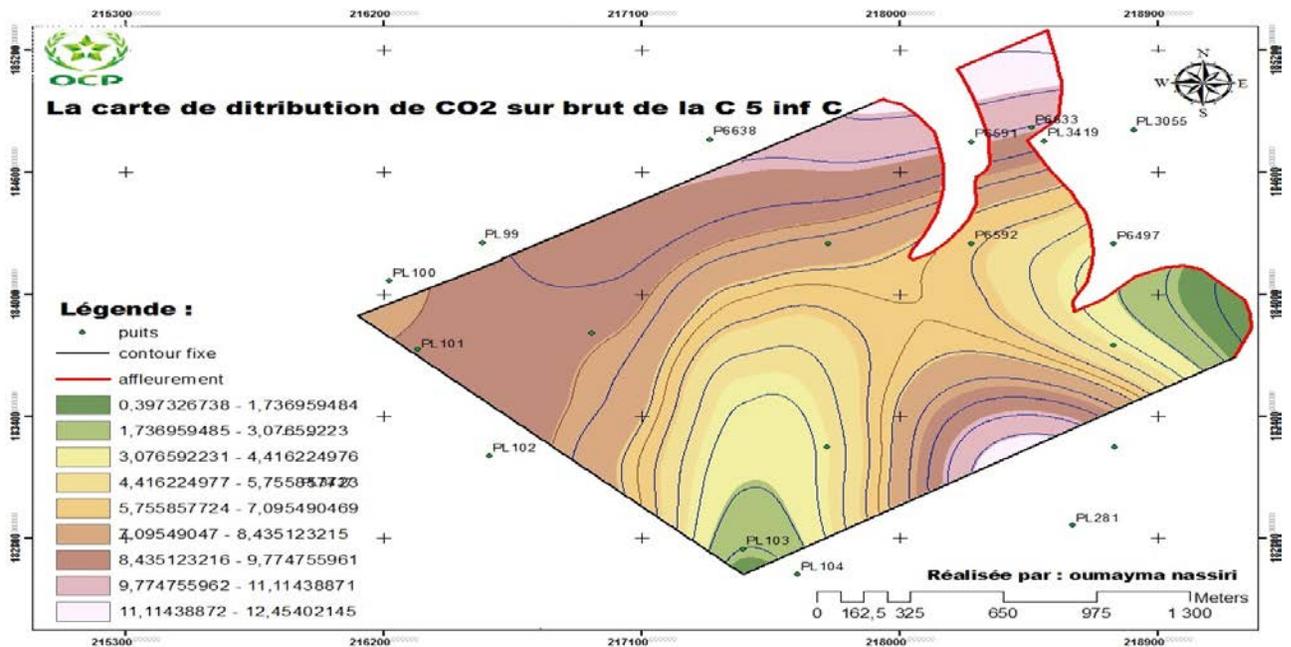
- **BPL** : Les hautes valeurs se concentrent à l'extrême EST et OUEST de la partie SUD du domaine, l'enrichissement en BPL peut atteindre 76.05, les courbe iso-valeurs sont très serrées et condensées (carte 20) . Les plus faibles valeurs occupent généralement le NORD du domaine mais elles se trouvent aussi dans la partie centre du SUD, ces valeurs atteignent 51.04 avec des courbes plus espacées.

Les moyennes valeurs se localisent dans le centre dans un intervalle de 56.51 à 70.17 elles sont présentées par des courbes moyennement distant (carte 20).



Carte 20 de distribution du BPL de la couche 5 inférieure C.

- **CO₂** : les très faibles valeurs s'identifient à l'EST et à l'OUEST avec un terme qui ne dépasse pas 3.07. Les concentrations importantes sont notées dans la partie NORD du domaine en occupant une superficie importante, ces termes ne dépassent pas 12.45 (carte 21). Le moyen enrichissement s'étale le long d'un intervalle de 3.08 à 9.77 au centre (carte 21).

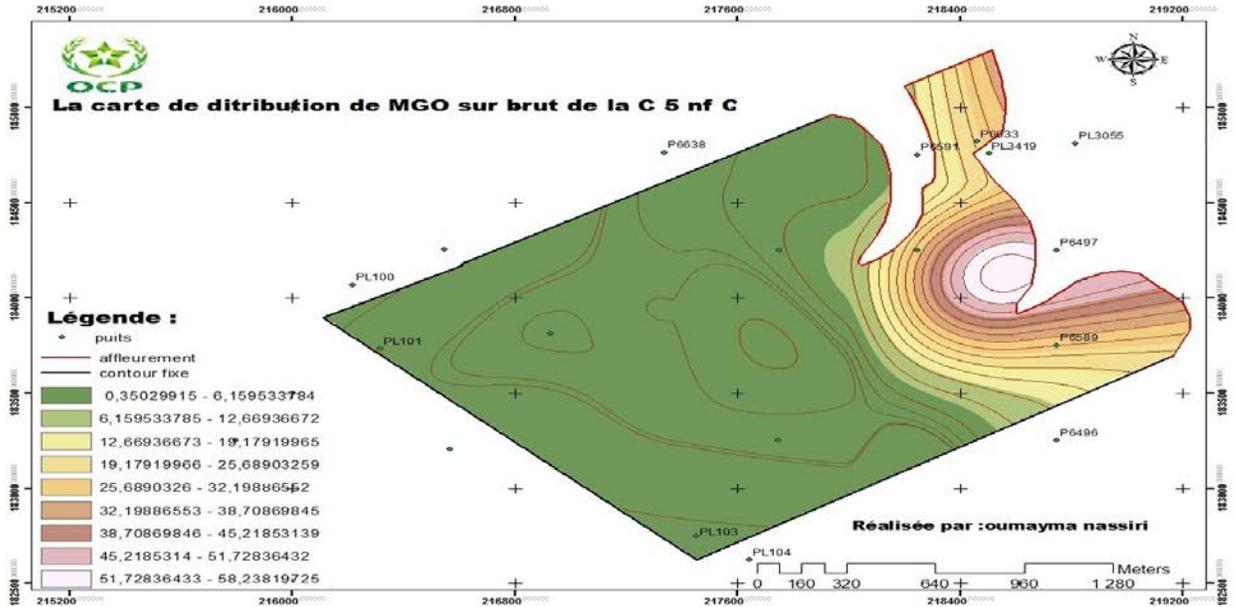


Carte 21 de distribution du CO2 de la couche 5 inférieure C.

- **MGO** : présente une variation graduelle de direction E-W.

Les valeurs faibles sont largement présentées, elles s'étalent de 6.15 à 12.68 leurs courbes sont espacées.

Les moyennes et hautes concentrations sont présentées d'une manière restreinte très condensé et serré vers l'EST (carte 22).

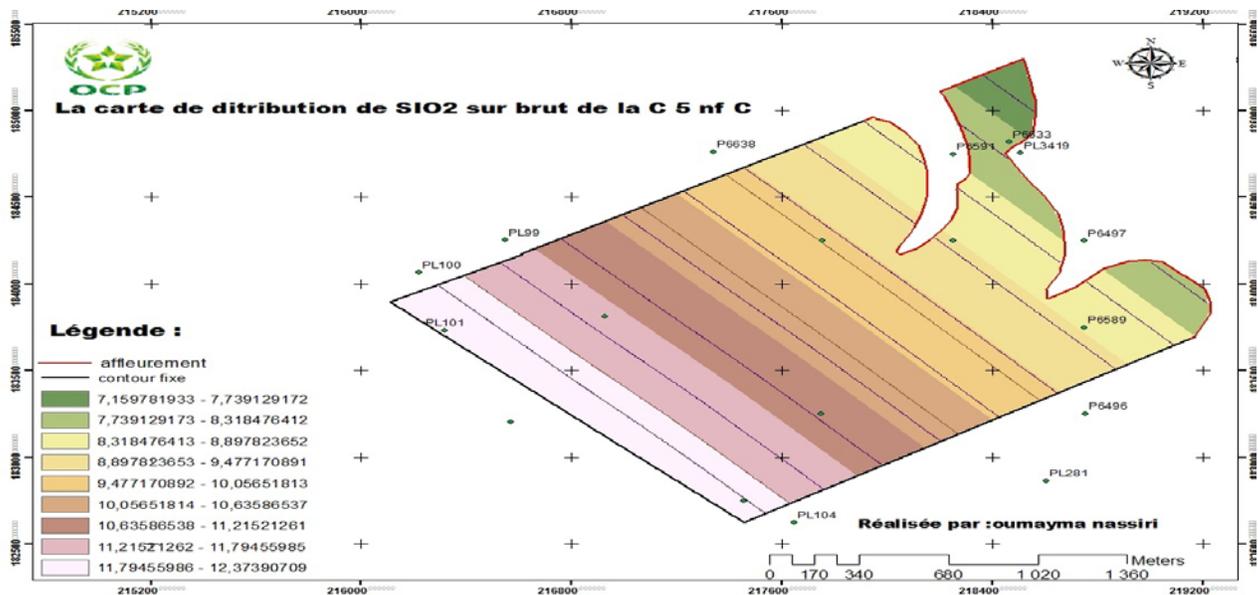


Carte 22 de distribution du MGO de la couche 5 inférieure C.

- **SIO2** : se disperse de manière très graduelle et progressive de l'EST à l'OUEST du domaine

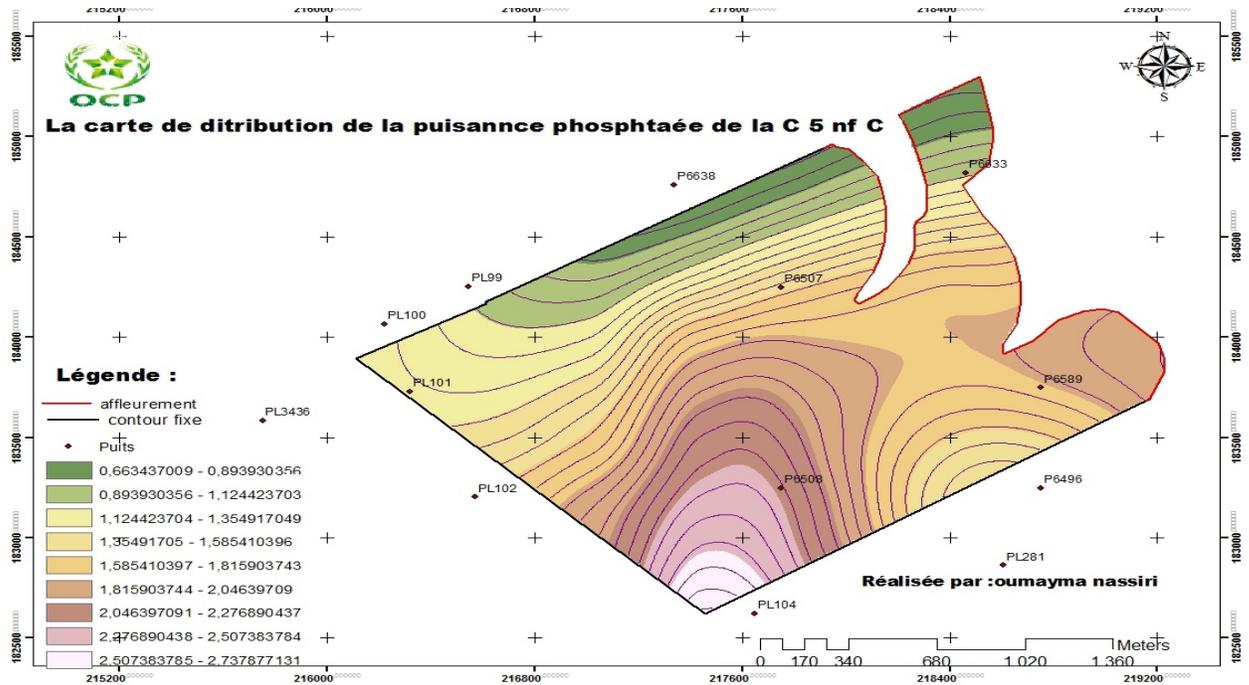
L'Accroissement des termes se manifestent plus à l'OUEST avec des valeurs qui atteignent 12.37.

Vers l'EST les valeurs diminuent jusqu'au 7.15.



Carte 23 de distribution du SIO2 de la couche 5 inférieure C.

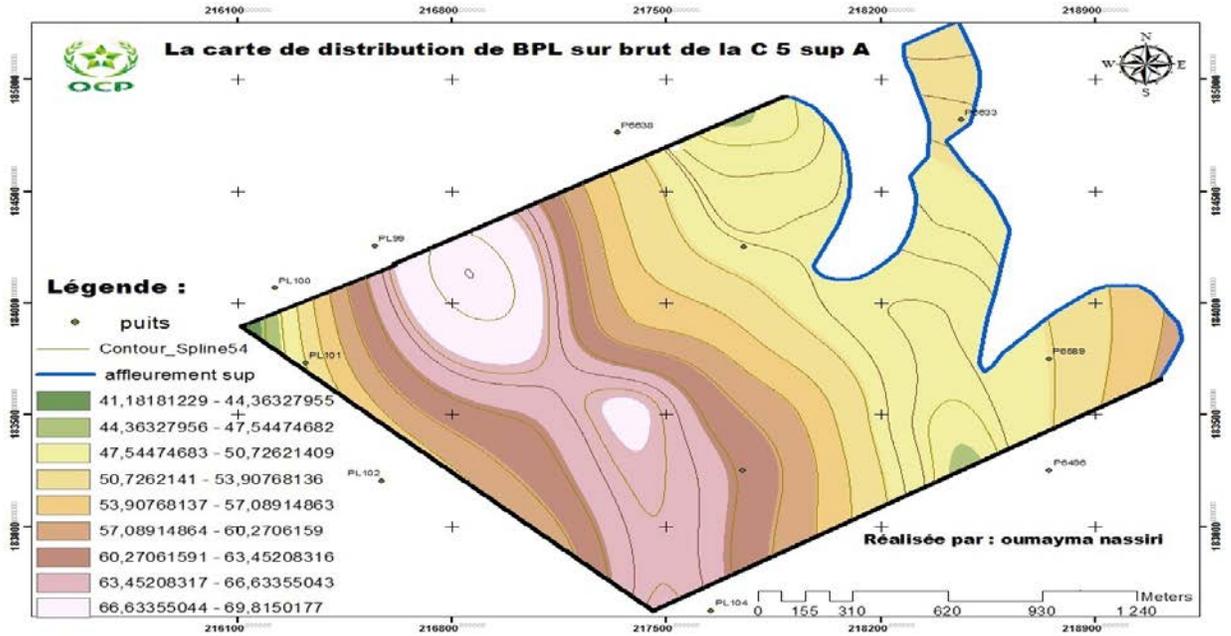
- **PP** : La puissance se croisse progressivement de l'extrême SW au NE. Le SW comprend des grandes puissances de 2.50 vers 2.25 passant par les moyens termes de 1.12 à 2.06 finissant au NE par les plus basses puissances de 0.59 (carte 24).



Carte 24 de distribution de la puissance phosphatée de la couche 5 inférieure C.

✓ Couche 5 sup A:

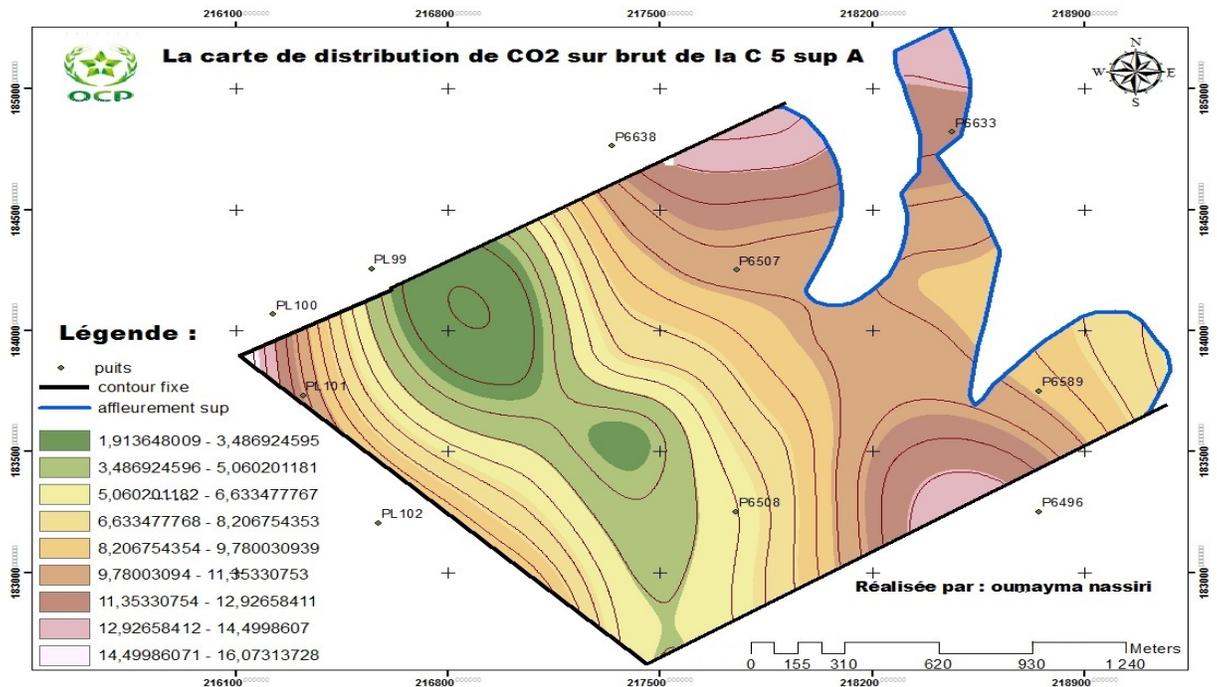
- **BPL** : Il y a des appointements de faibles valeurs qui se localisent dans les limites de toutes directions ce qui implique que la partie extérieure est pauvre en BPL avec un minimum de 41.18. (carte 25)
En allant vers le centre du domaine la concentration s'élève progressivement jusqu'à une teneur de 70.



Carte 25 de distribution du BPL de la couche 5 supérieure A.

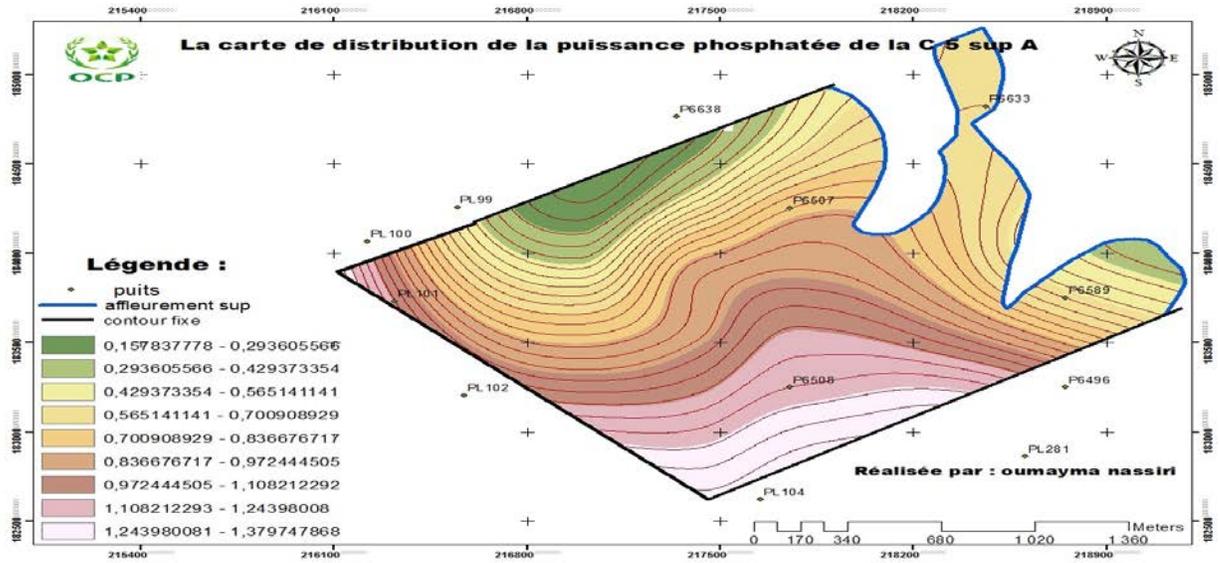
• **CO₂** : Il y a des appointements de grandes valeurs qui se localisent dans les limites de toutes directions ce qui implique que la partie extérieure est riche en BPL avec un minimum de 16.07 (carte 26).

En allant vers le centre du domaine la concentration s'appauvrit progressivement jusqu'à une teneur de 1.91.



Carte 26 de distribution du CO₂ de la couche 5 supérieure A.

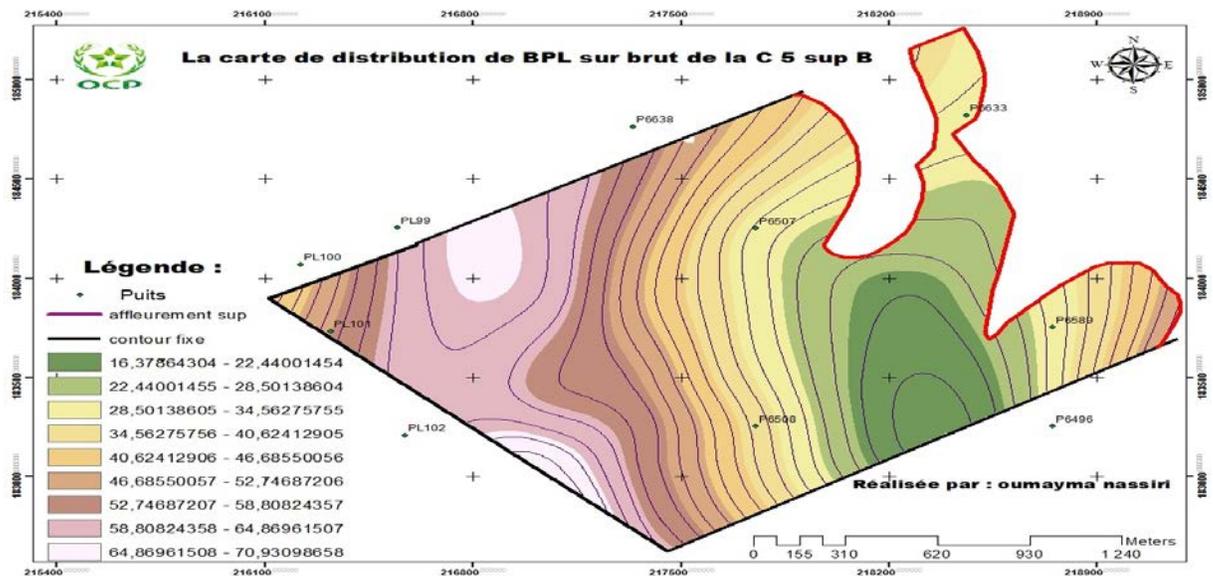
- **PP** : l'évolution de la puissance phosphatée augmente graduellement de SW-NE. la partie SW est identifiée par les plus grandes valeurs qui s'étalent de 1.24 à 1.10. la partie N est caractérisée par les plus faibles termes en allant de 0.15 à 0.42 (carte 27).



Carte 27 de distribution de la puissance phosphatée de la couche 5 supérieure A.

✓ **Couche 5 sup B :**

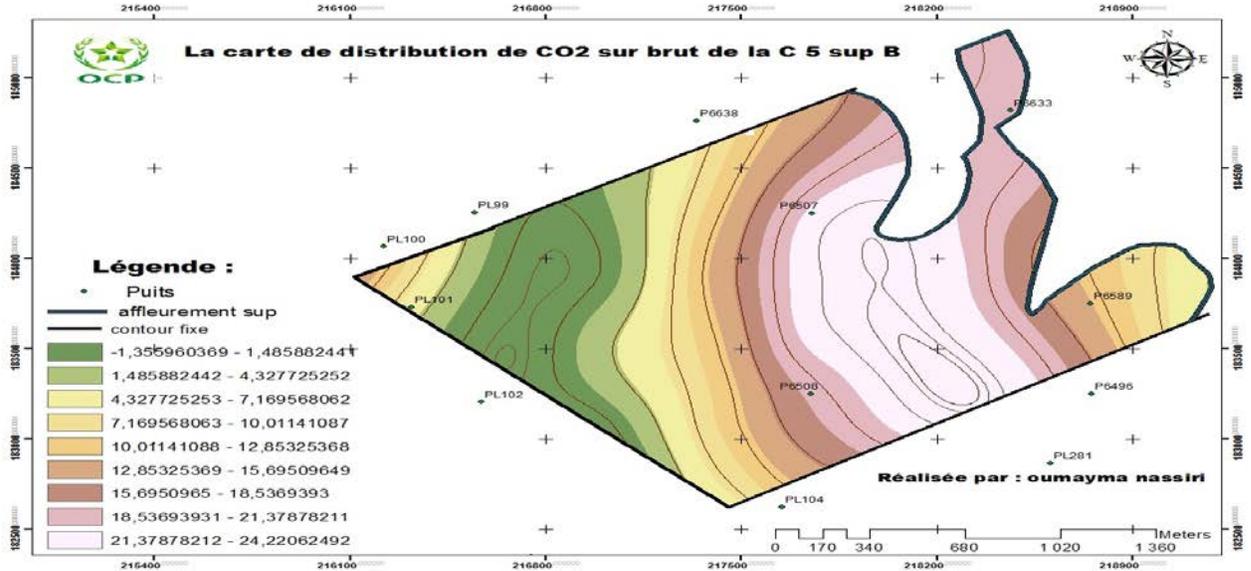
- **BPL** : c'est une évolution successive orienté E-W. la partie EST note des modestes à faibles concentration. Les très basses valeurs sont au centre de la partie EST de 16.37 entourées par les moyens termes de 28.50 à 58.80. vers l'OUEST du domaine l'enrichissement est plus important jusqu'au 70.93. puis diminuent en extrême OUEST (carte 28).



Carte 28 de distribution du BPL de la couche 5 supérieure B.

- **CO₂** : c'est une évolution successive orienté E-W. la partie EST comprend les moyennes à hautes termes .les très importants sont au centre de la partie EST avec une valeur de 24.22 entourées par les moyens termes de 4.32 à 18.53 (carte 29)

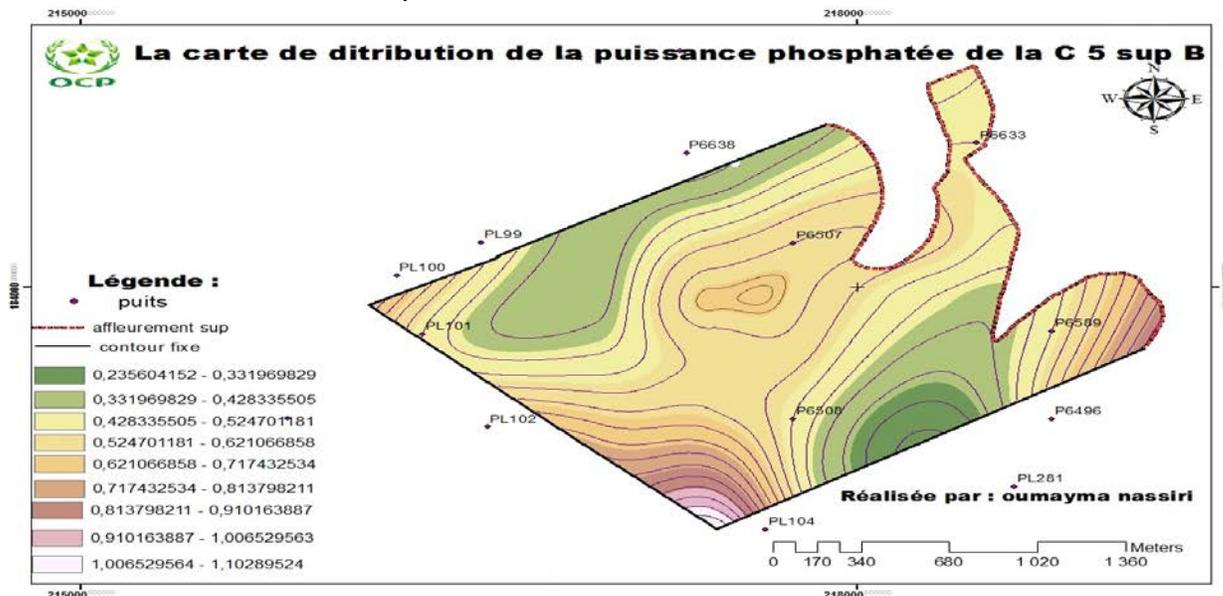
Vers l'OUEST du domaine l'enrichissement diminue jusqu'au 1.44.puis accroît à l'extrême OUEST.



Carte 29 de distribution du CO₂ de la couche 5 supérieure B.

- **PP** :la puissance phosphatée marque une variation très importante au sud du domaine dès les plus hautes puissances à l'extrême OUEST passant par les modestes puis les plus faibles au centre ,puis augmentant vers l'extrême EST .

Dans la partie NORD du domaine il y a une variation très modeste dans l'intervalle des moyennes valeurs .les hautes valeurs sont de 0.91 à 1.10, les moyennes sont de 0.42 au 0.85 et les très faibles sont de 0.25 à 0.33.



Carte 30 de distribution de la puissance phosphatée de la couche 5 supérieure B.

5. Conclusion :

- Nous pouvons remarquer que l'allure des cartes de distribution des éléments différents d'une couche à autre.
- La répartition spéciale du BPL est inverse à celle de CO₂ pour tous les niveaux phosphatés.
- L'allure des cartes de BPL et MGO dans la plus part des couches sont non conforme le cas de la couche 6 sup.
- Dans la plus part des couches nous pouvons remarquer que l'aspect des cartes de distribution de CO₂ et MGO sont non semblable mais dans la couche 6 sup marque une conformité.
- Les cartes spatiales notent que SIO₂ et MGO sont inverses le cas couche 6 sup.
- La distribution de BPL avec SIO₂ ne marquent aucun lien et celles de CO₂ et SIO₂.

IV. Etude statistique des paramètres chimique :

Pour s'assurer de ces données visuelles je m'oriente vers l'étude statistique pour mettre en évidence des relations bien appuyées entre les différents paramètres chimiques étudiés :

Le coefficient de Corrélation entre	c5sup A	c5inf C	c5inf B	c5infA	c6sup	c 6 med	c6 inf
BPL / CO2	-0,832	-0,882	-0,099	-0,844	-0,627	-0,116	-0,596
BPL / MGO	-0,714	-0,703	----	-0,899	-0,537	-0,625	-0,511
CO2 / MGO	0,757	0,827	----	0,757	0,618	-0,141	0,699
CO2 / SIO2	----	-0,016	-0,025	-0,145	-0,026	-0,056	0,015
BPL / SIO2	----	-0,348	0,045	0,169	-0,265	-0,129	-0,373
SIO2 / MGO	-0,896	-0,928	----	-0,874	-0,865	-0,741	-0,933

Table 3: les coefficients de corrélations entre les éléments chimiques.

On peut remarquer que :

- Le coefficient de corrélation entre BPL et CO2 est généralement dans la plus part des couches est bon négatif (valeurs en rouge), mais dans autres couches cette relation est très faible voire nulle ces valeurs faibles atténuent la relation corrélatrice antagoniste entre ces deux éléments.
- -une corrélation négative bonne réunisse BPL et MGO ce qui plaide les interprétations de distribution d'éléments.
- une très bonne corrélation positive entre CO2 et MGO c'est ce qui 'est visible sur la plus part des carte iso valeurs.
- CO2 et SIO2 se corrént négativement d'une façon très très faible et parfois se relie positivement mais aussi d'une manière très faible le cas de la couche 6 sup : - SIO2 et CO2 ont \pm la même allure en augmentant régulièrement.
 - La relation entre BPL et SIO2 s'apparait tantôt positive tantôt négative d'une façon faible à moyenne
- MGO et SIO2 ont une très bonne corrélation négative alias l'augmentation d'un élément favorise la diminution de l'autre.

V. Synthèse générale :

-L'explication de cette relation qui touche directement la qualité du produit phosphaté est indispensable c'est dans ce but qu'il faut comprendre ce phénomène, en allant vers le mécanisme de formation des phosphates sédimentaires sous-marins (C'est le cas de tous les gisements marocain).

✘ L'existence de CO₂ dans les phosphates présente parfois par un coefficient de corrélation négatif très prononcé et parfois très faible voir nul, cela implique que la relation entre BLP et CO₂ est non continue dans le temps et l'espace .cet élément par incorporation dans la Francolite connus sous le nom de la Fluorapatite carbonatée.

✘ la présence du SiO₂ dans les phosphates d'aujourd'hui est un parasite très problématique qui touche le rendement, elle est due à la présence des rognons de silex qui fait partie de la série.

Ou bien sa présence n'est que le résultat d'une formation argileuse présentée dans un environnement lagunaire donc il n'y a pas une relation directe entre ces deux éléments c'est dans ce sens que la corrélation t'en vers à 0 apparaît parfois négative et parfois positive il n'y a pas de manière pour contrôler ou prédire la présence ou non de ce caractère.

Le MgO est lié à la dolomie, aux argiles et à l'apatite.

✘ La sédimentation du phosphate s'opère dans des bassins d'extension importante, ces bassins représentent des irrégularités et des anomalies structurales. Donc ces variations des puissances peuvent être alors attribuées à la forme du bassin de sédimentation qui reste le facteur le plus influençant.

VI. Calcul des réserves du panneau 5 :

1. Introduction :

Le calcul des réserves représente l'un des stades les plus importants durant le processus préparatoire d'un nouveau gisement en exploration.

2. Principe :

Beaucoup sont les méthodes utilisées pour calculer les réserves mais faute de temps j'ai réalisé l'estimation selon une seule technique : la méthode arithmétique :

En se basant sur la visualisation des cartes iso-valeurs , on peut calculer les surfaces de chaque couche par le biais d'ArcGis et les puissances moyennes sont données .

Le produit de la surface par la puissance moyenne déterminée donne le volume de phosphate par niveau. La somme des volumes par couche calculés forme les réserves en place de la zone étudiée.

3. Résultats :

Ce tableau résume les réserves de chaque couche phosphatée. À l'aide du volume stérile on peut calculer le ratio comme suite $R=V_{st}/V_{ph}$ ce dernier doit être $\ll 3$ pour qu'il soit rentable c'est le cas de la couche 5 sup B .

Couche	Surface (m2)	Puissance Ph (m)	Volume Ph (m3)	TSM	Teneur BPL %	Puissance St (m)	Volume Str (m3)	Ratio
C5IA	3724745	0,75	2796033	209702,442	53,60	1,12	4158082	1,49
C5IB	3724745	0,62	2323831	174287,317	44,96	0,12	446969	0,19
C5IC	3724745	1,57	5853006	438975,442	56,50	1,84	6853531	1,17
C5SA	3358167	1,22	4087108	306533,09	53,63	1,81	4648939	1,14
C5SB	3358167	0,81	2712971	203472,833	51,68	3,04	10528943	3,88
C6inf	4524186	0,97	4372641	327948,091	54,38	0,12	516116	0,12
C6med	4524186	1,17	5301413	397606,007	51,66	0,16	727925	0,14
C6sup	4312258	1,85	7975354	598151,529	60,60	4,03	17356181	2,18
		total=	35422357	2656677	53,37	1,53	45236686	0,78

Table 4: les réserves des couches phosphatées du panneau 5-M'ZINDA.

✘ Le volume ph trouvé est multiplié par 0.75 pour ce panneau-là. C'est l'équivalent d'un cube de 1 m de hauteur de largeur et longueur.

Remarque : il nous paraît donc utile avant toute conclusion à cette partie de faire une étude de conformité des couches.

VII. Etude de la conformité des niveaux phosphatés du panneau 5 de M'ZINDA.

1. Introduction :

la clientèle concernant dans ce chapitre je vous présente la conformité des couches du panneaux 5 sur la base de tous les éléments BPL, CO₂, MGO et SiO₂. Il me paraît plus auportant et favorable de vous présenter BPL, car ce dernier contrôle directement la qualité des phosphates.

2. le terme de la conformité :

La conformité est la réponse du produit phosphaté à certaines formalités exigés par la clientèle concernant la qualité du produit qu'est en relation directe avec le taux des élément parasites et pénalisants qu'il contient.

A M'ZINDA il y a une charte de qualité en vigeur qui comprend les normes de chaque élément.

éléments chimiques	BPL	CO ₂	MGO	SiO ₂
valeurs normalisées:	53-55	<10	<1,70	<15

Figure 15 : la charte de qualité du différent élément.

(Réf : in « rapport OCP- service géochimie-M'ZINDA » de 2014)

Les secteurs suivant montrent la conformité du BPL de différentes couches :

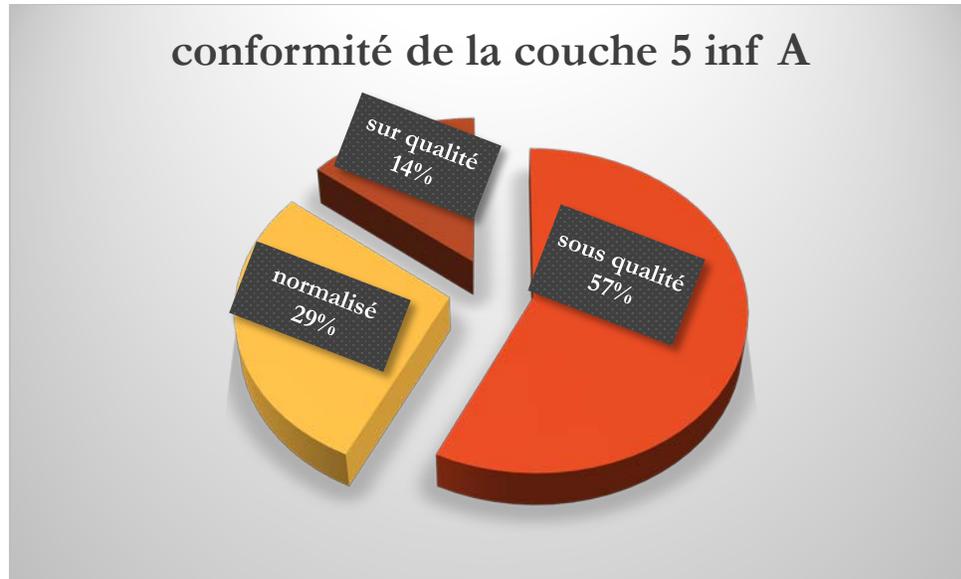


Figure 16 ; la conformité du BPL de la couche 5 inférieure A.

☞ La couche 5 inf A est marquée par un taux de phosphate sous qualité qui dépasse les 50%. (Fig 16), la plus faible valeur du BPL est 45.33.

Dans l'intervalle normalisé ce niveau présente 29% de phosphate de bonne qualité.

Avec un pourcentage de 14% (Fig16) ce niveau englobe des phosphates de très bonne qualité qui peut atteindre 63 en BPL.

A la lumière de ces données nous pouvons procéder à une gestion de stocke avec une panache des 2 qualités de phosphates non conformes du même niveau .ce mélange va donner une qualité moyenne de 53.60 qui se trouve dans la marge fixée par le client.

Donc le niveau 5 inférieur A est à sa totalité rentable on peut l'expédier à la laverie sans problème pour augmenter encore à leur Toure la teneur.

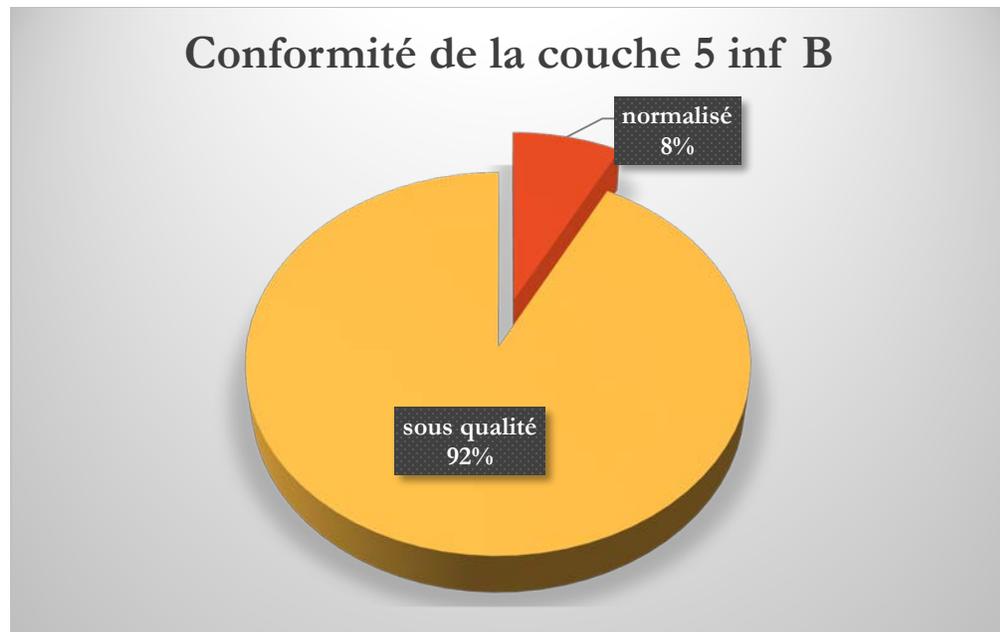


Figure 17 : la qualité du BPL dans la couche 5 inférieure B.

✎ La couche 5 inf B représente les qualités les plus mauvaises (Fig 17), qui ne répondent pas aux attentes du client, la proposition d'un scénario optimale concernant la gestion des stocks et les mélanges possibles entre les produits des différents niveaux miniers est rejeté car elle ne va pas être rentable .c'est dans ce sens que ce niveau est toujours décapé comme un stérile lors de l'extraction.

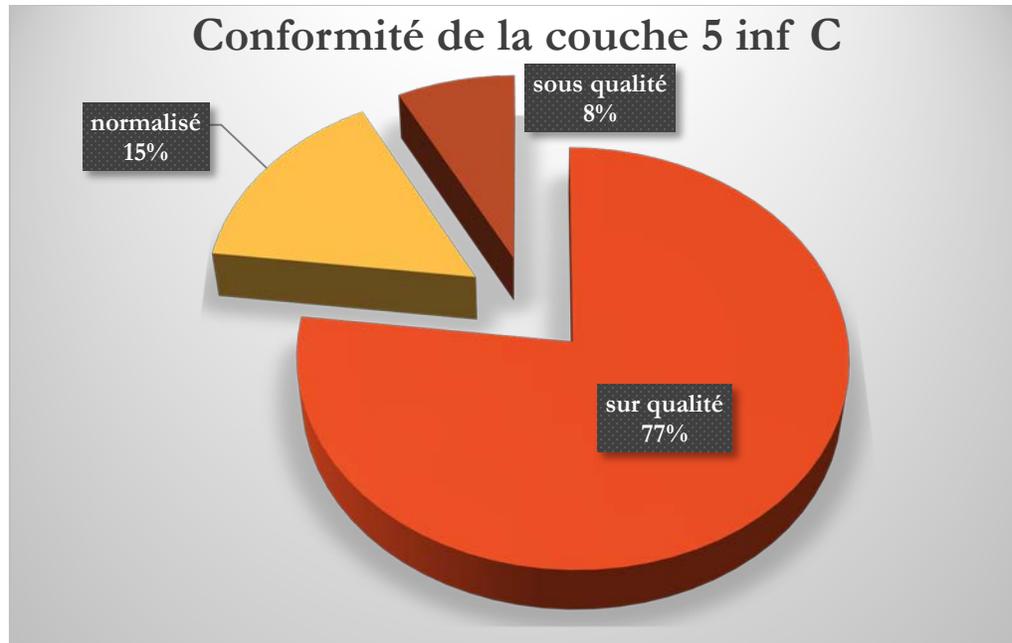


Figure 18 : un secteur proportionnel visualisant la qualité du phosphates de la couche 5 inférieure C.

☞ La couche 5 inf C présente une concentration normalisée de 15%, (Fig 18) et autre sous qualité de 52.52 de BPL outre que le produit de sur qualité qui aboutit au 65 en BPL.

Le panachage des parties non conformes donne un produit sur estimé avec une moyenne de 57 .donc cette couche va être stockées pour remédier la portion non conforme d'autres niveaux (+2 BPL).

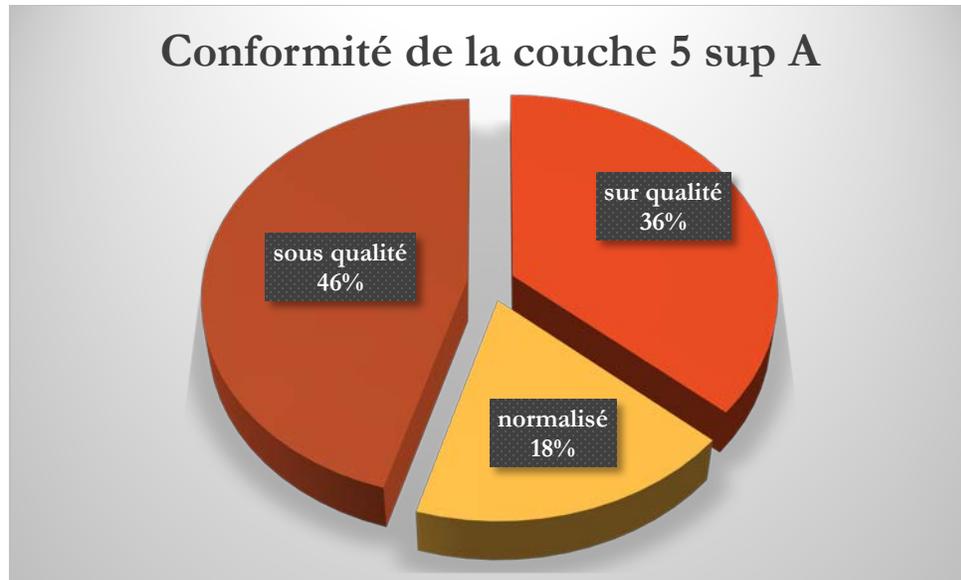


Figure 19 : la conformité en BPL dans la couche 5 supérieur A.

✎ Cette couche présente une portion de 18% qui suis la norme et des pourcentages voisine de 46% et 36% des produits non-conformement (Fig 19).

En terme globale la couche 5 sup A est rentable, elle s'expédie dans sa totalité au traitement, car le mariage des deux tranches non conforme peut produire un bilan normalisé.



Figure 20 : la qualité du phosphate dans la couche 5 supérieure B.

Les valeurs standardisées sont absentes dans ce niveau alors que les portions non adéquates sont importantes. Le produit de mauvaise qualité est le plus dominant 73% avec une teneur en BPL de 43 tandis que celui de très haute qualité est très restreint 27% avec une teneur de 59 (Fig 20). donc le panachage va livrer un produit de concentration moyenne de 52 qui reste non conforme.

Pour remédier à cette non-conformité on le mélange avec la couche 5 inf C qui se bénéficie d'une sur qualité (de +2). donc la couche va être rentable et normalisée dans sa totalité.



Figure 21 : les portons des qualités des phosphates dans la couche 6 inférieure.

La couche 6 inf présente les trois types de qualité du produit, la partie normalisée comprend un pourcentage de 8% (Fig 21). Le pourcentage de 25% correspond au produit sous qualifié que sa plus faible valeur atteints 47 en BPL. La plus grande portion est occupée par le produit de très bonne qualité qui arrive jusqu'au 63 en BPL.

Donc le mélange va couvrir cette non-conformité avec une teneur moyenne de 54.6.

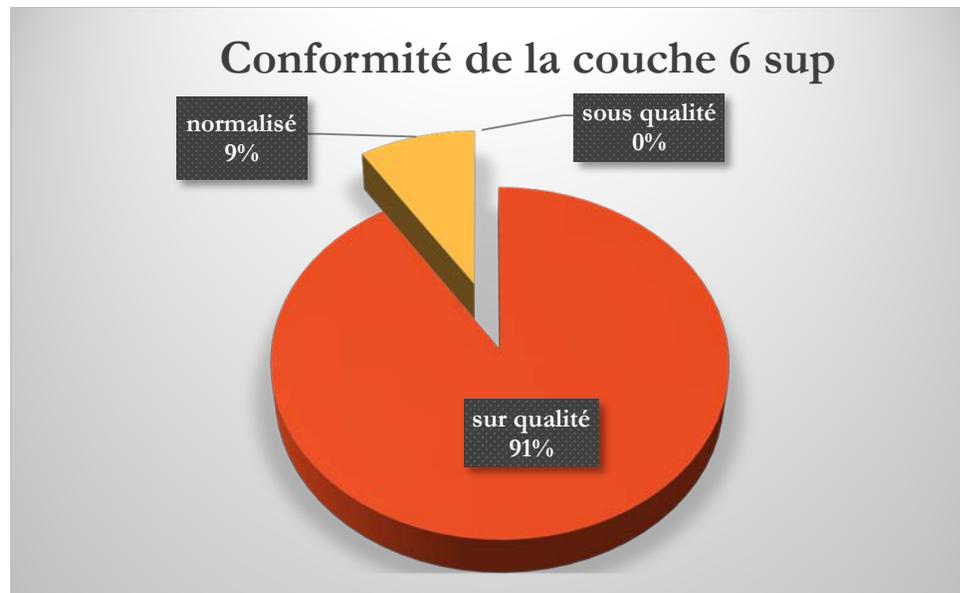


Figure 22 : les portions des différentes qualités des phosphates de la couche 6 supérieure.

☞ Selon ce secteur la couche 6 comprend une portion de 9% de produit normalisé et 91% de produit de sur qualité avec absence totale des teneurs basses (Fig 22).

C'est la couche la plus exploitée et la plus rentable, elle est gardée pour résoudre les problématiques de la baisse des teneurs en BPL dans les autres niveaux phosphatés.

VIII. Synthèse générale :

- ✘ L'évaluation qualitative de la conformité des couches montre que la rentabilité des couche est en fonction du panachage qui reste une technique qui mis en valeurs les teneurs en BPL et les rendent aux normes.
- ✘ l'évaluation quantitative des différentes couches phosphatées en fonction de l'estimation des réserve de chaque une à montrés que :

<i>Couche</i>	<i>TSM</i>	<i>Teneur BPL %</i>	<i>conformité</i>	<i>exploitabilité</i>
C5IA	207759,4392	53,60	conforme	exp
C5IB	176032,7059	44,96	non-conforme	non -exp
C5IC	444025,6153	56,50	conforme	exp
C5SA	302686,5995	53,63	conforme	exp
C5SB	207427,7313	51,68	conforme	exp
C6inf	320008,4818	54,38	conforme	exp
C6sup	594630,8365	60,60	non-conforme	exp

Table 5: récapitulatif de l'exploitabilité et la conformité.

- ✘ La couche 5 inf B présente un problème car son décapage fait perdre 176032.7059 tonne de phosphate c'est vrais que sa teneur est non rentable mais il faut le rendre adéquat avec les normes.
- ✘ $60.60+44.96=52.78$ la moyenne de la couche 6 sur qualifiée et la couche 5 inf B sous qualifiée reste non conforme.
- ✘ La probabilité de mélanger le produit des deux couches avec un autre produit reste possible donc la couche 6 inf va être la solution :

$52.78+54.38=53.58$ une valeur qui rentre dans l'intervalle exigé par le client donc c'est une solution pour la bonne rentabilité du panneau sans perdre la norme en terme de qualité et quantité.

✘ La seule suggestion demandé pour la réussite de telle méthode est la nécessité de faire des stocks selon les différentes qualités pour pouvoir contrôler les mélanges à opérer pour surtout remédier les mauvaises qualités de la couche 5 inf B.

✘ aussi il faut que Ces stocks soient importants pour ne pas avoir le risque de couper l'alimentation des usines par le produit phosphaté correspondant à chaque profil demandé.

IX. Méthode d'extraction à M'ZINDA

1. Introduction :

La mine M'ZINDA adopte l'extraction à ciel ouvert, elle est répartie en plusieurs tranchées successives dont la largeur est de l'ordre de 40m, leur longueur change suivant la largeur du panneau, et les affleurements.

la méthode ciel ouvert est convenable avec les caractéristiques morphologiques du gisement et plus sécurisée pour la source humaine :

- Planéité et la non profondeur du gisement ;
- Ratio d'exploitation très intéressant (plusieurs couches à exploiter) ;
- Taux de récupération très important ;

2. Détermination des modalités d'exploitation du futur gisement de panneau 5 :

La future exploitation du gisement panneau 5 réclame une méthodologie d'exploitation optimale et rationnelle, qui est guidée par le souci de répondre à l'exigence du marché mondial et à la question économique par une récupération quantitative et qualitative maximale du gisement.

Mon panneau d'étude comme dans tout le domaine phosphaté marocain est caractérisé par des couches séparées par des intercalaires repères de puissance et minéralogie variables nécessite un savoir très approfondi en terme des teneurs des puissances, minéralogie, pétrographie et la dureté des couches et des intercalaires dans le but de choisir la méthode la plus rentable de point de vue économique, en pratique il existe deux méthodes d'extraction :

- Une méthode globale qui consiste à prendre globalement les couches phosphatées.
- une méthode sélective qui consiste à prendre séparément les couches phosphatées.

- **Etude des cas.**

La méthode sélective :

BPL	C	P I	M. logie de I	R	PQ
C5 inf B	nulle	-	-	± 176032	<ul style="list-style-type: none"> la chute de la teneur
C6 sup	haute	3.51	<ul style="list-style-type: none"> rognons de silex banquettes de calcaires marnes 	± 59463 0	<ul style="list-style-type: none"> renforcement de la teneur amortissement des engins

Table 6 : les caractéristiques engendrant une modalité d'extraction sélective d'un ensemble de couches.

La méthode globale :

BPL	C	P I	M. logie de I	R	Technique
C5 inf C	bonne	-	-	± 444025	Panachage
C 5 inf A	moyenne	-	-	± 207759	Panachage
C 5 sup B	moyenne	0.24	<ul style="list-style-type: none"> Marne très peu siliceuse 	± 207427	Panachage
C 5 sup A	bonne	0.77	<ul style="list-style-type: none"> marne 	± 207427	Panachage
C 6 inf	bonne	-	-	± 320008	Panachage

Table 7 : les caractéristiques engendrant une modalité d'extraction globale d'un ensemble de couches.

3. Les étapes d'extraction de phosphates :

L'extraction à ciel ouvert de M'ZINDA se fait par une succession d'étapes importantes c'est une chaîne cinématique qui comprends :

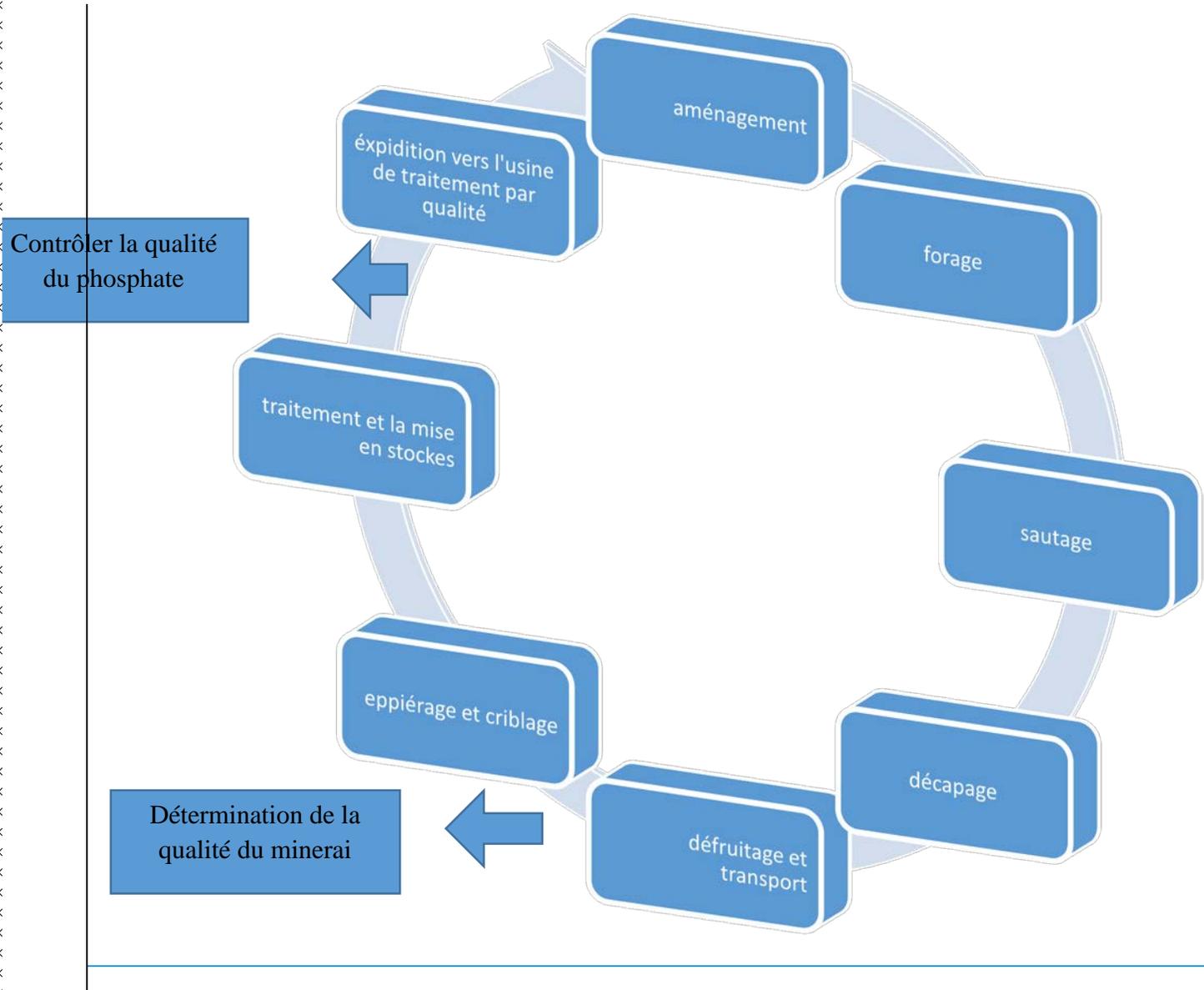


Figure 23 : les étapes d'extraction à M'ZINDA.

I. Projet d'épuisement du gisement du panneau 5 de M'ZINDA.

1. Introduction

L'évaluation qualitative et quantitative des ressources minières du gisement de panneau 5 de M'ZINDA a permis d'instaurer un projet d'épuisement du gisement, qui doit tenir compte :

- des demandes exigées par le client.
- la cadence de production qui'est contrôlée par les engins de travail.

Afin de déterminer la durée de vie du gisement ainsi que les tonnages à défruiter annuellement pour chaque tranchée.

2. Méthodologie de la mise en place du projet :

L'exécution d'un projet d'épuisement nécessite la disposition d'un certain nombre de données concernant en premier lieu le chiffre demandé par la direction qui est 4000.000 TSM /an dès 2015 pour toute la totalité du gisement M'ZINDA.

3. Les données pour calculer la durée de vie du panneau 5 :

- La carte de distribution spéciale du BPL et PP m'ont permis par interpolation de déduire la concentration de BPL et la puissance phosphatée pour n'importe quel niveau phosphaté de n'importe quelle tranchée du panneau 5.
- Les listings cases qui sont les tranchés digitalisées sur ArcGIS m'ont permis de calculer les surfaces pour chaque couche.

Donc $PP * S = V * 0.75 = TSM$

Pour chaque tranchée on va avoir plusieurs couches selon leurs affleurements, chacune à sa propre surface et puissance phosphatée donc pour chaque niveau un TSM propre à lui .L'exemple :

PANNEAU 5									
Tran	Couche	Surf	PP	Phos m3	TSM	BPL	PS	Str m3	Ratio
13	C5SA	13145	1,28	16 835	12626,2501	52,95	3,47	45 646	2,71
13	C5IC	19392	1,45	28 138	21103,543	55,70	1,84	35 681	1,27
13	C5IA	19392	0,82	15 912	11933,829	53,89	1,10	21 416	1,35
13	C6sup	32545	1,89	61 622	46216,2129	61,77	4,03	131 217	2,13
13	C6med	41942	0,97	40 530	30397,5393	51,08	0,17	7 165	0,18
13	C6inf	41942	1,10	46 280	34710,3355	52,51	0,12	5 003	0,11
14	C5SA	13464	1,28	17 217	12912,9169	52,97	3,47	46 754	2,72
14	C5IC	20219	1,46	29 557	22167,5993	55,51	1,84	37 203	1,26
14	C5IA	20219	0,80	16 191	12143,3374	53,69	1,11	22 357	1,38
14	C6sup	31121	1,93	59 937	44952,6205	60,94	4,02	125 223	2,09
14	C6med	42379	0,97	40 999	30749,6129	51,10	0,17	7 240	0,18
14	C6inf	42379	1,10	46 757	35067,4372	52,61	0,12	4 992	0,11

Table 8: les caractéristiques physico-chimiques des différentes tranchées

Par accumulation des TSM de chaque tranché on peut déduire le tonnage .donc on va contrôler la production en fonction du rendement de chaque tranché.

$$\text{Production} = f(\text{tranché})$$

Pour chaque année on peut déduire le % des tranchée exploitée le TSM, le BPL et le ratio.

PFE

P5	tsm	Vph	Vstér	Ratio
2015	1278422,94	1424563,92	1634889,1	1,15
2016	1259601,59	1543468,79	2055613,57	1,33
2017	1997408,14	1725214,93	2563212,61	1,49
2018	990941,429	1047447,07	1716142,95	1,63
2019	2436309,42	1445770,62	1631729,56	1,12
2020	1569999,04	1549839,34	2338873,97	1,5
2021	1442146,81	345942,449	347646,008	1,004
2022	297999,433	397295,244	915256,644	2,3
2023	1429281,24	1905708,33	3421972,25	1,79
2024	2181342,82	831077,674	1482911,88	1,78
2025	2534939,29	3379919,04	7016295,87	2,07
2026	2228718,28	773425,544	1622670,11	2,09
2027	2894357,95	994177,681	1856305,45	2,3
2028	2325108,26	1462408,35	3707888,94	2,53
totale	24866576,6			
réserve	24872266,4			
différence	5689,79027			

Table 9: la durée de vie du gisement du panneau 5

Déduire la différence entre les réserves à exploiter selon les tranchés et les réserves calculés par la méthode arithmétique est négligeable.

4. Conclusion :

L'exorde de l'exploitation du gisement de panneau 5 est prévu pour 2015, avec une production annuelle variable entre 297999,433 TSM et 2894357,95 TSM de phosphate, l'épuisement des réserves minières de ce panneau est à 2028.

A noter que n'importe quel changement de la cadence d'exploitation, changera automatiquement la durée de vie du gisement, par exemple une duplication de la cadence d'exploitation diminuera la date d'épuisement à la moitié. Dans notre cas les engins et les techniques d'extractions restent les mêmes pour toute cette période.

X. Recommandations :

1. Introduction :

Le couple "qualité et exactitude" des données est le tracas de tout le service de production lors d'une étude géominière préliminaire d'un nouveau gisement le cas du panneau 5, toute cette étude est affecté par une marge d'erreur commise sur chaque donnée faute de plusieurs facteurs à savoir la maille de reconnaissance, l'échantillonnage et l'analyse chimique. Ces recommandations visent à améliorer et valider la qualité de la base des données afin de maîtriser le projet minier du panneau 5.

2. Serrage de la maille :

En visualisant la carte des puits de reconnaissance on peut remarquer que le maillage est de 500m .cette maille reste handicapé pour représenter tout le domaine le cas du NORD du panneau 5 qui ne contient aucun puits donc les valeurs trouvées lors de l'étude qualitative et quantitative ne sont que par interpolation de ce fait c'est nécessaire de serre la maille.

3. Refaire l'échantillonnage :

Les données du panneau 5 sont vraiment pauvres elles nécessitent une actualisation vu que l'ensemble des puits comprend des erreurs et des cases vides sans valeurs concernant tous l'élément et même le BPL pour toutes les couches, ce qui met en question la précision de l'information. Pour remédier à ces divers problèmes il est indispensable de refaire échantillonnage des puits au moins dans certains ouvrages de certains niveaux phosphatés.

Le prélèvement d'un échantillon doit se faire tous les 40 cm pour améliorer la qualité et la validité de l'information recueillie.

La couche 5 inf B est presque non échantillonnée :

N° Puit	COUCHE 5 INFÉRIEURE B					
	PP (%)	BPL (%)	CO2 (%)	MgO (%)	SiO2 (%)	Cd (ppm)
L281	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab
L102	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab
6508	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab
6509	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab
L105	0,40	43,55	15,05	1,79		
L3433						
L104	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab
6494	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab
6511	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab
6495	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab
6589	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab
6592	0,40	44,65	13,65			
6507	0,40	41,18	14,18			
6633	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab
6591	ER	ER	ER	ER	ER	ER
6637	0,50	43,24	15,40			
6506	ER	ER	ER	ER	ER	ER
L101	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab
L102	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab	Ab
Moyenne	0,43	43,16	14,57	1,79		

Table 10: l'absence des valeurs des éléments chimiques dans les puits.

4. Récupération le maximum des éléments chimiques :

La teneur en BPL est la plus ciblée dans toute analyse c'est elle qui contrôle la qualité du produit phosphaté mais il ne faut pas oublier que les autres éléments influencent d'une façon ou d'une autre la qualité.

L'exemple du SiO₂ qu'est généralement non analysé dans tous les puits pour l'ensemble des couches, la couche 6 est normalement prise en globale car ces intercalaires sont peu puissants alors qu'elle se peut qu'une sous couche soit riche en silice donc la rentabilité de l'extraction globale va être minimale et la qualité va baisser par l'ajout de cette couche nuisible.

De ce fait, et pour maîtriser la gestion de la qualité de chaque niveau minier, on propose d'ajouter les éléments chimiques suivants à la liste des éléments à analyser :

- SiO₂
- MgO ;
- Cd (Cadmium).

5. La mise à jour des données hydrogéologiques :

Le gisement des Gantour présente une zone noyée dont la superficie et les ressources sont plus importantes que celles de la zone sèche (zone d'affleurement) exploitables à nos jours.

Vue l'influence directe de la piézométrie sur l'exploitation du phosphate, il est indispensable de mener des études hydrogéologiques à l'échelle de tout le gisement de M'ZND A afin de cerner les zones noyées non exploitées actuellement. Et on propose d'étudier la fluctuation du niveau piézométrique qui peut être assez importante pour pouvoir programmer une exploitation au moins partielle des niveaux noyés.

XI. conclusion :

Cette étude sur le gisement de panneau 5 - M'ZINDA, engagée dans le but d'assurer la relève de l'exploitation par découverte des affleurements des panneaux 1,2 ,3 et 4 du M'ZINDA aussi les anciennes Recettes 1,2 et 3, qui sont dans leurs totalité épuisées, a abouti aux résultats suivants :

⇒ **Etablissement des cartes iso-valeurs** : dans le cadre de la géologie minière et moyennant le système d'information géographique ArcGis nous avons pu établir la base de données à partir des puits de reconnaissance. Cette base de données englobe toutes les informations sur les paramètres physico-chimiques nécessaires pour identifier une distribution spéciale des éléments.

Résultat : La répartition du BPL est inverse à celle du CO2 aussi de point de vue structurale la zone est calme sans perturbation tectonique

⇒ **Calcul des réserves et étude de la conformité** des différentes couches phosphatées permettent une détermination des niveaux les plus rentables qui réalisent une qualité conforme et une quantité importante.

Résultat : de point de vue qualité le domaine dans sa totalité présente un phosphates uniforme .

De point de vue quantité le domaine présente un tonnage important de 2656677 tonne.

⇒ **Modalité de l'extraction du gisement** se fonde sur le couple (qualité, quantité) des différents niveaux phosphatés.

Résultat : la couche 5 inf B et couche 6 sup s'exploitent par une technique sélective.

⇒ **planification de l'exploitation** sous forme d'un projet d'épuisement qui se fait en se basant sur la quantité, ce projet peut nous informer sur la durée de vie du gisement des différentes couches phosphatées.

Les années	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
PIV													

Figure 24. planning d'exploitation du gisement M'ZINDA

Résultat : le gisement va durer jusqu'au 2028.

Bibliographie :

- ouvrage « phosphatogenèse » de MOUFLIH – (thèse de doctorat en sciences naturelles décembre 1972).
- Ouvrage « géochimie » de MOUFLIH – (thèse de doctorat en sciences naturelles décembre 1972).
- Ouvrage « pétrographie » de MOUFLIH – (thèse de doctorat en sciences naturelles décembre 1972).
- rapport d'un HC à l'OCP 2010
- Géologie des phosphates de A .NAFI
- Google.com
- Wikipedia.com

ANNEXE B: la méthodologie de travail avec l'ArcGis

The screenshot displays the ArcMap application window titled "Sans nom - ArcMap". The interface includes a menu bar (File, Edit, View, Bookmarks, Insert, Selection, Geoprocessing, Customize, Windows, Help), a toolbar with various GIS tools, and a drawing toolbar. The Catalog window is open on the left, showing a file tree structure under the location "IN DE SITUATION MZINDA.dwg". A red arrow points to the "Catalog" window title bar, and another red arrow points to the "projet" folder in the tree. The Table of Contents window is open on the right, showing a "Layers" section. The Windows taskbar at the bottom right shows the system tray with the date and time: "FRA 20:29 mercredi 11/06/2014". The status bar at the bottom of the ArcMap window displays "817,944 794,425 Unknown Units".

Georeferencing | Geostatistical Analyst | Drawing | Editor

File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows Help

Arial 10 B I U

Catalog

Location: projet

- Default.gdb
- Toolbox.tbx
- Folder Connections
 - C:\Users\oma\Desktop
 - ACad_Covadis_By Meriem
 - ArcGIS 10.1 + Crack
 - Arcgis 10.2
 - Autocad.2008-64bit
 - besoin
 - carte iso
 - clé
 - couche 5
 - couche 5 - Copie
 - DATA
 - geolma
 - Nouveau dossier
 - Phosphates

1) vous devez avoir un dossier dans le bureau vide pour qu'il contient ces cartes

Table Of Contents

Layers

- Folder
- File Geodatabase
- Personal Geodatabase
- Database Connection...
- ArcGIS Server Connection...
- Layer...
- Group Layer
- Python Toolbox
- Shapefile...
- Turn Feature Class...
- Toolbox
- dBASE Table
- LAS Dataset
- Address Locator...
- Composite Address Locator...
- XML Document

New Shapefile
Creates a new shapefile

Bureau

FRA

20:33

mercredi

11/06/2014

Georeferencing | Geostatistical Analyst | Drawing | Editor

File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows Help

Arial 10 B I U

Catalog

Location: projet

- Default.gdb
- Toolbox.tbx
- Folder Connections
 - C:\Users\oma\Desktop
 - ACad_Covadis_By Meriem
 - ArcGIS 10.1 + Crack
 - Arcgis 10.2
 - Autocad.2008-64bit
 - besoin
 - carte iso
 - clé
 - couche 5
 - couche 5 - Copie
 - DATA
 - geolma
 - Nouveau dossier
 - Phosphates
 - projet
 - saidi
 - PLAN DE SITUATION MZINI
 - Classeur1 (Enregistré autom
 - Copie de pp c 6 inf.xlsx
 - plan d'exploitation de mzin
 - pp c 6 inf.xlsx
 - Sans nom couches.mxd
 - service.txt
 - C:\Users\oma\Desktop\Phosph
 - C:\Users\oma\Documents\Arc

Create New Shapefile

Name: cartes iso

Feature Type: Polygon

Spatial Reference

Description:

Projected Coordinate System:
Name: Nord_Maroc

Geographic Coordinate System:
Name: GCS_Merchich

Show Details Edit...

Coordinates will contain M values. Used to store route data.

Coordinates will contain Z values. Used to store 3D data.

OK Cancel

Table Of Contents

Layers

Bureau

FRA

20:37

mercredi

11/06/2014

1:318 663 008

Georeferencing

Geostatistical Analyst

File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows Help

Drawing

Editor

Catalog

Location: cartes iso.shp

- ArcGIS 10.1 + Crack
- Arcgis 10.2
- Autocad.2008-64bit
- besoin
- carte iso
- clé
- couche 5
- couche 5 - Copie
- DATA
- geolma
- Nouveau dossier
- Phosphates
- projet
- New Personal Geodatabase.mdb
 - 5 affleurement INF.shp
 - 5 affleurement sup.shp
 - 6 affleurement inf.shp
 - 6 affleurement sup.shp
 - cartes iso.shp
 - contour fixe.shp
 - couche 5 inf.shp
 - couche 5 sup.shp
 - couche 6 inf.shp
 - couche 6 sup.shp
 - panneau.shp
- saidi
- PLAN DE SITUATION MZINDA.dwg
- Classeur1 (Enregistré automatiquement)



Table Of Contents

Layers

- cartes iso



Bureau

FRA

20:40

mercredi

11/06/2014

1:75 574

Georeferencing PLAN DE SITUATION MZINDA

Geostatistical Analyst

File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows Help

Drawing Arial 10 B I U

Editor

Catalog

Location: PLAN DE SITUATION MZINDA.dwg

- projet
 - New Personal Geodatabase.mdb
 - 5 affleurement INF.shp
 - 5 affleurement sup.shp
 - 6 affleurement inf.shp
 - 6 affleurement sup.shp
 - cartes iso.shp
 - contour fixe.shp
 - couche 5 inf.shp
 - couche 5 sup.shp
 - couche 6 inf.shp
 - couche 6 sup.shp
 - panneau.shp
- saidi
 - PLAN DE SITUATION MZINDA.dwg
 - Classeur1 (Enregistré automatiquement).xlsx
 - Copie de pp c 6 inf.xlsx
 - plan d'exploitation de mzinda.tiff
 - pp c 6 inf.xlsx
 - Sans nom couches.mxd
 - service.txt
- C:\Users\oma\Desktop\Phosphates\
- C:\Users\oma\Documents\ArcGIS
- F:\
- Toolboxes
- Database Servers
- Database Connections
- GIS Servers

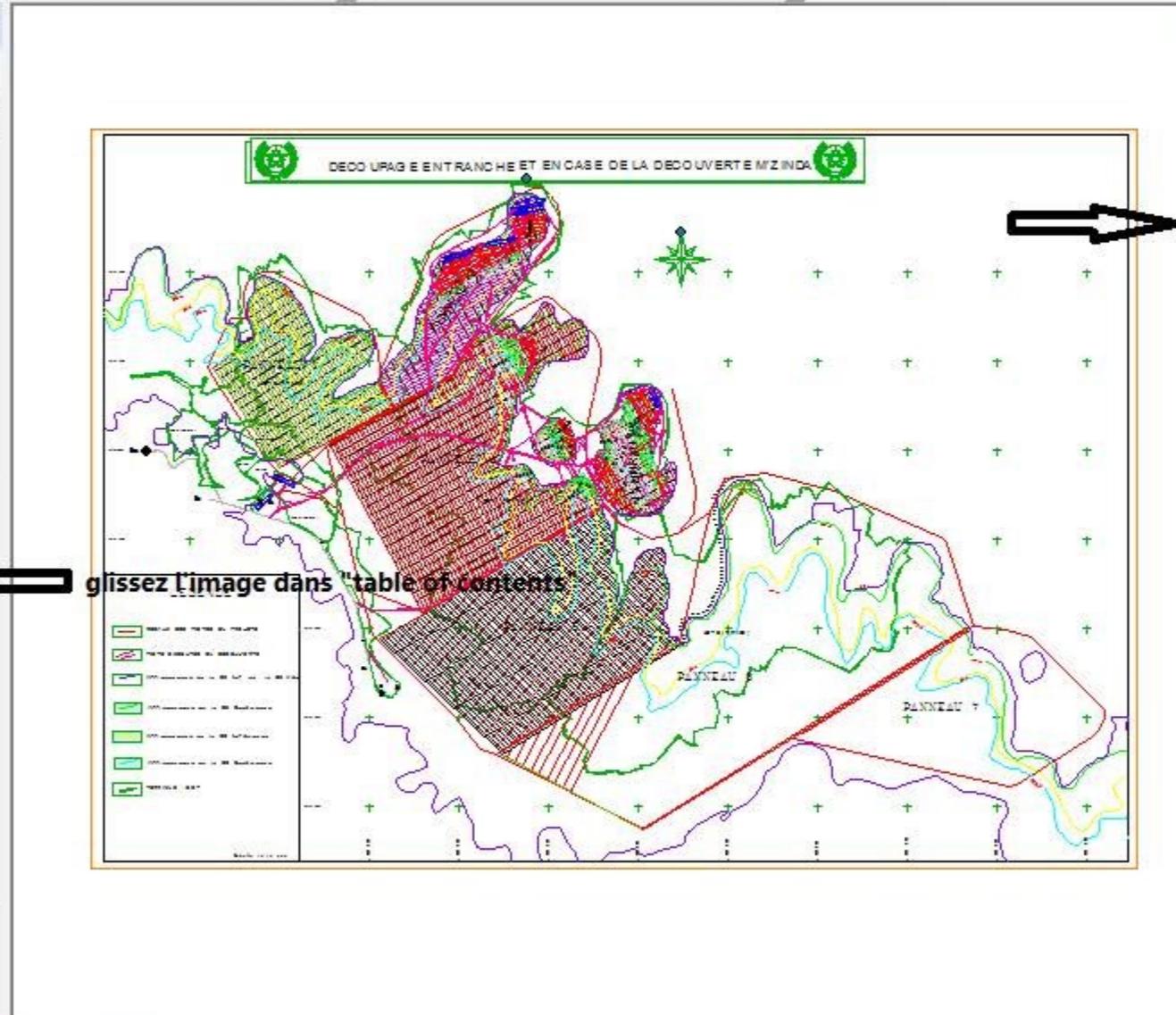


Table Of Contents

Layers

- cartes iso
- PLAN DE SITUATION MZINDA.dwg Group Layer

Bureau

FRA

20:47

mercredi

11/06/2014

1:75 574

Georeferencing PLAN DE SITUATION MZINDA

Geostatistical Analyst

File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows Help

Drawing Arial 10 B I U

Catalog

Location: cartes is

- proj
- New
- 5 affl
- 5 affl
- 6 affl
- 6 affl
- carte
- cont
- couc
- couc
- couc
- couc
- pann
- saidi
- PLAN DE
- Classeur
- Copie de
- plan d'exploitation de mzinda.tiff
- pp c 6 inf.xlsx
- Sans nom couches.mxd
- service.txt
- C:\Users\oma\Desktop\Phosphates\
- C:\Users\oma\Documents\ArcGIS
- F:\
- Toolboxes
- Database Servers
- Database Connections
- GIS Servers

Editor 2)start editing

Start Editing

Start an edit session so you can edit features or attributes.

Press F1 for more help.

- Copy Parallel...
- Merge...
- Buffer...
- Union...
- Clip...
- Validate Features
- Snapping
- More Editing Tools
- Editing Windows
- Options...

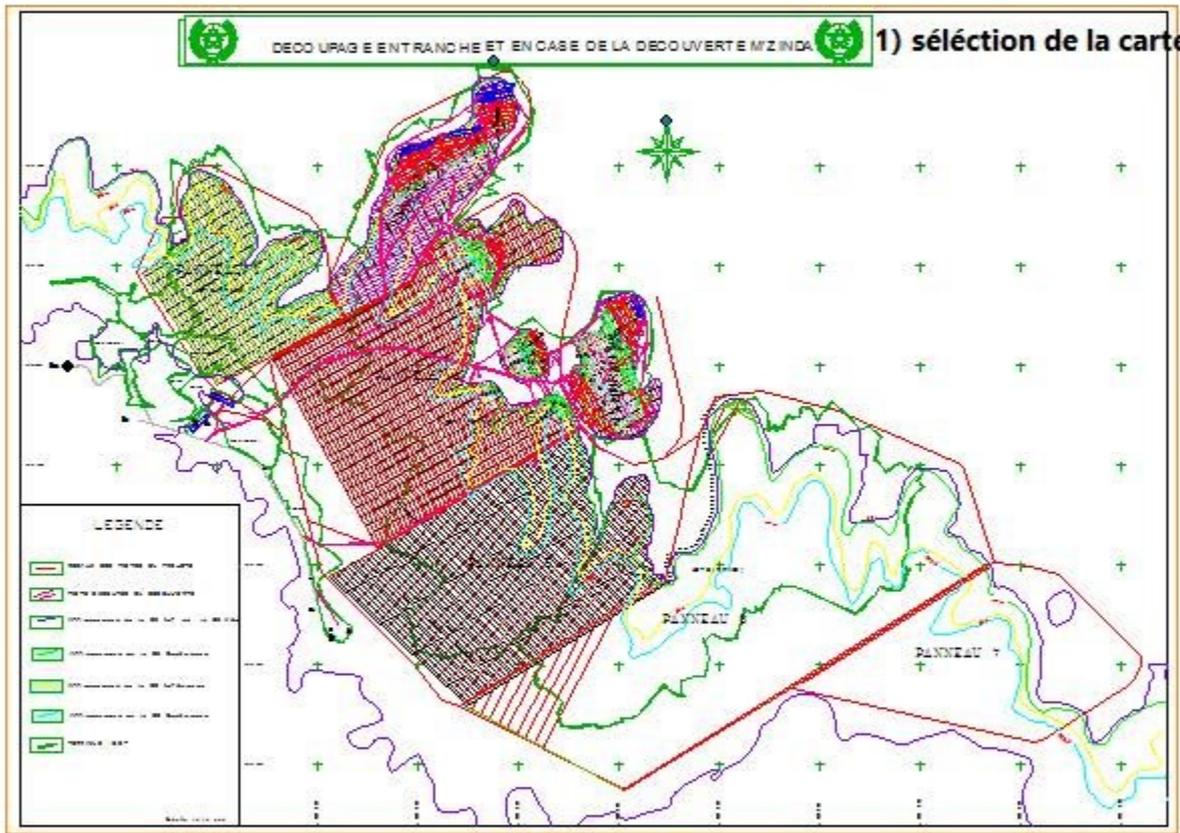


Table Of Contents

Layers

- cartes iso
- PLAN DE SITUATION MZINDA.dwg Group Layer

Bureau

FRA

20:51

mercredi

11/06/2014

1:75 574 | Georeferencing | PLAN DE SITUATION MZINDA | Geostatistical Analyst | Drawing | Arial | 10 | B I U | Editor

Catalog

Location: cartes iso.shp

- projet
 - New Personal Geodatabase.mdb
 - 5 affleurement INF.shp
 - 5 affleurement sup.shp
 - 6 affleurement inf.shp
 - 6 affleurement sup.shp
 - cartes iso.shp
 - contour fixe.shp
 - couche 5 inf.shp
 - couche 5 sup.shp
 - couche 6 inf.shp
 - couche 6 sup.shp
 - panneau.shp
- saidi
 - PLAN DE SITUATION MZINDA.dwg
 - Classeur1 (Enregistré automatiquement).xlsx
 - Copie de pp c 6 inf.xlsx
 - plan d'exploitation de mzinda.tiff
 - pp c 6 inf.xlsx
 - Sans nom couches.mxd
 - service.txt
- C:\Users\oma\Desktop\Phosphates\
- C:\Users\oma\Documents\ArcGIS
- F:\
- Toolboxes
- Database Servers
- Database Connections
- GIS Servers

3) create features

Start Editing

This map contains data from more than one database or folder. Please choose the layer or workspace to edit.

- cartes iso
- PLAN DE SITUATION MZINDA.dwg Annotation
- PLAN DE SITUATION MZINDA.dwg MultiPatch
- PLAN DE SITUATION MZINDA.dwg Point
- PLAN DE SITUATION MZINDA.dwg Polygon
- PLAN DE SITUATION MZINDA.dwg Polyline

Source	Type
C:\Users\oma\Desktop	CAD Workspace
C:\Users\oma\Desktop\projet	Shapefiles / dBase Files

[About editing and workspaces](#)

OK Cancel

1) sélectionnez ta carte

2) cliquez ok

Table Of Contents

Layers

- cartes iso
- PLAN DE SITUATION MZINDA.dwg Group Layer

Bureau

FRA

20:55

mercredi

11/06/2014

1:75 574

Georeferencing PLAN DE SITUATION MZINDA

Geostatistical Analyst

File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows Help

Drawing Arial 10 B I U

Catalog

Location: cartes is

- projet
 - New
 - 5 affl
 - 5 affl
 - 6 affl
 - 6 affl
 - carte
 - cont
 - couc
 - couc
 - couc
 - couc
 - pann
- saidi
- PLAN DE
- Classeur
- Copie de
- plan d'exploitation de mzinda.tiff
- pp c 6 inf.xlsx
- Sans nom couches.mxd
- service.txt
- C:\Users\oma\Desktop\Phosphates\
- C:\Users\oma\Documents\ArcGIS
- F:\
- Toolboxes
- Database Servers
- Database Connections
- GIS Servers

Editor

- Start Editing
- Stop Editing
- Save Edits
- Save Edits
 - Save all edits made since the last save. After saving, you cannot undo previous editing operations.
- Merge...
- Buffer...
- Union...
- Clip...
- Validate Features
- Snapping
- More Editing Tools
- Editing Windows
- Options...

Create Features

cartes iso

cartes iso

1) sélectionnez votre carte

Construction Tools

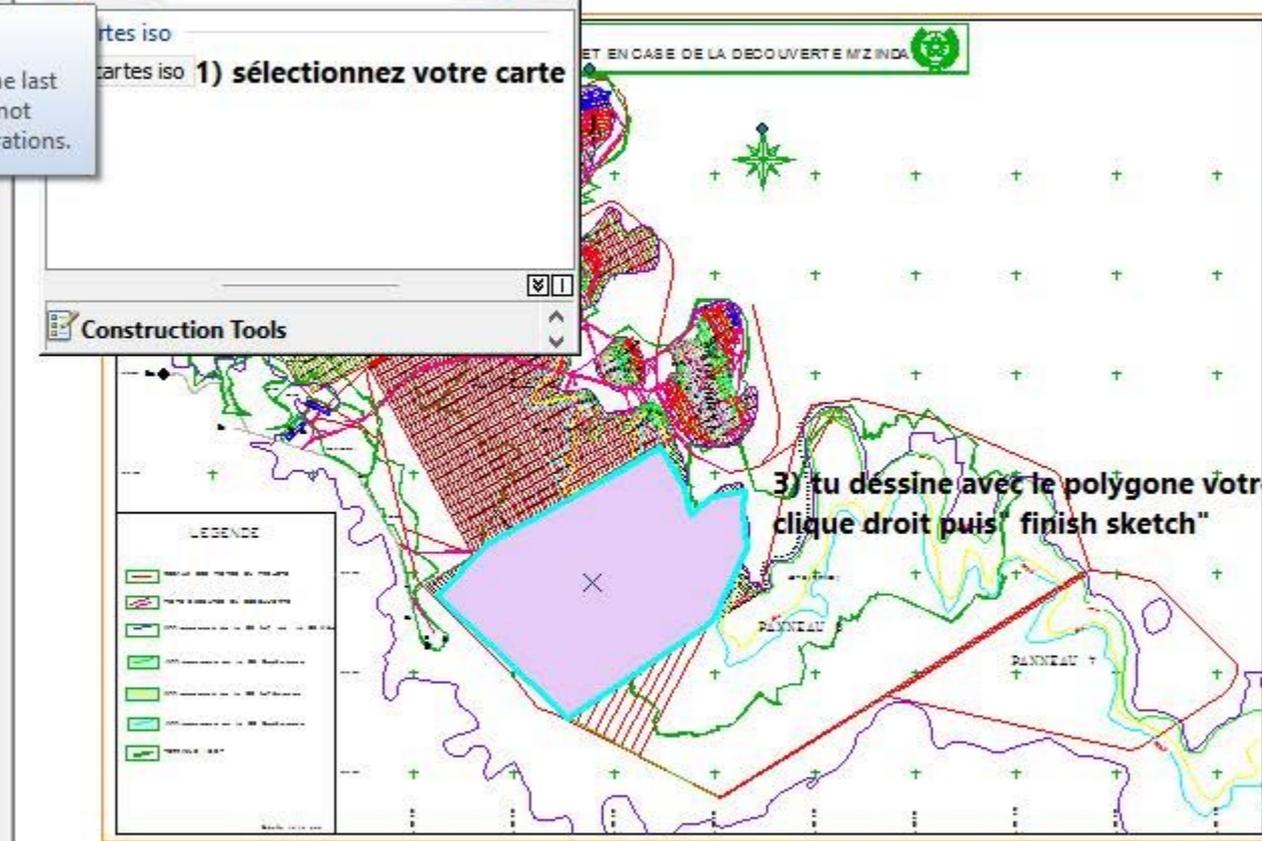


Table Of Contents

Layers

- cartes iso
- PLAN DE SITUATION MZINDA.dwg Group Layer

2) les outils de dessin s'activent

4) enregistrez le dessin

3) tu dessine avec le polygone votre zone clique droit puis "finish sketch"

Bureau

?

FRA

21:03

mercredi

11/06/2014

1:75 574

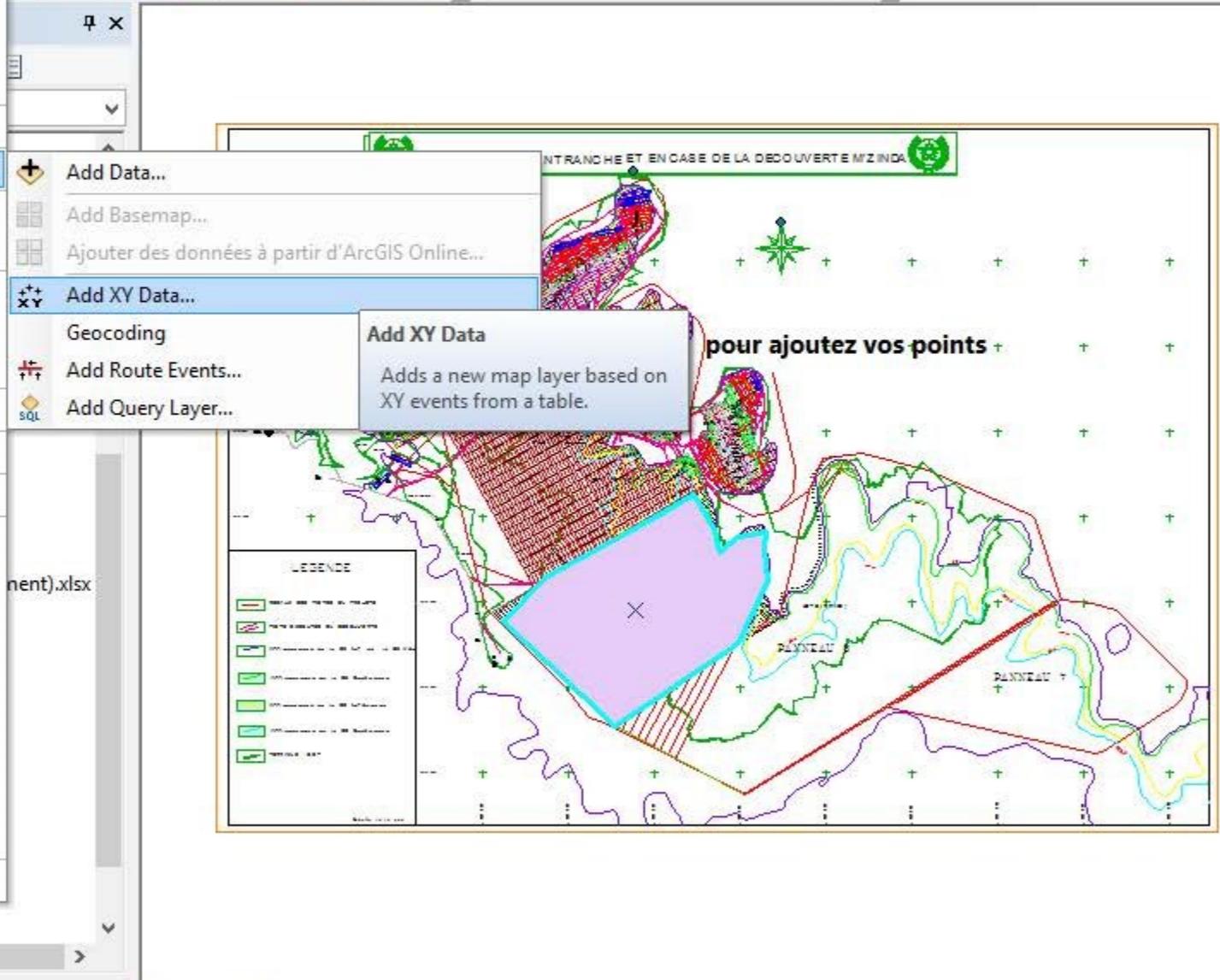
Georeferencing PLAN DE SITUATION MZINDA

Geostatistical Analyst

File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows Help

Drawing Arial 10 B I U

- New... Ctrl+N
- Open... Ctrl+O
- Save Ctrl+S
- Save As...
- Save A Copy...
- Share As
- Add Data**
- Sign In...
- ArcGIS Online...
- Page and Print Setup...
- Print Preview...
- Print...
- Export Map...
- Analyze Map...
- Map Document Properties...
- 1 C:\Users\oma\...\à ,terminer.mxd
- 2 C:\Use...\Sans nom couches.mxd
- 3 C:\Users\oma...\bpl c 5 inf B.mxd
- 4 C:\Users\oma\...\à ,terminer.mxd
- 5 C:\Users\om...\Sans nombb.mxd
- 6 C:\Users\o...\Sans nomkjjkh.mxd
- 7 C:\Users\oma\Desktop\tgg.mxd
- 8 C:\Users\oma\D...\C5 INF B.mxd
- 9 C:\Users\oma\...\gyflgmhkj,.mxd
- Exit Alt+F4



- Add Data...
- Add Basemap...
- Ajouter des données à partir d'ArcGIS Online...
- Add XY Data...**
- Geocoding
- Add Route Events...
- Add Query Layer...

Add XY Data
Adds a new map layer based on XY events from a table.

Table Of Contents

Layers

- cartes iso
- PLAN DE SITUATION MZINDA.dwg Group Layer

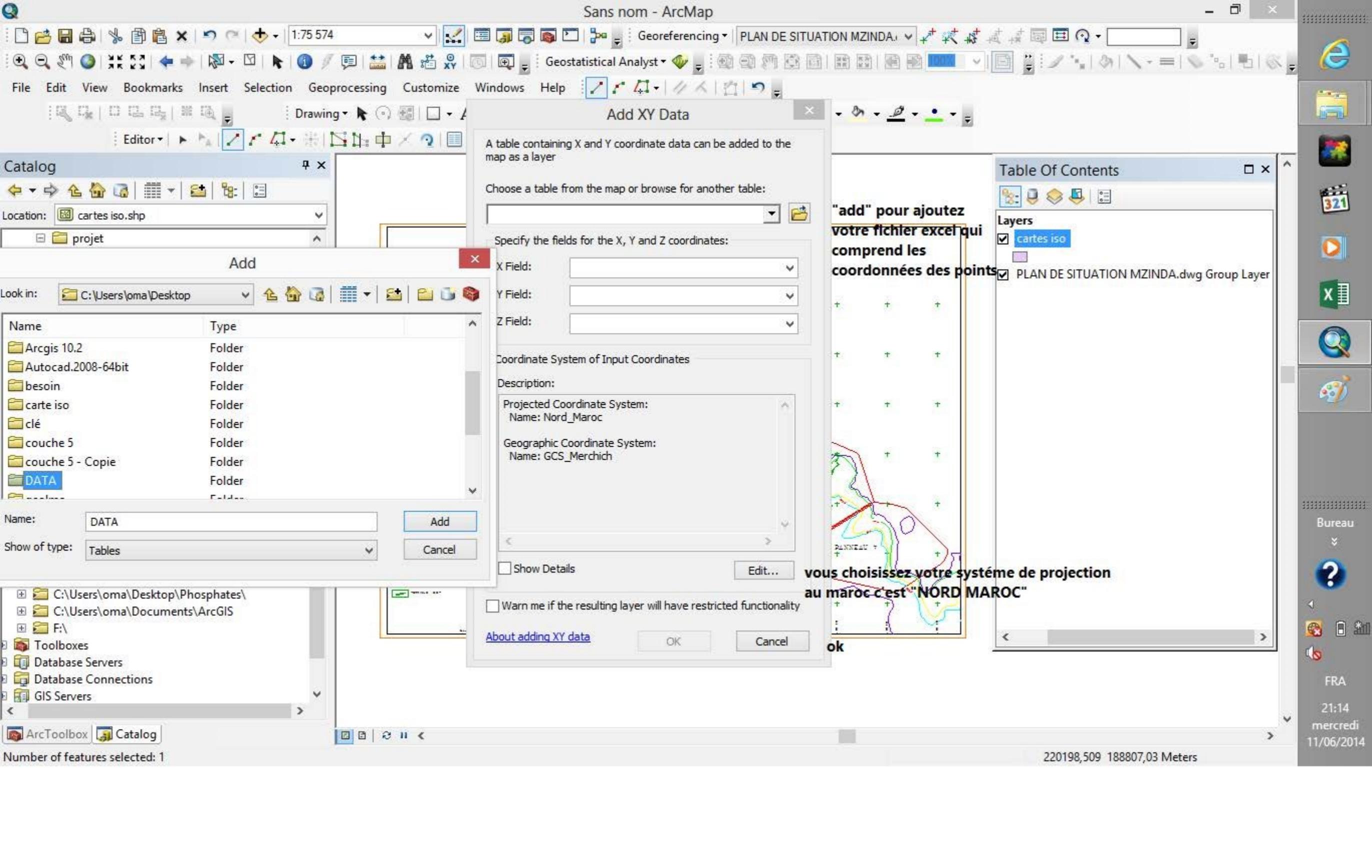
Bureau

FRA

21:12

mercredi

11/06/2014



Add XY Data

A table containing X and Y coordinate data can be added to the map as a layer

Choose a table from the map or browse for another table:

Specify the fields for the X, Y and Z coordinates:

X Field:

Y Field:

Z Field:

Coordinate System of Input Coordinates

Description:

Projected Coordinate System:
Name: Nord_Maroc

Geographic Coordinate System:
Name: GCS_Merchich

Show Details

Warn me if the resulting layer will have restricted functionality

[About adding XY data](#)

OK Cancel

**"add" pour ajoutez
votre fichier excel qui
comprend les
coordonnées des points**

**vous choisissez votre système de projection
au maroc c'est "NORD MAROC"**

ok

Catalog

Location: cartes iso.shp

proj

Add

Look in: C:\Users\oma\Desktop

Name	Type
Arcgis 10.2	Folder
Autocad.2008-64bit	Folder
besoin	Folder
carte iso	Folder
clé	Folder
couche 5	Folder
couche 5 - Copie	Folder
DATA	Folder

Name: DATA

Show of type: Tables

Add Cancel

Table Of Contents

Layers

- cartes iso
- PLAN DE SITUATION MZINDA.dwg Group Layer

C:\Users\oma\Desktop\Phosphates\

C:\Users\oma\Documents\ArcGIS

F:\

Toolboxes

Database Servers

Database Connections

GIS Servers

1:75 574

Georeferencing PLAN DE SITUATION MZINDA

Geostatistical Analyst

File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows Help

Drawing Arial 10 B I U

Editor

Catalog

Location: cartes iso.shp

- projet
 - New Personal Geodatabase.mdb
 - 5 affleurement INF.shp
 - 5 affleurement sup.shp
 - 6 affleurement inf.shp
 - 6 affleurement sup.shp
 - cartes iso.shp
 - contour fixe.shp
 - couche 5 inf.shp
 - couche 5 sup.shp
 - couche 6 inf.shp
 - couche 6 sup.shp
 - panneau.shp
- saidi
 - PLAN DE SITUATION MZINDA.dwg
 - Classeur1 (Enregistré automatiquement).xlsx
 - Copie de pp c 6 inf.xlsx
 - plan d'exploitation de mzinda.tiff
 - pp c 6 inf.xlsx
 - Sans nom couches.mxd
 - service.txt
- C:\Users\oma\Desktop\Phosphates\
- C:\Users\oma\Documents\ArcGIS
- F:\
- Toolboxes
- Database Servers
- Database Connections
- GIS Servers

ArcToolbox Catalog

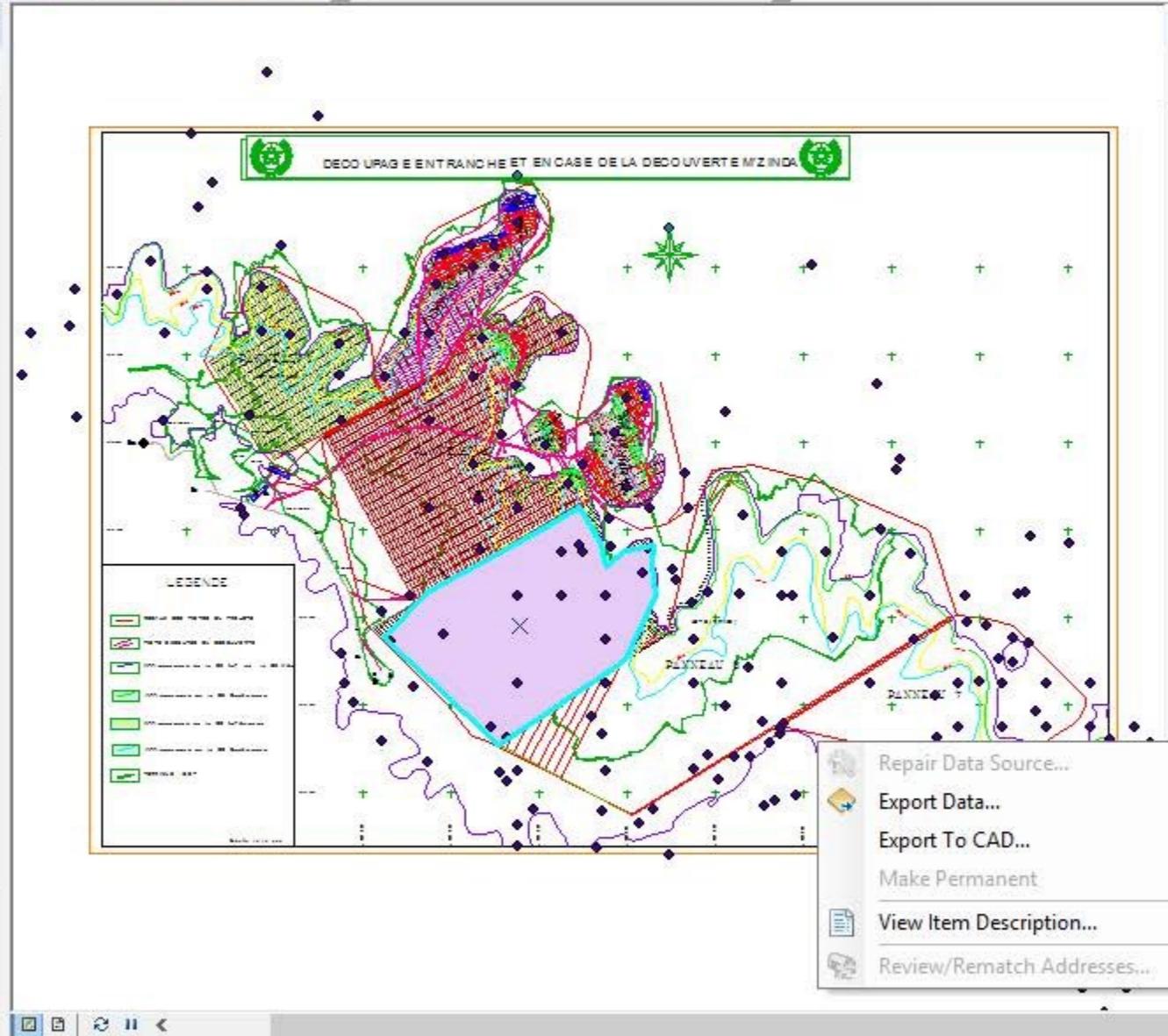


Table Of Contents

Layers

- Amis Events
 - Copy
 - Remove
 - Open Attribute Table
 - Joins and Relates
 - Zoom To Layer
 - Zoom To Make Visible
 - Visible Scale Range
 - Use Symbol Levels
 - Selection
 - Label Features
 - Edit Features
 - Convert Labels to Annotation...
 - Convert Features to Graphics...
 - Convert Symbolology to Representation...
 - Data
 - Save As Layer File...
 - Create Layer Package...
 - Properties...

- Repair Data Source...
- Export Data...
- Export To CAD...
- Make Permanent
- View Item Description...
- Review/Rematch Addresses...

Bureau

FRA

21:25

mercredi

11/06/2014

1:75 574

Georeferencing PLAN DE SITUATION MZINDA

Geostatistical Analyst

File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows Help

Drawing Arial 10 B I U

Editor

Catalog

Location: cartes iso.shp

- projet
 - New Personal Geodatabase.mdb
 - 5 affleurement INF.shp
 - 5 affleurement sup.shp
 - 6 affleurement inf.shp
 - 6 affleurement sup.shp
 - cartes iso.shp
 - contour fixe.shp
 - couche 5 inf.shp
 - couche 5 sup.shp
 - couche 6 inf.shp
 - couche 6 sup.shp
 - panneau.shp
- saidi
 - PLAN DE SITUATION MZINDA.dwg
 - Classeur1 (Enregistré automatiquement).xlsx
 - Copie de pp c 6 inf.xlsx
 - plan d'exploitation de mzinda.tiff
 - pp c 6 inf.xlsx
 - Sans nom couches.mxd
 - service.txt
- C:\Users\oma\Desktop\Phosphates\
 - C:\Users\oma\Documents\ArcGIS
 - F:\
- Toolboxes
- Database Servers
- Database Connections
- GIS Servers

ArcToolbox Catalog

Export Data

Export: All features

Use the same coordinate system as:

this layer's source data

the data frame

the feature dataset you export the data into
(only applies if you export to a feature dataset in a geodatabase)

Output feature class:

C:\Users\oma\Desktop\Phosphates\Mzinda.mdb\puits

OK Cancel

Table Of Contents

Layers

- Brut\$ Events
- cartes iso
- PLAN DE SITUATION MZINDA.dwg Group Layer

Bureau

FRA

21:26

mercredi

11/06/2014

Sans nom - ArcMap

1:75 574

Georeferencing PLAN DE SITUATION MZINDA

Geostatistical Analyst

File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows Help

Drawing Arial 10 B I U

Editor

ArcToolbox

- Data Management Tools
- Editing Tools
- Geocoding Tools
- Geostatistical Analyst Tools
- Linear Referencing Tools
- Multidimension Tools
- Network Analyst Tools
- Parcel Fabric Tools
- Schematics Tools
- Server Tools
- Spatial Analyst Tools
 - Conditional
 - Density
 - Distance
 - Extraction
 - Generalization
 - Groundwater
 - Hydrology
 - Interpolation
 - IDW
 - Kriging
 - Natural Neighbor
 - Spline
 - Spline with Barriers
 - Topo to Raster
 - Topo to Raster by File
 - Trend
- Local
- Map Algebra
- Math

ArcToolbox Catalog

Spline

Input point features
puits **mettez l'image raster**

Z value field
EPL_BRUT **mettez le paramètre chois**

Output raster
C:\Users\oma\Desktop\Phosphates\Mzinda.mdb\Spline_puit44

Output cell size (optional)
42,8891874999702

Spline type (optional)
REGULARIZED

Weight (optional)
0,1

Number of points (optional)
12

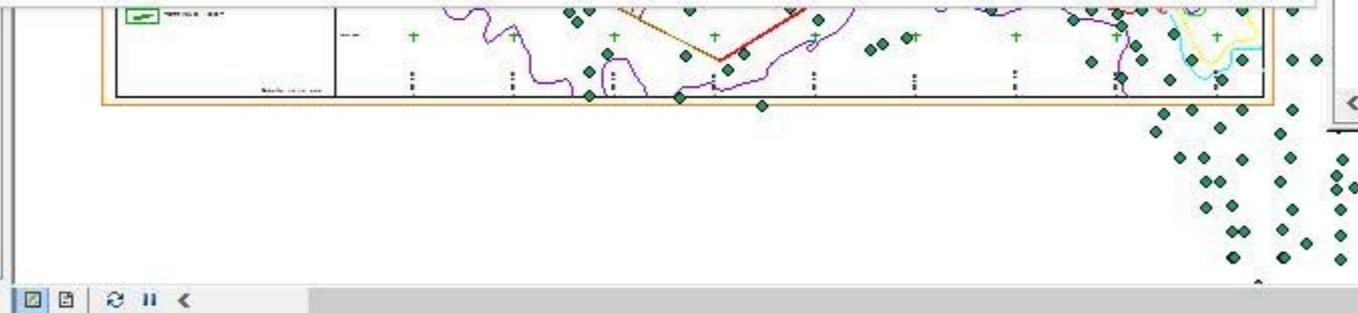
3) cliquez sur "environnement"

OK Cancel Environments... << Hide Help Tool Help

Table Of Contents

Layers

- puits **1) image raster**
- Brut\$ Events
- cartes iso
- PLAN DE SITUATION MZINDA.dwg Group Layer



2) arc toolbox

212100,32 185127,853 Meters

Bureau

FRA

21:28

mercredi

11/06/2014

Environment Settings

Processing Extent

Extent

Same as layer cartes iso **1) la carte va être limitée par le quadrillage déjà dessiné**

Top	185327,198869
Left	215956,993062
Right	218483,659027
Bottom	183794,840782

Snap Raster

[Empty field]

XY Resolution and Tolerance

M Values

Z Values

Geodatabase

Geodatabase Advanced

Fields

Random Numbers

Cartography

Coverage

Raster Analysis

Cell Size

Maximum of Inputs

Mask

cartes iso **2) choisissez la "carte iso " votre dessin**

Raster Storage

Geostatistical Analysis

Environment Settings

Environment settings specified in this dialog box are values that will be applied to appropriate results from running tools. They can be set hierarchically, meaning that they can be set for the application you are working in, so they apply to all tools; for a model, so they apply to all processes within the model; or for a particular process within a model. Environments set for a process within a model will override all other settings. Environments set for all processes in a model will override those set in the application.

Geoprocessing environment settings are additional parameters that affect a tool's results. They differ from normal tool parameters in that they don't appear on a tool's dialog box (with certain exceptions). Rather, they are values you set once using a separate dialog box and are interpreted and

OK Cancel << Hide Help Tool Help

- Data Manager
- Editing Tools
- Geocoding To
- Geostatistical
- Linear Referen
- Multidimensio
- Network Analy
- Parcel Fabric T
- Schematics To
- Server Tools
- Spatial Analy
- Conditions
- Density
- Distance
- Extraction
- Generalizat
- Groundwa
- Hydrology
- Interpolatio
- IDW
- Kriging
- Natura
- Spline
- Spline
- Topo t
- Topo t
- Trend
- Local
- Map Algeb
- Math

Windows taskbar and system tray area containing icons for Internet Explorer, File Explorer, Start menu, Task View, Microsoft Edge, Microsoft Excel, ArcGIS Desktop, and system clock showing 21:33 mercredi 11/06/2014.

1:27 877

Georeferencing PLAN DE SITUATION MZINDA

Geostatistical Analyst

File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows Help

Drawing Arial 10 B I U

Editor Spline_puit47

ArcToolbox

- Data Management Tools
- Editing Tools
- Geocoding Tools
- Geostatistical Analyst Tools
- Linear Referencing Tools
- Multidimension Tools
- Network Analyst Tools
- Parcel Fabric Tools
- Schematics Tools
- Server Tools
- Spatial Analyst Tools
 - Conditional
 - Density
 - Distance
 - Extraction
 - Generalization
 - Groundwater
 - Hydrology
 - Interpolation
 - IDW
 - Kriging
 - Natural Neighbor
 - Spline
 - Spline with Barriers
 - Topo to Raster
 - Topo to Raster by File
 - Trend
- Local
- Map Algebra
- Math

ArcToolbox Catalog

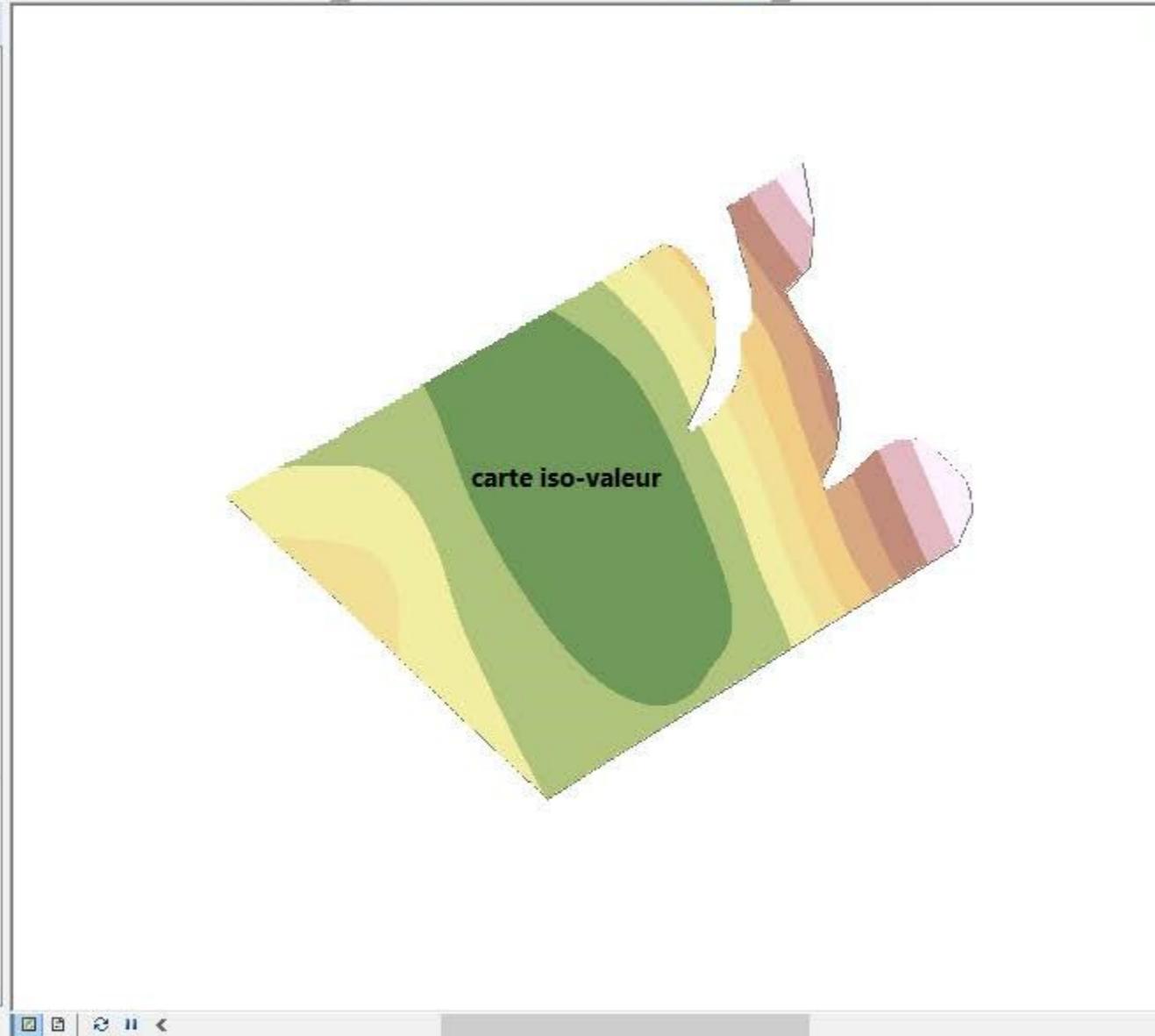


Table Of Contents

Layers

- puits
- Spline_puit47
 - 40,48839951 - 42,30964703
 - 42,30964704 - 44,13089455
 - 44,13089456 - 45,95214208
 - 45,95214209 - 47,7733896
 - 47,77338961 - 49,59463713
 - 49,59463714 - 51,41588465
 - 51,41588466 - 53,23713218
 - 53,23713219 - 55,0583797
 - 55,05837971 - 56,87962723
- carte iso
- Brut\$ Events
- PLAN DE SITUATION MZINDA.dwg Group Layer

Bureau

?

FRA

21:44

mercredi

11/06/2014

1:27 877

Georeferencing PLAN DE SITUATION MZINDA

Geostatistical Analyst

File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows Help

Drawing Arial 10 B I U

Editor Spline_puit47

- ArcToolbox
- Parcel Fabric Tools
 - Schematics Tools
 - Server Tools
 - Spatial Analyst Tools 1)
 - Conditional
 - Density
 - Distance
 - Extraction
 - Generalization
 - Groundwater
 - Hydrology
 - Interpolation
 - Local
 - Map Algebra
 - Math
 - Multivariate
 - Neighborhood
 - Overlay
 - Raster Creation
 - Reclass
 - Solar Radiation
 - Surface 2)
 - Aspect
 - Contour 3)
 - Contour List
 - Contour with Barriers
 - Curvature
 - Cut Fill
 - Hillshade
 - Observer Points

Contour

Input raster: Spline_puit47 4)

Output polyline features: C:\Users\oma\Desktop\Phosphates\Mzinda.mdb\Contou

Contour interval: 5)entrez votre intervalle 0,5

Base contour (optional): 0

Z factor (optional): 1

OK Cancel Environments... << Hide Help Tool Help

6) ok

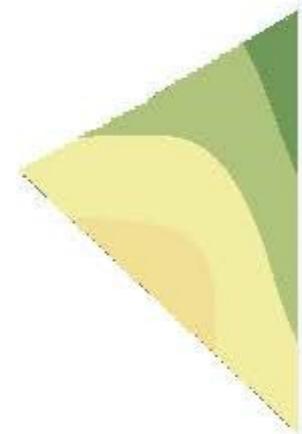


Table Of Contents

Layers

- puits
- Spline_puit47
 - 40,48839951 - 42,30964703
 - 42,30964704 - 44,13089455
 - 44,13089456 - 45,95214208
 - 45,95214209 - 47,7733896
 - 47,77338961 - 49,59463713
 - 49,59463714 - 51,41588465
 - 51,41588466 - 53,23713218
 - 53,23713219 - 55,0583797
 - 55,05837971 - 56,87962723
- carte iso
- Brut\$ Events
- PLAN DE SITUATION MZINDA.dwg Group Layer

Bureau

?

FRA

21:52

mercredi

11/06/2014

1:27 877

Georeferencing PLAN DE SITUATION MZINDA

Geostatistical Analyst

File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows Help

Drawing Arial 10 B I U

Editor Spline_puit47

- ArcToolbox
- Parcel Fabric Tools
 - Schematics Tools
 - Server Tools
 - Spatial Analyst Tools
 - Conditional
 - Density
 - Distance
 - Extraction
 - Generalization
 - Groundwater
 - Hydrology
 - Interpolation
 - Local
 - Map Algebra
 - Math
 - Multivariate
 - Neighborhood
 - Overlay
 - Raster Creation
 - Reclass
 - Solar Radiation
 - Surface
 - Aspect
 - Contour
 - Contour List
 - Contour with Barriers
 - Curvature
 - Cut Fill
 - Hillshade
 - Observer Points

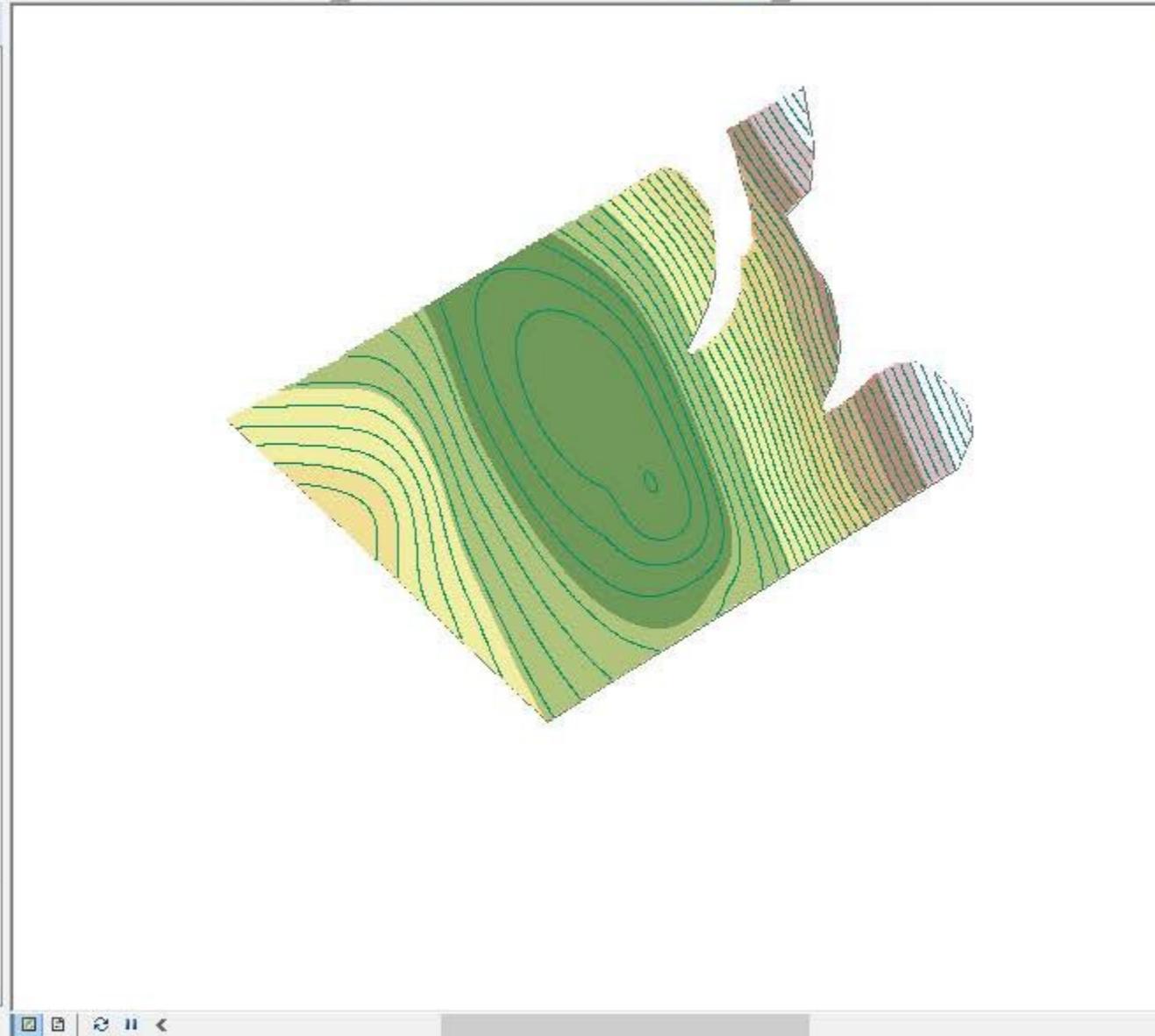


Table Of Contents

Layers

- puits
- Contour_Spline85
- Spline_puit47
 - 40,48839951 - 42,30964703
 - 42,30964704 - 44,13089455
 - 44,13089456 - 45,95214208
 - 45,95214209 - 47,7733896
 - 47,77338961 - 49,59463713
 - 49,59463714 - 51,41588465
 - 51,41588466 - 53,23713218
 - 53,23713219 - 55,0583797
 - 55,05837971 - 56,87962723
- carte iso
- Brut\$ Events
- PLAN DE SITUATION MZINDA.dwg Group Layer

Contour

2 5700,358 183472,978 Meters

Bureau

FRA

21:54

mercredi

11/06/2014

1) print pour avoir une disposition paysage

Georeferencing PLAN DE SITUATION MZINDA Geostatistical Analyst 45%

File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows Help

Drawing Arial 10 B I U

Print

Printer: Envoyer à OneNote 2013 (Ready)

Printer Engine: Windows Printer

Output Image Quality (Resample Ratio): Normal (Ratio: 1:3)

2) cliquez sur "propriétés"

Printer Paper(s) that will be printed

Map Page (Page Layout)

Sample Map Elements

OK Cancel

ne_puit47

Table Of Contents

Layers: puits

Propriétés de : Document Envoyer à OneNote 2013

Disposition

Orientation: Paysage

3) choisissez "paysage"

Avancé...

OK Annuler

- Curvature
- Cut Fill
- Hillshade
- Observer Points

64703	
89455	
14208	
3896	
63713	
88465	
13218	
3797	
62723	
MZINDA.dwg Group Layer	

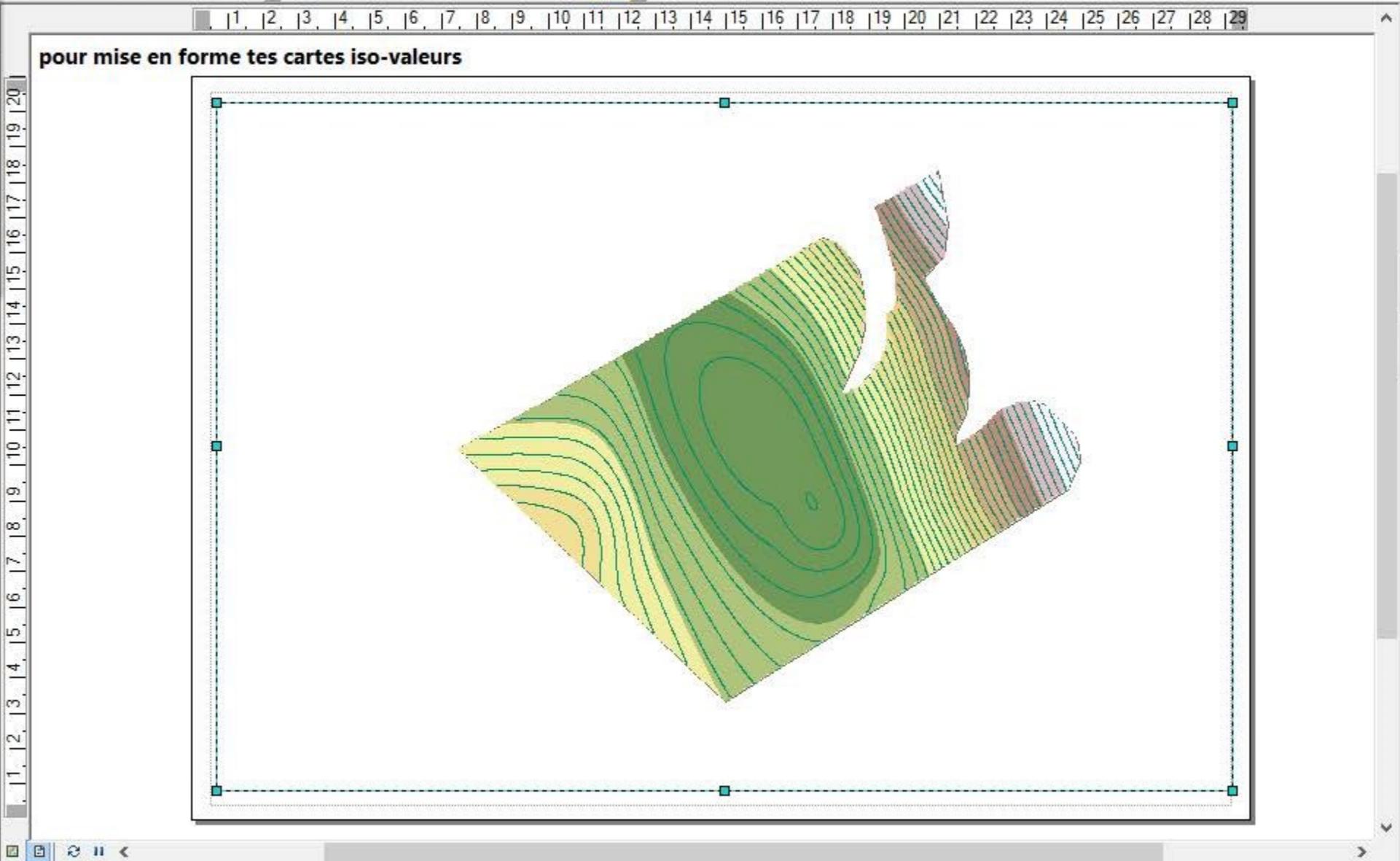
Bureau

FRA

22:07 mercredi 11/06/2014

- ArcToolbox**
- Parcel Fabric Tools
 - Schematics Tools
 - Server Tools
 - Spatial Analyst Tools
 - Conditional
 - Density
 - Distance
 - Extraction
 - Generalization
 - Groundwater
 - Hydrology
 - Interpolation
 - Local
 - Map Algebra
 - Math
 - Multivariate
 - Neighborhood
 - Overlay
 - Raster Creation
 - Reclass
 - Solar Radiation
 - Surface
 - Aspect
 - Contour
 - Contour List
 - Contour with Barriers
 - Curvature
 - Cut Fill
 - Hillshade
 - Observer Points

- Insert**
- Data Frame
 - Title
 - Text
 - Dynamic Text
 - Neatline...
 - Legend...
 - North Arrow...
 - Scale Bar...
 - Scale Text...
 - Picture...
 - Object...



Windows taskbar area containing various application icons (Internet Explorer, File Explorer, etc.) and system information:

- Bureau
- ?
- FRA
- 22:13
- mercredi
- 11/06/2014

ANNEXE C: données

C 5 inf A

<i>Ouvrages</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>P_toit</i>	<i>P_mur</i>	<i>Z_toit</i>	<i>Z_mur</i>	<i>PT</i>	<i>BPL_BRUT</i>
P6495	218 750,94	182 250,16	22,70	23,85	394,59	393,44	1,15	50,31
P6496	218 750,81	183 250,34	13,00	13,60	401,30	400,70	0,60	51,03
P6508	217 749,56	183 250,09	9,80	10,45	396,51	395,86	0,65	42,66
P6509	217 749,70	182 251,98	20,50	21,50	397,19	396,19	1,00	48,44
P6511	216 746,52	182 346,38	38,80	40,00	390,14	388,94	1,20	54,24
P6512	215 796,47	183 251,80	39,30	40,20	376,11	375,21	0,90	63,57
P6589	218 749,89	183 750,03	17,60	18,50	395,95	395,05	0,90	51,24
PL101	216 318,56	183 731,00	29,30	29,80	383,54	383,04	0,50	54,19
PL102	216 569,41	183 204,78	15,70	16,55	391,66	390,81	0,85	53,22
PL104	217 645,92	182 622,23	11,60	12,20	397,20	396,60	0,60	51,76
PL105	217 561,86	182 226,88	13,85	14,35	392,70	392,20	0,50	53,60
PL281	218 604,48	182 863,59	8,70	9,05	396,59	396,24	0,35	48,16
PL3420	218 715,95	182 674,06	9,90	10,65	398,77	398,02	0,75	60,40
PL3433	217 630,69	182 122,84	18,80	19,40	394,69	394,09	0,60	52,91

<i>CO2_BRUT</i>	<i>MgO_BRUT</i>	<i>SiO2_BRUT</i>	<i>Cd_BRUT</i>	<i>Cl_BRUT</i>
13,71				
13,13		7,94		
13,78		9,44		
11,55				
10,50				
4,20	0,29			
8,66				
9,80	1,31			
10,77	1,79			
12,25	1,82			
10,50	1,19			
13,12	2,73			
7,70	0,30			
11,90	1,06			

ANNEXE C: données

C 5 inf C

<i>Ouvrages</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>P_toit</i>	<i>P_mur</i>	<i>Z_toit</i>	<i>Z_mur</i>	<i>PT</i>	<i>BPL_BRUT</i>
P6495	218 750,94	182 250,16	21,50	22,70	395,79	394,59	1,20	55,15
P6496	218 750,81	183 250,34	11,10	12,50	403,20	401,80	1,40	56,26
P6508	217 749,56	183 250,09	7,55	9,80	398,76	396,51	2,25	64,77
P6509	217 749,70	182 251,98	19,40	20,50	398,29	397,19	1,10	58,77
P6511	216 746,52	182 346,38	37,80	38,80	391,14	390,14	1,00	57,87
P6512	215 796,47	183 251,80	37,10	39,30	378,31	376,11	2,20	62,42
P6589	218 749,89	183 750,03	15,80	17,60	397,75	395,95	1,80	65,14
P6592	218 250,36	184 249,66	0,50	1,90	397,44	396,04	1,40	
PL101	216 318,56	183 731,00	27,40	28,70	385,44	384,14	1,30	55,47
PL102	216 569,41	183 204,78	14,00	15,60	393,36	391,76	1,60	54,72
PL104	217 645,92	182 622,23	10,00	11,60	398,80	397,20	1,60	55,99
PL105	217 561,86	182 226,88	12,15	13,45	394,40	393,10	1,30	56,92
PL3433	217 630,69	182 122,84	17,10	18,80	396,39	394,69	1,70	61,76

<i>CO2_BRUT</i>	<i>MgO_BRUT</i>	<i>SiO2_BRUT</i>	<i>Cd_BRUT</i>	<i>Cl_BRUT</i>
10,15				
10,05		9,50		
4,38		10,94		
8,08				
8,79				
3,61	0,32			
4,41				
8,60	1,47			
9,01	1,33			
8,88	1,22			
8,40	0,91			
6,20	0,46			

ANNEXE C: données

C 5 sup A

<i>Ouvrages</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>	<i>P_toit</i>	<i>P_mur</i>	<i>Z_toit</i>	<i>Z_mur</i>	<i>PT</i>
P6589	218 749,89	183 750,03	413,55	13,80	15,00	399,75	398,55	1,20
P6509	217 749,70	182 251,98	417,69	17,25	18,50	400,44	399,19	1,25
PL101	216 318,56	183 731,00	412,84	25,50	26,60	387,34	386,24	1,10
PL102	216 569,41	183 204,78	407,36	12,10	13,30	395,26	394,06	1,20
PL3433	217 630,69	182 122,84	413,49	15,20	16,40	398,29	397,09	1,20
PL105	217 561,86	182 226,88	406,55	10,05	11,25	396,50	395,30	1,20
P6508	217 749,56	183 250,09	406,31	5,60	6,80	400,71	399,51	1,20
PL104	217 645,92	182 622,23	408,80	8,05	9,30	400,75	399,50	1,25
P6511	216 746,52	182 346,38	428,94	35,90	37,20	393,04	391,74	1,30
PL3420	218 715,95	182 674,06	408,67	5,90	7,20	402,77	401,47	1,30
P6512	215 796,47	183 251,80	415,41	34,95	36,35	380,46	379,06	1,40
<i>PP_C5sA</i>	<i>PI</i>	<i>BPL_BRUT</i>	<i>CO2_BRUT</i>					
0,60	0,60	50,79	9,63					
0,80	0,10	51,93	10,11					
1,10		50,94	11,36					
1,20	0,25	50,16	12,83					
1,20	0,20	57,79	8,98					
1,20	0,20	53,10	10,68					
1,20	0,20	62,54	5,95					
1,25	0,10	51,84	10,50					
1,30	0,70	46,75	15,24					
1,30	0,10	61,50	6,41					
1,40	0,35	54,61	8,47					

ANNEXE C: données

C 5 sup B

<i>Ouvrage</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>	<i>P_toit</i>	<i>P_mur</i>	<i>Z_toit</i>	<i>Z_mur</i>	<i>PT</i>
PL104	217 645,92	182 622,23	408,80	7,10	7,95	401,70	400,85	0,85
P6512	215 796,47	183 251,80	415,41	34,20	34,60	381,21	380,81	0,40
P6511	216 746,52	182 346,38		34,80	35,20	394,14	393,74	0,40
PL101	216 318,56	183 731,00	412,84	24,65	25,50	388,19	387,34	0,85
P6508	217 749,56	183 250,09	406,31	4,35	5,40	401,96	400,91	1,05
PL3433	217 630,69	182 122,84	413,49	14,10	15,00	399,39	398,49	0,90
P6496	218 750,81	183 250,34	414,30	8,20	8,80	406,10	405,50	0,60
P6509	217 749,70	182 251,98	417,69	16,05	17,15	401,64	400,54	1,10
P6495	218 750,94	182 250,16	417,29	18,10	19,00	399,19	398,29	0,90
PL102	216 569,41	183 204,78	407,36	11,10	11,85	396,26	395,51	0,75
PL105	217 561,86	182 226,88	406,55	9,05	9,85	397,50	396,70	0,80
PL3420	218 715,95	182 674,06	408,67	4,90	5,80	403,77	402,87	0,90

<i>PP_C5sB</i>	<i>PI</i>	<i>BPL_BRUT</i>	<i>CO2_BRUT</i>
0,35	3,35	38,74	16,55
0,40	3,20	50,46	4,55
0,40		40,14	14,35
0,50	3,80	52,58	5,71
0,50	4,25	38,05	19,12
0,60	3,00	46,60	9,68
0,60	3,90	31,95	17,15
0,70	3,20	42,12	12,90
0,75	3,00	39,33	16,92
0,75	3,60		
0,80	3,10	48,93	6,34
0,90	4,50	59,97	5,25

ANNEXE C: données

C 6 sup

Ouvrages	X	Y	P_toit	P_mur	Z_toit	Z_mur	PT	BPL_BRUT	CO2_BRUT
P6495	218 750,94	182 250,16	28,50	30,20	388,79	387,09	1,70	67,14	5,84
P6496	218 750,81	183 250,34	18,00	19,60	396,30	394,70	1,60	63,61	5,29
P6508	217 749,56	183 250,09	13,85	15,70	392,46	390,61	1,85	62,38	5,16
P6509	217 749,70	182 251,98	26,10	28,00	391,59	389,69	1,90	62,29	9,10
P6511	216 746,52	182 346,38	44,10	46,40	384,84	382,54	2,30	56,22	9,77
P6512	215 796,47	183 251,80	43,50	45,50	371,91	369,91	2,00	60,47	5,20
P6589	218 749,89	183 750,03	23,45	24,80	390,10	388,75	1,35	60,49	5,87
P6592	218 250,36	184 249,66	7,35	9,30	390,59	388,64	1,95	62,03	5,22
PL101	216 318,56	183 731,00	34,00	36,20	378,84	376,64	2,20	59,61	6,21
PL102	216 569,41	183 204,78	20,10	21,80	387,26	385,56	1,70	62,25	5,56
PL104	217 645,92	182 622,23	16,90	19,40	391,90	389,40	2,50	65,89	4,89
PL105	217 561,86	182 226,88							
PL3433	217 630,69	182 122,84							

MgO_BRUT	SiO2_BRUT	Cd_BRUT	Cl_BRUT
1,48			
	8,17		
	11,48		
1,94			
2,17			
0,61			
0,56			
0,87			
0,35			
0,41			

ANNEXE C: données

Etude statistique

	PP				BPL			
	MIN	MAX	ECART TYPE	MOYENNE	MIN	MAX	ECART TYPE	MOYENNE
Couche 5sup A	1,1	1,14	0,06992	1,23	44,58	62,54	2,87344	51,79
couche 5 inf C	1	1,8	1,195156	1,44	49,59	64,7	2,904	56,69
couche 5 inf B	0,4	0,5	0,0375	0,43	41,16	44,65	0,9875	43,16
couche 5 inf A	0,5	1,25	0,174394	0,91	44,28	64,3	2,85654	0,31
couche 6 sup	1,05	2,65	0,25	1,77	0,24	2,2	0,5907	1,29
Ccouche 6 med	0,4	1,3	0,232031	0,77	41,31	60,81	4,235	52,76
couche 6 inf	0,3	1,9	0,322491	0,97	45,66	72,36	4,879563	55,92063

CO2				MGO				
MOYENNE	MIN	MAX	ECART TYPE	MOYENNE	MIN	MAX	ECART TYPE	MOYENNE
51,79	5,95	15,24	1,437	11	0,31	2,83	0,779259	1,71
56,69	4,33	11,52	1,454	8,6	0,24	2,2	0,427901	1,13
43,16	13,65	15,4	0,655	14,57	1,79	1,79	0	1,79
0,31	5,25	15,05	1,514	11,37	0,36	2,76	0,523704	1,64889
1,29	4,45	11,43	1,1135	6,23	0,33	1,04	0,169795	0,4457
52,76	0,66	15,4	3,384	12,5	0,33	0,89	0,159063	0,60875
55,92063	4,2	15,96	1,794	7,904	0,4	1,17	0,25687	0,6775

	C5S./C5I.	Int.C5/C6 (m)	C6Sup/ C6Med	C6Med/ C6Inf
moyenne	0,7375	4,375	0,1	0,33529412
ecart type	0,1567474	0,434375	0	0,1567474
min	0	0,434375	0	0,1567474
max	0,75	5,45	0,1	0,75