

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université de Tébessa



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences de la Terre et de l'Univers

Mémoire de Master Académique

Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers

Filière : Géologie

Spécialité : Géologie des Bassins Sédimentaires

THEME

**Contribution à l'étude géologique et géochimique de
gisement de phosphate de djemedjma Est –djebal el onk.
(confine Algéro-Tunis)**

Présenté par :

- Dris Rabab
- Tebba Djaber

Soutenu publiquement le : .../.../2020

Devant les jurys :

Président : Dr. hadjem .R

Promoteur :Dr. Boulamia .S

Examineur :Me. Nacer. W

Année Universitaire :2019/2020

DEDICACE

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail comme un témoignage d'affection, de respect et d'admiration:

A mes très chers parents:

Qui m'ont toujours poussé et motivé dans mes études, pour tout l'amour dont vous m'avez entouré, pour tout ce que vous avez fait pour moi. Ce projet fin d'étude représente donc l'aboutissement du soutien et des encouragements qu'ils m'ont prodigués tout au long de ma scolarité. Que ce modeste travail, soit l'exaucement de vos vœux tant formulés et de vos prières quotidiennes.

C'est un moment de plaisir de dédier cet œuvre, à mes belles sœurs: *Nadjiba, Narimen, Sadjer, Fatma*; en signe d'amour, de reconnaissance et de gratitude pour le dévouement et les sacrifices dont vous avez fait toujours preuve à mon égard.

A mon beau-frère: *Ali*, pour son soutien moral et ses conseils précieux tout au long de mes études.

A la joie de ma vie "mon fiancé": *Aymen*, qui m'a aidé et supporté dans les moments difficiles, et à son famille qui sont ma deuxième famille.

A mes chères amies: *Ghania, Souhaila, Saloua, Mounia, Nour el houda, Lamia*, qui n'ont jamais cessé de me soutenir.

Et finalement, à les anges doux de ma famille: *Mortadha et Nermine*.

A tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.

Driss Rabab

DEDICACE

En premier lieu, je tiens à témoigner ma reconnaissance à **ALLAH** - Le tout puissant- de nous avoir donnée la patience et l'effort pour terminer ce travail.

Et malgré que les mots ne suffisent pas pour exprimer mon gratitude à mes parents pour les efforts qu'ils ont faits durant toutes mes années d'étude, je tiens à dédier ce mémoire spécialement à :

Ma chère *mère MONYA*: « Merci » pour l'amour et le renfort que tu m'as donné.

Mon cher *père A.EL-SALUD*: « Merci » pour votre sacrifice illimité.
Un grand merci à mes chères *sœurs et frères*, mes grands-pères, mes oncles et mes tantes.

Et je n'oublie pas de dire merci à mes chères *amis* « *Mohamed El Mahdi Amara* », « *A.El-Latif* », « *Ayoub Amara* » et « *Mr. Abid Rahal* » mes amis d'université qui partagent ce mémoire avec moi. . . merci pour toutes mes autres amies... Merci infiniment.

A ceux qui ont cru en moi,
A ceux qui croient en moi,

Et à ceux qui croiront toujours en moi,
A vous tous un très grand merci.

Djaber Jebba

REMERCIEMENTS

REMERCIEMENTS

Nous voulons exprimer par ces quelques lignes de remerciements notre gratitude envers tous ceux en qui par leur présence, leur soutien, leur disponibilité et leurs conseils, nous avons eu courage d'accomplir ce projet.

Nous commençons par remercier Mr. Boulemin qui nous a fait l'honneur d'être notre encadrante.

Nous le remercions profondément pour son encouragement continue et aussi d'être toujours le pour nous écouter, nous aider et nous guider à retrouver le bon chemin par sa sagesse et ses précieux conseils.

Ainsi que son soutien moral et sa preuve de compréhension. Ce qui nous a donné la force et le courage d'accomplir ce projet.

Nos remerciements les plus sincères s'adressent de même à Mr. Abd Samie et Mr. Dris Rabie, et Mr. Abid Rahal nos encadreurs à la SOMIPSO pour leurs conseils intéressants, leur encouragement continu, ainsi que le temps qu'ils nous ont réservé malgré leurs grandes occupations.

Nous tenons d'autre part à remercier les respectables membres du jury pour bien vouloir nous accorder de leur temps précieux pour commenter, discuter et juger notre travail.

A toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'avancement de notre projet.

En fin, nous ne pouvons achever ce mémoire sans exprimer notre gratitude à tous les professeurs de département de Géologie, pour leur assistance tout au long de nos études universitaires.

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES

Remerciements	
Table des matières	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des planches	
Résumé	
ملخص	
Abstract	
Introduction générale	1

CHAPITRE I

Généralité

I-Buts et procédés travail	3
II-Généralités sur les phosphates.....	4
III-Historique des recherches géologiques.....	6

CHAPITRE II

Géologie régionale

I-Litho stratigraphie	10
II-Etude structurale et tectonique	14
1-Structure géologique.....	14
2-Tectonique de larégion.....	18
3-Chronologie des phases de déformation	18
III-Paléogéographie	19
IV-les substances utiles de la région	22
V-Limites de répartition géologique de la couche de phosphate	24

CHAPITRE III

Etude géologique et géologique locale du gisement

I-Géologie du gisement de Djemidjma	27
1-Cadre géographique.....	27
2- Description géologique	27
3-La litho stratigraphie.....	28
4-Structure.....	36

5-Tectonique.....	38
5.1-Tectonique plicative.....	38
5.2-Tectonique disjonctive.....	38
II-Etude géologique de Djemidjma Est.....	40
1-Morphologie et structure des corps minéralisés phosphatés productifs.....	40
2-Morphologie du recouvrement stérile supra couche de phosphate.....	41
3-Etude de la minéralisation phosphatée.....	42
3.1-Caractéristiques pétrographiques et minéralogiques générales des minerais de la couche principale du phosphate.....	42
3.2-Caractérisation des principaux types de faciès phosphatés.....	44
3.2.1-Introduction.....	44
3.2.2-Types de faciès phosphatés.....	46
3.2.3-Lithologie et corrélation des sondages des faciès phosphatés.....	48
4-Etude des dépôts Miocènes.....	52
4.1-Lithologie et stratigraphie du Miocène.....	52
4.2-Aperçu sur la tectonique et la structure des dépôts Miocènes.....	54

Chapitre IV

Etude géochimique

I-Etude géochimique de la couche phosphatée

1-Composition chimique et repartitions spatiale.....	57
2-Variation verticale chimique.....	57
3- Corrélation entre les variables.....	60
3.1-Traitement bi variable.....	64
3.2-Traitement multi variable	64
3.2.1-Cercles de corrélation	65
3.2.2-Interprétation des résultats de l'ACP.....	65
Conclusion générale.....	66
Références bibliographie	68
Annexes

**LISTE DES FIGURES
ET DE TABLEAUX**

LISTE DES FIGURES

Figure (1) : phosphates et acides phosphoriques.....	05
Figure (2) : Situation géographique du Djebel Onk (Bir el Ater)	08
Figure (3) : Colonne stratigraphique du Djebel Onk	10
Figure (4) : Situation structurale de la région du Djebel Onk à l'intérieur du bassin de Gafsa-Onk.....	14
Figure (5) : Carte géologique du Djebel Onk.....	15
Figure (6) : Situation géologique des gisements de phosphate de la région du Djebel Onk	17
Figure (7) : Coupes stratigraphiques et structurales des flancs nord et sud du Djebel Onk.....	20
Figure (8) : situation paléogéographique des gisements de phosphate de la région du Djebel Onk à l'intérieur du bassin phosphaté de Gafsa-Métlaoui-Onk.....	21
Figure (9) : Coupes litho stratigraphiques dans la série paléocène-éocène des flancs sud et nord du Djebel Onk montrant le biseautage de la couche de phosphate en allant vers l'Ouest.....	25
Figure (10) : Carte géologique du Djemidjma	27
Figure (11) : Carte de localisation du sondage	28
Figure (12) : Variations lithologiques dans la couche de phosphate des flancs nord et sud du Djebel Djemidjma suivant une coupe NNW-SSE.	30
Figure (13): coupe NW SE a travers l'anticlinal de Djemidjma et le Synclinal du Bled Djemidjma.....	37
Figure 14 : Carte isopaquede profondeur du toit du faisceau phosphaté.....	37
Figure 15 : carte isopaque d'épaisseur total du recouvrement stérile.....	41
Figure 16 : Schéma de la discordance stratigraphique de l'yprésien odoré au Miocène transgressif	42
Figure 17 : phosphate tendre gris-noir à grain fins.....	46
Figure 18 ; phosphate dur à grains fin moyens beige prune.....	47
Figure 19 : phosphate dur à grains grossiers, brun-beige	47
Figure 20: Schéma de phosphatogenése:.....	51
Figure 21 : log stratigraphique du miocene de djemedjma est (zone :1)	52
Figure 22 : Schéma d'une faille normal dans les sables jaunes du Miocène	54
Figure 23 : carte isopaque des sables du miocène de djemidjma Est	55
Figure 24 : Carte Des Iso Teneurs De P ₂ O ₅	57
Figure 25 : Carte Des Iso Teneurs De MgO.....	58
Figure 26 : Carte Des Iso Teneurs De CaO.....	59

Figure 27 : Carte Des Iso Teneurs De CO ₂	59
Figure 28 : Carte Des Iso Teneurs De SiO ₂	60
Fig 29:composition chimique de la couche de phosphate dans (S-64).....	61
Fig 30:composition chimique de la couche de phosphate dans (S-70)	62
Fig:31 (A): Des données de Djemidjma Est Fig:31 (B): Cercles de corrélations sur les données de Djemidjma Est.....	65/66

LISTE DE TABLEAUX

Tableau (1) : Réserves ses mondiales de phosphate.....	06
Tableau (2) : composition chimique moyenne de la couche de phosphate dans chacun sondages de Djemidjma Est.....	annexe
Tableau (3) : Composition chimique de la couche de phosphate dans 5-64.....	annexe
Tableau (4) : Composition chimique de la couche de phosphate dans 5-70.....	annexe
Tableau (5) : Résultats des analyses des sondages 5-64 et 5-70.....	annexe
Tableau (6) : Matrice de corrélation de l'ensemble des éléments dosés dans le gisement de Djemidjma Est.....	65

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE :

L'industrie minière est une activité qui a pour objet l'extraction et la valorisation de différents minerais qui représentent un pôle industriel et économique . Elle joue un rôle très important dans l'économie des pays.

Dans ce cadre l'Algérie est un pays à vocation minière, il est riche en diverses substances utiles dont la majorité n'est pas encore mise en valeur. Le sous-sol algérien contient des ressources minérales telles que le fer, le zinc, le cuivre, et les phosphates qui sont notre sujet dans cette étude. Parmi les usines de production des phosphates qui existent en Algérie, on trouve l'usine de Djebel El Onk qui située au Sud-est de l'Algérie, en Bir el Ater –wilaya de Tébessa.

L'usine de Djebel El Onk est implantée dans le cadre de traiter et de produire un phosphate riche en P_2O_5 , destiné aux différentes industries.

Ce mémoire est structuré en quatre chapitres, ils sont présentés comme suite:

En premier chapitre, on illustre les buts et les procédés de ce travail et une vue générale sur le phosphate, l'industrie des phosphates et les réserves et la production mondiale, l'historique des recherches géologiques, et la situation géographique de la région de Djebel El Onk, géographie régionale et a géographie locale.

Nous présentons dans le deuxième chapitre, la litho stratigraphie de la région, une étude structurale et tectonique, la chronologie des phases de déformation, une paléogéographie et les substances utiles de la région, limites et répartition géologique de la couche phosphatée.

Le troisième chapitre décrit le cadre géographique de Djebel Djemidjma et fait la description géologique de la couche phosphatée et litho stratigraphique, la structure et la tectonique, étude géologique de Djemidjma Est morphologie et structure des corps minéralisés, caractéristiques pétrographiques et minéralogiques générales des minerais de la couche principale de phosphate, une caractérisation des principaux types de faciès phosphaté et la lithologie et corrélations des sondages des faciès phosphatés, la phosphatogenèse, une étude des dépôts miocènes.

Le dernier chapitre présente une étude géochimique de la couche phosphatée, la composition chimique et répartition spatiale, variation verticale chimique et corrélations entre les variables, le traitement statistique multi variable, interprétation des résultats de l'ACP.

CHAPITRE I : INTRODUCTION GÉNÉRAL.

CHAPITER I : GENERALITE :

I) Buts et procédés de travail :

Le présent travail consiste à étudier dans la mesure du possible le gîte potentiel du Djemidjma Est (Zone III ; l'extension de la zone I ; cette dernière est actuellement en cours d'exploitation en carrière). L'aboutissement d'une contribution à cette étude ne peut se faire donc sans le recueil et la compilation de la documentation existante sur ce gîte phosphaté, qui ont été préalables. En outre la visite générale des fronts de taille de la zone I a été nécessaire, particulièrement celles des sites représentatifs, avec étude de la couche phosphatée à l'affleurement ; lieu de prélèvement des échantillons minéralurgiques, pour l'étude pétrographique à la loupe binoculaire, avec l'élaboration des coupes lithologiques bien choisies, selon leurs représentativités. L'encaissant notamment les dépôts miocènes ont été bien observés, avec l'établissement des logs et l'échantillonnage au marteau.

A partir du rassemblement des documents disponibles, on a pu élaborer une synthèse concernant la géologie régionale de Dj. Onk après avoir actualiser les recherches antérieurs, pour arriver à une étude géologique locale du Djemidjma dont le contexte géologique du gîte est assez bien connu, par contre une étude géologique a eu lieu, pour préciser la morphologie et la structure des différentes couches de phosphate et leurs encaissants. Ainsi c'est la caractérisation pétrographique et minéralogique qui s'impose pour éclaircir les facies phosphatés existants. Les sables miocènes ont été aussi bien traités localement.

Des étapes, préalables en prospection géologique minière. On a assisté le déroulement des travaux quotidiens, et avec des regards attentifs ,le fonctionnement des engins est bien capté, notamment les sondeuses en pleine effectuation des forages district-ifs, servant comme des trous pour le tir, ainsi les tas sont échantillonnés pour le control chimique du minerai(travail quotidien d'un géologue qui suit l'exploitation), donc une visite au laboratoire des analyses chimiques a été nécessaire ,finalement on a visité la chaine du traitement (voie humide et sèche) du concassage jusqu'au produit fini. Confirmant ainsi l'intérêt pédagogique de ce stage, on était fortuné de passer un séjour avec des experts géologiques, dont l'expérience et l'esprit scientifique critique ont été présents, facilitant donc l'apprentissage et la communication avec tous ces phénomènes géologiques. On a vraiment appris beaucoup de choses, et peut être on se semble exagérant si on dit qu'on a touché la géologie, comblant donc le vide par une concrétisation des choses et même le côté gestionnaire. La fin du stage n'était plus le but visé, parce que toutes ces observations et ces chiffres acquis devant être valorises et rédigés sur

propre, et le présent travail est le bon témoin, comme un emblème de ténacité pour l'accession.

II) GENERALITE:

A) Aperçu sur les phosphates:

Dans l'écorce terrestre, la teneur moyenne de P_2O_5 dans les formations est estimée entre 0,16 % et 0,24%. Les espèces minéralogiques, des phosphates naturels les plus importants appartiennent à la famille d'apatite $Ca_5(PO_4)_3$ (F, Cl), qui cristallisent dans les systèmes hexagonaux.

-La Fluor apatite (3-8 % de F et 42,3 % de P_2O_5).

-La chlore apatite (6-8 % de Cl et 47% de P_2O_5).

Lors de l'altération, ces minéraux se transforment en phosphate alumino-calcique. Dans les processus sédimentaires, ces minéraux s'organisent selon plusieurs faciès: apatite cristalline, oolithes, pseudoolithes, nodules et coprolithes.

Trois types génétiques de gisements sont exploités actuellement:

-Les gisements sédimentaires.

-Les gisements d'origine ignée.

-Les guanos.

Les gisements phosphatés d'origine marins sont les plus intéressants du point de vue économique, ils représentent (80%) de production et réserves mondiales.

B) Industrie des phosphates:

C'est dans le domaine de l'agriculture que l'on verra la plus large localisation de cette matière première après transformation en engrais et phosphate alimentaire (Bi calcique, tricalcique dé fluoré). 90% de la production mondiale des phosphates brutes, sont destinés à l'agriculture soit l'équivalent de 110 à 120 millions de tonnes. Ce domaine d'application est donc le vecteur de développement de l'industrie phosphatée dont les paramètres sont:

-L'évolution des besoins des populations en produits agricoles.

-Les habitudes et le déplacement du modèle de consommation.

-La structure de la production agricole.

-Le niveau de la vulgarisation de Fertilisation phosphatée.

-La définition des formules d'engrais appropriés à la nature des sols, les techniques d'épandages, les prix des engrais.

1) Utilisation des phosphates:

Les utilisations du phosphate sont très diverses, néanmoins l'industrie des engrais en absorbe la grosse part avec 90% de la production et 10% pour d'autres usages(fig.1) .

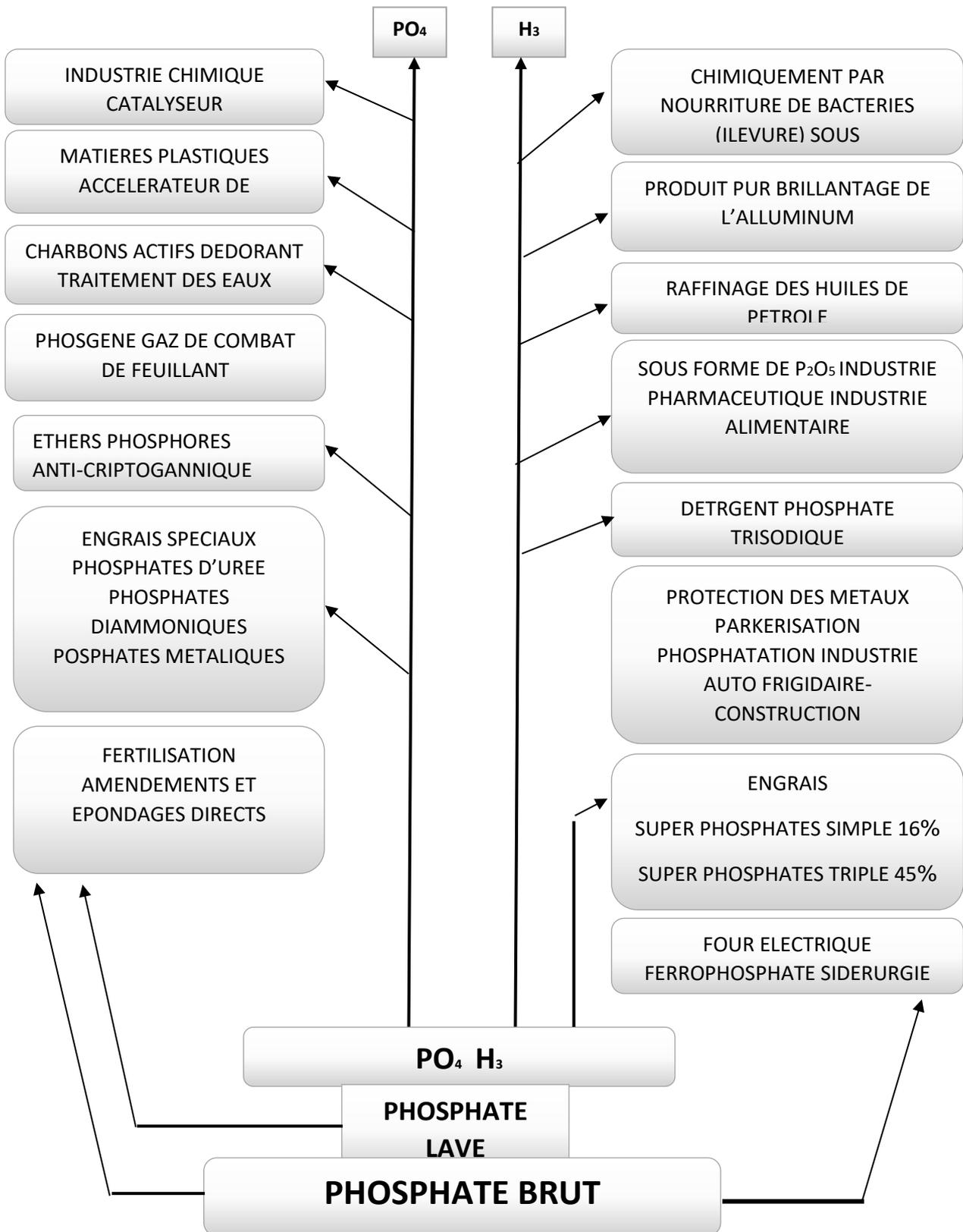


FIG 1: PHOSPHATES ET ACIDES PHOSPHORIQUES

D'après Journées Techniques sur l'Industrie minière Algérienne (1988)

2) Reserves mondiales:

Les réserves mondiales sont estimées à 67,4 milliards de tonnes qui se répartissent comme le Tableau (1): Réserves mondiales de phosphate:

Continent:	Volume 10 m3	%
Afrique	51,5	77
Amérique	9,1	13
Europe(Urss)	3,4	5
Océanie	2,1	3
Asie	1,3	2

3) Production Mondiale:

La production mondiale est de l'ordre de 144 millions de tonnes. Les phosphates naturels figurent parmi les 10 premières substances minières dans le monde (pétrole, gaz ...etc.).

La production des phosphates doit suivre la nécessaire augmentation de la demande des engrais. La demande en P2O5 augmentera de 4% en moyenne par année pendant les 15 prochaines années (Selon les projections de la BIRD et LUNODO). Mais le marché mondial des phosphates ne touche qu'un petit nombre de pays. Les minerais extraits du sous-sol des trois ou quatre pays producteurs (États-Unis, Maroc, chine...) sont transportés vers les pays industrialisés qui pratiquent une agriculture mécanisée cependant les pays en voie de développement n'ont pas les moyens financiers et technologiques pour les traiter.

III) Historique des recherches géologiques:

Les recherches minières dans la région de Dj. Onk, ont été effectuées grâce à la découverte des phosphates sédimentaires .la découverte des phosphates Eocène dans l'Afrique du Nord revient à PH. THOMAS, vétérinaire de l'armée française épris par la géologie vers le début du 20^{ème} siècle et la fin du 19^{ème} siècle. Entre 1906-1907-. JOLEAU fournit les premières données géologiques de la région de Dj. Onk avec la mise en évidence de deux couches phosphatées dans un ravin de l'Oued Djemidjma au sud de Dj. Onk. En 1912 un certain DUSSERT.D donna les premiers renseignements sur les gisements phosphatés Algériens. En 1930 a eu lieu la première prospection systématique par la compagnie coloniale des phosphates de Constantine ce qui l'amena à créer la société de Dj. Onk. VISSE.L.D a étudié

en 1951 le gisement et fait un calcul préliminaire des réserves qu'il a estimé à 600 de tonnes dont 110 millions appartiennent à l'anticlinal de Djemidjma. Les études ont été reprises en 1963, la première unité de traitement DRI démarra en Mars 1966. En février 1972 la S.D.O passe sous le nom de SONAREM (Société Nationale de Recherches Minières), pour voir relancer la prospection du phosphate dans l'Est de l'Algérie, à fin de mettre en évidence des réserves complémentaires et de mieux caractériser les gisements connus (Rapport SONAREM de SOFRAMINE en 1978 et de Kasitani et Al en 1979). Plusieurs publications, thèses ou rapports inédits concernant la géologie et la géologie des gisements valorisent tous ces travaux antérieurs; notant à titre d'exemple celles de: S. Mostefai (1976), Moussedik et Al (1980 et 1984), Mahamdou (1983) et LIHOTSKY (1984).

De 1985 à 1987, L'E.N. FERPHOS a confié à L'EREM des travaux de recherche et d'évaluation des ressources en phosphate de tous les gisements potentiels de la région du Dj. ONK, afin notamment de garantir des réserves immédiates permettant la poursuite de l'exploitation actuelle.

En Novembre 1989, l'En. FERPHOS fait connaître son cahier des charges pour des études de développement du complexe phosphater de Dj. ONK.

En Avril 1992: signature du contrat entre l'EN.FERPHOS et le consultant BRGM/SOFREMINES concernant le rassemblement des éléments techniques et économiques permettant d'arrêter un projet de développement de l'exploitation des gisements de phosphate du Dj. ONK.

A) Situation géographique :

1) Géographie régionale :

La région de Dj. Onk est située au Nord-Est du Sahara Algérien précisément à l'est des monts des Nememchas à une vingtaine de Kilomètres de la frontière Algéro-tunisienne. Les monts des Nememchas prolongent l'Aurès à l'Est, mais présentent des sommets moins élevés.

L'Aurès et les Nememchas séparent les hauts plateaux Constantinois du Sahara. A l'Est de l'Atlas Tunisien fait suite aux monts des Nememchas, mais il en est séparé dans la région de Bir El Ater par la plaine des Ouled Sidi Abid. Dj. Onk s'allonge dans une direction WSW-ENE sur une distance de 20 Kilomètres environ. Le gisement de Dj. Onk se situe à 5 Kilomètres au SW de la ville de Bir El Ater qui se trouve à 94 Kms au Sud de Tébessa. (fig02).

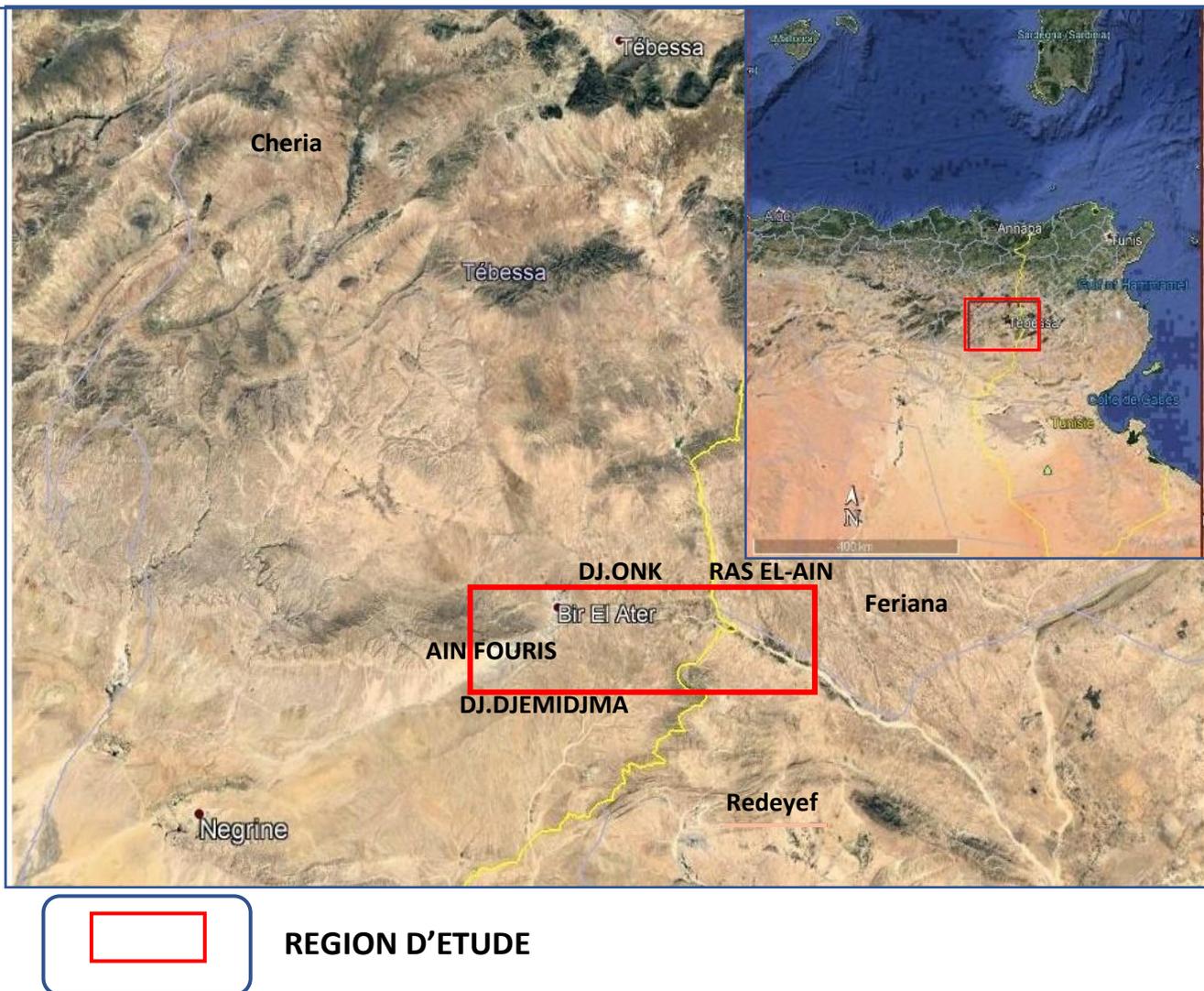


Figure (2) : Situation géographique du Djebel Onk (Bir el Ater , Tébessa)

2) Géographie locale :

La région se situe dans une zone subdésertique, la végétation est peu abondante, néanmoins au Nord de la chaîne rocheuse de Dj. Onk, la culture est possible lorsque les conditions atmosphériques le permettent.

La pluviométrie montre des chiffres très faibles et le réseau hydrographique n'est que rarement mis à contribution. L'inconvénient majeur réside précisément dans la brutalité des averses et orages qui déchainent les vallées descendantes de Dj. Onk, la violence des pluies périodiques a provoqué des ruissellements torrentiels qui ont inondé les plaines et ont changé l'ancienne allure de quelques ravins.

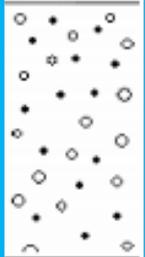
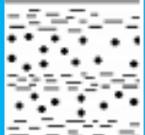
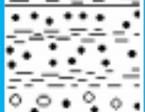
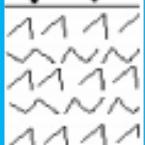
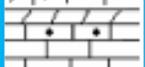
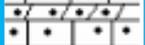
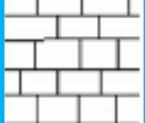
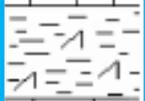
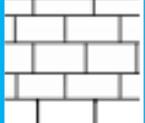
Les vents de sables sont fréquents en raison sèche. La population est peu dense, elle est constituée de quelques éléments Nomades. Sa situation économique s'est améliorée grâce à l'installation du complexe minier à Bir El-Atre, ce qui a aussitôt contribué à l'agrandissement et au développement de la ville.

**CHAPITRE II : GÉOLOGIE
RÉGIONALE.**

CHAPITER II : GEOLOGE REGIONAL:

I) Litho-stratigraphie:

La litho-stratigraphie de la région de Dj. Onk a été établie par L.D VISSE (1951). Les subdivisions stratigraphiques principales sont de bas en haut (fig03).

QUATERNAIRE			Eboulis et formations alluvionnaires sableuses
MIOCENE	SUP (350m)		Sables, grès à grains grossiers
	MOY (250m)		Argiles, schistes argileux de couleur marron, bronze avec intercalation de sables blancs
	INF (100m)		Sables fins blanches avec des couches de grès et argiles
LUTETIEN	SUP (100m)		Gypses avec interlits de marnes (évaporites)
	INF (40m)		Calcaires et dolomies avec géodes de quartz
YPRESIEN (70m)	SUP		Calcaires et dolomies avec silex
	INF		Calcaires avec lentilles de silex et calcaire phosphaté
THANETIEN (80m)	SUP		Phosphates pseudoolithiques, coprolithiques, gris et noirs
	INF		Marnes sombres schistifiées
MONTIEN (100m)			Minéralisation en Baryto-Célcitine Calcaires avec bancs à Ostrea
DANIEN	SUP (80m)		Alternance de calcaires et de marnes claires
	INF (35m)		Argiles noires avec fibre de gypse
MAESTRICHIEN SUPERIEUR (200 m)			Calcaires, calcaires noduleux de couleur blanche

A) Crétacé supérieur:

Les sédiments les plus anciens sont d'âge Crétacé, ils se trouvent dans la partie axiale de l'anticlinal du Dj. Onk. Ils atteignent grandes épaisseurs et sont très accidentés tectoniquement; représentant un réservoir de pétrole.

1) Maestrichtien:

C'est une série à lithologie très monotone, représentée par des calcaires très caractéristiques, blancs, durs, légèrement, recristallisés, s'altèrent en beige, à une faune assez abondante d'Incérâmes ; (Incérâmes balticus Boehm). Elle forme le cœur de l'anticlinal et représente à sa partie supérieur une surface taraudée, rubéfiée, facilement repérable dans la topographie.

B) Paléogène:

Comporte les sédiments du Paléocène et de l'Eocène. Ce sont des sédiments marins, représentés par des calcaires, des marnes, des phosphates et dans la partie supérieure des évaporites. Il atteint d'assez grandes épaisseurs de l'ordre de 350 mètres.

1) Danien:

Le Danien est constitué par une épaisse formation marneuse d'une centaine de mètres d'épaisseur et subdivisé litho logiquement en deux sous étages: inférieur et supérieur.

❖ Danien inférieur:

Il présente par une épaisseur 30 à 40m. Les couches comprennent les argiles marneuses et schisteuses, de couleur grise foncée au brun vert, intercalé par des marnes dures et irrégulières. Il caractérisé par des filons des gypses.

❖ Danien supérieur:

L'épaisseur de ces couches sont varié d'une dizaine de centimètre à un mètre. Les couches comprennent les calcaires durs blancs, très fins souvent à cassures conchoïdales, intercalées de marnes, argileuses et schisteuses.

2) Montien:

Une minéralisation en Barryto-Celestineformant un niveau irrégulier de 20 Cum au plus d'épaisseur est décelée dans les calcaires et les géodes quartzeuse sous forme de grand cristaux parfois très bien développés.

L'épaisseur du Montien est assez importante est de l'ordre de 100 mètres.

3) Thanétien:

Se caractérise par de grandes variations et un bi divisibilité nette; ce qui permet de le séparer en Thanétien inférieur et supérieur.

❖ **Le Thanétien inférieur:**

Est représenté par une série caractéristique de schistes marneux à intercalations irrégulières de calcaires. En s'altérant, ces schistes se divisent en fines plaquettes, de couleur gris foncé, la roche non altérée est jusqu'à noire. Dans la partie inférieure, on note des conglomérats à gastéropodes *Clavilithessp*, et de mince passes phosphatées très argileuses coprolithique, parfois silicifié, atteignant d'environ 2m d'épaisseur.

La partie sommitale est occupée par des marnes noires ou des calcaires comblés de coquilles de grands gastéropodes. La puissance du Thanétien inférieure varie dans les limites de 30-40 mètres.

❖ **Le Thanétien supérieur:** est représenté par des phosphates de couleur grise, gris foncé ou brune à nombreux débris organiques de lamellibranches, gastéropodes, coprolithes, surmontés par des alternances de dolomies marneuses, dolomies phosphatés, son épaisseur varie de 0 à 50 mètres.

C) **Eocène:**

1) **YPRESIEN:**

Une série de roche carbonatée à bi divisibilité très nette permet de séparer L'YPRESIEN inférieur et L'YPRESIEN supérieur.

❖ **YPRESIEN inférieur:** est représenté par des calcaires à bancs de silex avec une couche de phosphate intercalée à *Ostrea Multi costata*; surmonté par des calcaires marneux blancs en plaquettes avec deux lits de silex phosphatés à la partie supérieur, l'ensemble atteint 8 m de puissance.

❖ **YPRESIEN supérieur:** est représenté par des calcaires à nodules de silex, ces nodules présentant une partie ferrugineuse noir à brune rouge qui leur donne un aspect caractéristique; cette formation est différenciée en plusieurs niveaux; qui sont de bas en haut :

- 1/-Calcaire phosphaté ocré ou rougeâtre très ferrugineuse parfois silicifié.
- 2/-Calcaire à Thersite avec des géodes de quartz ou de calcite.
- 3/-Calcaire à nodules de schistes, fortement calcarifères et phosphates.
- 4/-Calcaire à rognons de silex, puis à nodules de silex plus ou moins quartzeux.
- 5/-Calcaire blanc à quartz géodique.

2) **LUTETIEN:**

Cet étage est subdivisé en 2 unités distinctes:

❖ **LUTETIEN inférieur:** qui comprend de bas en haut:

- Calcaires marneux blancs en plaquettes à Herimitherisites Marocana (30 m); (Herimitherisites Marocana est un fossile de zone; qui caractérise le Lutétien d'Afrique du Nord). Le passage de l'Yprésien ou lutétien inférieur se traduit par des changements lithologiques très nets, en même temps que la disparition totale de la sédimentation phosphatée.
- Calcaire massif blanc à nodules de silex.
- Formation de gypse avec de bancs calcaires.

❖ **LUTETIEN supérieur:** ces formations peuvent être observées uniquement à Dj. Kemakem , ce sont de bas en haut :

- Alternances d'argiles vertes parfois phosphatées et de bancs de calcaires (10 m).
- Argile verte avec des bancs de gypse intercalés (5 m). Cette assise est caractérisée par des dépôts lagunaires et des dépôts à caractère détritique.

D) NEOGENE:

Les sédiments néogènes sont largement répondus et représentés par des faciès terrigènes (Continentaux) sablo-argileux. Ils ont une puissance importante, atteignant parfois 600 mètres environ, et comblent les vallées inter-montagneuses.

1) Miocène:

les sédiments miocènes reposent sur les différents termes du tertiaire plus anciens et érodés, ils tronquent la série éocène du Sud au Nord. Ils sont représentés par un complexe de roches terrigènes composés de conglomérats, de grés stratiformes plus ou moins réguliers, d'argile rouge et essentiellement de sables à intercalations de mince lentilles d'argile marron, et schistes d'argileux plus ou moins épais et gris verdâtres, l'épaisseur atteint 200 à 300 m. Ces dépôts ont été datés d'après W. Fomin (1978) grâce à la découverte de quelques fossiles continentaux tel que: Helixtrssiti Baj, et de fragments de Mastodonte Augustidens dans la région de Dj. Bled-El-Hadba, on note aussi la présence de nombreux fragments bien conservés de trônes d'arbres silicifié.

E) QUATERNAIRE:

Les dépôts quaternaires sont largement répondus, d'épaisseur relativement peu importante. Ce sont des dépôts alluvionnaires (colluvionnaires, delluvionnaires) et fluvio-glaciaires, du sable éolien, des éboulis et des argiles.

II-Etude structurale et tectonique:

A) Structure géologique:

La région du Djebel Onk appartient, avec l'Atlas Tunisien, à l'extrémité orientale de l'Atlas Saharien. Sur le plan structural régionale, les anticlinaux des Djebel Onk et Djemidjma sont localisés en bordure de la flexure Sud une zone d'appontement entre le domaine Atlasique mobile et la plate-forme Saharienne stable. Plus particulièrement, ils appartiennent à la branche Nord de la flexure, de direction E-W, par opposition aux gisements de bled el Hadba et de l'Oued Betita situés au Sud de cette branche (Consultant BRGM-SOFREMINE). La série Crétacée supérieur à Eocène du bassin de Djebel Onk-Gafsa-Métlaoui est structurée en une suite d'anticlinaux et de synclinaux dissymétriques.(fig04).

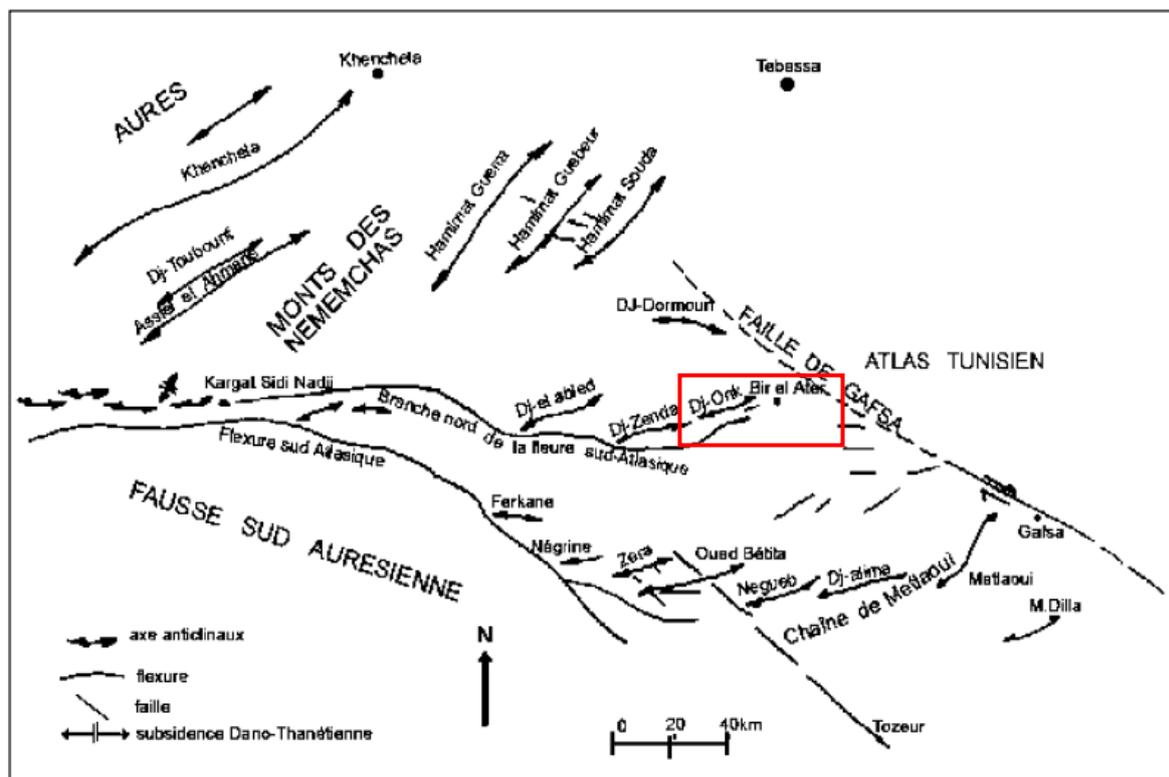


Figure (4) : Situation structurale de la région du Djebel Onk à l'intérieur du bassin de Onk- Gafsa (Confins Algéro-Tunis)

Dans la région de Bir El Ater, la principale structure est l'anticlinal du Djebel Onk, à cœur de Crétacé supérieur, allongé sur une vingtaine de Kilomètres suivant un axe N70°E et large d'environ 3 Km. Cet anticlinal fortement asymétrique, décrit par L. Visse (1951) comme une flexure anticlinale post-pliocène, présente un flanc Nord à pendage faible ; inférieur à 10° supportant le gisement de Djebel Onk Nord. Son flanc Sud, par contre est très raide, parfois vertical et même renversé, et individualise une falaise abrupte d'environ 700 m de dénivelée.

A distance de 770 m, au Sud de l'anticlinal du Djebel Onk, qui se culmine au Djebel Tarfaya à 1198 m, s'individualise le petit anticlinal surbaissé du Djebel Djemidjma dont l'altitude n'est seulement que 883 m. Cet anticlinal présente également un axe N70E, ce qui permet de le rapprocher d'un petit brachyantlinal ou d'un dôme, crevé dans sa charnière, à cœur de Thanetien supérieur phosphaté et de Thanetien inférieur marneux. Les deux structures anticlinaux du Djebel Onk et du Djebel Djemidjma sont séparées par une cuvette synclinale effondrée, d'environ 1 Km de largeur interprétée par G.Ranchin (1963) comme un ensellement assez profond, comblé par les dépôts détritiques du Miocène et du Quaternaire. C'est dans le prolongement Sud-Ouest de cette structure synforme, et sur son flanc Nord, qu'est situé le gisement potentiel de Kef Essnoun qui pend de manière monoclinale vers le Sud (fig05).

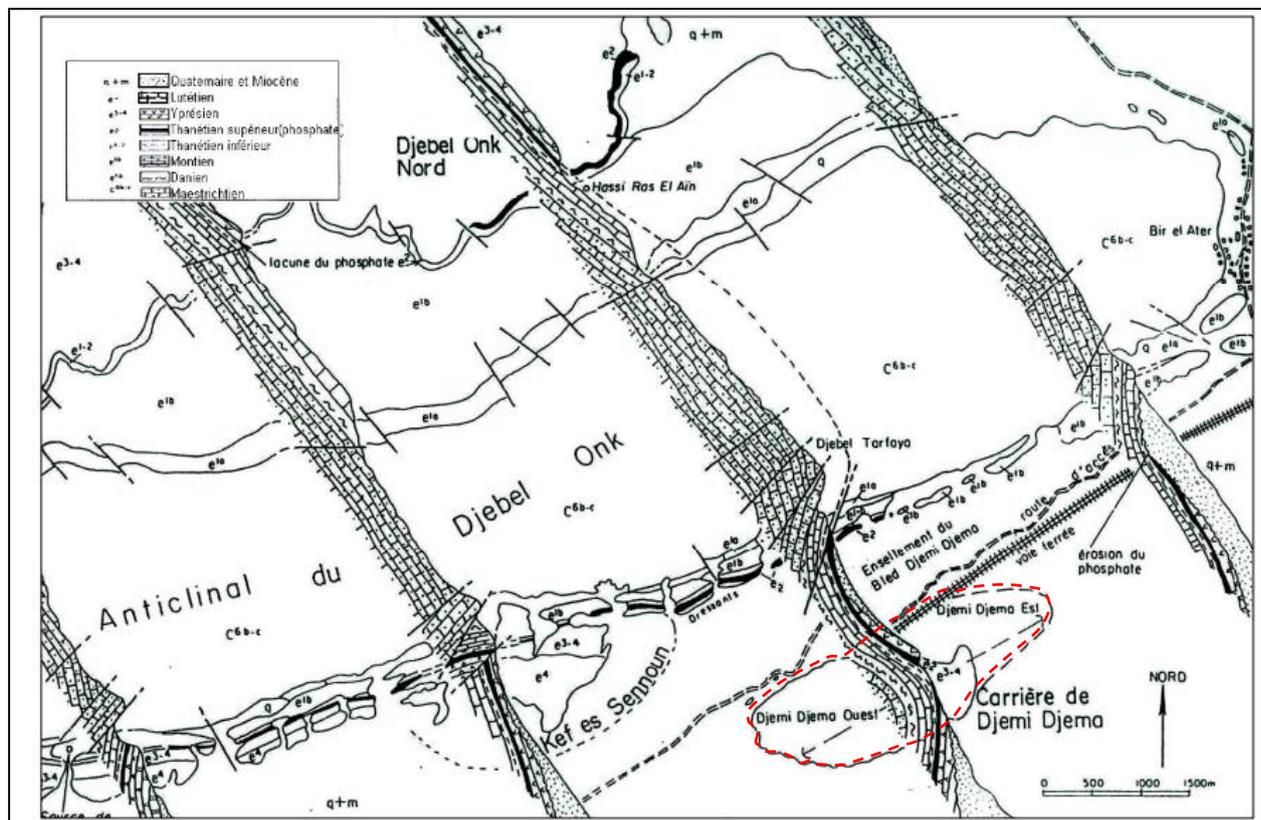


Figure (5) : Carte géologique du Djebel Onk

Les zones anticlinales des Djebels Onk et Djemidjma, au Nord sont séparées de celles des gisements de Bled el Hadba, à l'Est, et de l'Oued Betita, au Sud, par une zone synclinale de 14 et 28 Km de largeur, respectivement comblées par les sédiments détritiques du Miocène et du quaternaire. Le gîte de Betita n'appartient pas au bassin Gafsa-Métlaoui, distant de 3 Kms du gîte de Midés, en Tunisie, cependant le gîte de bled el Hadba situé à 5 Km de la frontière Algéro-Tunisienne sur le flanc Ouest de Djebel Zerga, ce gisement n'est distant que de 9 Km du gisement de phosphate du Djebel Mrata en Tunisie .

B) Tectonique de la région:

L'anticlinal du Dj. Onk est un anticlinal asymétrique a flanc méridional très accidenté (flexure). Le pendage des couches atteint 90° à certains endroits, où on note des couches inverses, plissées, et même des plis renversés.

De plus les couches sont recoupées par des failles, aussi bien transversales & que longitudinales. La tectonique compliquée, qui se traduit par des réductions régionales des épaisseurs ou de répétition des couches; s'observe dans les sédiments du Danien, du Montien et du Thanetien(ex: on note une répétition des couches au Djebel Tarfaya).

Le cœur de l'anticlinal du Djebel Onk est constitué de calcaire du Crétacé supérieur. Ces sédiments sont recoupés par de nombreuses failles à rejets importants et direction diverses. (On note le contact tectonique immédiat; des couches presque horizontales, faillées et de couches très inclinées et même sub verticales (fig07). On remarque que certaines parties des sédiments ont subi des mouvements ascendants, tandis que d'autre, au voisinage immédiat, semblent ne pas avoir été affectées par la tectonique. En général, les failles ont une direction NW-SE, mais on rencontre aussi des failles à grand rejet de direction sub-latitudinale, sur le flanc méridional de la structure considérée, on note un petit brachyanticlinal de Djebel Djemidjma, dont le cœur est constitué de phosphate du Thanétien supérieur encadré par les sédiments de l'Yprésien.

Son flanc Sud est également très accidenté, les couches à fort pendage, passent probablement en flexure, cependant le flanc Nord est faiblement incliné de 2° à 6° .

Le cœur de Djebel Djemidjma est compliqué par des failles de direction NW-SE et N-S à rejet allant jusqu'à 30 m dont: faille Visse, faille Nord, faille extrême Est. Le flanc Nord de l'anticlinal de Djebel Onk a une tectonique très compliquée; il est affecté (de failles parallèles qui ont remonté les couches de l'Ypresien par rapport à celles plus anciennes, ce qui a conduit à une inversion des pendages qui, sur ces terrains se dirigent vers le cœur de l'anticlinal.

La partie occidentale de l'anticlinal est très particulière, les sédiments Crétacés du cœur étant nettement plus bas que les flancs tertiaires surélevés.

Les sédiments maestrichtiens ont une position presque horizontale, tandis que ceux des flancs sont considérablement surélevés, accidentés, à pendages importants.

C) Chronologie des phases de déformation:

Nous notons l'existence de trois grandes phases dont:

1) **Tectonique synsédimentaire:** (instabilité tectonique de la plate-forme de sédimentation):

phase compressive NW-SE, contemporaine de la sédimentation paléogène, s'exprimant par des ondulations, des failles synsédimentaire. Cette tectonique précoce induit des lacunes de sédimentation dans la série Paléocène-Eocène et concourt à l'édification du dispositif paléogéographique en haut-fond et sillons, qui va contrôler le dépôt de phosphate. Ces déformations précoces peuvent être liées à la montée diapirique des évaporites triasiques, notamment au paléocène-Eocène.

2) **Tectonique Post Eocène moyen, anté Miocène:**

Contemporaine de l'émersion de la série au Lutétien supérieur; phase majeure de plissement des Aurès et déformation distensive transverse faille N120° à N140°E, induisant un début de structuration de la série Crétacé supérieur-éocène en petits horst et grabens, allongés suivant la direction N70°E dans la zone de Dj. Onk et Djemidjma, qui vont être affectés par la pénélplanation et l'érosion différentielle anté-miocène.

Cette érosion est moins forte dans les compartiments effondrés, où la série paléocène-éocène est conservée, que dans les compartiments soulevés où elle est plus ou moins érodée.

3) **Tectonique tardi-miocène, post burdigalienne, à paléocène-pléistocène:**(phase majeure de plissement de l'Atlas Tunisien):

Plissement de la série Crétacé supérieur-Paléocène-Eocène et Miocène en grandes structures antiformes et synforme; rejeu horsts et grabens des structures antérieures; déversement vers le sud des structures antiformes, avec grande faille inverse N70°E sur le flanc inverse des méga plis des Djebels Onk et Djemidjma (Compartiments en dressants). Cette tectogenèse est responsable de la structure actuelle de la région du Djebel Onk. Les mouvements ultimes sont post-Villafranchiens.

III-Paléogéographie:

En Algérie et en Tunisie, la fin du Crétacé est marquée par une régression générale de la mer. En Tunisie, des mouvements orogéniques post-campanien et Anté-Eocène entraînaient l'émersion définitive de l'aire continentale de la Tunisie centrale encore appelée le dôme de Kasserine ou dôme de Feriana, et caractérisée déjà par une sédimentation continentale depuis l'Aptien.

Cette zone restera émergée durant tout le Nummulitique à Feriana, le Vindobonien (Miocène moyen et supérieur) discordant sur le Campanien par l'intermédiaire de dépôts latéritiques discontinus correspondant à la période d'émerision Maestrichtien-Miocène inférieur.

En Algérie, la zone marine est réduite à un grand golf en globant la chaine auresienne des Zibans, puis s'enfonce assez profondément dans la plate-forme Saharienne et à un bras de la mer qui s'étire entre la région septentrionale (Kabylie en particulier) et les hautes plaines oranaises à l'Ouest.

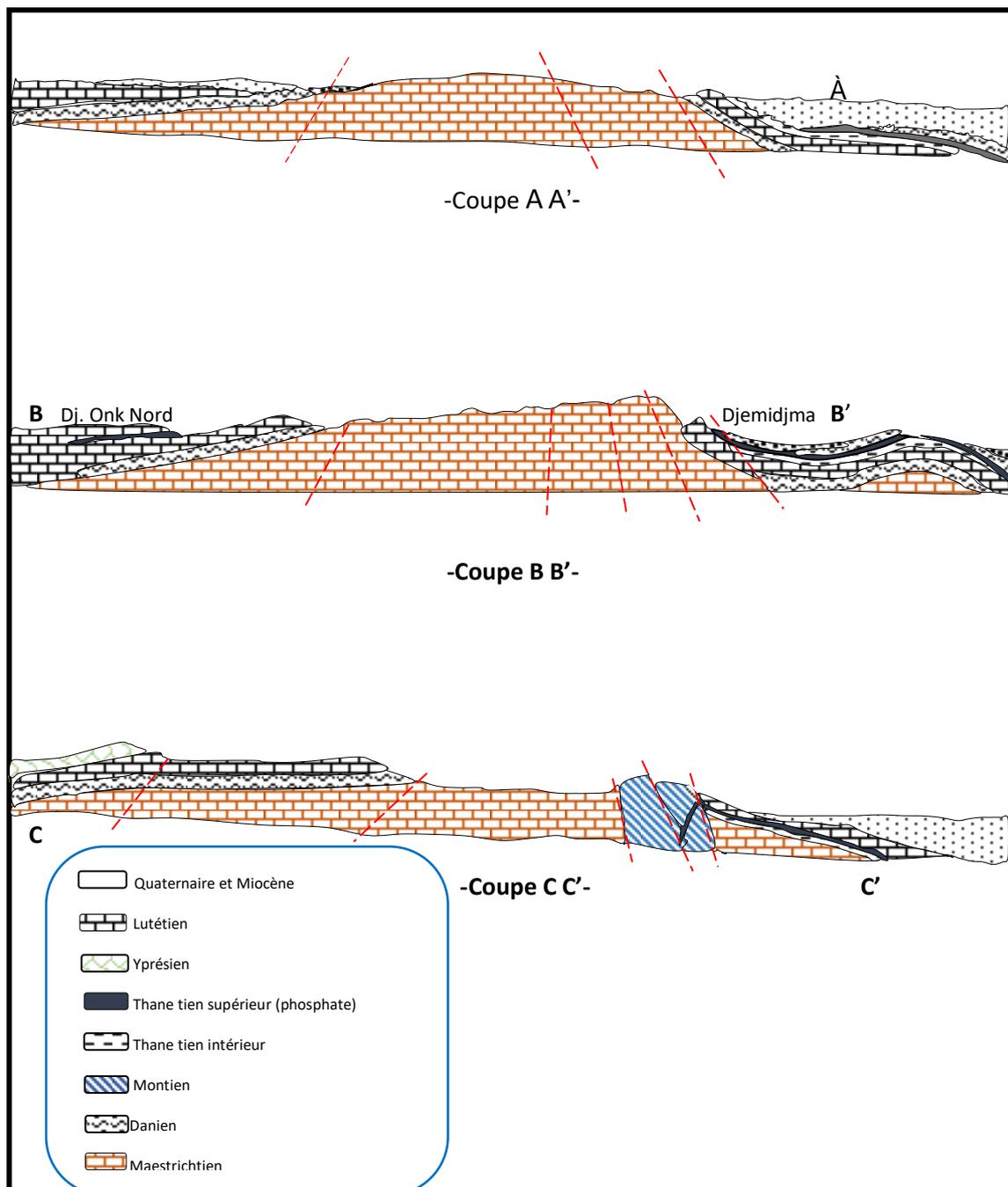


Figure (7) : Coupes stratigraphiques et structurales des flancs nord et sud du Djebel Onk

Au paléocène supérieur-Eocène inférieur, la région du Djebel Onk appartenait à la partie occidentale du bassin phosphaté de Gafsa-Métlaoui-Onk (dénomination d'après Sassi 1980); ce sillon occupé par une mer épicontinentale peu profonde, était situé entre l'île de Kasserine au nord, la mole de la Djeffara au sud, et le haut fond d'Ain fouris, à l'Ouest(fig08).

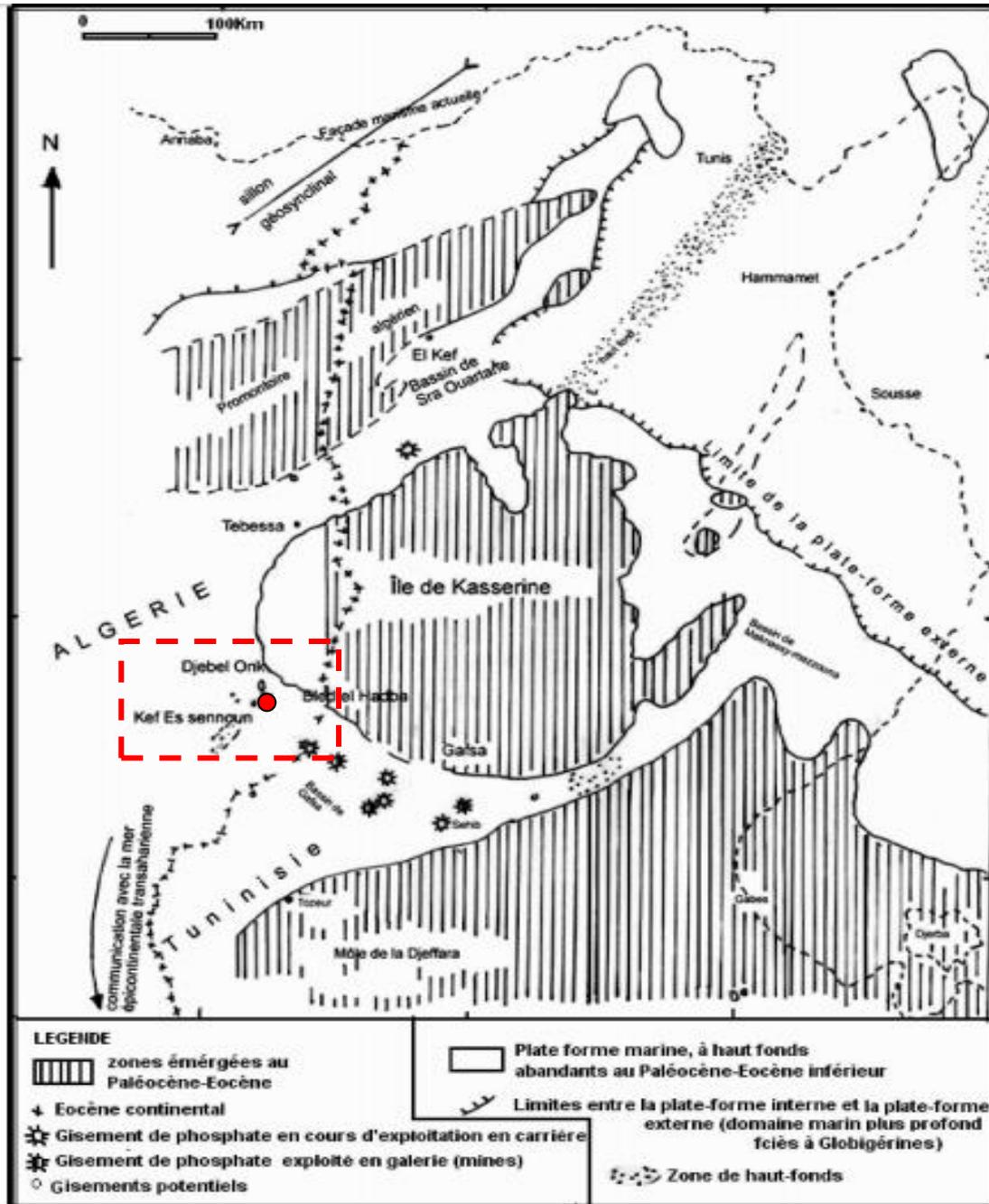


Figure (6) : situation paléogéographique des gisements de phosphate de la région du Djebel Onk à l'intérieur du bassin phosphaté de Gafsa-Métlaoui-Onk

L'île de Kasserine, constituée de Crétacé supérieur, bordée par trois petits bassins phosphatés périphériques renfermant d'énormes quantités de phosphate; Sra-outane, au Nord,

Maknassy-Megzouna, à l'est, et Gafsa-Métlaoui-Onk à l'Ouest. Tous les gisements du SE Algérien et de la Tunisie sont en relation et sont disposés en auréole autour du dôme de Kasserine ou Feriana.

Ces trois bassins appartenaient à un domaine marin de plate-forme interne, instable, accidenté de hauts fonds émergés ou non, en communication au nord-est avec la plate-forme externe et le mésogée. La paléogéographie de la plate-forme interne de Gafsa-Métlaoui-Onk est complexe, caractérisée par des dispositifs en haut-fond et sillon révélés par les rapides variations d'épaisseur de la série phosphatée, les condensations de série et les lacunes de sédimentation. La sédimentation argilo-marneuse noire, confinée, qui précède la sédimentation phosphatée tout autour de l'île de Kasserine, est interrompue par des fréquentes lacunes de dépôts qui témoignent de l'élaboration de ce dispositif paléogéographique.

Cette sédimentation marneuse, pré séquence phosphatée principale, indique une fermeture progressive du domaine de sédimentation et une tendance régressive du régime marin. Par contre, la sédimentation phosphatée sus-jacente témoigne d'une réouverture du domaine sédimentaire et du retour des influences transgressives. A la fin de la sédimentation phosphatée principale une phase régressive se produit à nouveau, matérialisé par des remaniements de phosphate, puis localement par un horizon conglomératique à galets de dolomie, formé en milieu marin, sans indice d'émersion. Cette phase régressive est suivie régionalement par la transgression Ypresienne, qui déborde largement les limites des formations précédentes.

IV-Les substances utiles de la région:

A) Phosphate:

Le gisement de Dj. Onk possède des réserves considérables en phosphate; résultant d'une prodigieuse sédimentation marine d'âge Thanétien.

Les phosphates après traitement préalable dans l'usine de Dj. Onk sont acheminés vers des usines de traitements spécialisés où ils entrent dans l'industrie chimique (pharmacie, explosif, peinture, engrais...).

B) Les calcaires crétacés du maestrichtien:

Dans le cœur de l'anticlinal du Dj. Onk; affleurant sur une grande surface de plus de 50 Km et facilement accessibles. Dans ces séries de calcaire assez purs, d'une puissance de l'ordre de quelques centaines de mètres; on note des parties riches à plus de 90% de CaCO_3 , ces calcaires sont affectés d'intercalation relativement peu fréquentes des marnes.

Ces roches pourront être mise à profit:

- ✚ Pour la production de la chaux.

✚ Un matériel de construction et agrégats.

✚ Un matériel de revêtement.

C) Gypse et anhydrite du Lutétien supérieur:

Ces roches s'étendent sur des vastes terrains, dans la partie sud-ouest du Dj. Onk. La série gypso-anhydritique de puissance très importante; est formée de banc d'épaisseur atteignant 30 mètres et plus: intercalé de la marne; ces roches pourront être utilisées pour la production du plâtre et du ciment.

D) Argiles rouges du Miocène:

Ces argiles surmontent la série des sables blancs du Miocène, leur épaisseur n'est pas connue avec précision, mais elle est certainement de l'ordre de quelques dizaines de mètres. On les observe au sud de l'anticlinal du Dj. Onk.

Les argiles considérées sont en général gréseuses mais par endroit aussi pures, plastiques. Ce type de roche peut satisfaire les besoins de la céramique (Utilitaire, Artistique, déconstruction).

E) Sables:

1) Sables du Miocène:

Dans le Miocène, on peut distinguer des séries puissantes de sables blancs, purs, à grain fin, non calcaireux et non affectés d'impuretés visibles à l'œil nu et d'oxyde de fer.

On les observe sur la bordure sud de l'anticlinal du Dj. Onk. Ces sables pourront être utilisés pour l'industrie de verre de haute qualité.

2) Sables et graviers:

Aussi bien tertiaires que quaternaires, sont présentés sur presque tout le terrain considéré, à l'exception des affleurements de roches plus anciennes. Elles sont facilement accessibles; et ont d'importante épaisseur, exploitées pour les besoins locaux de la construction de la route.

F) Silex:

Les silex sont abondants sur la bande d'affleurement de l'Ypresien: on y observe aussi bien des silex de concrétion sous forme de gros rognons que des silex stratifiés, ces derniers facilement accessibles, ont une épaisseur allant jusqu'à quelques centimètres. On estime que les silex peuvent être utilisés pour la production du matériaux abrasifs et broyeurs.

G) Baryto-celestine:

Elle constitue un banc irrégulier disparaissant par endroit dans les sédiments carbonatés du Montien, d'épaisseurs variantes de quelques centimètres à quelques dizaines de centimètres. Nous avons affaire à des cristaux qui reposent directement dans les calcaires ou bien

constituent le cœur des géodes quartzzeuses. Ce minéral trouve une utilisation dans l'industrie chimique et électronique.

H) Pétrole:

Se trouve dans les sédiments Coniacien (Crétacé supérieur) de l'anticlinal de Dj. Onk, des puits ont été réalisés au Dj. Onk nord, pour son exploitation; qui satisfait l'alimentation de l'Usine en énergie utilisée comme substance combustible pour la calcination.

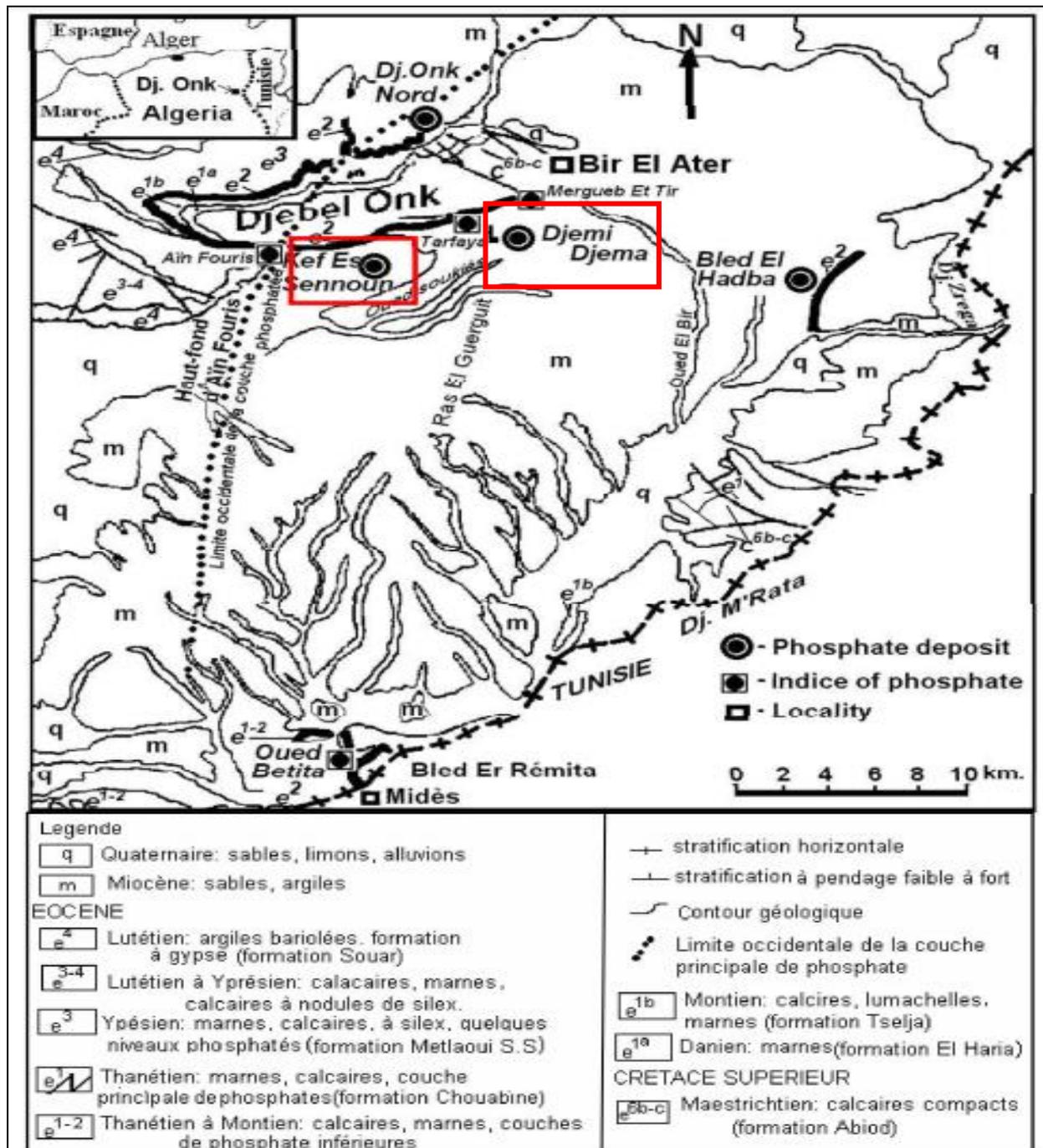


Figure (8) : Situation géologique des gisements de phosphates de la région du Djebel Onk.

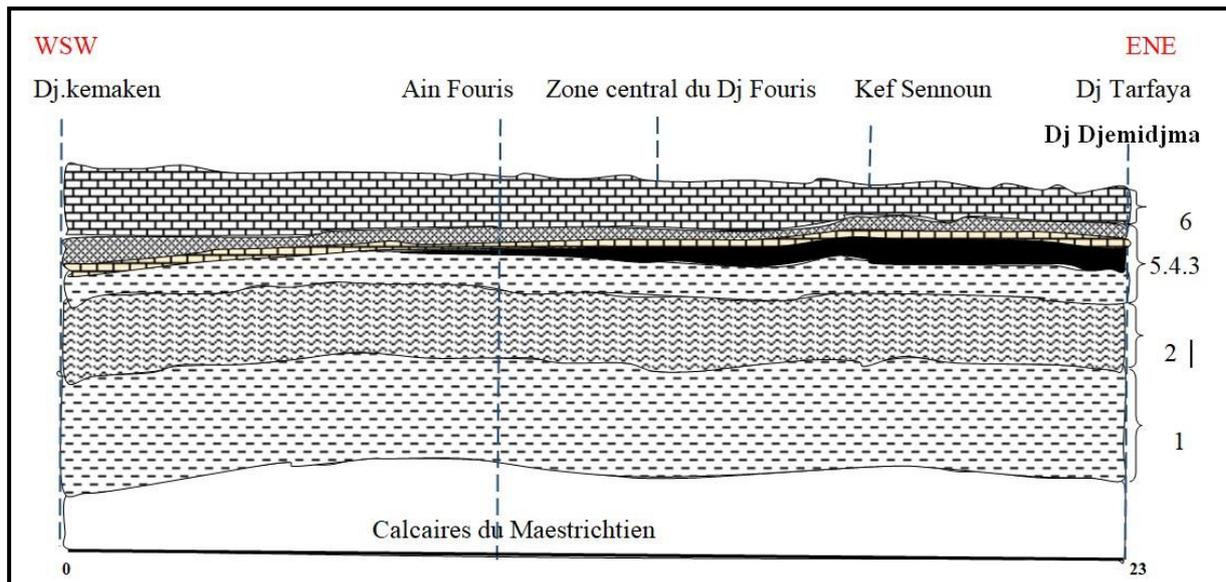
V-Limites et répartition géologique de la couche phosphatée:

La couche de phosphate, calée entre les marnes noires du mur et les dolomies du toit, est la plus épaisse au niveau des gisements de Djemidjma (30 m) et de Kef Essnoun (proche de 50 m) qui caractérisent un sillon subsident. Ces épaisseurs de phosphate, sans intercalaires stériles, sont les plus importantes de tous les bassins périphériques de l'île de Kasserine.

Dans le gisement de Dj. Onk nord, l'épaisseur maximale de la couche n'est plus que de 17 mètre environ, mais en l'espace de 75 m, à l'Ouest de Hassi Ras El-Ain, il ne subsiste plus qu'un mètre de phosphate (fig:9). Ce biseautage de la couche, vers l'Ouest a été également observé au niveau de la source d'Ain Fouris (8 Km à l'Ouest de Djemidjma) où le niveau minéralisé devient infra-métrique (fig:9).G.Ranchin(1963) définit ainsi le haut fond de Ain Fouris, orienté N45°E, qui marque la limited'extensionOuest de la couche de phosphate et qui se serait étendu, en s'élargissant jusque dans la région de Negrine.

La limite occidentale de la couche phosphatée est indiquée sur la carte de la figure (9).

- ✚ Coupe WSW-ENE dans la partie sud du djebel Onk montrantle biseautage de la couche de phosphate sur le haut-fond d'Aine Fouris (D'après G. Ranchin.1963)



- ✚ B -Coupe NW-SE dans la série paléocène-éocène montrant le biseautage de la couche de phosphate à l'Ouest de ras el ain (djebel Onk Nord) Coupe dans l'oued Mechinat dans l'ouedGuentis (d'aprèsJ Flandrin, G. Ranchin.1963)

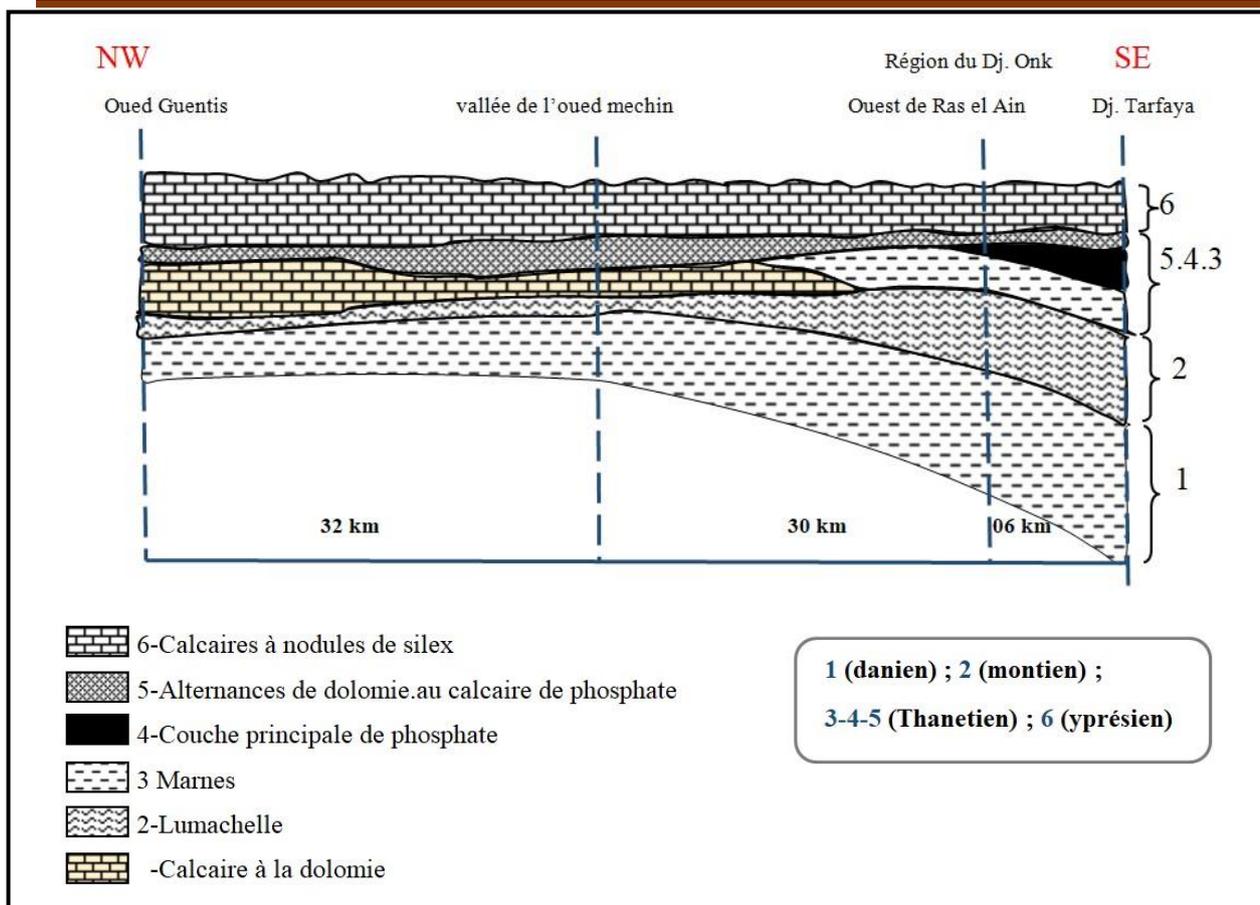


Fig.9 : -Coupes litho-stratigraphiques dans la série paléocène-éocène des flancs sud et nord du Djebel Onk montrant le biseautage de la couche de phosphate en allant vers l'ouest.

Vers l'Est (gisement de Bled el Hadba), la couche de phosphate présente une épaisseur comparable à celle du gîte de Djemidjma (environ 30 m), mais localement s'intercalent des phosphates marneux ou lumachelliques.

Vers le Sud (gisement de l'Oued Betita), l'épaisseur du faisceau phosphaté est encore de l'ordre d'une trentaine de mètres, mais la série devient hétérogène, car quatre couches principales de phosphate de 3 m d'épaisseur maximale alternant avec des niveaux stériles (calcaires ou marnes feuilletées).

Les phosphates de l'Oued Betita appartiennent à un domaine paléogéographique distal de la plate-forme interne, alors que les phosphates de la zone du Dj. Onk caractérisent un domaine proximal, localement bien confiné (Kef Essnoun).

A l'échelle régionale, la répartition sur la plate-forme sédimentaire, des dépôts phosphatés de ces différents gisements et donc contrôlée par les dispositifs paléogéographiques locaux, en haut fond et sillon, par la bathymétrie, les mouvements du fond, ainsi que par le niveau d'énergie et l'agitation mécanique du milieu.

**CHAPITRE III : ÉTUDE GÉOLOGIQUE
ET GITOLOGIQUE LOCAL DE
GISEMENT DE DJEMIDJEMA.**

CHAPITRE III

I) GEOLOGIE DU GISEMENT DE DJEMIDJMA

A) CADRE GEOGRAPHIQUE :

Le djebel Djemidjma se trouve à 5 km au sud-ouest de la ville de Bir el-Ater. Ce petit bombement anticlinal de Djemidjma d'altitude 880 m. allonge suivant la direction N70E. est de seulement 3 km d'extension dans cette direction .au sommet de cette charnière anticlinale d'environ 500 m de largeur .il est situé à environ 750m au sud du grand anticlinal du djebel Onk (altitude 1198m). Donc il est sus baisse par rapport à ce dernier. Duquel il est séparé par l'ensellement du bled Djemidjma.

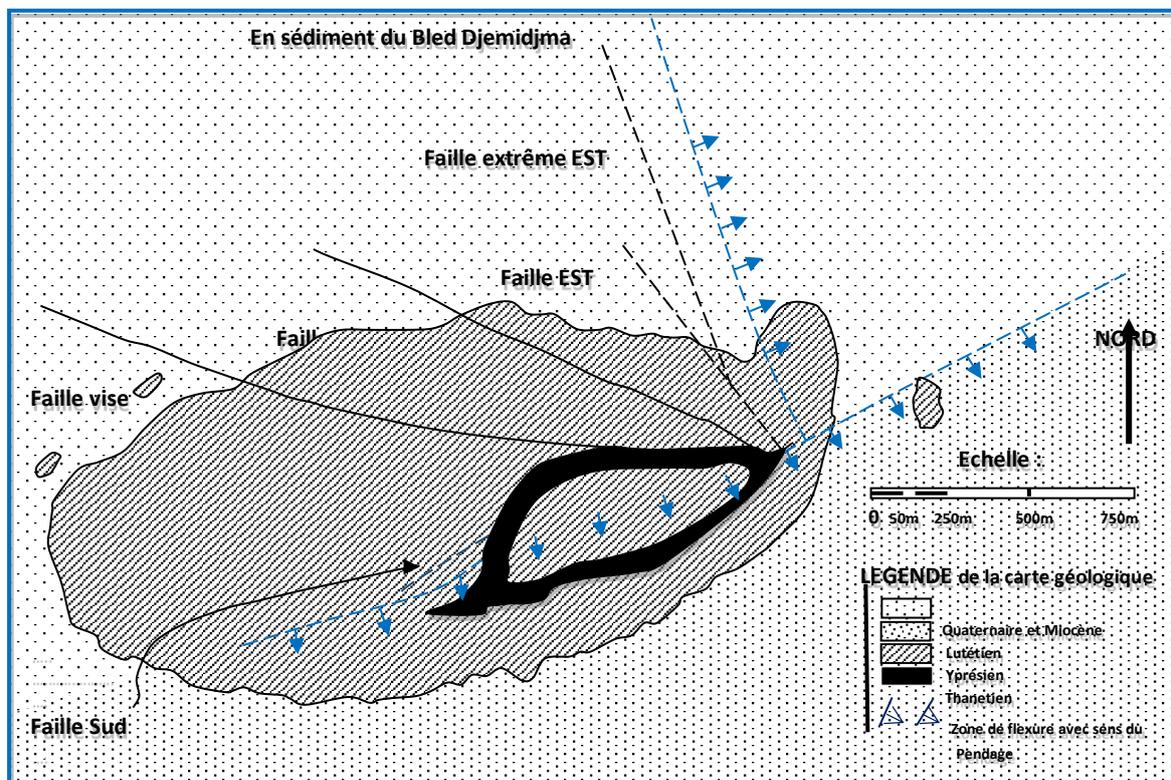


Fig. 10 : CARTE GEOLOGIQUE DE DEJEMIDJEMA

B) Description Géologique :

Une bande de couche phosphatée affleure au centre du brachy -anticlinal. Elle dessine une auréole sur le pour taux des affleurements marneux du mur. Partout ailleurs. Cette série phosphatée supporte les calcaires à silex yprésiens. Ceci constituent en fait. L'ossature de l'anticlinal et le toit de la formation minéralisée. Pour disparaître par un ennoyage sous les

séries du miocène et quaternaires (sable. Gravier. argile. Marnes). Ce recouvrement envahi tous les bords adjacents du brachy-anticlinal de djemidjma;

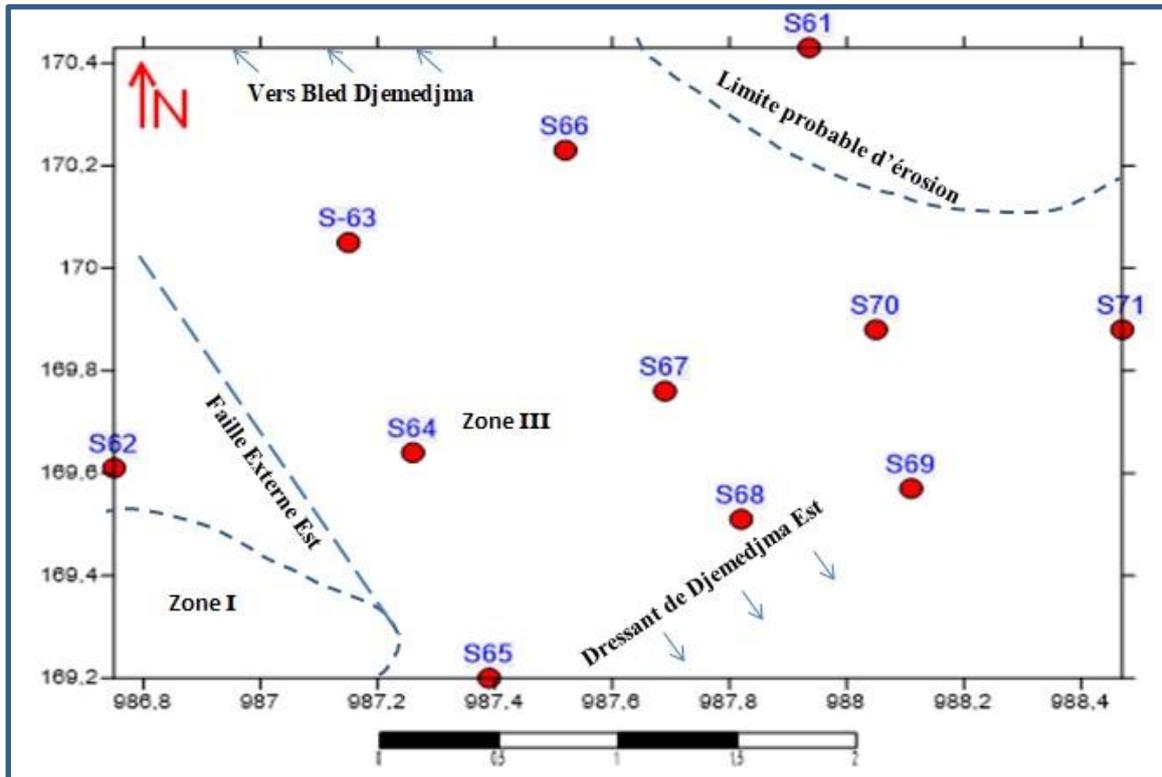


Fig 12 : Carte de localisation des sondages

C) Lithostratigraphie :

La stratigraphie de la région du djebel djemidjma a été établie par L. D VISSE et précisée par G. Ranchin.

1) THANETIEN :

- ◆ Les couches stratigraphiquement les plus basses. Qu'on trouve dans la région du djebel Djemidjma représentent les marnes noires (d'après L.D visse montmorillonite) et marnes-calcaires blanchâtres. Comme un excellent niveau repère du mur .il considère le banc de calcaire (peu épais -0.4 m) légèrement phosphaté avec tests de gastéropodes Observés à la partie supérieure de la marne. Ranchin a constaté que ces marnes contiennent d'environ 40% de carbonate el calcium et présentent des lits phosphatés minces (30 à 60m). Cette alternance du marne feuilletée et phosphate fin beige est d'environ 2.5 m d'épaisseur maximale (in rapport EREM)
- ◆ An dessus des formations précédentes on observe classiquement un banc dolomitique de 80cm d'épaisseur. Pétri de gastéropodes. Coprolithes grossier.

Débris osseux. Dents de sélacien et tests d'huitres silicifié (*Ostra multi costata*). La surface supérieure de ce banc est irrégulière et taraudée.

- ◆ Une couche de phosphate présente une puissance importante de 25 à 28.5 mètres. Cette formation varie peu sur toute l'étendue de Djemidjma et elle réalise son maximum d'épanouissement en bordure de l'oued Djemidjma (la partie septentrionale du Djemidjma) et on observe une diminution d'épaisseur vers le sud (les dressants sud).

La formation phosphatée du djebel Djemidjma sera caractérisée simplement par deux types de minerais ; un minerai coprolithique et un minerai pseudolithique. D'une façon générale à quelques exceptions près, le minerai coprolithique est caractérisé par une gangue dolomitique. Faiblement argileuse. C'est un phosphate relativement dur par opposition du minerai pseudolithique qui est friable et se délite facilement dans l'eau. La gangue de ce minerai est en effet fortement argileuse.

La fraction stérile du minerai coprolithique représentée, par la gangue dolomitique est particulièrement abondante. Ce qui détermine des teneurs en phosphate tricalcique faibles. Inférieures à 54%. Par contre, le minerai pseudolithique a un titre plus élevé ou égal en moyenne à 57%; en raison de l'importance moindre du ciment.

Ces deux types de minerai forment des couches alternées et réalisent un ensemble lithologique différencié ; plus ou moins complexe suivant la région du Djemidjma considérée.

En fait. Les variations sont uniquement suivant la direction nord-sud ; ce qui a conduit G.Ranchin à distinguer les trois zones lithologiques suivantes (fig:12)

- i) **Zone nord** : elle est située en bordure de l'oued Djemidjma huit couches (1-2-3a-4b-5c-6a-7b-8c)
- ii) **Zone centrale** : mix couches (1.2.3.4a.5b.6c)
- iii) **Zone sud** : elle englobe *les dressants* du Djemidjma quatre couches (1.2.3.4.)

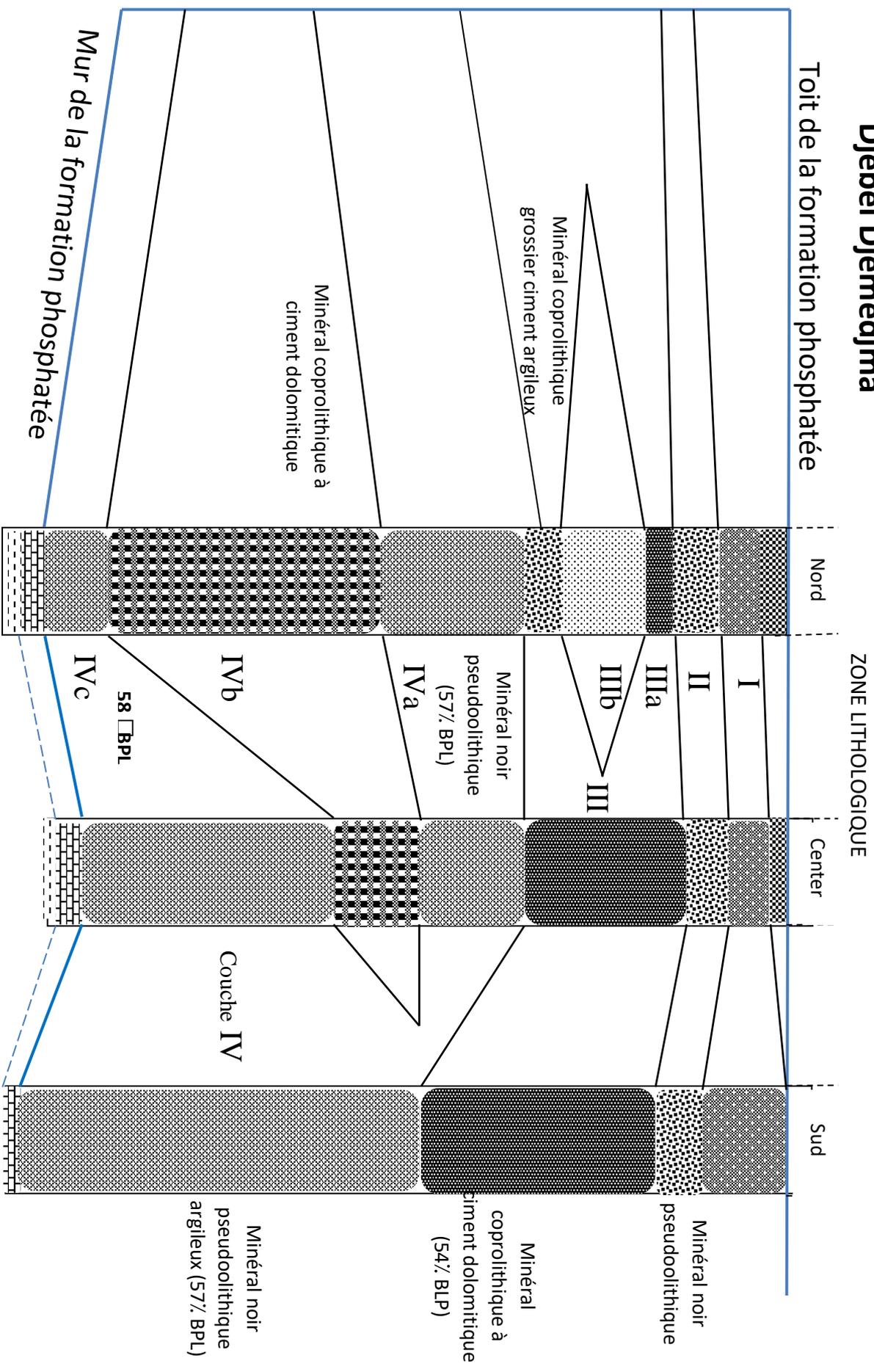
En outre ; il existe au toit du minerai un niveau repère ; la couche O ; qui a été retrouvée sur la presque totalité du gisement. De même les couches 1 et 2 qui forment la partie supérieure de la formation phosphatée ; peuvent être suivies sur toute l'étendue du Djemidjma.

Figure (12) : Variations lithologiques dans la couche de phosphate des flancs nord et sud du Djebel Djemedjma suivant une coupe NNW-SSE.

NNW

Djebel Djemedjma

SSE



✚ Zone lithologique centrale :

Couche O (30 cm) : c'est le niveau repère du toit de la couche. Elle est constituée par un phosphate friable ; très argileux ; à gros coprolithes noir boudinés (1 à 2 cm de longueur) ; avec tests d'Ostrea multicosata silicifié, des débris osseux, et des dents de sélaciens.

- **Couche I (1.70 m) :** elle est constituée par un minéral coprolithique, à grain moyen à fin, souvent mélangé à du minéral pseudolithique.

Pour l'ensemble des couches O et la teneur en phosphate tricalcique varie entre 50 et 54%. La responsabilité de ces teneurs faibles incombe, d'une part au réactif dolomitique toujours importantes dans la couche I, d'autre part aux matières siliceuses (Multicosata) qui sont très abondants dans la couche I.

- **Couche 2 (1m) :** c'est une couche de minéral pseudolithique à ciment très argileux justifiant la teneur forte en SiO₂ (4.9). La présence de coprolithes grossiers blancs est assez habituelle plus rarement ; on observe un à plusieurs niveaux peu importants à Ostrea multicosata.

- **Couche 3 (6.73 m) :** Elle est constituée par un minéral coprolithique beaucoup plus grossier que celui de la couche 1 la majorité des modules phosphatés ont une dimension supérieure à 1 mm. Les débris osseux, les dents de sélaciens, les tests d'huitres imparfaitement silicifiés sont abondants : la glauconie façon générale, le calibre des différents éléments dispersés dans le ciment de nature dolomitique, est très développé, d'où des teneurs faibles (54%)

- **Couche 4a (5.88m) :** Cette couche est pseudolithique, son titre est égal à 57%

- **Couche 5b (2.20m) :** elle est constituée par un minéral coprolithique en général grossier friable. Cette friabilité est due au peu d'importance de ciment. Aussi, cette couche est-elle la plus riche au Djemidjma. Son titre est égal à 60%.

- **Couche 6c (12.5m) :** c'est une couche pseudolithique. Avec des zones dolomitiques on les coprolithes prédominent. Dans l'ensemble la couche 6c est néanmoins la plus argileuse, ce qui explique la teneur élevée en SiO₂ (4.8). Le titre est assez élevé (58%)

Au voisinage du mur de la formation phosphatée de la couche 6c chargée en gros coprolithes, on trouve des débris osseux et dents de sélaciens. Le contact avec le banc dolomitique de base est en général linéaire et n'est pas précédé d'un appauvrissement du minéral. Ces deux remarques sont valables pour l'ensemble du gisement.

A l'est, en direction du pericéinal oriental, le banc dolomitique qui formait le mur de la formation phosphatée disparaît et les gastéropodes apparaissent au sommet des marnes la zone de transition ; qu'assure le passage du phosphate aux marnes, n'excède pas 50cm.

Zone lithologique sud :

Cette zone se différencie de la précédente par la disparition de la couche 5b.

À l'ensemble des couches 4a.4b.4c., correspond alors à une couche unique. La couche 4. Puissante de 18m, constituée uniformément par un minerai pseudo colitique très argileux dont le titre est de 57%.

La partie supérieure de la formation phosphatée *des dressants* présente un aspect particulier. La couche une (1) est transformée en une véritable lumachelle, à *Ostrea Multicostata* caractérisée par des formes de très grande taille à test épais silicifié. D'autre part à la base de la couche 2, on observe fréquemment des boulets phosphatés qui contiennent une faune abondante silicifiée, dont des polypiers.

Zone lithologique nord :

La succession lithologique de la zone nord comparativement à celle de la zone centrale, présente deux caractères originaux, à l'intérieur de la couche 3, apparaît une intercalation pseudo-lithique, l'épaisseur prise par ce niveau justifie son individualisation en couche distincte d'où la subdivision suivante :

- **Couche III a (3.33 m) (PO4) Ca3=53.20% ;**
- **Couche III b (3.15 m) (PO4) Ca3=53.00% ;**
- **Couche III C (0.97 m) (PO4) Ca3=56.70% ;**

 La couche III a présente le faciès habituel de la couche III. Par contre. La couche III c est constituée par un minerai coprolithique grossier argileux et friable, au contraire de la zone III a caractérisée par une gangue dolomitique. Par conséquent, de par la nature de leur ciment, les couches III b et III c ont un faciès aberrant.

 La couche IV^b est beaucoup plus puissante qu'elle ne l'était dans la zone centrale (12m). En outre, elle présente des modifications très sensibles de faciès, puis que de couche la plus riche de la formation phosphatée, elle est devenue la plus pauvre (titre égal à 52%), elle est constituée en effet par un minerai coprolithique à grain moyen ou fin, à ciment dolomitique extrêmement développé. On observe également des tests

d'huitres de petite taille, en accord avec la granulométrie relativement faible des coprolithes.

G. Ranchin a caractérisé aussi un faciès lithologique particulier. Le minerai pseudoolithique noir, qui est un minerai très riche en matières organiques, les pseudoolithes sont pigmentées en noir, le ciment lui-même est imprégné d'enduits noirâtres.

G. Ranchin à ajouter qu'on peut généraliser l'existence de ce minerai à tous de périclinal oriental du djebel Djemidjma, il se rencontre exclusivement à la base de la formation phosphatée (couche IV c on IV, suivant le système lithologique), et uniquement en profondeur, ou il a été préservé de l'oxydation.

✦ L'imprégnation résiduelle en matière organique est continue depuis le mur du minerai jusqu'à une hauteur de 5m environ (en carrière dans la zone I est actuellement bien visible, l'épaisseur et le placement exact de ce minerai, on voit que l'imprégnation ci-dessus mentionnée atteint une hauteur de 5 à 15 mètres). Les coprolithes inclus dans ce phosphate pseudoolithique noir sont blancs dans une proportion importante.

✦ Assise de dolomie-calcaire phosphatée. Sui jacente au faciès de phospharénite et phospharudite de la couche productive, présente une épaisseur de 4 à 6m. cet horizon blanchâtre, peu phosphaté, caractérise pétro graphiquement par une diminution de la fréquence des grains de phosphate (20 à 30%), se traduit par de faibles teneurs en P_2O_5 (moyenne de 16 à 17%), à une granulométrie très hétérogène (grains de 0.1 à 10 mm); et surtout par l'existence d'un ciment dolomitique très abondant. (Rhombodre de 100 à 150 μm) confirmé par les fortes teneurs en MgO (moyenne 8.8 à 9.9%), induisant une forte cohésion de la roche (faciès assez dur).

Elle comprend des coprolithes grossiers, des dents de sélacien, de grand débris osseux blanc, des litho clastes dolomitique....

A leur partie supérieure, une surface durcie, à structure hexagonale, plus ou moins rubéfiée; caractéristiques d'un hard grounds. (Consultant BRGM-SOFREMINES).

L'observation, sur le flanc sud du djebel Djemidjma, de boulets de calcaire phosphaté, situés au toit de la couche phosphatée principale, qui s'achève dans ce secteur par un niveau de lumachelles à *Ostrea Multicostata* (Ranchin 1963) indique incontestablement au niveau de cette surface: de discontinuité sédimentaire, l'existence de phénomène de remaniement, et d'érosion sous-marin.

- ◆ Les calcaires marneux de couleur grisâtre et verdâtre parfois ocreux, avec de petits nodules de silex, ils peuvent passer latéralement à de véritables marnes noires ; son épaisseur est de 1.4m à 1.8m.
- ◆ les calcaires phosphatés coprolithique avec de petits nodules de silex, la partie inférieure comprend de nombreux tests d'huitres et des enclaves coprolithique, éventuellement des parties proprement phosphatées. Les calcaires phosphatés prennent vers la partie supérieure un caractère de calcaires beige ou verdâtres ; la puissance totale de cette séquence fait de 2.1 à 3.4m.
- ◆ Une couche de phosphates : de couleur grise avec de petits nodules de silex. Généralement ce phosphate est très glauconieux. L'épaisseur est de 0.4 mètre.
- ◆ Le calcaire massif de couleur beige avec des nodules de silex dispersés et en petites strates aussi, par endroit dans la partie supérieure quelques lits minces de phosphate (de 5 à 10m), La puissance totale est de 1.3 à 1.8m.
- ◆ couche de phosphate coprolithique passe latéralement à des calcaires phosphatés de 0.4 à 1m ; la partie supérieure avec de grand silex aplatis suivant la stratification.

1) YPRESIEN :

- ◆ Le calcaire blanchâtre et ocreux avec quelques lits de silex, l'épaisseur de 1m à 1.1m.
- ◆ Le phosphate gris avec des nodules de silex noir l'épaisseur de 0.4 à 0.5m.
- ◆ Le calcaire blanchâtre et ocreux, de très abondants rognons (et bancs minces) de silex, souvent assez gros, sont visibles dans certaines parties, la puissance est de 0.7 à 0.8m.
- ◆ Les calcaires marneux blanchâtres en plaquettes (en partie supérieure ocreux) avec quelques lits de silex minces, l'épaisseur de 2.3m à 2.5m.
- ◆ Le banc irrégulier de silex avec des étranglements, éventuellement les nodules de silex aplatis, l'épaisseur ne dépasse pas 0.2m. Déjà, G. Ranchin a constaté que ce silex présente une partie ferrugineuse à brun rouge qui leur confère un aspect très caractéristique.
- ◆ Les calcaires marneux blanchâtres en plaquettes, l'épaisseur est de 0.8m à 1.5m.
- ◆ Les calcaires massifs blanchâtres, épais à 1 mètre.
- ◆ Le calcaire gris (par endroit ocreux), en gros bancs. On épaisseur totale est de 1.9m.
- ◆ Le calcaire blanc, massif épais de 0.7 à 1.1m (à géodes de QZ)

- ◆ Les calcaires grisâtres et ocreux, en haut, passent latéralement aux calcaires phosphatés. Au sommet de cette séquence, on trouve une couche mince de phosphate gris. La puissance totale est 4.7 à 5m.
- ◆ Le calcaire grisâtre, dans la partie supérieure avec des silex dispersés, l'épaisseur est de 1.2m.
- ◆ Le calcaire vert à gastéropodes (de 0.2m)
- ◆ Le calcaire beige dans la partie supérieure avec des boules de calcaire gris, tout à-fait en haut, le passage lent au phosphate gris de puissance 0.1m. totale est de 1.5metres.
- ◆ Le calcaire verdâtre avec une couche de silex de 5 à 10 cm, l'épaisseur est de 0.5m.
- ◆ Le calcaire blanc avec des silex dispersés (de 1.5m).
- ◆ Le calcaire beige avec quelques lits de silex minces des continus (de 1.5m)
- ◆ Le calcaire dolomitique ocreux (de 2m)
- ◆ Le calcaire blanc massif, dans la partie supérieure phosphaté, au sommet on trouve le phosphate gris de 10cm l'épaisseur totale est de 5m.
- ◆ Les calcaires marneux beiges passant vers le sommet aux calcaires phosphatés tendres, avec de petits nodules de silex dispersés (de 0.8m).

2) LUTETIEN Inferieur :

- ◆ Les calcaires marneux blancs en plaquettes (de 2.7m).
- ◆ Le banc de calcaires organogènes et détritique (de 0.7m)
- ◆ Les calcaires beiges en couche minées avec des nodules de silex bruns (0.3m)
- ◆ Les calcaires organogènes et détritiques avec quelques nodules de silex et de géodes de quartz et de calcite. L'épaisseur 2.7m.
- ◆ Les calcaires marneux blancs à nodules de silex bruns (de 1.3m).
- ◆ Les calcaires blancs compacts à rognons de silex et de géodes (de 3m)
- ◆ Les calcaires blancs en lits minces, quelques silex dispersés- l'épaisseur est de 2.2m.

- ◆ Le banc de calcaire riche en piquants empreintes de gastéropodes et de mauvais moules de lamellibranches l'épaisseur est de 0.5 mètre.
- ◆ L'alternance de bancs de calcaires compacts et de calcaires en lits mines, le silex est déspeisé , l'épaisseur totale est de 4 mètres.
- ◆ Les marnes jaunâtres (1meter).
- ◆ Les calcaires jaunâtres organogènes et détritiques a hemithersitea marocana, (de 1m).

3) MIOCENE :

Des formations continentales correspondent essentiellement à des apports fluviatiles et éoliens, les niveaux argileux montrent des brefs épisodes la granaires.

Cette formation du miocène est constituée par des sables blancs, à lentilles argileuses, de grés tendres et des argiles brunes, la série du miocène n'est pas à terrain en question complété, elle ne représente qu'une partie basale de la série inferieur du miocène, dont l'épaisseur est évaluée à 300 mètres.f

Le sable présente des stratifications entrecroisées (oblique), cette formation de bute par un poudingue grossier remaniant de nombreux rognons de silex.

La discordance du miocène est bien marquée.

4) QUATERNAIRE :

Les dépôts quaternaires de cette région sont typiques, pour la zone des hautes steppes du type semi-désertique. Surtout à la bordure de djemidjma, ils couvrent relativement de vastes superficies et sont représentés par des limons, alluvions, fluviatiles et torrentielles, par endroit aussi par des éboulis de pentes, leur épaisseur est différente, son maximum atteint dans la partie nord-est du terrain étudié approximativement de 3 à 5 mètres.

A) STRUCTURE :

Le petit anticlinal du djebel Djemidjma présente presque les caractères d'un brachyanticlinal dissymétrique, ou d'un dôme surbaissé, dont le pendage des couches du flanc nord faiblement incliné ; fait 5 à 10°, mais qui s'accroît rapidement en allant vers un ensellement très profond, plutôt qu'une véritable curette synclinale,

Le flanc sud abrupt, passant par endroit une flexure orientée N65°E, sépare la voussure ont formé de Djemidjma de la zone du dressant, marquée par la rupture en pente de la colline de Djemidjma, donc ce flanc sud forme un compartiment de type dressant avec un pendage de 25° à 50°, conformément à la structure d'un pli en genou. (Figure 13).

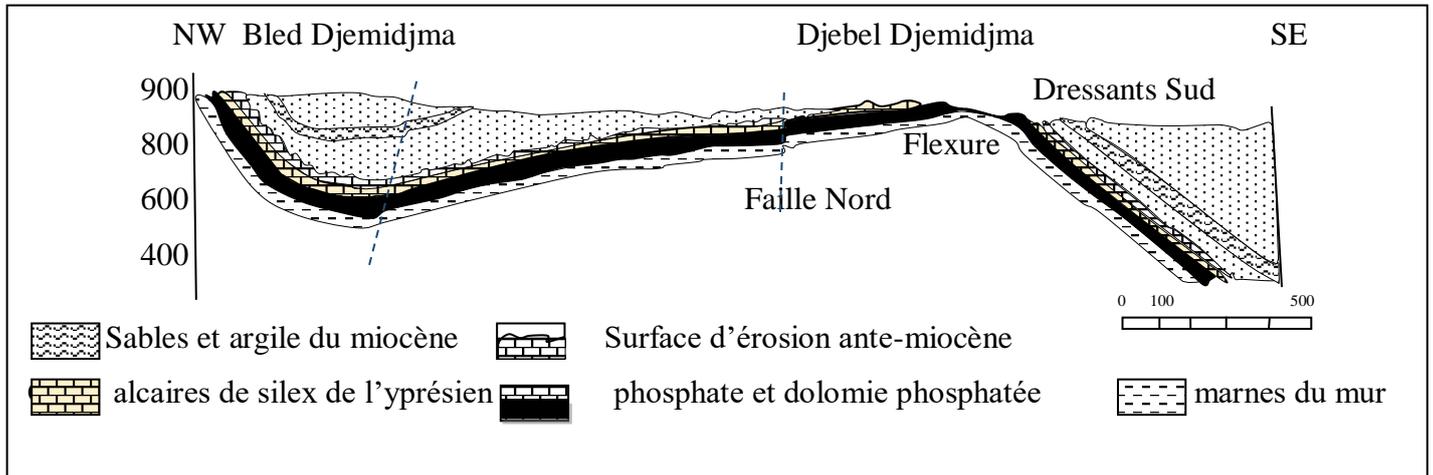


Figure 13 : coupe NW SE a travers l'anticlinal de Djemidjma et le Synclinal du Bled Djemidjma.

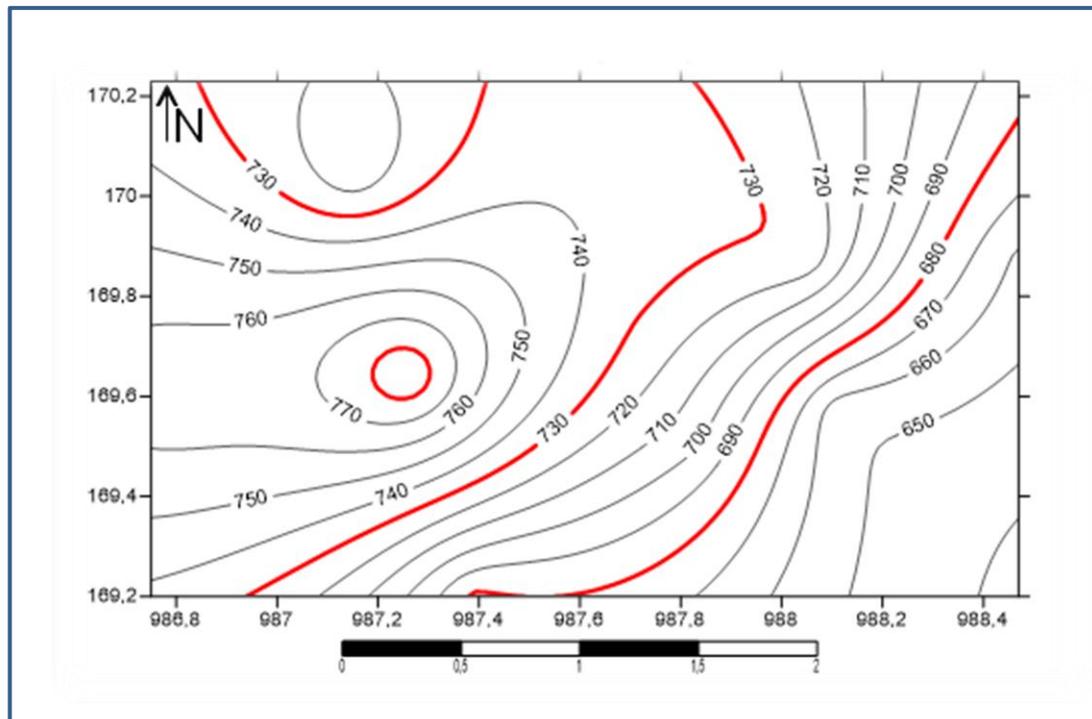


Figure 14 : Carte isopaquede profondeur du toit du faisceau phosphaté.

B) TECTONIQUE :**1) TECTONIQUE Plicative :**

C'est déjà L.D Visse (1951) qui a constaté qu'une tectonique souple a composé au djebel Djemidjma sa structure actuelle qui paraît comme un pli en guenon, dont l'axe de ce brachyanticlinal est allongé parallèlement à l'allongement du cœur du grand anticlinal du djebel Onk ; presque d'est en ouest, permet donc une subdivision en :

✚ Périclinal oriental (partie EST) : dont son flanc nord plonge en pente douce vers le synclinal de bled Djemidjma, cependant son flanc sud ses couches plongent rapidement vers le sud, la terminaison periclinale orientale du brachyanticlinal est plus ou moins conique dont les couches acquièrent des pendages plus en plus fort vers l'EST.

✚ Périclinal occidental (partie ouest) : était caractérisé par G. RANCHIN (1963), son allure est assez régulière, le plongement des couches se fait suivant un arc de cercle avec pour rayons limites les directions WNW et S, les pendages augmentent suivant les sens trigonométriques, en directions des dressants, pour atteindre 20° à 25° au voisinage de ceux-ci. Dans la zone periclinale nord, ils sont de 8° à 10°, les valeurs les plus faibles peuvent être mesurées le long du grand axe de l'anticlinal (3° à 5°) en prolongement de la table centrale ; donc c'est l'axe du brachyanticlinal (3° à 5°) en prolongement de la table centrale ; donc c'est l'axe du brachyanticlinal qui définit une partie assez plate. (Fig. :12)

2) TECTONIQUE DISJONCTIVE (cassante) :

Une série de faibles radiales (divergeant d'un seul point), à une disposition en éventail, sillonnent la charnière du brachyanticlinal (fig :10)

On allant du sud vers l'est passant par le nord on distingue.

✚ **Faille sud :** il s'agit d'une série de cassures qui jalonne la charnière de l'anticlinal, elles ont affaibli le compartiment NORD et facilité les phénomènes d'érosion qui ont mis à jour les marnes du mur et la formation phosphatée principale. Cette zone faillée est bien marquée dès le paysage par une falaise assez abrupte, donc le contact entre les dressants et le flanc nord est assuré par une succession de failles qui se relayent l'une à l'autre.

En effet, elles sont parallèles à la charnière sur une certaine distance, puis obliques vers le SUD-OUEST, ce qui les amène à traverser tout ou partie de l'anticlinal suivant des directions

diagonales, à l'ouest le compartiment nord est effondré d'une dizaine de mètres par rapport au dressants. Après avoir oblique, les failles disparaissent très rapidement. Dans la partie centrale, la faille de la charnière se suit difficilement dans les marnes du mur, il semble que le rejet soit assez faible, la zone principale de cassures s'est fait déplacée de 150 mètres vers le nord.

Le rejet maximal qu'on peut constater dans la partie orientale qu'on peut constater dans la partie orientale est de 28m, vers l'ouest il se diminue et à l'extrémité ouest disparaît, c'est la terminaison des dressants. La tectonique de la faille sud est compliquée par l'existence de quelques failles satellites embranchant de la faille principale.

i) Faille visse :

D'après L.D visse c'était la cassure principale qui séparait le gisement en deux flancs : septentrional (table) et méridional (dressant) ; en d'autre terme le secteur faille sud et le secteur faille nord effondré par rapport au premier par un rejet maximum de 28 mètres, c'est une faille orientée N90°E à N110°E, normale fortement pente vers le nord (de 75°), accompagnée de plusieurs fractures sub-verticales, parallèles, allongée.

N125°E, de 3Cms de largeurs et espacées de 80cum à remplissage de gypse fibreux. Ces fractures recoupent une génération antérieure de fractures sub verticales, N165°E. également à remplissage gypseux. Ces failles transverses par rapport à l'allongement de l'anticlinal de djemidjma, seraient antérieures au dépôt du miocène sableux.

+ Faille centrale ou faille nord :

Elle est longue de 1050 mètres en direction N115°E à 125°E (reconnue par G. RANCHIN 1963) et, il a estimé son rejet de l'ordre de 7 mètres et l'existence d'une autre qui déplace les couches de deux mètres dans le même sens (l'effondrement du compartiment NE).

+ Faille Est :

A été mise évidence par les exploitants, c'est une faille inverse. Conforme. A pendage très accentué (70°-80°), elle détermine suivant une direction diagonale N160°e, l'effondrement de la partie Nord-est du flanc septentrional est de la majeure partie du periclinal oriental. Le rejet est d'une trentaine de mètres près de l'oud Djemidjma, il diminue progressivement vers le Sud-Est pour s'annuler à quelques 200m à l'extrémité periclinale.

Sur la moitié NW de son trajet, elle met en contact les assises calcaires de la base de l'yprésien avec les sables miocènes, qui ont été épargne par l'érosion dans la zone effondrée. Dans celle-ci, il s'ensuit une augmentation considérable des recouvrements. Les calcaires

yprésiens à nodules de silex noirs réapparaissent au sud-est, dans le compartiment effondré, par suite de la diminution du rejet.

Faille Extrême Est :

Egalement a été mise en évidence par les exploitants. Cette faille se trouve à la bordure orientale du chantier, elle se dirige en direction N160°E, donc elle recoupe suivant une direction presque orthogonale le periclinal oriental ; au voisinage de son extrémité elle rejoint la faille Est en formant un nœud tectonique (fig : 10), elle est plus ancienne que la faille visse ; c'est une faille normale conforme qui détermine donc un effondrement du compartiment oriental, ou l'érosion de ce fait épargné en partie les calcaires marneux, le rejet fait approximativement 25m dans la partie septentrional, et dans la partie méridionale à peu près 27m et plus (ivan, lehotsky), plus à l'est une courbure des couches sans rejet est observé.

REMARQUE :

Puis que ces failles sont d'âge anté-Miocène, et comme la partie orientale du brachyanticlinal est ennoyée sous les sables miocènes l'existence de ces séries de faille est fort probable.

II) ETUDE GITOLOGIQUE DE DJEMIDJEMA EST :

A) APERCU SUR DJEMIDJEMA EST :

Les gisements de Djemidjma EST représenté par le perinclinale oriental, a été reconnu par l'EREM en 1986 et début de 1987, grâce à 11 forages carottant (fig-13), implantés à une maille de 500*600m, représentant la zone III, et se situe à l'extrême est du gisement, au-delà de la faille extrême-est, constituant aussi la poursuite du front d'exploitation orientale de la zone (I), luit par la faille extrême-est et la faille visse ; l'ensemble est d'environ 1.03Km².

1) Morphologie et structure des corps mineralises :

La couche de phosphate (stratiforme) appartient au periclinal oriental du brachyanticlinal de Djemidjma s'étale dans toute la zone de Djemidjma EST, sauf 0 l'extrémité NORD-EST de la terminaison periclinale S(61) ou elle est complètement érodée par la discordance d'érosion anté-miocène, et partiellement à la partie supérieure S(62) et S(63), l'épaisseur totale du faisceau phosphaté calé entre les marnes de mix et les calcaires dolomitiques à silex du toit varie entre 15.3m à S(65) et 39m S(70),

Cependant la couche de phospharénite exploitable (sans phosphate dolomitique sus-jacent) est hétérogène à l'échelle du gisement de Djemidjma est, en effet elle varie entre 8.3m. S (65). Et 31.8m- S (62). Si l'on exclut les faibles épaisseurs des sondages, S (67) qui est 16.5m et S (65) de 8.3m l'épaisseur moyenne de la couche productive dans les autres pendages est d'environ 27.5m, correspond à celle observée sur les fronts d'exploitation de la zone (I).

Cette couche unique (nettement stratifiée) sans niveau intercalaire stérile, (mis à part localement des niveaux dolomitiques dans la partie mi diane de couche), témoigne-la mis en place de dépôt successif de grains de phosphate, sur de très grandes distances (vannage des grains), en pleine phase transgressive induit par une prodigieuse sédimentation.

2) Morphologie du recouvrement stérile supra couche de phosphate :

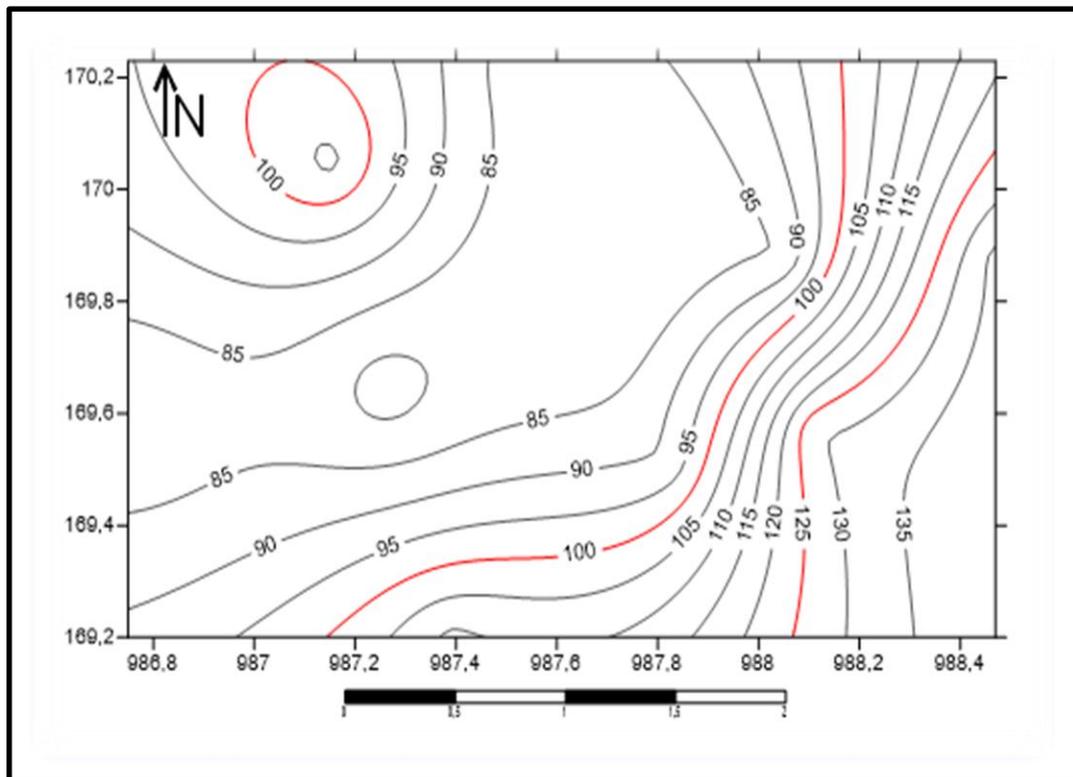


Figure 15 : carte isopaque d'épaisseur total du recouvrement stérile.

Le couche de phosphate productive est calée entre les marnes noires du mur de faibles épaisseurs (2à2.6m), et la dolomie phosphatée sommitale, représentée dans toute la zone de Djemidjma EST, à l'exception de l'extrémité Nord Est du périclinal ou elle est complètement érodée (S61). La dolomie phosphatée est épaisse de 7 à 10m dans la majeure partie du gisement et pente même atteindre 13.3 et 13.6 dans les zones des sondages (S 6*) et (S 70), corrélable avec une faible épaisseur de la couche productive (respectivement 16.5 et 25.4m), si on les considère un seul ensemble de faisceau phosphaté, l'épaisseur serait donc de 15. (S 65), à 39m

(S 70), on constate que la dolomie phosphatée sommitale représente une porte proportion variant de $\frac{1}{4}$ pour S(68,64,63) à $\frac{1}{2}$ pour S(67,65). (fig 16) :

Le recouvrement stérile supra cette dolomie phosphatée comprend les calcaires dolomitiques à silex (yprésien) superposés par les sables du miocènes et sondage S(62) et S(66) 5au flanc nord du periclinal) ou la discordance ante-miocène érode complètement les calcaire yprésiens, la partie supérieure de la dolomie phosphatée, directement en contact avec les sables miocènes, et est probablement érodée sur environ 3à4m d'épaisseur. (Fig.16 et 17) les calcaires dolomitiques à silex ont une épaisseur assez contente. De 20 à 25mdans la majeure partie du gâte le calme en 40m S (64), augmente pour atteindre 50;

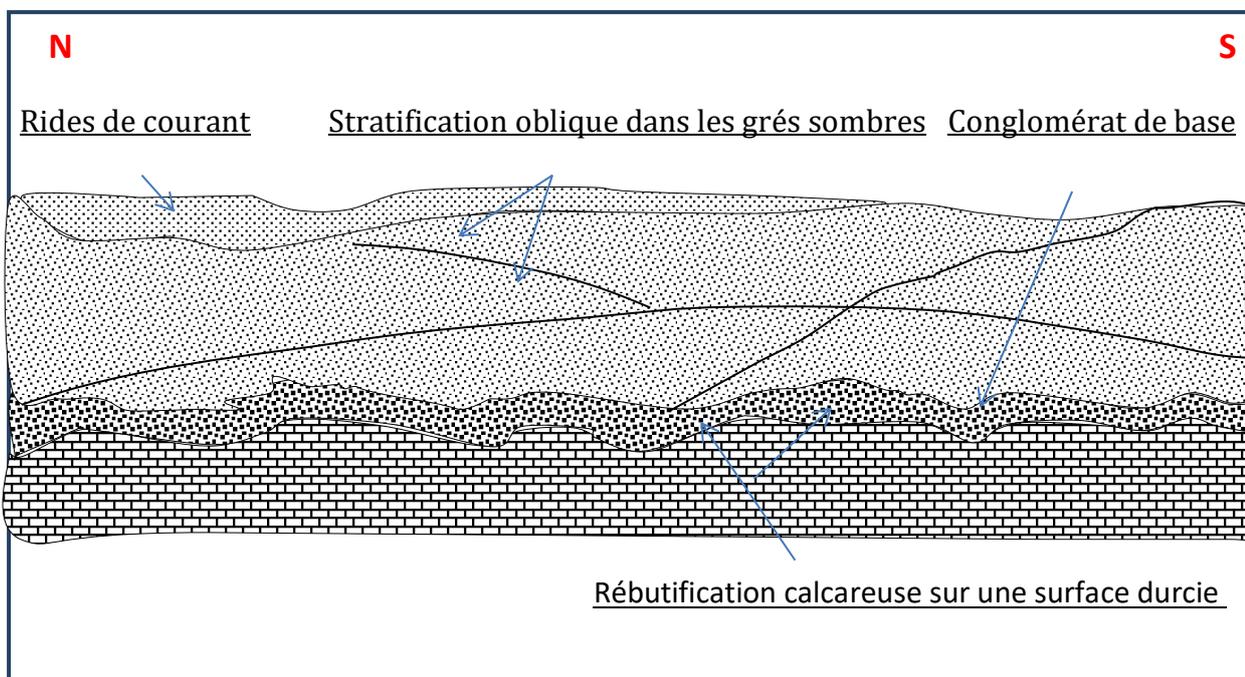


Fig. 16 : Schéma de la discordance stratigraphique de l'yprésien odoré au Miocène transgressif.

I) ETUDE DE LA MINERALEISATION PHOSPHATEE :

A) Caractéristiques pétrographiques et minéralogiques générales des minerais de la couche principale de phosphate :

Les minerais de djemidjma EST sont des phosphates en grains sableux (pseudoolithes et pellets), souvent à support organique (diatomées et radiolaires, principalement) dont la granulométrie appartient le plus souvent à la classe des arénites (grains inférieurs à 2mm), plus rarement à celle des celle des rudistes (grains supérieurs à 2mm), Ces deux types de facies pourcent être qualifiés respectivement de phospharénites et phospharenorudites.

Les facies sont homogènes, à grain fins (200 à 300 μ m) ont bien hétérogènes, avec grain fins et grossiers (jusqu'à 2à3 mm) ; ils sont pulvérulents à bien lithifiés ; et le ciment peut être argileux, calcitique ou dolomitique. Mis à part les grains de phosphate, les autres éléments figurés sont rares (grain de quartz et glauconie, essentiellement) notons l'importance des diatomées et des radiolaires dans l'élaborations des pseudoolithes phosphatés, alors que d'autre type de micro-organismes semblent absents, signalons également que certains pseudoolithes ont une origine algair (oncolithes et cubiculaires phosphatés).

L'apatite de ces phosphates est une carbonate-fluor apatite ; en plus c'est une francolithe fortement substituée, avec remplacement des ions PO_4^{3-} par des ions CO_3^{2-} et SO_4^{2-} de l'ordre de 26%. (Apatite : $Ca_{10}(PO_4)_2(F, CL)_2$).

En outre, une surface spécifique est une porosité importante 20m²/g et 15% environ) caractérisant les particules phosphatées.

En prévision d'un enrichissement par flottation, trois fractions granulométriques ont distingué :1) une fraction dite grenus (-500+200 μ m).2) une fraction dite fine (-200 +50 μ m).et 3) des schlamms (-50m). Avon exploitable, représentant respectivement 27.5 ,63.10 et 9.4%, en récupération P2O5 par rapport au tout-venant (Larouci-1988).

Les facies phosphatés ont une couleur généralement beige à brune, mais peuvent être gris foncé à noir à la base de la couche.

Ces teintes sombres et l'existence de composés organiques, attestant que la couche n'a pas subi d'altération météorique importante et qu'elle a été protégée des phénomènes d'oxydation.

Ces phosphates noirs renferment des imprégnation hydrocarburées exemple pour le phosphate clair. Beige marron ; les trois composants principaux constante le tout-venant, des particules de phosphate apatitique (82%), une exo gangue carbonatée dolomitique 11.5% et n'exo gangue argilo siliceuse 5 à 6%. (M. Larouci1988).

Deux principaux types de phosphate peuvent être distingués en fonction des types de grain phosphates de leur granulométrie et de la nature de ciment les unit :

- ✚ **Des phospharénites pseudo lithiques :** fines à granulométrie plus homogènes (de 75 à 250 μ m) ; dont le ciment est généralement argileux (minerais tendre, friable) mais peut aussi être carbonaté.

✚ **Des phospharénites. à phospharudites cuprolithiques :** à granulométrie plus hétérogène (de 250µm à plus de 2mm) dont le ciment est généralement dolomitique et calcitique (minerai dur, on parfois tendre et peu cimenté).

Ces deux types de minerai alternant tout au long de la couche (de 30m, environ), donc en apparence assez homogène, existent des variations de facies assez importantes, tant verticales que latérales, ainsi que des zones de dolomitisation locale qui font chuter ponctuellement la teneur du minerai.

Un facies particulier et le minerai peu oolithique gris foncé riche en matière organique, qui constitue localement la base de la couche phosphatée et représente le dépôt phosphaté originel, non oxydé, la matière organique rapporté à des hydrocarbures, serait responsable de la pigmentation des grains de phosphate.

B) Caractérisation des principaux types de facies phosphate :

1) INTRODUCTION :

Afin d'épissier une caractérisation petro-minéralogique des différents types de facies phosphatés rencontrés dans le gisement de Djemidjma Est, j'ai fait des descriptions rapides morphos-copiques, basées sur la texture de surface, la forme et l'examen a été fait à la loupe binoculaire sur des échantillons confectionnés après prélèvement à d'affleurement du front d'exploitation oriental (zone I) suivant des coupes qui m'ante semblé les plus représentatives (Nord centre et Sud).

Pour ne pas être répétitif dans descriptions des échantillons. Qui présentent souvent des caractères lithologiques assez seuil ables, je présente d'abord des (radiolaire ou diatomée).

Ces grains ont le plus souvent une couleur marronne à brun clair et mémé gris-noir due la présence de la matière organique.

✚ **Les pellets:** ont aussi les formes ovoïdes à sphérique dont les calibres varient souvent de 75µm à 2mm, de couleur beige à marron (transparent, translucide, et opaque), ont donc presque les mêmes caractères des précédents, mais sans structure interne, il est donc difficile de les distinguer des pseudoolithes sous un binoculaire pour dire un pelphospharenite.

✚ **Phosphalutites :** (schlamms) présentent un aspect beige très clair, de forme rhomboédrique, dont les dimensions sont inférieures à 63µm.

- ✚ **La glauconie(g)** : peut se présenter en grains isolés uniformes de différentes tailles (arénites et rudites) à structure tourbillonnaire de couleur verte (claire et foncé) à éclat gras ; la glauconitisation affecte parfois des coprolithes et des pseudoolithes.
- ✚ **Quartz (q)** : élément détritique se présente sous forme des grains usés et non usés appartiennent le plus souvent à la classe des arénites, de couleur blanche transparente et translucide.
- ✚ **Phospharudites coprolithique (Pr)** : sont des grains phosphatés supérieurs à 600 µm, parfois graveleuse, de forme ovoïde de couleur beige marron et gris noir, mais des fragments coprolithiques à contour anguleux pourraient exister dans le minerai grossier et moyen.

Les coprolithes ne contiennent pratiquement des débris osseux cette caractéristique incite à penser qu'ils sont les excréments d'organismes nageurs ou autre de faible profondeur.

- ✚ **Les dents de sélaciens (DS)** : souvent bien conservés, dont la mâchoire c'est de la calcite de longueur atteint parfois 3mm, les dents fragmentées sont imparfaites et de couleur blanchâtres à jaunâtres pourraient y exister.
- ✚ **Les débris osseux (Do)** : ce sont des débris allongés de petite taille 50µm, et des fragments dispersés qui ont des dimensions, atteignant parfois plus d'un millimètre de longueur souvent la structure originelle des os est bien conservée.
- ✚ **Les grain stones (dolomie-calcitique)** : plaquettes calcitiques de couleur blanche translucide occupent des plages inter granulaires la dolomite est structure meuble plus grossière microgrenue 100 à 200 µm.
- ✚ **Evaporites (gypse et anhydrite) (Ev)** : cristaux subtabulaire à grains plus grossiers de grande taille (sélénite) parfois à masse concrétionnée fibreuse, de couleur blanche à rougeâtre translucide.
- ✚ **Argilosparite (As)** : se représente en très petits cristaux (crypto cristallins), de forme rhomboédrique, presque isométrique, à éclats vitreux, de couleur blanche, jaune à marron clair.
- ✚ **Dolomitique (D)** : cette structure microcristalline est à des rhomboèdres fins, d'environ 60 à 80 µm, de couleur blanchâtre à beige jusqu'à rougeâtre.
- ✚ **Tests d'ostrea Multicostata (T.o)** : des formes remplies par du calcite et dolomite, témoignent l'existence des coquilles d'invertébrés, parfois d'une façon parfaite, mais des coquilles partiellement de truites sont observés, parfois de forme d'arc et du croissant.

2) TYPES DE FACIES PHOSPHATES :

En outre, voici des descriptions des échantillons représentatifs agglutinés et concrétionnés originellement, montrant donc la relation et les associations d différents éléments constitutifs, et par conséquent l'aspect lithologique des principaux types de facies phosphatés :

- ◆ Un minerai tendre à grain fin de couleur gris-noir de la base de la couche productive phosphate (fig.17)

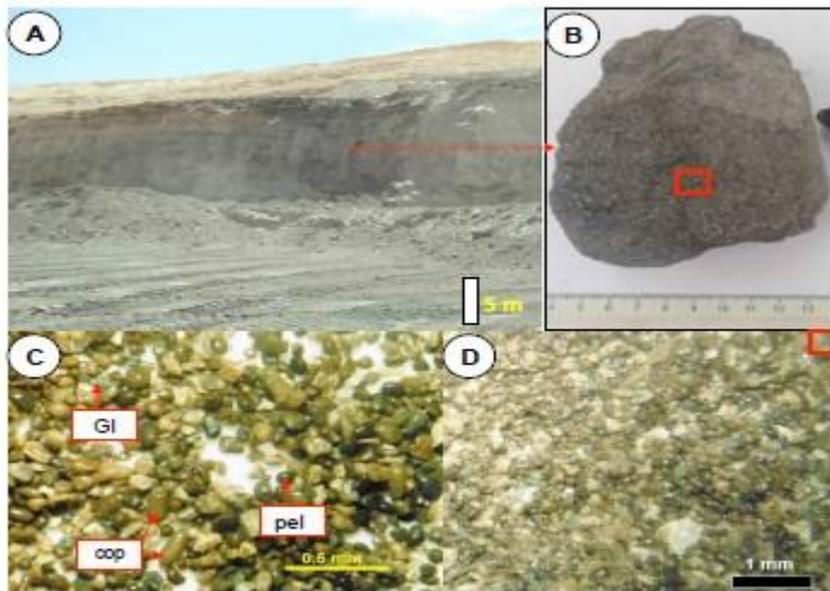


Figure 17 : phosphate tendre gris-noir à grain fins

Constitués de, phospharenites (pseudoolithes et pellets). Gris-noir homométrique bien calibrés, nombreux grains sont finement poncturés en matière organique, les grains phosphatés de ce facies sont très abondants (70 à 80%), les coprolithes et les phosphatolithe sont rares. Les grains de glauconies, de quartz appartiennent à la classe des arénites sont fréquents, les débris osseux, les dents de sélaciens et des test ostrea multicosata sont observés, l'ensemble attribuant une texture jointive à mince liserés argileux liant des grains, occupant donc les espaces inter granulaire (non colorés), associant à des petits rhomboèdres dolomitiques qui sont rares.

- ◆ Minerai, clair, brun beige, relativement dur de la partie médiane de la couche phosphatée productive à grain fin à moyen (fig.20) caractérisé par :

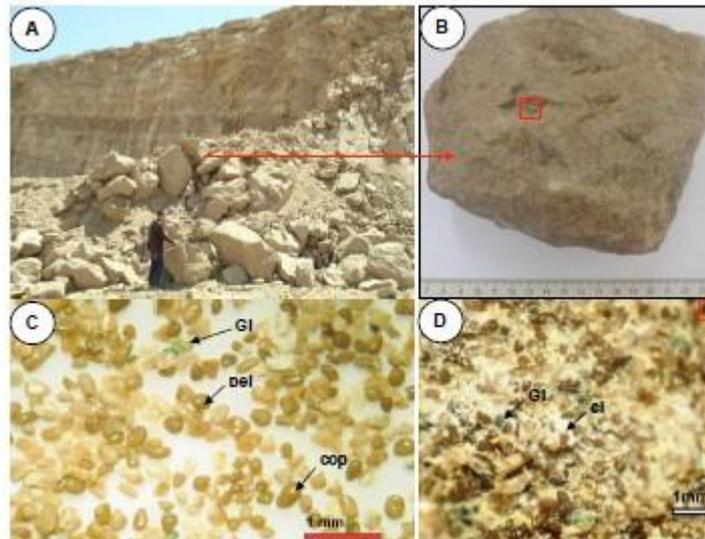


Figure 18 ; phosphate dur à grains fin moyens beige prune.

Une granulométrie hétérométrique à avec une prédominance de phosphaté (pseudoolithes et pellets) 60 à 70 % de couleur beige à brun foncé rarement gris-noir ; ponctués en matière organique, sub-jointifs à jointif ; les phosphalitures et les cuprolithiques sont rares, glauconie fréquente, présence d’une fraction de quartez désertique fin usés à anguleux, présence de gypse et anhydrite.

Très beau grain stone soulignant un ciment dolomie critique à argilo sparite plus on moins développé assurant la cohésion des grains, et une présence de plage locale calcitique et argileux irrégulièrement répartie en raison de l’espace inter granulaire restreint.

- ◆ Minerai dur à grains grossiers, brun-beige, de la partie supérieure de la couche de phosphate productive (fig.19),

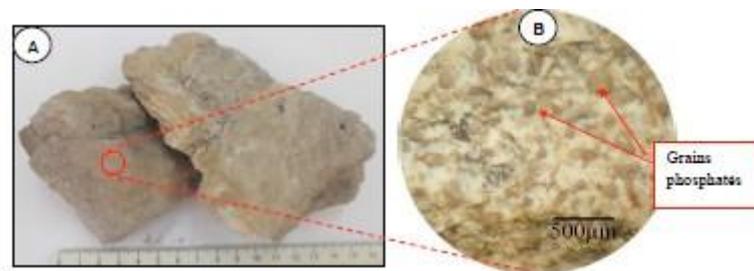


Figure 19 : phosphate dur à grains grossiers, brun-beige.

Caractérisé par :une granulométrie hétérogène, dont les grains phosphatés sont moyennement abondant (40 à 50%), grains généralement non jointifs, hétérométrique, prédominance de grains grossiers (coprolithes, de bris osseux et pellets composés), de couleur brun clair à gris-noir, altérant avec des grains fins (pellet-pseudoolithes) moins ponctués in matière organique, que

dans le facies gris noir, la glauconie de différentes tailles et du quartz détritique sont fréquents, des coquilles d'*ostrea multicostata* sont présentés, confirmant donc la richesse du facies en fossiles, des gros cristaux de gypse et d'anhydrite sont associés à des ciment dolomitique abondant, largement développe entre les grains, en grande plage irrégulièrement répartie.

Conclusion :

Les quelques observations réalisés sur des échantillons prélevés du gîte de Djemidjma Est, mettent en évidence une multitude de facies phosphaté qui se différencient en type de grains phosphatés (phospharinites) et leur degré de dominance par rapport au ciment argilitique on dolomitique occupent les espaces inter granulaires.

En général, la prédominance des facies de phospharenite est aussi bien dans la partie inférieure de la couche phosphatée sombre à grains fins, que dans la partie supérieure beige, claire, moins pigmentée en matière organique, surtout en partie sommitale à dominance de phospharudites.

3) Lithologie Et Correlations Des Sondage. Des Facies Phosphates :

La couche productive du phosphate, consiste en un faisceau unique de phospharénite et phospharenorudites sans niveau inter calcaire stérile, mis à part localement des niveaux plus dolomitiques dans la partie médiane de la couche :

Cette dernière d'épaisseur assez constante (28 à 30%) sur les fronts de tailles (Zone 1) est nettement stratifiée, témoigne la mise en place de dépôts successifs de grains de phosphate, sur de très grandes distances (vannage des grains).

On détaille plus loin la lithologie et donc les différents facies qui la compose, sur les fronts d'exploitation (F.E) de la (zone I). (Fig.22), la partie inférieure est constituée du premier facies de phospharenite (couche I) d'épaisseur environ 17m. et est chargée en matière organique, dents de sélaciens bien conservées et de quelques phospharudites à la base dont le minerai est de teinte gris-noir pour devenir un minerai plus fin beige verticalement.

Sur le F.E nord, ce facies est interrompu par un liseré (15...) mince d'argilite gris- qui ne contaminera pas vers le sud, et ne modifie pas le facies phospharenitique (même granulométrie au-dessous et au-dessus), et la pigmentation en gris-noir se revoit sud jacent de ce niveau, ce qui incite à penser, qu'il est post-phosphato genèse et n'est plus un arrêt de sédimentation.

En outre, le passage de phosphate noir en phosphate beige se fait sans modification granulométrique, mais une alternance verticale qui ne continue pas latéralement de ces deux

types de facies avec des niveaux irréguliers qui varient d'un endroit à un autre, probablement sont des critères d'oxydation irrégulière se faite avec de mécanisme plus compliqués. Au F.E centre des vides argileux sont observés, et paradoxalement au F.E.N, une intercalation d'un facies plus phospharenoredite enrobé dans un facies plus fin. En effet après un dépôt de phosphate en grains généralement bien triés et bien classés par un hydrodynamisme fort, la partie supérieur paraît litée, indique une stratification reflète la variation des conditions paleo-phosphato-genèse et donc un net changement de sédimentation et d'énergie du milieu. D'abord c'est un facies assez dur, beige de phospharudite (couche II) dont les phospharinite sont mino-ritaires d'épaisseur d'environ (2.8m) est distingué par des plus de veines dolomitiques, ce facies précédent est suivi par un facies plus phospharenuite beige à quelques phospharedites (couche III) de (4m) environ , pour devenir encore un facies à dominance en phospharudites à plages dolomitique et à test D'ostrea Multicostata (couche IV)de puissance d'environ 2m, ce facies est sur monté par un facies plus fin d'environ de (2.5m) (couche V) pour devenir plus hétérogène dans la (couche VI) d'épaisseur d'environ 1.8m qui marque une cette sédimentation avec le niveau supérieur de phospharudite et boulet dolomique plus friable à test d'ostrea multicostata silicifié, des dents de sélaciens et débris osseux (couche IIV), qui marque l'achèvement de la couche de phosphate principale, indique incontestablement au niveau de cette surface de discontinuité sédimentaire, l'existence de phénomène de remaniement et d'érosion sous-marin, ce fait est important à prendre en compte car il peut entraîner l' érosion de la parte supérieure de la couche de phosphate exploitable, ou au contraire des concentrations locales plus importante en grain phosphate.

La corrélation entre les différents logs de sondages suivant des coupes, SW-NE et NW-SW Ne permet d'observer des nouveaux facies à part les 7 couches constatées précédemment (sur les fonts d'exploitation), mais seulement à des puissances ou quelques couches peuvent s'annuler complètement, ce qui incite à pense et attribuer un caractère régional au différents ces 7 couches.

4) PHOSPHATOGENESE :

Les phosphates de Dj, Onk sont déposés dans un bassin légèrement subsident et de faible profondeur puisque les facies sont typiquement néritiques, ce bassin était limité au Nord et au Nord-Ouest par une zone de haut fond, par l'aire continentale de la Tunisie centrale à l'Est, et au Sud par une zone littorale en bordure de la plateforme saharienne, l'apogée de la phosphatogenèse a précédé immédiatement le soulèvement général de ce bassin.

Dans la région de Ain Fouris et vers l'Ouest, des mouvement oscillatoires précurseurs du fond de la mer amènent la naissance d'un haut fond qui se termine en biseau au chaînon de Négrine.

Le bassin phosphaté de Dj, Onk est en continuité avec celui de Gafsa dont il différencie cependant, par une subsidence plus marquée, ce qui explique l'accumulation énorme de phosphate.

La formation principale de dj, Djemidjma est caractérisée par des alternances de phosphate pseudoolitique et de phosphate coprolithique, ces différents facies appartiennent aux phosphates en grains dont on s'accorde généralement qu'ils sont détritiques dans leur milieu d'accumulation.

Ces alternances de phosphate de calibre différents ainsi que les passages latéraux d'un type à un autre qui sont fréquents peuvent être expliqués par les courants de distribution, dans les zones soumises à un courant très fort se disposent uniquement les nodules grossiers, les pseudoolithes sont entraînés plus loin.

Les coprolithes présentent des usures qui sont dues à un frottement, soit à un transport par les courants, l'abondance des débris organiques (débris osseux, dents de sélaciens ...), dans les couches phosphatées de dj, Djemidjma fait supposer une origine organique, immédiate des phosphates (théorie bio lithique). Seulement, il existe d'autres théories sur la genèse des phosphates mais sont assez contradictoires. Une des hypothèses les plus partagée actuellement est celle des courants ascendants (Upwelling) de (A.V. KASAKOV) qui semble la plus idéale, et développée par d'autres chercheurs. (Fig.27). (KASAKOV) constate que la teneur en P_2O_5 de l'eau de la mer croît avec la profondeur à partir du bas de la zone de photosynthèse où elle est faible, elle s'accroît jusqu'à son maximum vers 500 m de profondeur en même temps que la teneur en acide carbonique augmente, et que le Ph diminue plus profondément, la teneur en P_2O_5 diminue un peu.

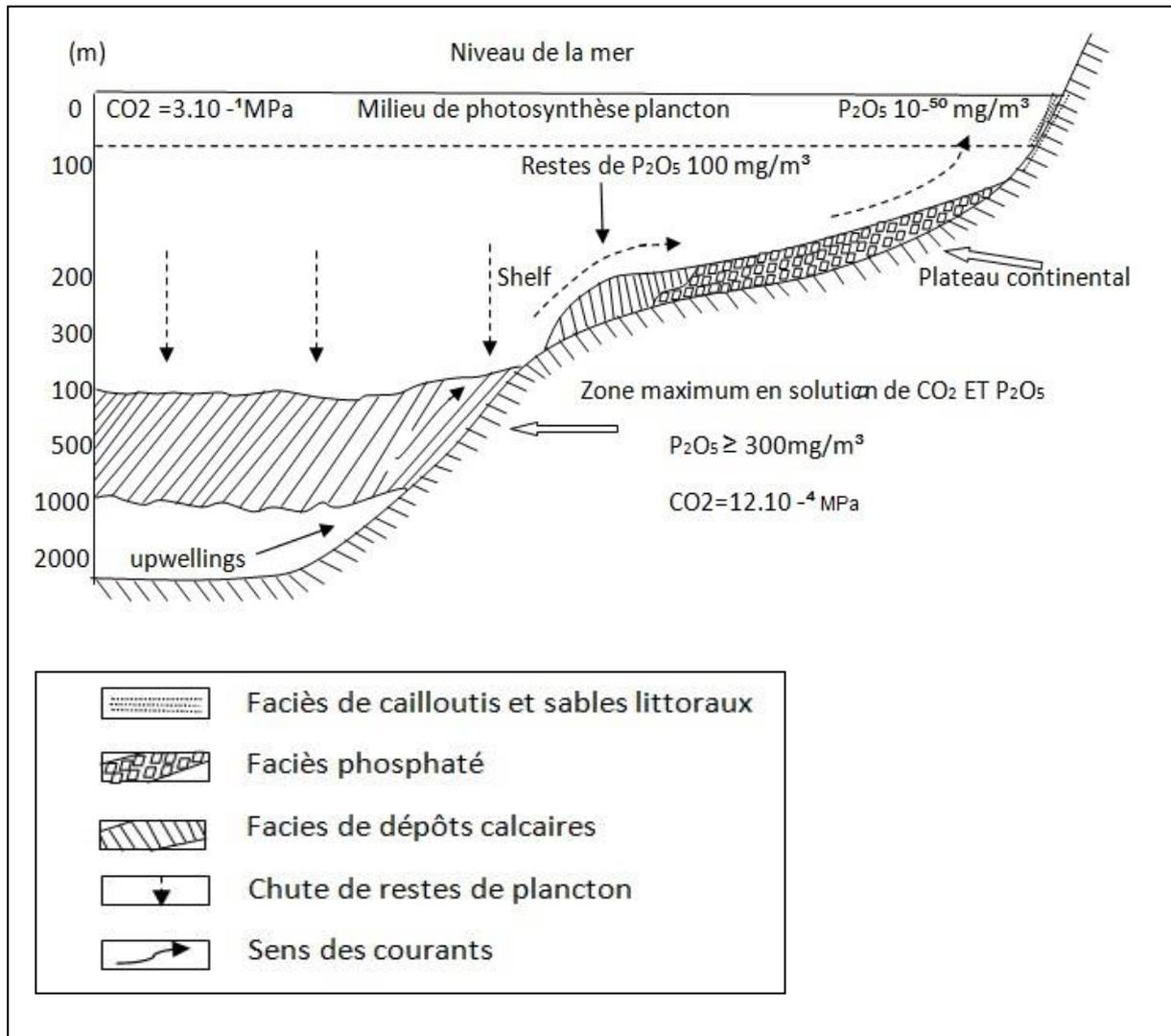


Fig 20: Schéma de phosphatogénèse: sédimentation de phosphate de l'eau marine dans la zone du plateau continental en conditions de courants de profondeur froid ascendants selon A. KAZAKOV.

D'après cette hypothèse l'apport du phosphore dans les zones des «shelf » est le résultat de l'action des courants ascendants qui remontent le phosphore et la silice dissoute des fonds océaniques. On distingue selon cette hypothèse les étapes suivantes dans la formation des phosphates.

Les eaux froides des fonds océaniques riches des ions des phosphores remontent dans la zone des eaux chaudes peu profondes du shelf grâce aux courants ascendants (Upwelling). Dans la zone du shelf, les ions de phosphore sont absorbés par les organismes. Après la mort des organismes, les composés des phosphores libres passent dans les solutions. Dans les eaux saturées chaudes peu profondes du shelf ensoleillé a eu lieu la précipitation du phosphore sous forme de P_2O_5 . D'après « KASAKOV » donc, le dépôt de phosphate s'opère sur le plateau continental entre 50m et 200m.

II) ETUDE DE DEPOTS MIOCENES :

A) LITHOLOGIE ET STRTIGRAPHIE DU MIOCENE :

Après notre étude sur terrain qui a nécessité de nombreuses bonnes observation, pour la compréhension des phénomènes, dont les critères de description sont en général, l'épaisseur, la

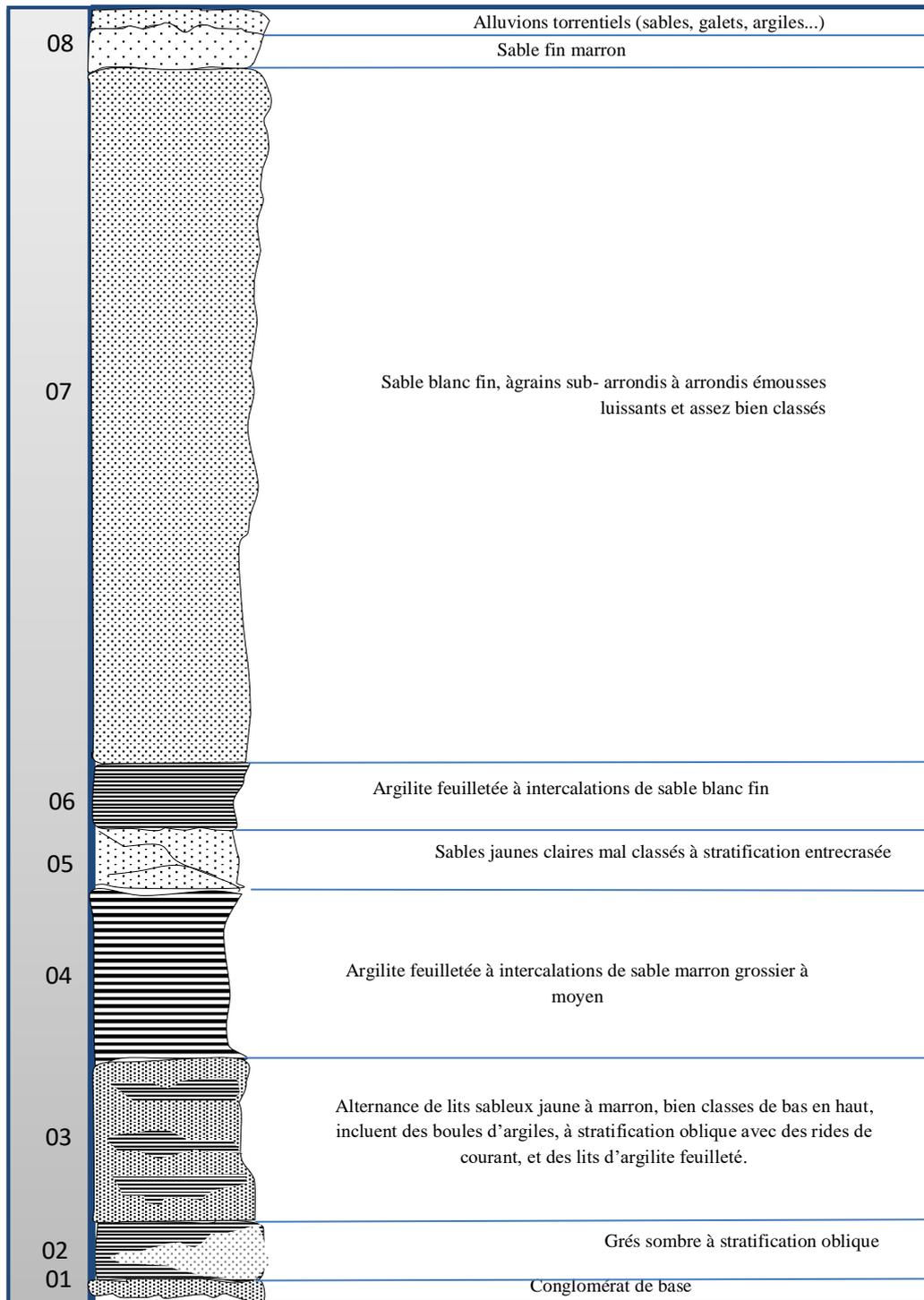


Fig21 : LOG STRATIGRAPHIQUE DU MIOCENE DE DJEMIDJEMA EST (ZONE :1)

couleur, la structure sédimentaire, la nature de la limite avec la couche sous-jacente et autre particularité.

Ces dépôts détritiques venus de la plate-forme saharienne riches en sable meubles, formés de grains de quartz de différentes tailles et de diverses couleurs, sont aussi composés de grès et d'argilites, pour mieux éclairer la lithologie on a pu établir un log stratigraphique, choisi selon sa représentativité pour les dépôts miocènes de la zone de Djemidjma Est. On y distingue de bas en haut : (fig.28)

Conglomerats de base :

- ✚ **Grès sombre** : ce dépôt détritique du matériau grossier, dont les éléments quartzeux sont sub-arrondis, presque de même taille de 2 à 3mm, cimentés par des grains fins, d'argilite, d'oxyde de fer, l'ensemble a une couleur marron, rouge et gris, donnant naissance à des grès sombres, à aspect en stratification oblique dont la puissance de 80cm à 1.80m.
- ✚ **Alternance de lits sableux et d'argilite** : Des sables jaunes à marron dont les tailles de grains diminuent vers le sommet signifiant un granoclassement vertical, incluant des boules d'argiles (et des roses de sables), donc bien roulés et réniformes de taille de 5 à 8 cm environ, ces lits sableux se présentent en stratification oblique, montrant parfois des ondulations, qui représentent des rides de courants et pale ravinement, alternants avec des lits d'argiles gris-verdâtre, rouge et marron, qui présentent les bases régulières et brutales des lits sableux, donc les séparent, indique un changement d'énergie du milieu.

Le lessivage des argiles peut être l'origine des oxydes de fer. Responsable de teintes jaunes à marron des grains sableux, sans oublier l'existence de la matière organique, d'épaisseur totale est d'environ 6 à 8 mètres.

- ✚ **Argilites à intercalation des sables marrons** : les sédiments deviennent argileux par la suite indiquent une diminution de l'énergie du milieu, ces banes d'argilite bariolées (gris, verdâtre, rouge, jaune, marron) d'aspect feuilleté à très minces intercalations de sable marron dont le plus remarquable est de 30 cm, ces niveaux à grains moyen à grossiers est influencé par le lessivage des argilites, l'ensemble de ces sédiments est de 6m environ de puissance.

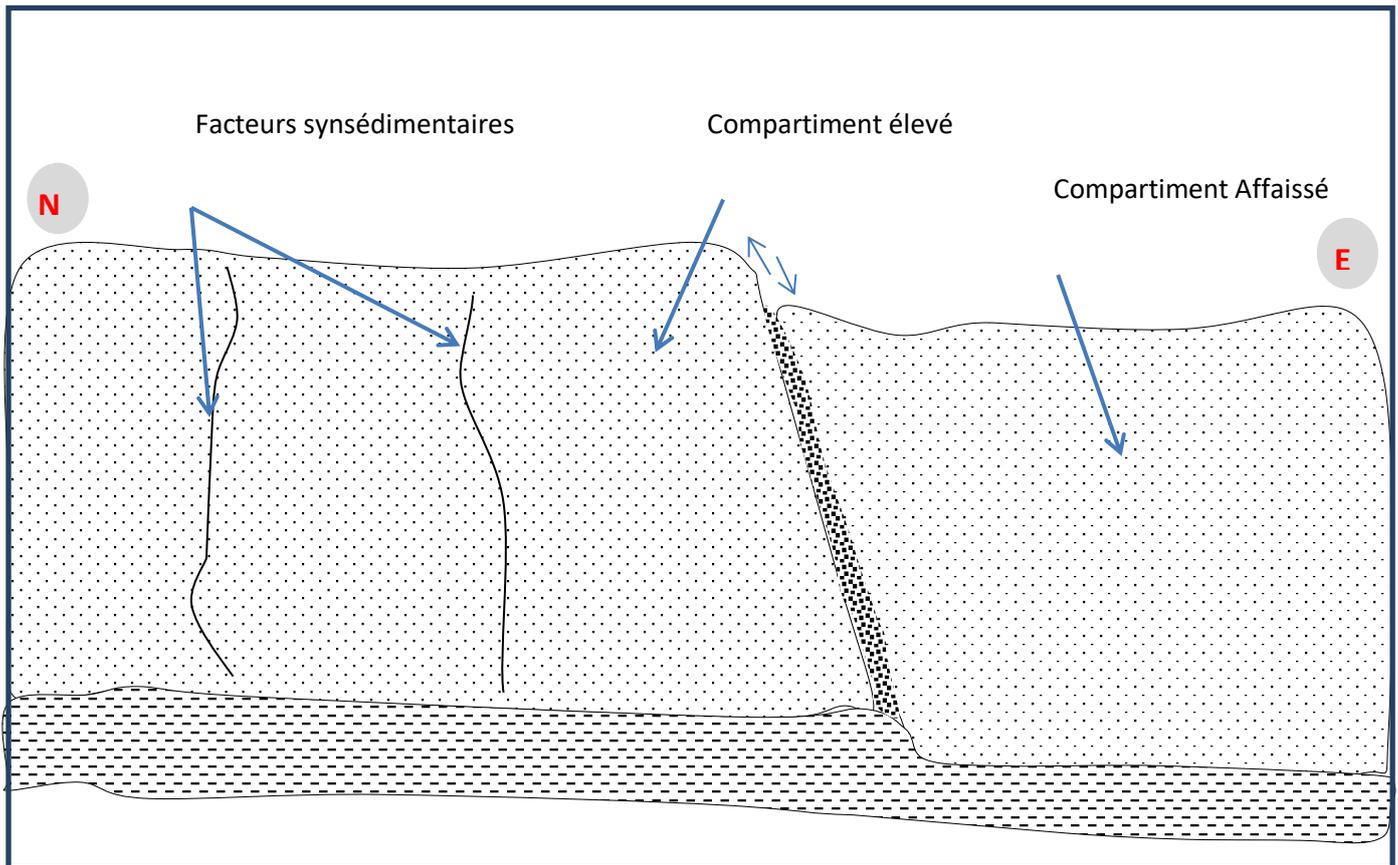


Fig. 22 : Schéma d'une faille normal dans les sables jaunes du Miocène

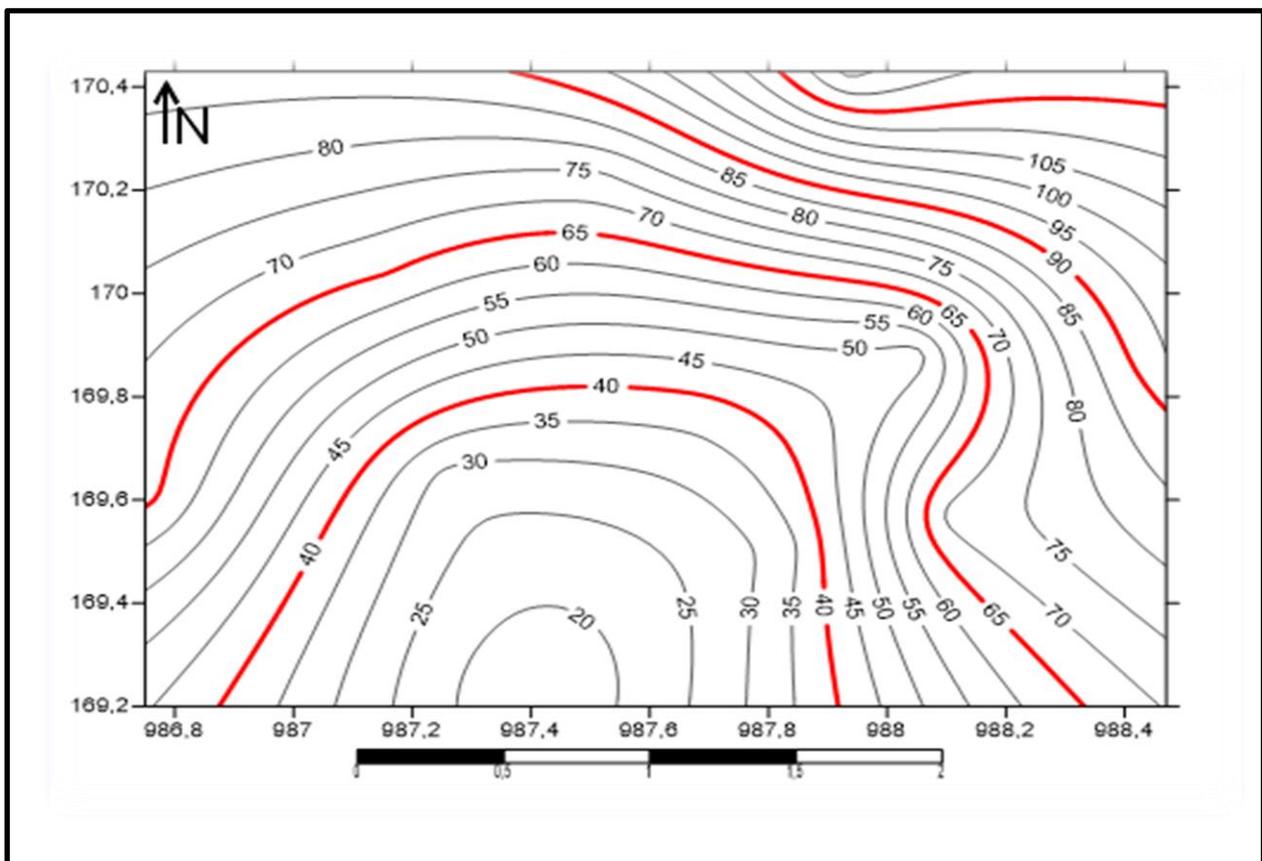
- ✚ **Sables jaunes :** les lits sableux sont en stratification enter croisée dont les grains sont essentiellement fins et mal classé, indiquant donc une énergie faible, de couleur jaune clair, l'épaisseur totale est de l'ordre de 2.3m environ.(figure28).
- ✚ **Argilite feuilletée à sable fin :** la base de ce banc d'argilite est irrégulière (sommet de sable jaunes sus-jacents) dont l'ensemble à un espace feuilleté de couleur (jaune, marron, vert, rouge) à intercalation de sable blanc fin, avec un épaisseur est de l'ordre de 2m environ.
- ✚ **Sable blanc fin :** sable presque purement quartzeux, ce qui attribue une texture cristalline à ce type de facies de puissance de 25m d'environ sans intercalation d'argilites ont d'autres impuretés calcarifères.
- ✚ **Sable fin marron :** ces sables marron fin marque la fin du miocène rarement induré de 1.5m des épaisseurs à surface irrégulière durcie (degrés) en plan sont des cavités, superposés par des alluvions torrentiels (sale, galets, argilites...) du quaternaire.

B) Aperçu sur la tectonique et la structure géologique des dépôts miocène :

Sur les fronts de taille des dépôts méciènes sédimentaires détritique, on remarque des fissures et des diaclases syn. Sédimentaire (intra couche ne dépassant pas la lutte du bane) notamment

effecteur les couches sableuses. La tectonique cassante est aussi confirmée par des failles normales, effondrant vers l'Est (dans la couche des sables jaunes) dont le rejet vertical est de l'ordre de 50cm.

La structure de l'ensemble du dépôt miocènes confirme l'aspect du brachyanticlinal, ou on remarque des biseautages stratigraphiques vers l'apex, cependant la carte iso paque des sables miocènes (fig. :23) indique une diminution des épaisseurs du sud vers le nord.



CHAPITRE IV :
ÉTUDE GÉOCHIMIQUE.

CHAPITRE IV:

ETUDE GEOCHIMIQUE DE LA COUCHE PHOSPHATEE:

I) Composition Chimique Et Répartition Spatiale:

D'après le tableau:2 (Annexe) de la composition chimique moyenne de la couche de phosphate dans chacun des sondages; on remarque que:

- ◆ Les moyennes des teneurs en P_2O_5 sont assez constantes sur toute l'étendue du gisement et oscillent entre 24.30 % (S-63) et 26.21 % (S-67), et une teneur moyenne de toute la zone de Djemidjma Est de 25.18% environ.

L'étude de la carte des iso-teneurs de en P_2O_5 du gisement (fig24) montre que les iso valeurs forment une structure ovale avec un grand axe N-S dans la partie orientale et correspond au minerai riche avec une valeur maximale de 26.21 % dans l'épicentre au niveau du sondage S67.

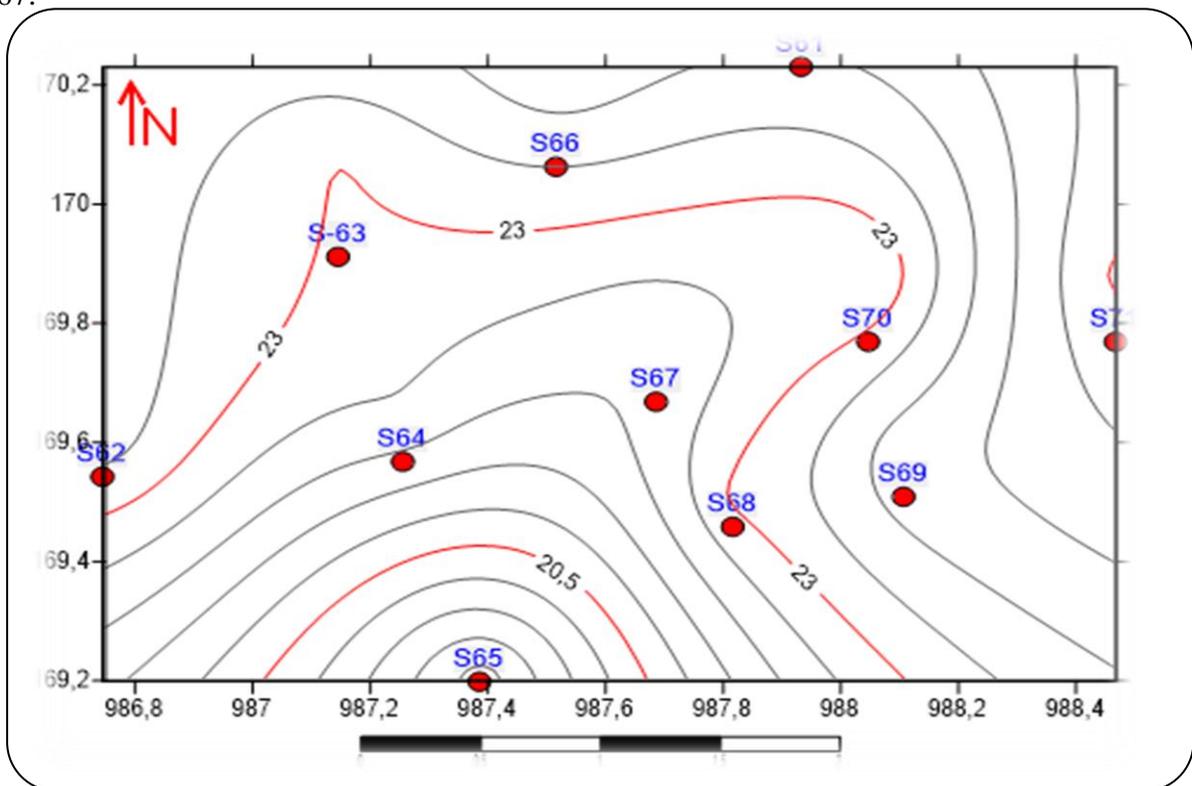


Figure 24 :Carte Des Iso Teneurs De P_2O_5 .

Une diminution progressive des valeurs en P_2O_5 s'observe en allant aussi vers l'Ouest (vers le sondage S-62) que vers l'extrême Est (vers le sondage S-70) avec des valeurs respectivement de 24.34 % et 25.28 %.

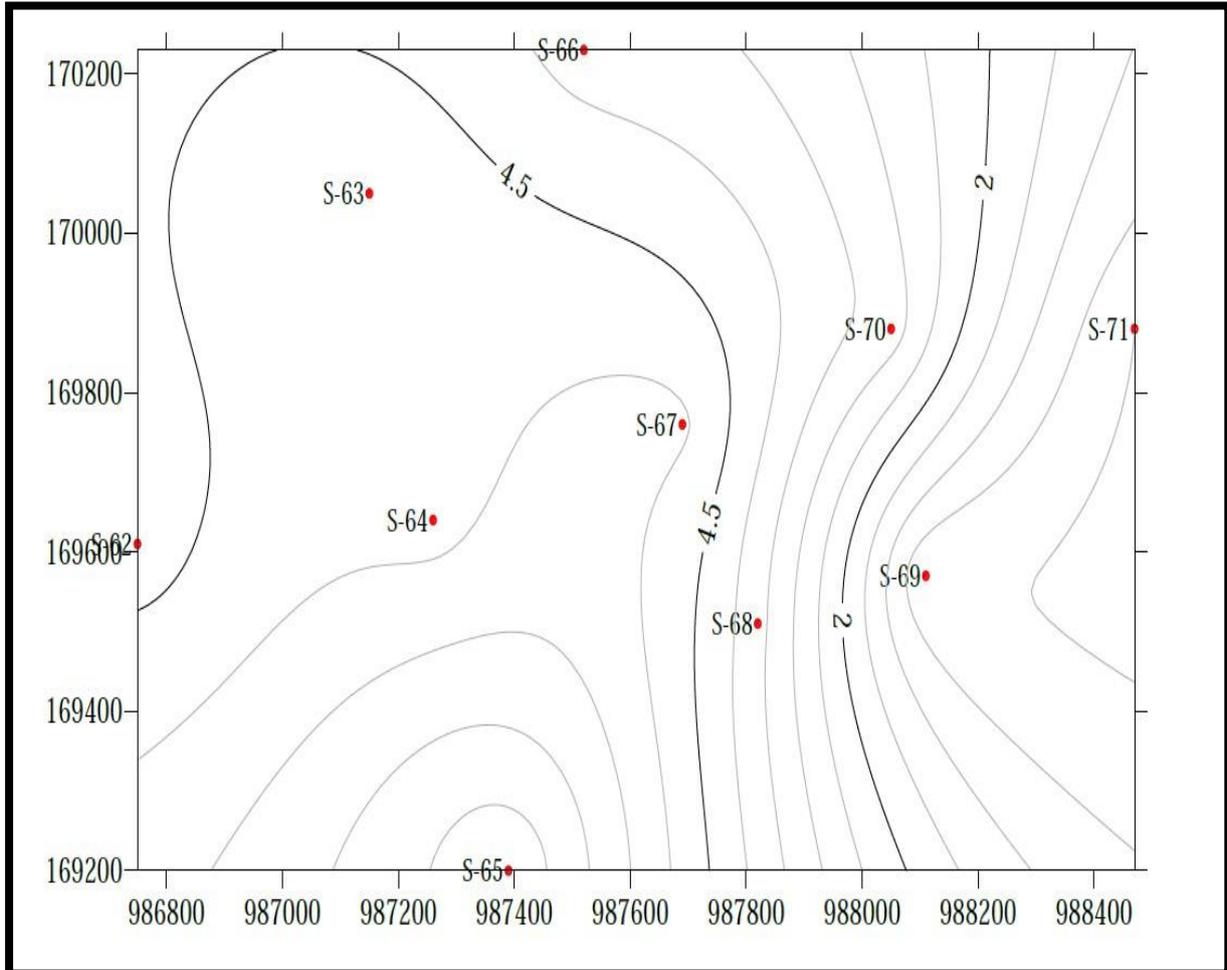


Figure 25 : Carte Des Iso Teneurs De MgO

- ◆ Les teneurs moyennes en MgO oscillent entre 2.32 % (S-70) et 4.20%(S-63); avec une teneur moyenne de 3.25 %; indiquant un ciment dolomitique moins développé (Tab-2). La carte des iso-teneurs en MgO illustrant cette diminution longitudinalement d'Est vers l'Ouest.(fig31).
- ◆ Les valeurs de CaO varient dans un faible intervalle entre 44.19 % dans le sondage S-70, localisé dans la partie extrême orientale du gisement et 46.54 % recoupée au niveau du sondage S-67, localisé dans l'épicentre de la structure ovale qui lui contigüe. La partie occidentale du gisement se caractérise par une teneur minimale de 44 % dans le sondage S-63, quel est l'épicentre d'une structure concentrique, dont les teneurs s'augmentent dans toute les directions (vers S-62, S-65, S-67 et S-66).(fig:32).

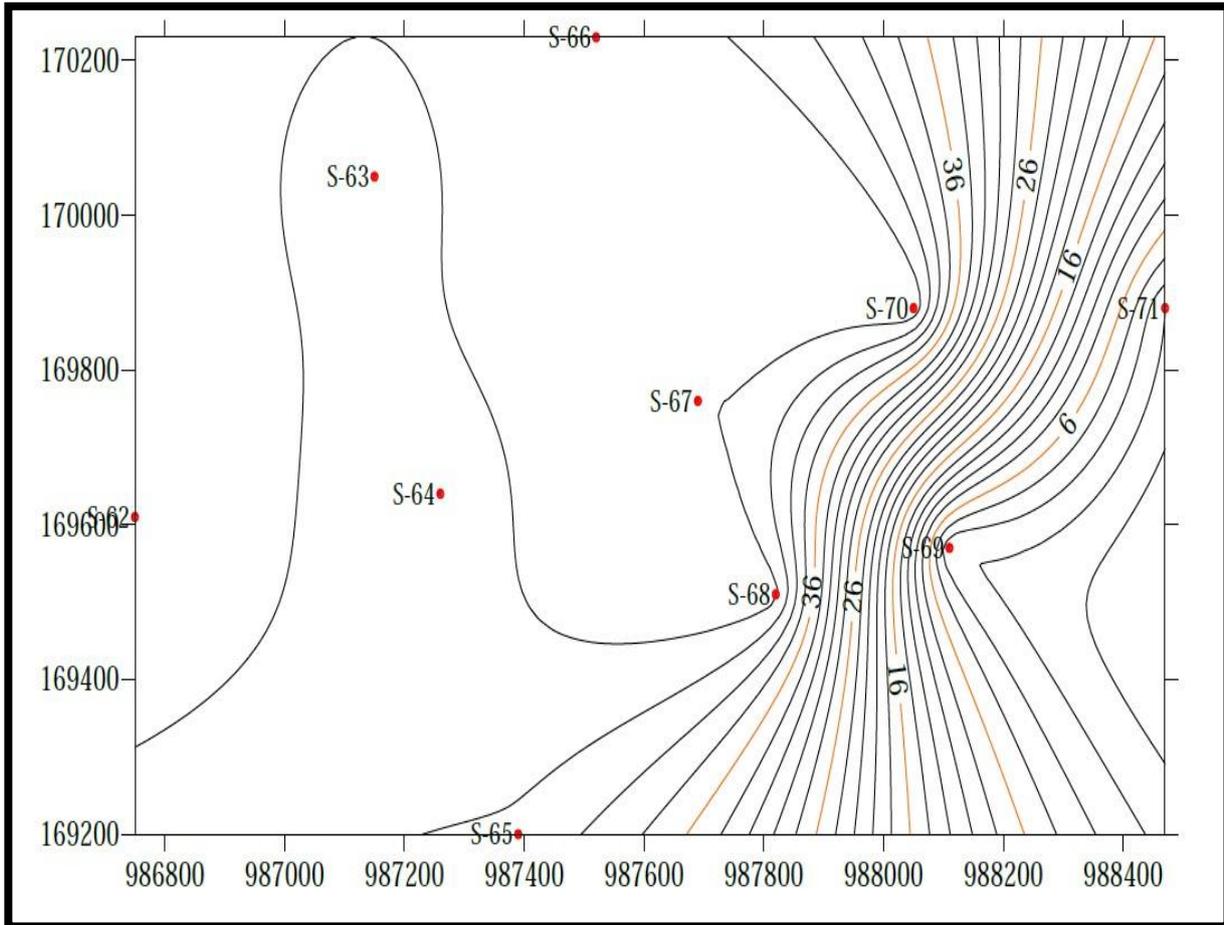


Figure 26 : Carte Des Iso Teneurs De CaO

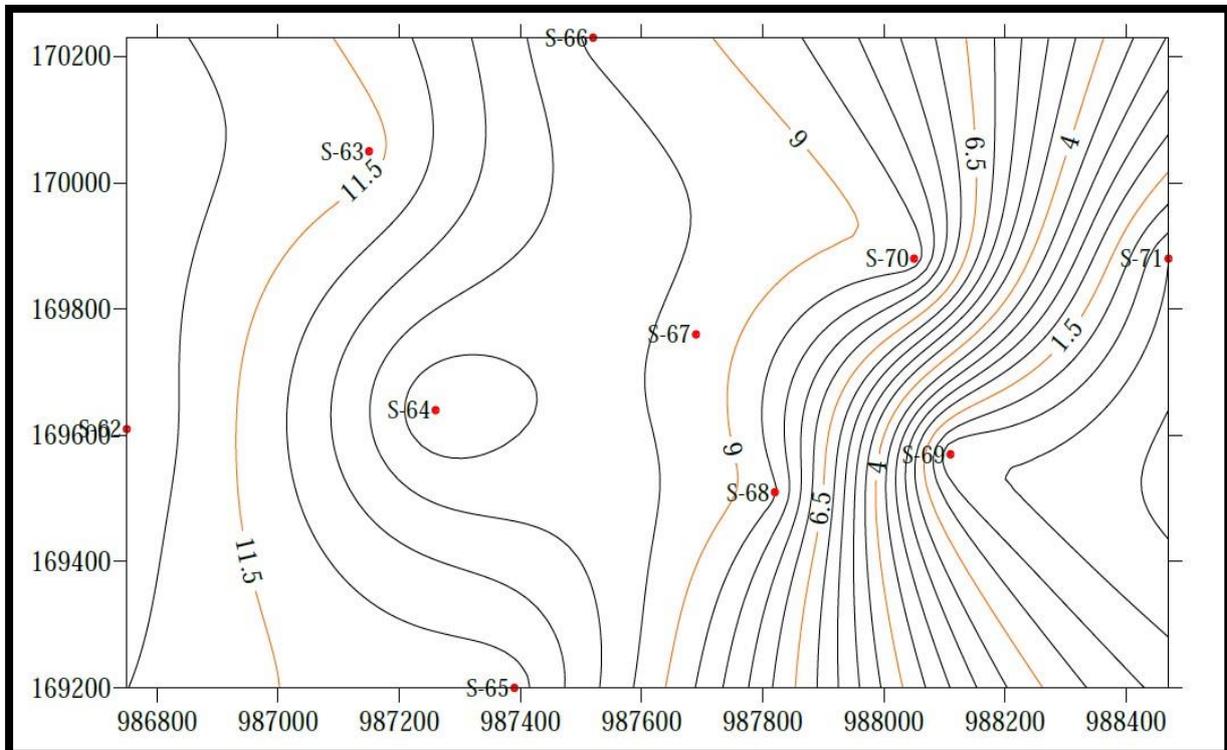


Figure 27 : Carte Des Iso Teneurs De CO₂

Les teneurs moyennes en CO_2 varient de 12.4 % (S-62) et 8.63 % (S-68); signifiant une présence relativement élevée de la matière organique. La carte des iso-teneurs de CO_2 (fig:33) illustre cette diminution d'Ouest en Est, à l'exception du légère augmentation de S-64 à S-67.

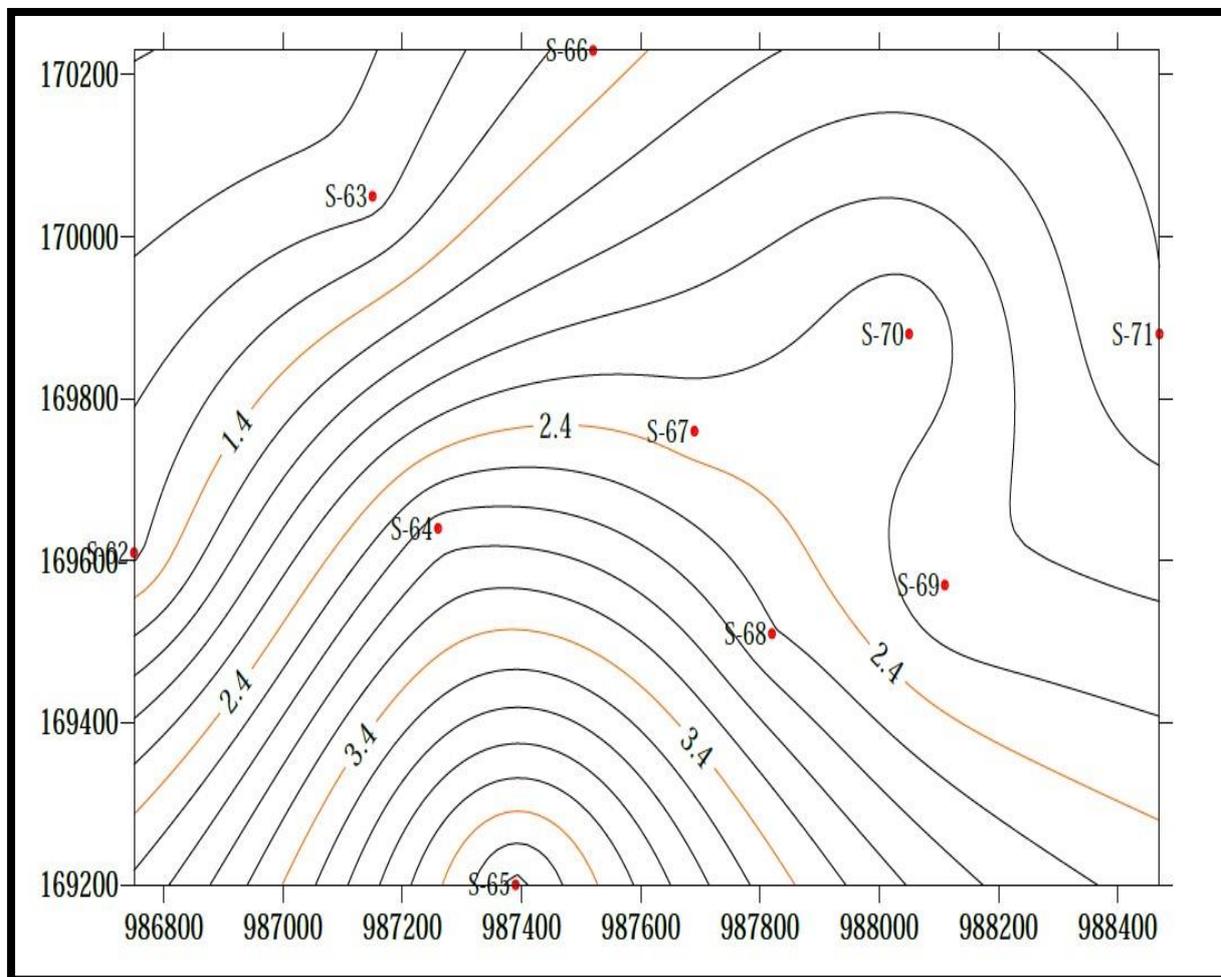


Figure 28 : Carte Des Iso Teneurs De SiO_2

- ◆ Les teneurs moyennes en SiO_2 sont relativement faibles, et varient de 0.83% (S-63) pour atteindre 22.2 % au niveau du sondage S-64. La carte des iso-teneurs en SiO_2 (fig:34) indique une diminution du Sud vers le Nord du gisement; la variation est plus accentuée entre les sondages S-63 et S-64.

II) Variation Verticale Chimique:

A) Les Analyses Effectuées Le Long Des Carottes De Sondage:

S-64 et S-70 (tab-4 et 5(annexes)) permettent une bonne connaissance de la composition chimique de l'ensemble de la couche productive (tab:06-annexe) de Djemidjma Est, et de ses variations verticales (courbes 35 et 36).

- ✚ **Pour S-64:** sur une épaisseur de 28.5m, 28 analyses y ont été effectuées: on a constaté (fig:29)..

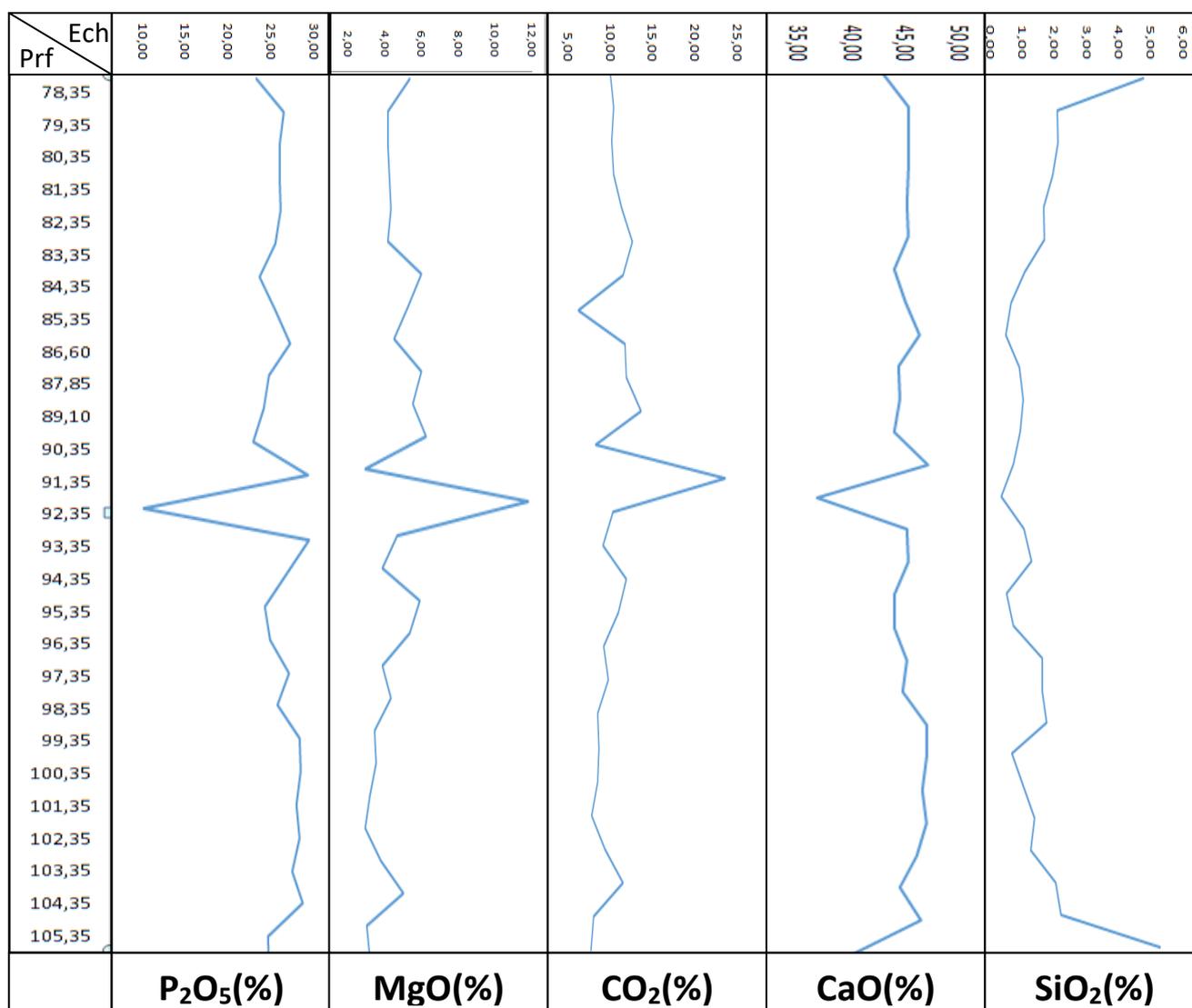


Fig 29:composition chimique de la couche de phosphate dans (S-64).

- ✓ Les teneurs en P₂O₅ oscillent entre 28.50 et 22.70 % (à l'exception de 10.3%), dont la teneur moyenne est de 24.84 % indiquant une très faible variation verticale.
- ✓ Les teneurs en MgO oscillent entre 5.13 % et 1.52 % (à l'exception de 11.2), avec une teneur moyenne de 3.41 %, ces variations sont corrélées négativement avec les teneurs en P₂O₅.
- ✓ Les teneurs en Co₂ oscillent entre 12.74 et 5.42 (à l'exception de 25.20 %) avec une teneur moyenne de 9.01%. Cette variation des teneurs en Co₂ est presque parallèle à l'allure de MgO, contrairement donc à celle observée pour les P₂O₅.
- ✓ Les teneurs en CaO oscillent entre 46.70 % et 42.5 % (à l'exception de 36.43 %); avec une teneur moyenne de 44.39 %. On constate que la courbe prend presque la même

allure que celle de P₂O₅, et donc les teneurs de CaO sont corrélées négativement au teneurs en MgO et Co₂.

- ✓ Les teneurs en SiO₂ varient de 6.10 à 5.51 %, on remarque une diminution de SiO₂ vers la partie médiane de la couche et qu'il augmente par la suite jusqu'au mur, dont la teneur moyenne est de 2.23 %.

REMARQUE GENERALE:

Des valeurs exceptionnelles (maximale ou minimale) en composantes principales (P₂O₅, MgO, Co₂, CaO, SiO₂) s'observent toujours à la profondeur de 92.35 m et qui correspondent au centre de la couche de phosphate.

Cette exception des valeurs devrait être vérifiée sur le double des carottes si elles existent toujours. Car s'il en est ainsi ce point marque un phénomène dans les conditions de sédimentation, qu'il faudrait essayer de le trouver. Si non nous pensons que c'est probablement due à la qualité de l'échantillonnage (salissure avec le schlamm). En tout état de cause c'est un point à vérifier.

✚ **Pour le S-70:** sur une épaisseur de 25.4 ; 23 analyses y ont été effectuées (fig:36), on a constaté:

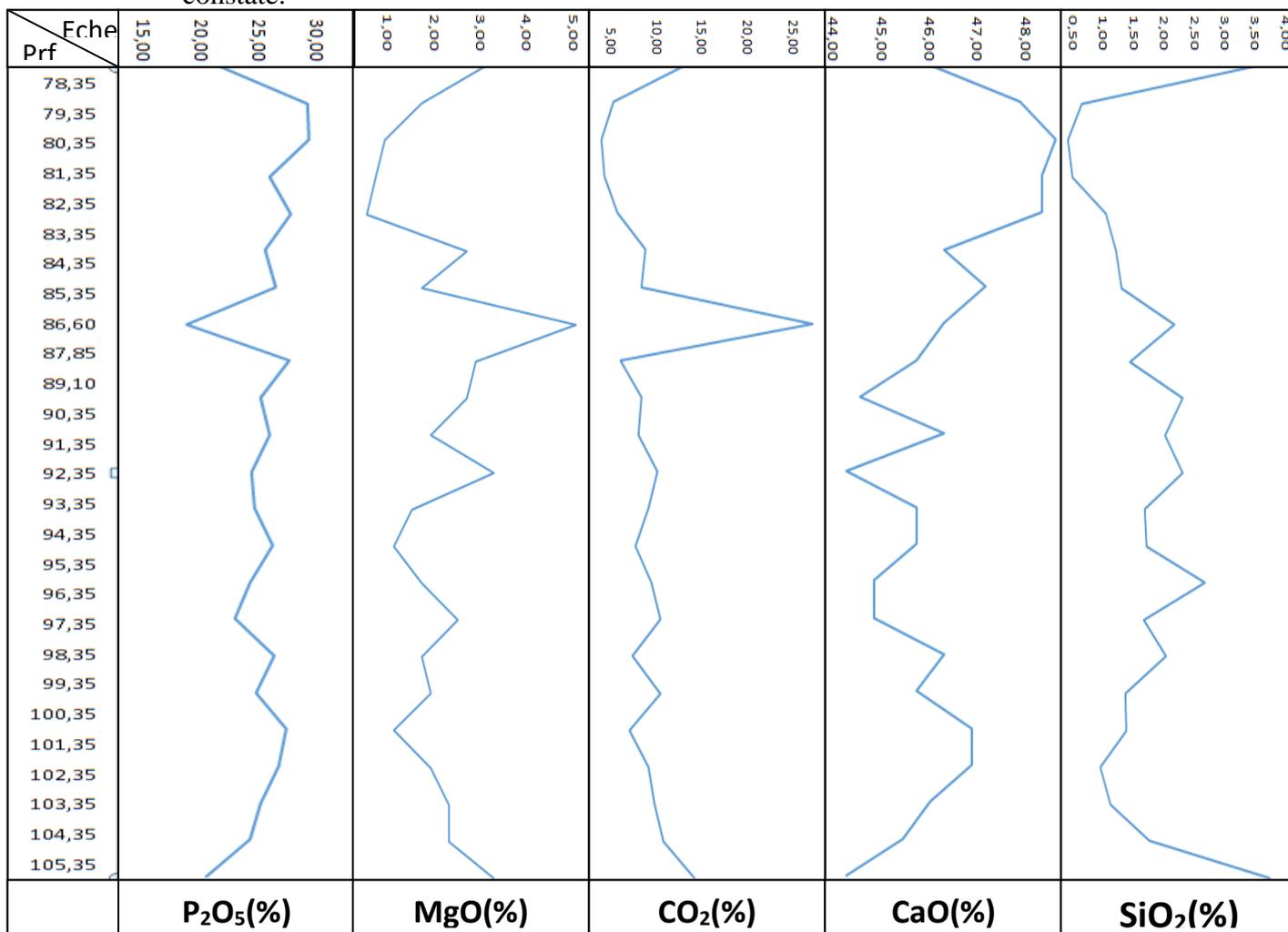


Fig 30: composition chimique de la couche de phosphate dans (S-70)

- ✓ Les teneurs en P_2O_5 oscillent entre 29.31 et 19.46 % avec une teneur moyenne de 25.28%. On constate une légère variation des teneurs en P_2O_5 verticalement autour de 25.28 % avec trois valeurs qui se détachent: -au toit (22.02 %) dans la partie médiane (19.46 %) et au mur (21.07%).
- ✓ Les teneurs en MgO attribuent une allure presque inverse à celle de P_2O_5 , signifiant donc une corrélation négative importante avec les teneurs en P_2O_5 . Les teneurs en MgO oscillent entre 3.37 % et 0.84 %, et une teneur moyenne de 2.32 %. La partie supérieure montre une élévation brusque avec un pic de 5.46 % signifiant donc une zone plus magnésienne à 8 m du toit.
- ✓ Les teneurs en CaO oscillent entre 46.73 % et 36.43% avec une teneur moyenne de 44.39 %, la partie supérieure (6 m environ) présente des fortes teneurs en CaO que la partie inférieure. Généralement l'allure du courbe signifie une corrélation positive avec les teneurs en P_2O_5 , et donc une corrélation négative avec les teneurs en MgO.
- ✓ Les teneurs en Co_2 varient de 13.03 % à 4.60 %, avec une teneur moyenne de 8.63 %. La courbe prend presque la même allure que celle de MgO, contrairement à celle de P_2O_5 , signifiant donc une corrélation négative avec ces derniers.
- ✓ Les teneurs en SiO_2 ; si on élimine la valeur de 3.65 % rencontrée au toit de la couche et 3.92 % au mur. Les teneurs en SiO_2 subissent des légères fluctuations, avec une teneur moyenne de 1.87 %. Ces variations en SiO_2 signifient en générale une corrélation négative avec le P_2O_5 et CaO, et donc une corrélation positive avec les teneurs en MgO et Co_2 .

REMARQUE GENERALE:

La partie inférieure (18 m environ) indique une légère variation chimique, cependant la partie supérieure, indique une diversité chimique, signifiant des lithologies différentes.

CONCLUSION GENERALE:

L'hétérogénéité chimique de la couche principale productive de phosphate peut s'expliquer litho-logiquement comme suit:

En général un faciès pseudolithique est plus riche en P_2O_5 que le faciès coprolithique. Les teneurs élevées en CaO signifiant un ciment carbonaté bien développé, peuvent être s'accompagner par des hautes teneurs en MgO, suggérant donc un ciment plus dolomitique par endroit ce sont des veines qui font chuter donc les teneurs en P_2O_5 . Mais un ciment

argileux est plus riche en SiO₂, aussi les coquilles d'invertébrés peuvent augmenter la teneur en SiO₂, cependant la richesse en matière organique est marquée par les teneurs élevées en Co₂.

III) Corrélations Entre Les Variables

A) Traitement bi Variable :

Tab:3- Matrice de corrélation de l'ensemble des éléments dosés dans le gisement de Djemidjma Est.

	P ₂ O ₅	SiO ₂	CaO	MgO	Co ₂	Epaisseur
P ₂ O ₅	1	0.526	0.634	-0.863	-0.745	-0.358
SiO ₂		1	0.240	-0.629	-0.628	-0.376
CaO			1	-0.263	-0.036	-0.493
MgO				1	0.868	0.163
Co ₂					1	-0.075
Epaisseur						1

✚ Corrélation du P₂O₅ :

Le P₂O₅ montre une corrélation positive moyenne avec SiO₂ (0.52) et CaO (0.63) et négative forte avec MgO (-0.86) et Co₂ (-0.745).

✚ Corrélation du SiO₂ :

Le SiO₂ montre une bonne corrélation négative avec le MgO (-0.629) et Co₂ (-0.628), et une faible corrélation avec le CaO et les épaisseurs.

✚ Corrélation du CaO :

Le CaO montre une faible corrélation négative avec les épaisseurs et le MgO et très faible corrélation négative avec le SiO₂.

✚ Corrélation du MgO :

Le MgO montre une très bonne corrélation avec le Co₂ (0.868) et très faible corrélation positive avec les épaisseurs.

✚ Corrélation du Co₂ :

Le CO_2 montre une très faible corrélation négative avec les épaisseurs.

A) Traitement Multi Variable :

Le traitement statistique multi variable consiste à étudier les relations mutuelles qui existent entre tous les oxydes et les individus disponibles; parmi ces méthodes, il y a l'analyse qui permet de construire des facteurs (nouvelles variables théoriques appelés facteurs).

Adaptés à l'étude des relations entre les variables initiales (éléments chimiques dosés) dont l'objectif est d'extraire sous une forme condensée la plus grande part possible de l'information contenue dans la matrice de données. Parmi les méthodes de l'analyse factorielle il y a l'analyse en composantes principales (ACP).

Les principales étapes pour une ACP sont:

- Le calcul de la matrice de corrélation;
- La recherche des facteurs (F_1, F_2, F_3).
- Le tracé des cercles de corrélation;
- Le calcul des "facteurs scores" ou classification des échantillons suivant l'axe factoriel;
- L'interprétation des cercles de corrélation;
- La cartographie des facteurs "scores" (visualisation des individus).

1) Cercles De Corrélation:

Tableux -Matrice de corrélation facteurs/variables(oxydes):

Facteurs(loading) (Chargement)	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5
Valeurs propres	$L_1=4.611$	$L_2=1.703$	$L_3=1.037$	$L_4=0.354$	$L_5=0.150$
Variances Cum	57.60%	78.90%	91.90%	96.30%	98.20%
P_2O_5	-0.404	0.035	0.468	-0.130	-0.030
SiO_2	-0.402	0.069	-0.392	0.359	0.299
CaO	-0.234	-0.468	0.513	0.519	0.203
MgO	0.382	-0.301	0.282	0.342	0.290
Co_2	0.352	-0.473	-0.103	0.055	0.437
R_i	0.388	0.142	0.441	0.144	0.283

Fig:31 (A): Des données de Djemidjma Est.

2) Interprétation Des Résultats De L'acp:

Le tableau -7- affirme que les trois premiers facteurs (F₁, F₂ et F₃) représentent eux seuls 91.90 % de l'information.

Cependant les facteurs F₄ et F₅ ne représentent que 8 % seulement.

D'après les cercles des corrélations (fig:37) ,l'on est en présence essentiellement de trois associations:

- La première association est formée des éléments P₂O₅ et CaO qui sont corrélés négativement par rapport au facteurs de charge F₁ et positivement avec le facteur F₃ et elle est qualifiée à représenter la matière phosphatée.
- La deuxième association regroupe les éléments Co₂ et MgO qui sont corrélés positivement avec le facteur F₁ et négativement par rapport au facteur F₃, et elle est qualifiée représenter la matière organique et dolomitique.
- La troisième association est constituée par les éléments SiO₂ et Ri, qui sont corrélés négativement par rapport aux facteurs de charges F₁ et F₃, et elle est qualifiée à représenter la matière argileuse.

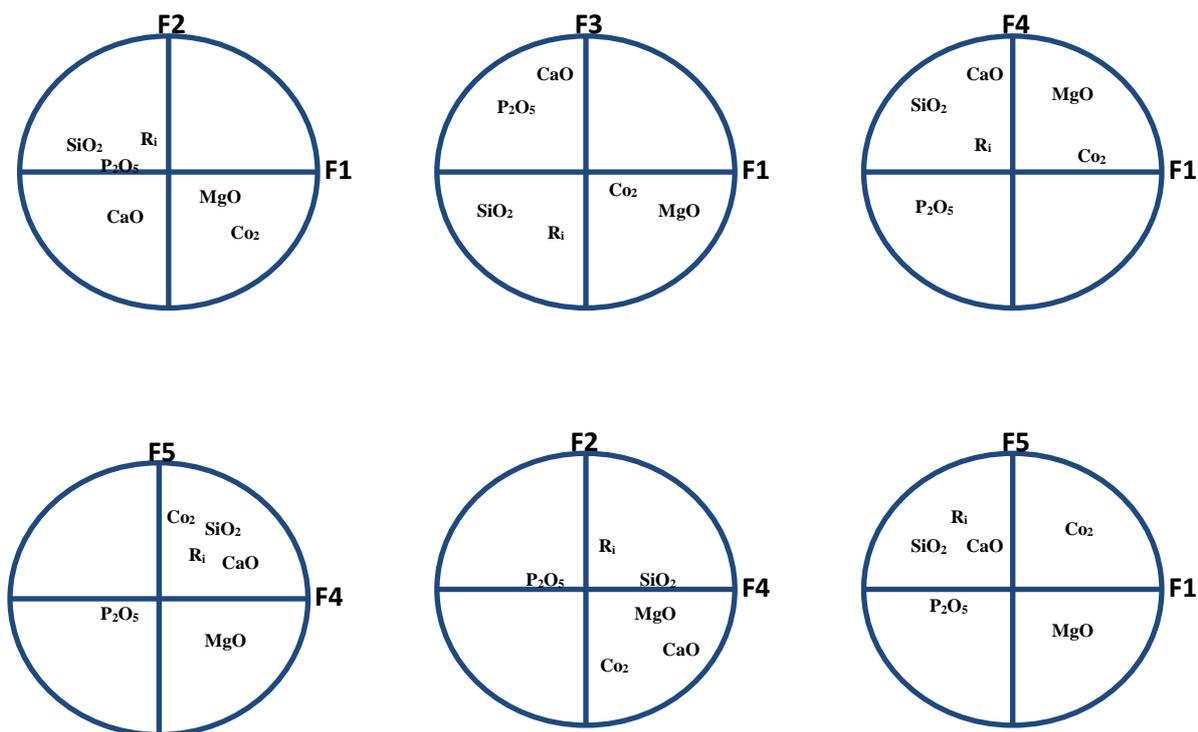


Fig:31 (B): Cercles de corrélations sur les données de Djemidjma Est.

On outre, on peut conclure:

- ✓ Qu'il y a très peu de calcite dans l'exo gangue qui est constituée essentiellement de dolomie et de la matière silicatée (argileuse).

- ✓ Qu'il est possible de localiser les échantillons ayant une matrice argileuse et ceux ayant une matrice dolomitique, en calculant les facteurs "scores" ou individus, en les cartographiant.

Conclusion Generale Et Recommandation:

Le gite potentiel de Djemidjma Est (Zone 3) situé à l'extrémité orientale du brachyanticlinal, constitue l'extension immédiate du front d'exploitation (Zone 1) la couche productive du phosphate d'âge Thanetien supérieur, sans intercalaire stérile s'enfonce progressivement vers le synclinal de Bled Djemidjma, cependant elle plonge rapidement vers les dressants Sud; s'accompagnant d'une augmentation du recouvrement stérile, en particulier la couverture sableuse du Miocène. Donc c'est la partie centrale sub-tabulaire de ce petit dôme qui mérite une exploitation rationnelle vis-à-vis à la structure subhorizontale de la couche de phosphate, le faible recouvrement stérile et l'absence de la tectonique cassante.

Immédiatement en avant du front d'exploitation Est, une succession de failles normales effondrant la couche productive, le rejet vertical est probablement d'environ 30m. L'épaisseur totale de la couche phosphatée varie entre 25 et 29m dans la majeure partie du gite (27.5m), sauf dans le S-67 vers S-65 qui va jusqu'à 8.5m. Ce qui pénalise fortement le gisement car cet ouvrage occupe une position presque centrale dans le bloc minier. On allant vers S-61 c'est la disparition totale de la couche productive par l'érosion anté-Miocène. La couche minéralisée de phospharenites et phpspharudutes à phospharenorudites renferme les mêmes types de faciès phosphatés différenciables par la couleur, le pourcentage des grains phosphatés, leur granulométrie et pourcentage du ciment dolomitique, ce qui permet à attribuer un caractère lithologique régionale à la couche phosphatée du Djemidjma Est. Les teneurs en P_2O_5 représentant la matière phosphatée sont assez constantes sur toute l'étendue de Djemidjma Est, dont la partie riche c'est vers S-67, avec une teneur moyenne de 25.17%. Les teneurs en P_2O_5 sont rarement chutés verticalement.

Les teneurs moyennes en MgO corrélées négativement avec les précédentes sont variés insensiblement de 2.3 à 4.2% d'Est vers l'Ouest, reflétant donc une matrice dolomitique moins développée. La matrice argileuse est exprimée par les teneurs en SiO_2 qui oscillent entre 0.83% et 2.23%. Ces faibles fluctuations chimiques est un bon caractère chimique pour ce gite potentiel, reflétant donc des légères variations lithologiques.

Durant le décapage du recouvrement stérile, les sables blancs du Miocène pourront être orienter à l'industrie du verre.

On a vu que malgré le bon caractère géologique en général favorable, la structure du gisement, des irrégularités dans l'épaisseur de la couche productive, et une tectonique cassante nécessitant la collecte des informations supplémentaires. Pour cette raison on suggère la réalisation des travaux du terrain supplémentaires qui sont :

- ✓ Après l'effectuation du travaux de surface géophysiques (électriques) suivant des profils perpendiculaires à la direction de la faille pour la détermination spatiale de son miroir.

Le sondage D₁ est proposé à une distance de 50 m de la taille suivant la ligne qui joint S-62 et S-63, d'une manière inclinée pour recouper le plan de faille pour mieux confirmer l'estimation de 30m de rejet vertical, et par conséquent la continuité à la profondeur du décalage des blocs élevé et blocs affaissé.

- ✓ Le sondage D₂ proposé à ni distance qui rejoint les sondages S-67 et S-65, pour confirmer ou infirmer la variabilité dans l'épaisseur de la couche productive, pénalisant le gite de Djemidjma Est.
- ✓ Le sondage D₃ est proposé à proximité du barycentre du triangle S-61, S-66 et S-70, dans le but de juger l'extension de la couche phosphatée, et par conséquent la limite exacte d'érosion anté-Miocène.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIE.

Bibliographie :

- L.D.VISSE(1951)**: historique des recherches géologiques: l'étude de gisement et l'affair d'un calcul préliminaire des réserves.
- L.D.VISSE(1951)**: géologie générale: litho stratigraphie .
- W.Fomin(1978)**: les dépôts miocènes: Miocène.
- L.D.VISSE(1951)**: Etude structurale et tectonique: structure géologique.
- G.Ranchin(1963)**: structure géologique.
- Dénomination d'après Sassi(1980)**: Paléogéographie.
- G.Ranchin(1963)**: limites et répartition géologique de la couche phosphatée.
- L.D.VISSE et G.Ranchin**: géologie du gisement de Djemidjma: litho stratigraphique.
- L.D.VISSE**: géologie du gisement de Djemidjma: Thanétien .
- G.Ranchin**: Zone lithologique Nord.
- G.Ranchin**: YPRESIEN.
- L.D.VISSE(1951)**: Tectonique: tectonique plicative.
- G.Ranchin(1963)**: Tectonique plicative: b) periclinale occidental(partie Ouest).
- L.D.VISSE**: Tectonique disjonctive(cassante): faille visse.
- G.Ranchin(1963)/A.Ber-thiaux(1970)**: tectonique disjonctive(cassante), 3)faille centrale ou faille Nord.
- EREM en 1986 et le début de 1987**: étude géologique de Djemidjma Est: aperçu sur Djemidjma Est.
- Larouci-1988**: caractéristiques pétrographiques et minéralogiques générales des minerais de la couche principale de phosphate, la représentation des schlamms non exploitable.
- M.Larouci 1988**: caractéristiques pétrographiques et minéralogiques générales des minerais de la couche principale de phosphate, les phosphates noirs.

ANNEXES.

SONDAG N° 61
SONDAG N° 62

RUSULTATS DESANALYSES CHIMIQUES

RUSULTATS DESANALYSES CHIMIQUES

GEOLOGIQUE DES ROCHES	DES ECHANTILLONS	P2O5	MgO	CO2	CaO	SiO2
	78,35	0,00	0,00		0,00	5,51
	79,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	80,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	81,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	82,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	83,35	0,00	2,85	0,00	0,00	0,00
	84,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	85,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	86,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	87,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	89,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	90,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	91,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	92,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	93,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	94,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	95,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	96,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	97,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	98,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	99,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	100,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	101,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	102,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	103,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	104,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	105,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	106,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

DESCRIPTION GEOLOGIQUE DES ROCHES	PROFONDEURS DES ECHANTILLONS	P2O5	MgO	CO2	CaO	SiO2
Phosphate pseudoolithique	81,65	25,67	2,40	9,32	45,59	2,27
Phosphate copro-marron à grain moyen	82,70	23,17	5,10	14,24	44,76	0,86
	83,70	26,10	2,70	9,58	46,43	1,54
Phosphate pseudoolithique marron	84,70	24,43	3,30	11,40	45,59	1,89
	85,70	23,11	4,40	12,43	43,92	2,61
	86,70	22,71	4,10	12,69	43,92	2,75
	87,70	25,64	3,80	11,14	45,87	0,90
	88,70	18,89	7,50	19,68	42,95	0,74
	89,70	18,86	8,00	19,94	42,53	0,98
Phosphate coprolithique à grain moyen	90,70	21,39	6,10	17,09	44,06	0,65
	91,70	20,96	6,90	18,13	43,79	0,43
	92,70	19,97	7,80	18,39	42,81	0,57
Phosphate mixte	93,70	22,92	5,40	14,50	45,45	0,42
Phosphate coprolithique à grain fin	94,70	23,13	5,40	14,50	44,90	0,53
	95,70	23,85	4,90	13,21	45,31	0,54
Phosphate mixte	96,70	23,78	4,90	13,21	44,90	0,78
	97,70	23,16	4,40	13,73	45,87	0,60
Phosphate pseudoolithique friable	98,70	27,66	1,80	8,03	47,54	1,08
	99,70	28,97	1,20	3,70	48,09	1,34
	100,70	25,58	3,50	11,91	46,29	0,72
	101,70	26,99	2,40	9,84	47,26	0,78
Phosphate noir pseudoolithique	102,70	27,71	2,40	9,84	47,54	0,85
	103,70	28,16	2,20	8,55	47,54	0,67
	104,70	25,97	3,30	10,62	46,70	0,89
	105,70	25,27	3,70	11,65	46,43	0,83
	106,70	24,13	4,30	11,65	45,31	1,01
	107,70	26,57	2,40	9,32	46,98	1,19
	108,70	26,36	2,8	9,84	48,43	0,86
	109,70	25,1	3,5	12,18	45,45	0,95
	110,70	26,59	2,2	10,1	46,57	0,9
	111,70	24,37	3,9	11,65	45,04	1,29
	112,20	21,86	5,2	14,76	42,26	3,19

SONDAG N° 63

RUSULTATS DESANALYSES CHIMIQUES

DESCRIPTION GEOLOGIQUE DES ROCHES	PROFONDEURS DES ECHANTILLONS	P2O5	MgO	CO2	CaO	SiO2
-----------------------------------	------------------------------	------	-----	-----	-----	------

Phosphate marron, moyen friable et carbonaté	112,20	25,50	3,64	9,66	43,48	0,69
Phosphate gris. Noir à grain moyen et fin, carbonaté friable	114,20	25,50	4,39	9,19	43,13	0,18
	115,20	25,40	3,71	10,51	47,50	0,13
	116,20	27,10	3,51	7,87	44,01	0,03
	117,20	25,90	3,51	8,66	44,70	0,78
	118,20	26,80	4,02	7,87	44,01	0,42
	119,20	24,60	3,62	10,00	44,28	1,23
	120,20	23,80	3,87	10,69	43,31	4,62
	121,20	19,30	7,25	18,36	41,05	0,79
	122,20	18,10	7,46	18,99	39,28	2,81
	123,20	23,80	4,76	10,63	43,38	0,56
	124,20	23,00	4,60	13,28	43,59	0,54
	125,20	23,90	4,13	8,52	45,36	0,55
	126,20	24,60	3,46	11,06	45,07	0,27
	127,20	26,20	2,94	10,10	45,92	0,23
	128,20	24,90	3,41	11,16	44,93	0,55
	129,20	23,40	4,13	12,27	44,23	0,46
	130,20	26,70	2,42	8,78	45,50	0,40
	131,20	25,50	3,31	10,37	44,23	0,68
	132,20	22,00	5,70	15,76	43,17	0,62

SONDAG N° 64

RUSULTATS DESANALYSES CHIMIQUES

DESCRIPTION GEOLOGIQUE DES ROCHES	PROFONDEURS DES ECHANTILLONS	P2O5	MgO	CO2	CaO	SiO2
Phosphate	78,35	22,70	4,18	11,11	42,50	5,51

pseudo lithique noir friable	79,35	25,66	2,85	8,13	44,88	2,41
	80,35	25,20	2,85	8,67	44,88	2,46
	81,35	25,20	2,94	8,40	44,88	2,27
	82,35	25,36	3,04	8,67	44,75	1,94
	83,35	24,80	2,85	9,84	44,88	1,95
	84,35	23,10	4,84	11,38	43,56	1,27
Phosphate coprolithique noir à grain moyen	85,35	24,80	4,08	10,03	44,62	0,78
	86,60	26,40	3,23	8,40	45,94	0,59
	87,85	24,10	4,84	10,37	43,96	1,07
Phosphate pseudolithique noir friable, contenant des coprolithes dans l'intervalle de 94.10-105.35m	89,10	23,50	4,37	10,54	44,09	1,20
	90,35	22,30	5,13	12,74	43,56	1,10
	91,35	28,40	1,52	5,96	46,73	0,84
	92,35	10,30	11,21	25,20	36,43	0,42
	93,35	28,50	3,42	8,54	44,75	1,22
	94,35	26,10	2,56	7,05	44,88	1,50
	95,35	23,60	4,75	10,57	43,56	1,62
	96,35	24,20	4,18	9,35	43,56	1,85
	97,35	26,30	2,56	7,18	44,75	1,87
	98,35	25,90	3,04	7,86	44,35	1,87
	99,35	27,40	2,09	6,23	46,60	2,05
	100,35	27,60	2,18	6,50	46,07	0,81
	101,35	27,10	1,80	6,23	46,20	1,21
	102,35	27,44	1,52	5,42	46,99	1,65
	103,35	26,70	2,47	7,32	45,67	1,47
104,35	27,80	3,80	10,03	44,09	2,38	
105,35	24,00	1,61	5,69	46,07	2,56	
106,35	24,10	1,80	5,28	40,00	11,73	

SONDAG N° 65

RUSULTATS DESANALYSES CHIMIQUES

DESCRIPITIO N GEOLOGIQUE DES ROCHES	PROFONDEURS DES ECHANTILLON S	RUSULTATS DESANALYSES CHIMIQUES				
		P2O5	MgO	CO2	CaO	SiO2

Phosphate noir mixte à coprolithe fins et des pseudoolithes	112,30	23,90	4,00	11,65	45,87	2,31
	113,30	25,80	2,20	10,10	46,55	2,79
	114,30	25,30	3,80	10,10	45,87	2,33
	115,30	24,50	3,60	11,65	45,59	1,82
	116,30	24,70	3,20	11,13	46,55	2,32
Phosphate pseudoolithique noir	119,56	23,50	4,40	12,69	45,03	1,30

SONDAG N° 66

RUSULTATS DESANALYSES CHIMIQUES

DESCRIPTION GEOLOGIQUE DES ROCHES	PROFONDEUR S DES ECHANTILLONS	P2O5	MgO	CO2	CaO	SiO2
Phosphate marron, fin et moyen friable, glanconieux, carbonaté	83,40	25,93	2,54	8,45	43,76	2,50
	84,20	24,79	2,90	8,98	42,42	2,52
Phosphate marron, à rares minces niveaux bitumineux à grain grès à fin coprolithique. A dents de sélacien friable et consistant, glanconieux	85,10	23,52	3,96	11,35	43,28	1,05
	85,80	22,89	4,05	13,46	44,08	0,92
	86,80	25,10	3,21	9,77	43,62	1,28
Phosphate marron, à ciment carbonate blanc, à grain souvent fin et moyen, rarement gros friable et peu consistant, glanconieux.	87,80	22,90	3,97	11,09	44,96	1,31
	88,80	26,09	3,15	8,98	46,54	0,97
	89,80	24,08	3,99	10,82	43,18	1,04
Phosphate marron et marron clair, parfois oxydé jaunâtre, coprolithique, souvent à gros grain parfois fin et moyen friable rarement consistant carbonaté et glanconieux	90,88	26,03	2,40	7,92	46,74	1,06
	91,96	27,31	2,61	7,66	46,89	0,36
	93,04	22,58	5,48	12,94	43,28	0,62
	94,12	26,73	2,12	6,86	45,12	1,14
	95,20	28,47	1,30	5,68	46,94	2,00
Phosphate marron, souvent fin rarement gros et moyen .carbonaté glanconieux peu consistant friable renferment de mince ,	96,20	28,73	3,45	9,64	46,10	1,06
	97,20	23,86	4,70	11,62	44,90	0,80
	98,32	28,64	1,84	6,34	48,10	1,17
	99,44	26,86	2,39	8,18	47,70	1,11

passage bitumineux.	100,56	27,63	2,90	8,58	47,64	1,05
	101,70	26,68	3,20	8,71	46,44	1,05
	102,70	24,46	4,60	11,09	44,88	1,05
	105,80	23,23	5,34	12,14	46,36	1,00
Phosphate marron , pseudo lithique fin, peu consistant, carbonate glauconieux	107,10	25,70	3,20	9,37	45,74	1,75
	108,90	25,15	2,36	8,18	47,30	1,13
	110,00	26,99	2,34	7,66	46,50	1,20

SONDAG N° 67

RUSULTATS DESANALYSES CHIMIQUES

DESCRIPTION GEOLOGIQUE DES ROCHES	PROFONDEURS DES ECHANTILLONS	P2O5	MgO	CO2	CaO	SiO2
Phosphate coprolithique à grain moyen à débris d'organismes et de carbonates	81,00	20,10	6,30	17,61	43,03	1,21
	82,00	26,60	1,89	9,58	47,17	1,09
Phosphate coprolithique à grain moyen à ciment carbonaté	83,00	25,20	2,31	9,84	46,00	1,60
	84,00	27,90	1,68	7,77	47,17	0,98
	85,10	28,30	1,26	6,73	47,17	2,17
Phosphate clair mixte pseudo lithique et coprolithique	86,20	27,60	1,89	8,03	46,88	2,60
	87,20	26,50	2,10	9,19	46,88	1,55
	88,20	25,10	2,94	9,84	46,88	1,57
	89,20	26,60	1,68	9,06	46,58	1,59
	90,20	27,80	1,89	8,55	47,17	1,13
	91,20	28,20	2,10	7,90	47,46	1,12
	92,20	27,00	2,94	9,84	46,88	1,39
Phosphate pseudo lithique présentant des éléments coprolithiques	93,20	26,80	2,31	9,71	46,58	2,46
	94,23	26,50	2,31	9,58	46,58	2,48
	95,39	27,40	2,10	8,55	46,29	1,68
	96,50	25,20	2,94	10,88	45,12	2,07
	97,50	22,80	4,83	13,99	43,95	3,29

SONDAG N° 68

RUSULTATS DESANALYSES CHIMIQUES

DESCRIPTION GEOLOGIQUE DES ROCHES	PROFONDEURS DES ECHANTILLONS	P2O5	MgO	CO2	CaO	SiO2
Posp.corpo.marron à grain fin et friable	92,24	25,60	5,20	10,62	43,62	1,00
	93,24	22,40	4,20	13,62	45,03	2,30

	94,24	25,00	2,60	10,62	45,60	2,89
	95,24	25,70	2,00	7,77	45,27	3,03
Phosp.mixte friable	96,24	25,70	2,60	9,32	46,14	1,70
	97,38	27,90	1,60	7,25	47,26	1,32
	98,52	28,10	2,00	6,73	46,70	1,38
	99,82	26,90	2,60	8,55	46,70	1,28
	100,84	28,50	1,00	5,96	48,09	1,30
	101,84	27,10	1,60	7,51	46,98	1,43
	102,84	24,80	3,00	9,84	45,31	2,48
Phosp. pseudoolithique marron	103,84	26,40	2,40	8,29	45,87	2,33
	104,84	26,90	2,60	8,03	45,87	1,72
	105,84	25,90	1,60	8,03	46,14	2,05
	106,84	26,30	0,80	7,77	46,70	2,38
Phosp.pseudoolithique noir	107,84	26,10	2,20	8,03	45,31	2,28
	108,84	24,90	3,20	9,58	44,75	2,78
	109,84	25,20	2,60	8,55	45,59	2,45
	110,84	26,30	2,20	7,25	46,42	2,20
	11,84	24,90	2,80	9,84	45,03	2,28
	112,84	26,70	2,60	7,25	45,03	2,21
	113,84	26,50	2,40	8,03	45,59	1,96
	114,84	25,70	2,00	7,00	45,87	2,02
	115,84	24,90	3,00	10,96	45,87	1,68
	116,84	24,90	2,40	8,55	46,14	3,08
117,84	23,00	3,00	9,58	42,53	6,31	

SONDAG N° 69

RUSULTATS DESANALYSES CHIMIQUES

DESCRIPTION GEOLOGIQUE DES ROCHES	PROFONDEURS DES ECHANTILLONS	P2O5	MgO	CO2	CaO	SiO2
Phosphate grossier grie-noir consistant,	131,10	20,37				1,00

calcareux et généralement lumachillique	132,10	24,08				1,03
Phosphate gris-noir, grains moyens et fins peu consistant en general, a ciment carbonaté présence de dents de sélaciens.	133,00	26,09				0,66
	134,10	28,05				2,51
	135,10	25,71				0,88
	136,10	23,91				1,18
	137,10	25,29				2,02
	138,10	24,36				1,67
	139,10	28,55				1,20
	140,10	26,39				1,29
	141,10	29,07				1,45
	142,10	27,63				1,71
	143,10	25,85				1,57
	144,10	28,14				1,90
	145,10	26,79				1,86
	146,10	26,67				0,98
	147,10	26,43				1,60
	148,10	27,27				1,56
	149,10	27,15				2,42
	150,10	25,66				1,61
	151,10	25,68				2,12
	152,10	25,17				3,03
	153,10	26,17				1,69
	154,10	24,91				1,70
	155,10	22,04				2,00
	156,10	28,00				1,22
	157,10	27,24				1,64
	158,10	25,35				1,16
	159,1	23,13				2,51
	160,5	20,88				5,5

SONDAG N° 70

RUSULTATS DESANALYSES CHIMIQUES

DESCRIPTION GEOLOGIQUE DES ROCHES	PROFONDEURS DES ECHANTILLONS	P2O5	MgO	CO2	CaO	SiO2
Phosphate-copro avec abondance de lests de la milli branche, ciment carbonaté	86,58	22,09	3,36	11,92	46,00	3,65
	87,58	29,17	1,89	5,69	47,88	0,76
	88,58	29,31	1,05	4,60	48,63	0,52
	89,58	26,17	0,84	4,87	48,34	0,60
	90,80	27,86	0,63	5,96	48,34	1,16
Phosphate mixte copro et pseudo lithique	92,03	25,84	2,94	8,40	46,29	1,33
	93,28	26,59	1,89	8,13	47,17	1,43
	94,54	19,46	5,46	23,03	46,29	2,32
Phosphate à grain fin	95,80	27,71	3,15	6,23	45,70	1,57
	96,94	25,36	2,94	8,13	44,53	2,45
Phosphate pseudo lithique marron	98,04	26,20	2,10	7,85	46,29	2,15
	99,04	24,64	3,57	9,48	44,24	2,45
	100,04	24,88	1,68	8,67	45,70	1,82
	101,04	26,39	1,26	7,58	45,70	1,85
	102,04	24,54	1,89	8,94	44,82	2,83
	103,04	23,34	2,73	9,75	44,82	1,80
	104,52	26,51	1,89	7,31	46,29	2,17
	105,61	25,11	2,10	9,75	45,70	1,49
Phosphate pseudo-noir avec coprolithes noires	106,70	27,44	1,26	7,04	46,88	1,51
	107,97	26,85	2,10	8,67	46,88	1,06
	108,88	25,38	2,52	9,21	46,00	1,24
	109,97	24,56	2,52	10,02	45,41	1,89
	111,00	21,07	3,57	12,73	44,24	3,92

SONDAG N° 71

RUSULTATS DESANALYSES CHIMIQUES

DESCRIPTION GEOLOGIQUE DES ROCHES	PROFONDEURS DES ECHANTILLONS	P2O5	MgO	CO2	CaO	SiO2
Phosphate cuprolithique marron grossier carbonate glauconie constant avec rares ostrea	136,38	20,76				1,64
	137,40	23,00				1,30
Phosphate pseudo-lithique noir, sombre fin, rarement gros carbonate consistant glauconie	138,56	22,22				2,43
	139,72	26,92				2,02
	140,90	28,66				0,47
Phosphate pseudo lithique noir sombre à nuance verdâtre a la base, carbonaté friable et peu consistant glauconie	143,63	27,43				0,60
	144,76	25,96				1,11
	145,89	25,81				0,96
	147,02	24,45				1,34
	148,15	26,14				1,85
	149,30	26,14				1,53
	150,30	26,82				1,70
	151,05	26,02				2,40
	151,80	25,15				2,56
	152,95	25,48				1,96
	154,10	26,59				2,27
	156,20	25,53				1,87
158,30	27,54				0,88	

Numero de sondage	P2O5	MgO%	CaO%	CO2%	FeO3%	SiO2%	Ri% ²²
S-61	couche erodée						
S-62	24,34	4,12	45,50	12,40	0,59	1,11	1,53
S-63	24,30	4,20	44,00	11,70	0,61	0,83	2,04
S-64	24,84	3,41	44,39	9,01	0,51	2,23	3,02
S-65	25,11	3,53	45,91	11,22	0,47	2,13	2,81
S-66	25,47	3,25	45,47	9,39	0,56	1,21	2,11
S-67	26,21	2,55	46,54	9,31	0,48	0,79	2,54

S-68	25,86	2,74	45,74	8,63	0,55	2,22	3,13
S-69	26,09					1,64	3,19
S-70	25,28	2,32	44,19	8,86	0,56	1,86	2,47
S-71	25,87					1,60	3,03
Moyenne	25,34	3,27	45,22	10,07	0,54	1,56	2,59
	25,176	3,231	45,217	10,065	0,541	1,674	2,456

Tableau de composition chimique moyenne de la couche de phosphate dans chacun des sondages de djemidjma EST

numéro de Sondage	Coordonnées (X)	Coordonnées (Y)	Coordonnées (Z)	Epaisseur de la couche productive	Epaisseur totale du recouvrement sterile	Epaisseur totale du recouvrement sterile2	Prodondeur du toit du faisceau phosphaté
S-61	987,936	170,43	813,00			126,7	
S-62	986,75	169,61	822,86	31,30	80,40	66,7	766,2
S-63	987,15	170,05	815,72	25,80	106,40	66,1	711,5
S-64	987,26	169,64	809,10	29,00	77,30	28,0	789,4
S-65	987,39	169,2	782,08	8,30	111,30	15,5	677,8
S-66	987,52	170,23	813,45	28,00	82,10	74,5	734,9
S-67	987,69	169,76	799,53	16,50	81,00	37,0	731,8
S-68	987,82	169,51	786,00	26,60	91,20	32,0	703,5
S-69	988,11	169,57	779,27	30,00	129,10	72,2	654,2

Tableau de Détail des données analytiques, par sondage , utilisées pour létablissement des cartes : (isopaques et isobathes)

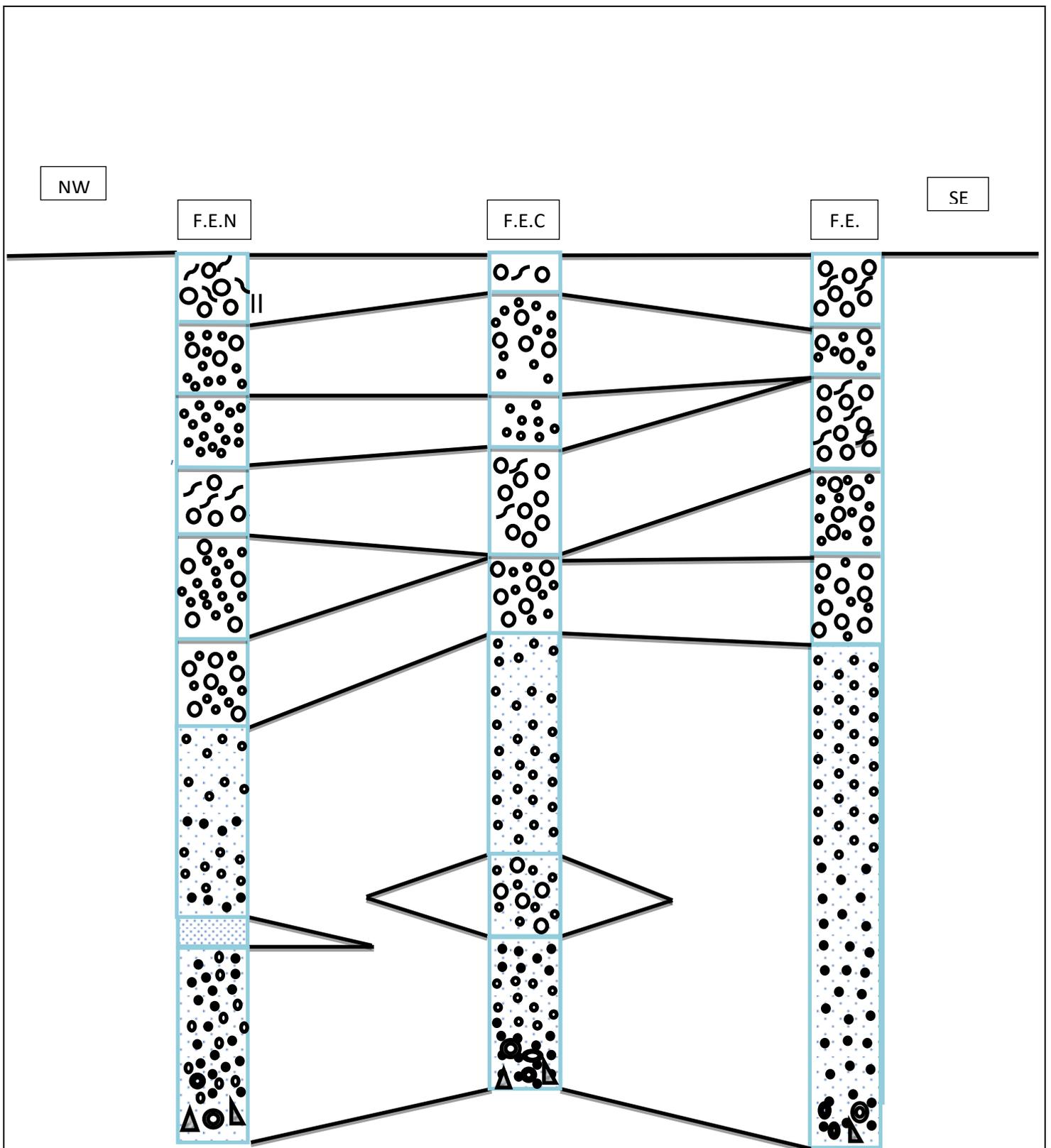


Fig. 22: Variations lithologiques dans la couche de phosphate suivant une coupe NW-SE.

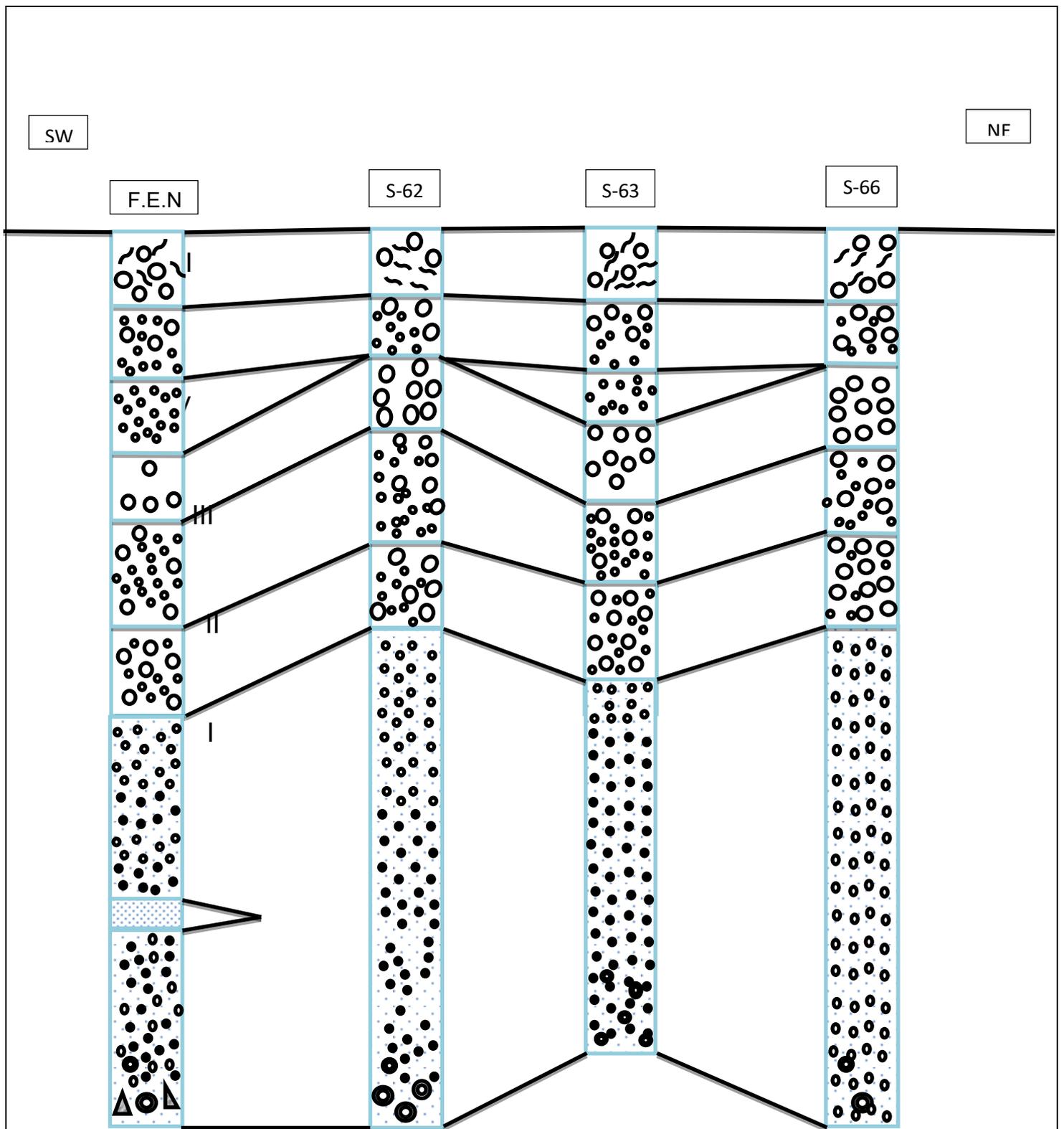


Fig. 23: Variations lithologiques dans la couche de phosphate suivant une coupe NE-SW

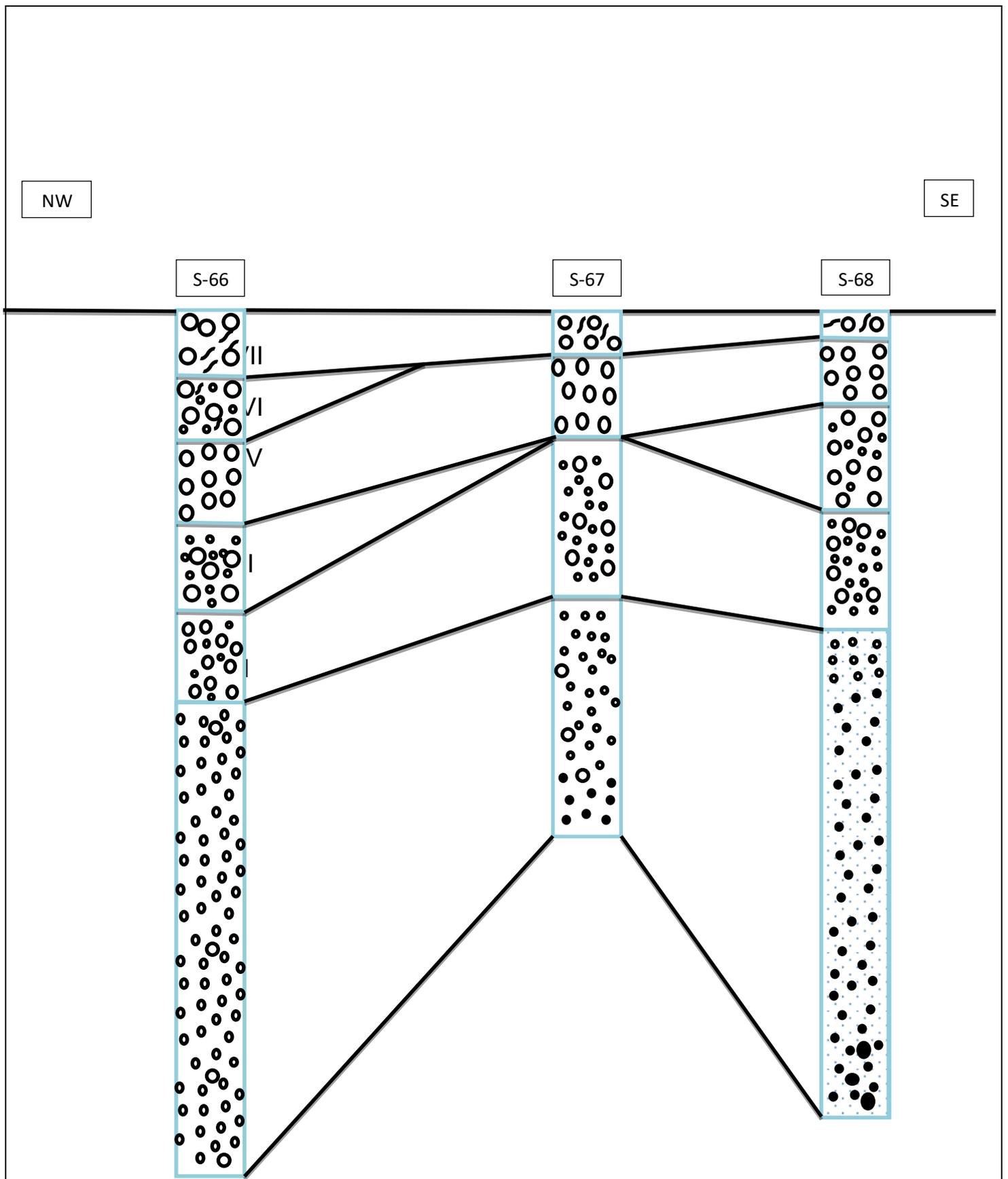


Fig.25: Variations Lithologiques dans la couche de phosphate suivant une coupe NW-SE.

ملخص:

في هذا السياق ، الجزائر بلد ذو مهنة تعدين ، فهو غني بمواد مفيدة مختلفة ، معظمها لم يتم تطويرها بعد. تحتوي التربة الجزائرية على موارد معدنية مثل الحديد والزنك والنحاس والفوسفات التي هي موضوعنا في هذه الدراسة. من بين مصانع إنتاج الفوسفات الموجودة في الجزائر ، نجد مصنع جبل العنق الواقع في جنوب شرق الجزائر ، في بئر العاتر - ولاية تبسة، تشكل وديعة جيمجمة الشرقية المحتملة (المنطقة 3) الواقعة في الطرف الشرقي من خط الأطلسي ، الامتداد الفوري لجبهة الاستغلال (المنطقة 1). الطبقة الإنتاجية من الفوسفات الأعلى من عمر الصيانة ، بدون الطبقة البينية تغرق تدريجياً نحو الخط المتزامن لبلاد جيمجمة ، ولكنها تغرق بسرعة نحو الحواف الجنوبية يرافقه زيادة في الغطاء ، ولا سيما الغطاء الرملي الميوسيني. قياس الحبيبات والنسبة المئوية لأسمت الدولوميت ، مما يسمح بإسناد الطابع الصخري الإقليمي لطبقة الفوسفات في جيمجمة الشرقية. محتويات P_2O_5 التي تمثل مادة الفوسفات ثابتة إلى حد ما على امتداد جيمجمة الشرقي بالكامل.

الكلمات المفتاحية: الفوسفات الوصف الصخري ، دراسة جيوكيميائية.

Résumé :

Dans ce cadre l'Algérie est un pays à vocation minière, il est riche en diverses substances utiles dont la majorité n'est pas encore mise en valeur. Le sous-sol algérien contient des ressources minérales telles que le fer, le zinc, le cuivre, et les phosphates qui sont notre sujet dans cette étude. Parmi les usines de production des phosphates qui existent en Algérie, on trouve l'usine de Djebel El Onk qui située au Sud-est de l'Algérie, en Bir el Ater –wilaya de Tébessa, le gîte potentiel de Djemidjma Est (Zone 3) situé à l'extrémité orientale du brachyantoclinal, constitue l'extension immédiate du front d'exploitation (Zone 1). La couche productive du phosphate d'âge Thanetien supérieur, sans intercalaire stérile s'enfonce progressivement vers le synclinal de Bled Djemidjma, cependant elle plonge rapidement vers les dressants Sud; s'accompagnant d'une augmentation du recouvrement stérile, en particulier la couverture sableuse du Miocène. La granulométrie et pourcentage du ciment dolomitique, ce qui permet à attribuer un caractère lithologique régionale à la couche phosphatée du Djemidjma Est. Les teneurs en P_2O_5 représentant la matière phosphatée sont assez constantes sur toute l'étendue de Djemidjma Est.

Les mots clés: Phosphate, étude géologique, étude géochimique.

Abstract:

In this context, Algeria is a country with a mining vocation, it is rich in various useful substances, the majority of which have not yet been developed. The Algerian subsoil contains mineral resources such as iron, zinc, copper, and phosphates which are our subject in this study. Among the phosphate production plants that exist in Algeria, we find the Djebel El Onk plant located in the South-East of Algeria, in Bir el Ater –wilaya of Tébessa. The potential Djemidjma Est deposit (Zone 3) located at the eastern end of the brachyantoclinal, constitutes the immediate extension of the exploitation front (Zone 1). The productive layer of phosphate of higher Thanetian age, without sterile interlayer gradually sinks towards the syncline of Bled Djemidjma, however it plunges rapidly towards the southern edges; accompanied by an increase in the sterile cover, in particular the Miocene sandy cover. The granulometry and percentage of dolomitic cement, which allows attributing a regional lithological character to the phosphate layer of Djemidjma East. The P_2O_5 contents representing the phosphate material are fairly constant over the entire extent of Djemidjma East.

Key words: Phosphate, geological study, geochemical study.

