



CARACTERISATION PETROGRAPHIQUE ET VALORISATION DES PHOSPHATES DU GISEMENT DE BENGUERIR (MAROC)

PETROGRAPHIC CHARACTERIZATION AND VALORIZATION OF PHOSPHATES FROM THE BENGUERIR DEPOSIT (MOROCCO)

| Ahmed, Anjjar ^{*1} | Youssef, Driouch ² | Faiza, Benjelloun ¹ | Abderrahim, Lahrach ¹ | Abdel-ali, Chaouni ¹ | Rachida, Afgane ¹ | et | Abdelmajid, El Alami ³ |

¹. Université Sidi Mohamed Ben Abdellah | Département de l'environnement | Laboratoire Géoressources et Environnement | Fès | Maroc |

². Université Sidi Mohamed Ben Abdellah | Département de Géologie | Fès | Maroc |

³. Groupe Office Chérifien du Phosphate (O.C.P) | Direction de la géologie de l'OCP | Benguerir | Maroc |

| Received | 23 March 2018 | | Accepted | 07 April 2018 | | Published 17 February 2018 |

RESUME

Introduction : Le Maroc est leader mondial dans le domaine des phosphates. **Contexte :** Le travail présenté dans cet article s'inscrit dans les travaux d'exploration et d'évaluation des ressources menés par l'OCP dans le bassin de Ganntour situé dans la région de Benguerir à 70 km au Nord de Marrakech et 60 km à l'Est de Youssoufia. **Objectif :** cette étude est portée sur la caractérisation pétrographique des couches phosphatées représentatives et d'en préciser les caractères minéralogiques. Méthodes : Nous ne disposons pas des échantillons de tous les niveaux phosphatés. Seul 7 échantillons ont pu faire l'objet d'une étude pétrographique sous le microscope polarisant. **Résultats** Les roches phosphatées d'âge Maastrichtien - l'Yprésien forment dans le bassin de Ganntour des couches et des sillons intercalés avec des niveaux stériles. L'étude pétrographique a permis de mettre en évidence des faciès composés de débris biogènes squelettiques, des coprolithes, des grains phosphatés et des grains composites. Ces composants forment des faciès de type biophospharénite, nubephospharénite ou pelphospharénite. Ces caractères pétrographiques ont été définis sur les échantillons récoltés soit directement sur les affleurements soit grâce aux données de puits d'exploration. **Conclusion :** Ces données ont permis de proposer une colonne stratigraphique détaillée représentant les différentes couches du secteur de Benguerir Nord.

Mots-clés : *Phosphates, Bassin de Ganntour, Benguerir, Maastrichtien - l'Yprésien, Exploration, couches phosphatées.*

ABSTRACT

Background: The Morocco is world leader in the field of phosphates. **Contexte:** The work presented in this paper is part of OCP's exploration and evaluation of resources in the Ganntour basin, located in the Benguerir area 70 km north of Marrakech and 60 km east of Youssoufia. **Objectives:** this study deals with the petrographic characterization of representative phosphate layers and specifies their mineralogical characteristics. **Methodology:** We do not have samples of all phosphate levels. Only seven samples could be the subject of a petrographic study under the polarizing microscope. **Results:** Phosphatic rocks of Maastrichtian - Ypresian age form in the Ganntour basin layers and furrows interspersed with sterile levels. The petrographic study has revealed facies composed of biogenic skeletal debris, coprolites, phosphatic grains and composite grains. These components form facies such as biophospharenite, nubephospharenite or pelphospharenite. These petrographic characteristics were defined on samples either harvested directly on the outcrops or using the data from exploration wells. **Conclusion:** These data made it possible to propose a detailed stratigraphic column representing the different layers of the sector of Benguerir North.

Keywords: *Phosphates, Ganntour Basin, Benguerir, Maastrichtian - Ypresian, Exploration, phosphate layers.*

1. INTRODUCTION

Le Maroc possède les plus importants gisements des phosphates dans le monde, soit plus de trois quarts des réserves mondiales. Leur situation géographique, leur qualité marchande, et leur diversité confèrent au Maroc une place particulière dans le commerce international : premier exportateur mondial des phosphates sous toutes ses formes, troisième producteur derrière les États-Unis et la Chine. Sa production est d'environ 26,6 millions de tonnes par an [1]. C'est l'Office Chérifien du Phosphate (O.C.P) qui détient le monopole de l'exploitation et extrait le phosphate brut du sous-sol marocain grâce à des chantiers à ciel ouvert. Environ la moitié du minerai est exportée comme matière première. L'autre moitié est livrée aux industries chimiques du groupe, pour la transformée en produits dérivés commercialisables tels que, l'acide phosphorique de base, l'acide phosphorique purifié et les engrais solides. La problématique qu'on s'est définie consiste donc à :

- Procéder à une étude géologique du secteur pour en saisir les caractères sédimentologiques, structuraux et les lier à la paléogéographie de l'époque de leur dépôt ;
- A étudier la pétrographie des couches phosphatées représentatives et d'en préciser les caractères chimico-minéralogiques.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1 Présentation de la zone d'étude :

Le bassin des Ganntour, correspond, en surface, à un rectangle orienté Est-Ouest de longueur 120Km et de largeur 20 à 30Km (Fig.1).

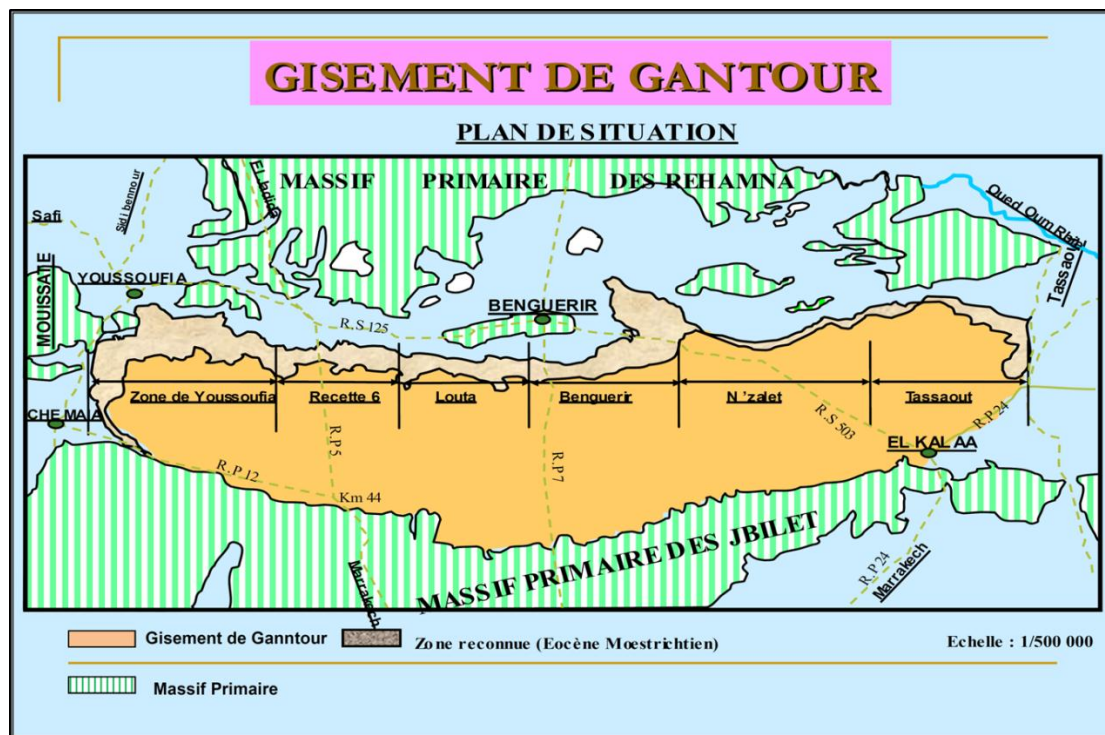


Figure 1 : Carte du gisement du bassin des Ganntour [2].

Dans le gisement de Benguerir, la série phosphatée s'étale du Maastrichtien (Crétacé Terminal) au Lutétien (Eocène Moyen) avec différents niveaux se présentant sous forme soit de bancs phosphatés (couche, sillons) ou de niveaux stériles à peu phosphatés intercalés.

La série phosphatée du gisement de Benguerir est reconstituée sur la colonne stratigraphique des figures 13 et 14. Elle s'étale du Maastrichtien au Lutétien avec différents niveaux formant des bancs phosphatés (couches et sillons), peu phosphatés (intercalaires) ou stériles.

2.2 Découpage chrono- stratigraphique :

Nos levés de terrain nous ont permis de proposer la succession chronostratigraphique des dépôts phosphatés de notre secteur d'étude. La colonne correspondante apparaît sur la figure 2. Cette colonne stratigraphique (coupe moyenne) a été dessinée en se basant sur un puits qui touche tous les niveaux phosphatés.

Cette colonne comporte plusieurs indications, de gauche à droite :

- P (m) : Profondeur de toit et de mur de chaque niveau phosphatée et intercalaire.
- Age : Age de niveau phosphaté et intercalaire en se basant sur le découpage chronostratigraphique de la série phosphatée.
- Log : les motifs de remplissage habituel de chaque niveau.
- Couche : le nom minière des niveaux phosphatés.
- BPL(%) : teneurs en BPL (%) selon les analyses de l'échantillon représentatif.
- Lithologie : la composition lithologique de chaque niveau.

Ci-dessous, nous donnons les caractères singuliers de chaque étage géologique de la série phosphatées étudiée avant de donner le découpage lithologique de l'ensemble de la série.

- Le Maastrichtien correspond aux couches 6, 5, 4,3, et 2. Il est épais d'environ 24 m et constitué par la succession de la base au sommet d'environ 13 niveaux ou couches d'épaisseurs et de compositions variables. Cette série du Maastrichtien débute par le calcaire très fossilifère à bone-bed (lit d'os). Se succèdent des couches dominées par des roches phosphatées correspondant à des alternances centimétriques à décimétriques de marnes, marnes siliceuses, calcaires argileux à rognons de silex et de sables plus ou moins phosphatés.
- Le Danien débute à sa base par la couche 0/1. Epais d'environ 11m ; il est formé de phosphates grossiers riches en BPL. Sa base est formée de calcaires dépourvus de fossiles et se termine par les calcaires à *Cardita Coquandi*. Les faciès dominants sont les calcaires phosphatés argileux, les sables phosphatés et les marnes à silex.
- Le Thanétien : (Sillon A2) Est épais de 17 m environ. Il débute par une couche à alternance de marnes, marnes siliceuses et silex à laquelle succèdent une série de roches phosphatées à matrice sableuse, calcaire ou marneuse marquée par une intercalation d'environ 4m de marne.
- L'Yprésien : (Sillon B) Son épaisseur est d'environ 12 m. Il débute dans la majorité des cas par un calcaire phosphaté coprolithique. Il est formé d'une succession de niveaux phosphatés intercalés avec des calcaires phosphatés coprolithiques, des argiles et de silex ou marnes siliceuses. La phosphatogenèse y a atteint son apogée.

- Le Lutétien : Il coiffe dans certains secteurs toute la série phosphatée du secteur. Quand il existe, il est représenté dans sa partie inférieure par un complexe constitué principalement par des calcaires phosphatés, des calcaires marneux, des marnes phosphatées et des marnes siliceuses. L'ensemble a subi une calcification à des degrés variables. L'ensemble est surmonté par une puissante dalle carbonatée renfermant de nombreux gastéropodes.

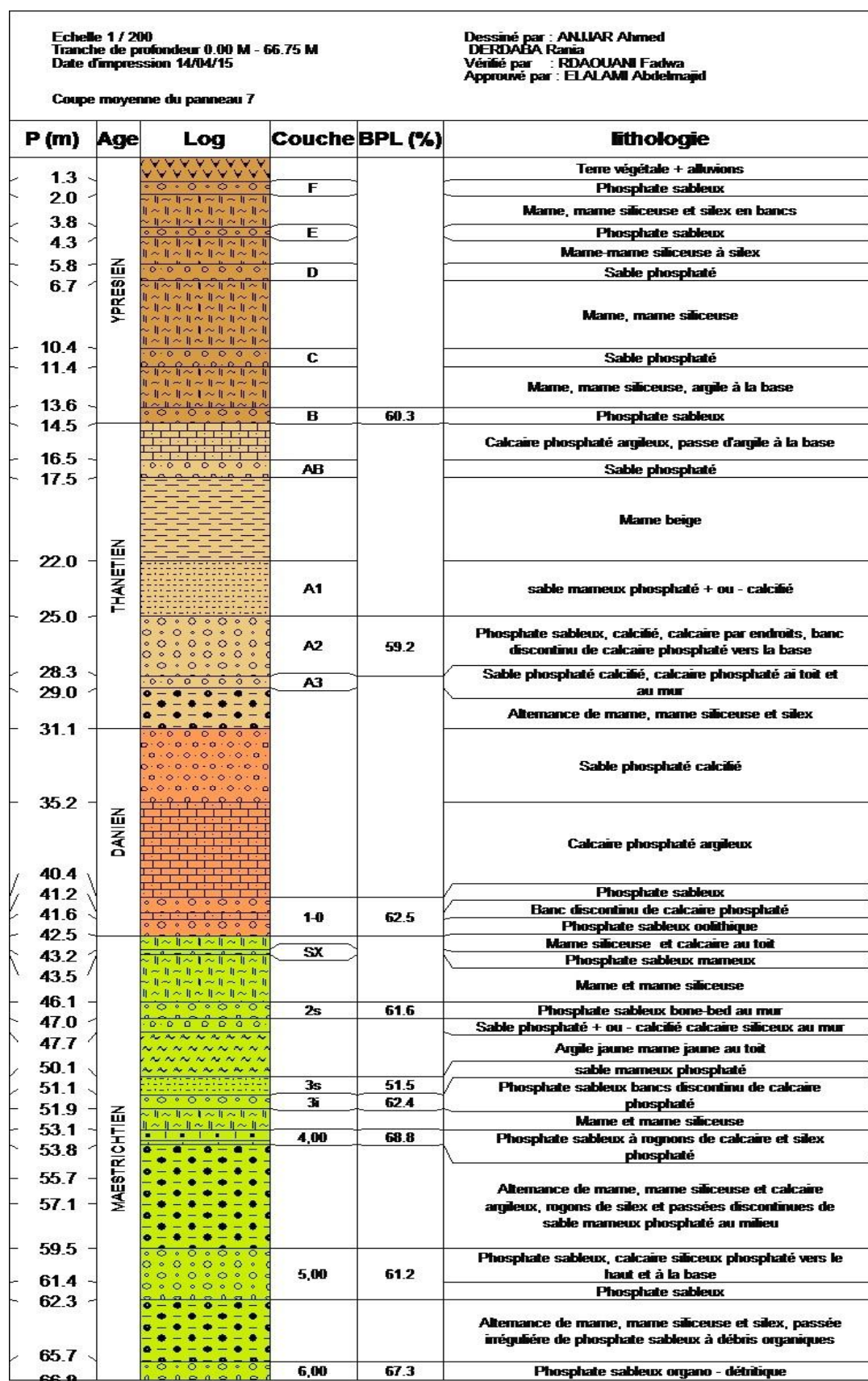
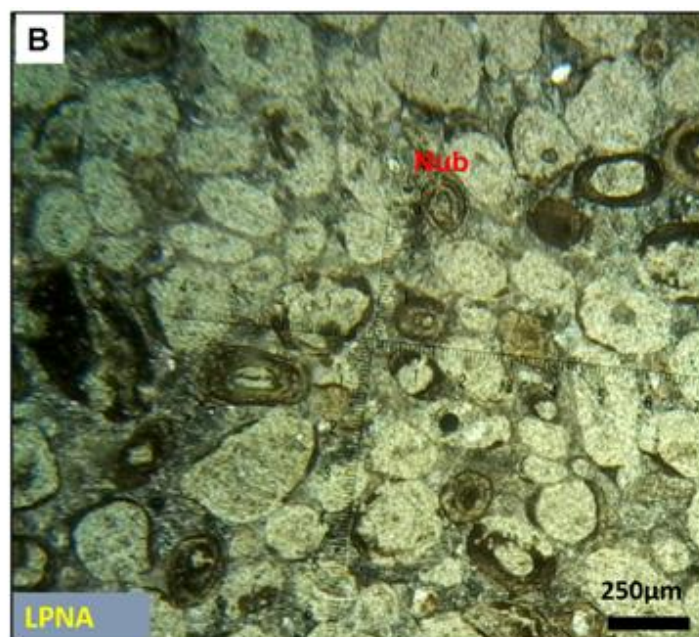
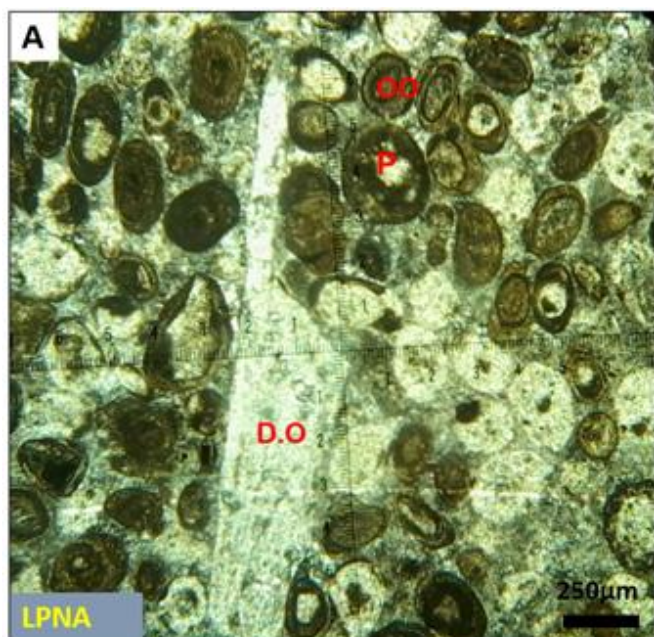


Figure 2 : Coupe moyenne du Panneau 7 de gisement de Benguérir.

2.3 Bases de la description pétrographique :

L'étude pétrographique des niveaux phosphatés choisis est basée sur les observations microscopiques faites au laboratoire de la faculté des sciences Dhar El Mahraz Fès (Maroc). L'étude pétrographique a été faite sur des lames minces des échantillons prélevés au niveau des différents faciès de la série phosphatées étudiée du gisement de Benguérir. L'observation au microscope optique a montré que les faciès sédimentaires phosphatés sont constitués par quatre principaux composants phosphatés : Les débris biogènes formés essentiellement par des particules squelettiques, les coprolithes correspondant aux excréments de la faune des mers du crétacé supérieur et du tertiaire inférieur, les grains phosphatés correspondant principalement à des pellets et les grains composites ou agrégats qui représentent des composants minéraux tels le quartz, la dolomite, etc.... Les principaux critères retenus pour classer ces constituants [3] sont : la forme, la taille, la structure interne et l'origine génétique (Fig.3).

- ✓ Les bioclastes : Ils regroupent tous les éléments figurés des tests des microorganismes comme les fragments d'os et les dents de poissons avec une taille supérieure à 2mm (Fig.3- A).
- ✓ Les grains phosphatés : Sont très abondants, leur structure interne ainsi que leur morphologie externe permettent de les classer en 3 groupes :
 - Les pellets : représentés par des grains de forme ovoïde rarement allongée avec une taille inférieure à 2mm. Ces grains n'ont pas de structure interne bien définie (Fig.3- A et E).
 - Les nubéculaires : au microscope ces particules contiennent des loges « en chapeau de gendarme » [4], avec une taille inférieure à 400µm les nubéculaires sont caractéristiques des mers épicontinentales à sédimentation calcaire (Fig.3- B et F).
 - Les grains enrobés : Sphériques, ils présentent un ou plusieurs noyaux (grains de quartz ou de la calcite) entourés d'un cortex (Fig.3-A).
- ✓ Les coprolithes : Ce sont des déjections de vertébrés et d'invertébrés. Ce sont des particules phosphatées plus grossières que les pellets, avec une taille allant de 400µm à quelques millimètres. Elles présentent des formes cylindriques ou allongées (Fig. 3 –C et D).
- ✓ Les grains composites ou agrégats : La taille dépasse généralement 400µm et la forme est quelconque à caractère anguleux indiquent un faible déplacement. Ces particules sont caractérisées par une variété d'éléments inclus (quartz, dolomite...) (Fig.3 – E et F).



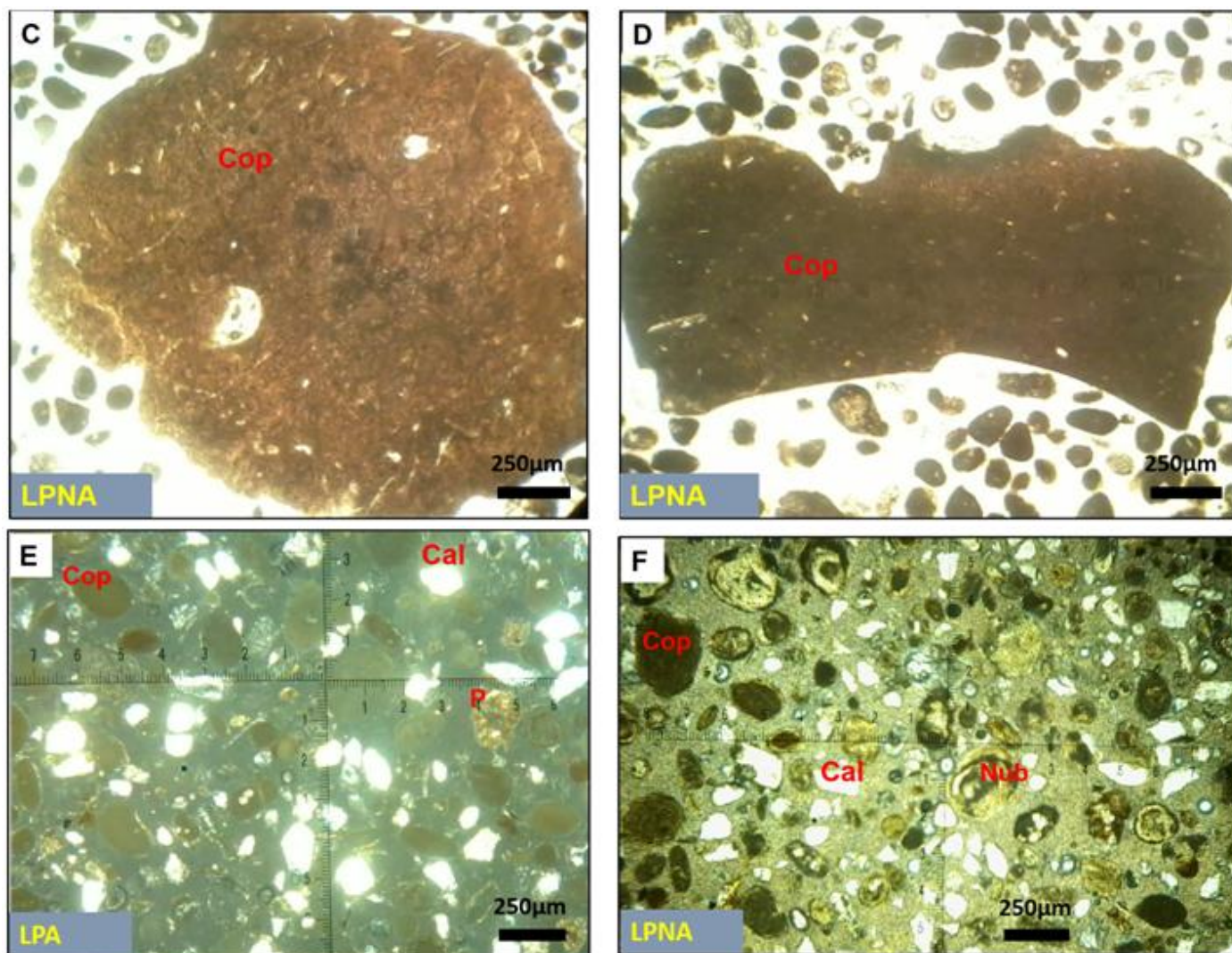


Figure 3 : Vue microscopique des quatre principaux composants phosphatés des niveaux étudiés. (OO : oolites ; P : Pellets ; D.O : Débris Osseux ; Nub. : Nubéculaires ; Cop : Coprolithes ; Cal. : Calcite).

2.4 Description microscopique :

Nous ne disposons pas des échantillons de tous les niveaux phosphatés (Tab. 1). Seul 7 échantillons ont pu faire l'objet d'une étude pétrographique sous le microscope. Ce sont les couches phosphatées (4, 1 et le sillon B) et les intercalaires (C3-4, Bone Bed intercalé entre la couche 2 supérieure et inférieure). Nous décrivons aussi le niveau repère, très remarquable sur le terrain, dit argile jaune qui sépare la couche 3 supérieure de la couche 2 inférieure (Fig.4).

Le choix de ces échantillons est motivé par leur caractère représentatif des différentes composantes de la colonne stratigraphique de la zone d'étude et in fine de tout le secteur Benguérir Nord. La description ci-dessous est faite de bas en haut de la série phosphatée.

Tableau 1 : Echantillonnage et méthodes d'analyses.

Echantillon	Méthode d'analyse
Sillon B (à Rognon de silex)	lames minces
Bone bed (lit d'os)	
Couche phosphatée 4	
Dalle calcaire au-dessus du sillon B	
La couche phosphatée 1	
Des argiles jaunes (niveau repère)	
Intercalaire C3/C4 : marne siliceuse + silex et calcaire phosphaté	

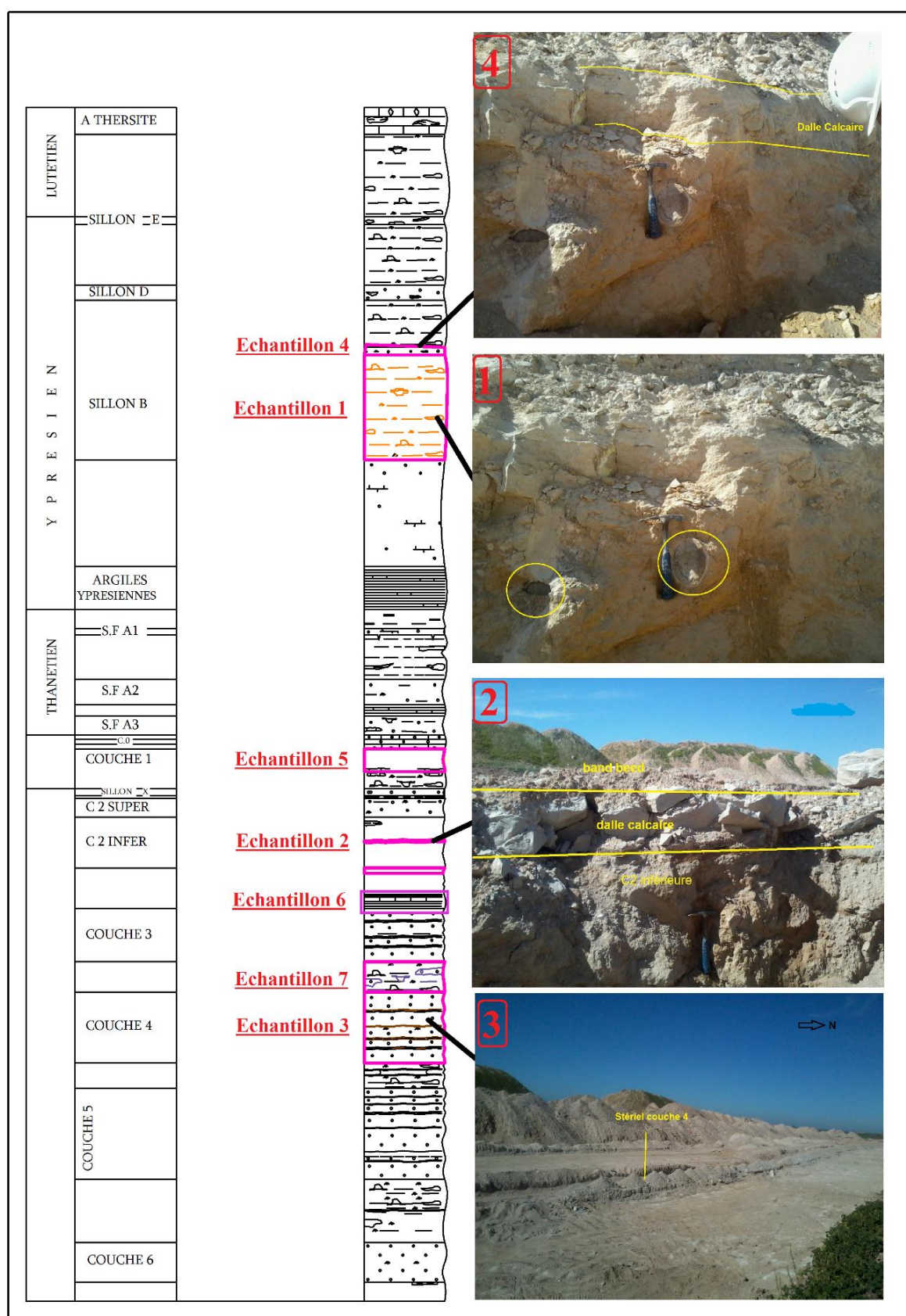


Figure 4 : Position des échantillons dans la série phosphatée.

3. RESULTS ET DISCUSSION

3.1 Les faciès phosphatés : nomenclature et contexte génétique :

L'étude pétrographique de la série phosphatée étudiée est basée sur les observations macroscopiques faites sur le terrain des différents faciès et au laboratoire à partir des observations microscopiques.

La nomenclature adoptée pour l'étude pétrographique est basée sur la classification des carbonates de Dunham (1962) et de Folk (1962) et sur la classification de Slansky, (1980) Jourani (1988) et Mouflih (1991) pour les phosphates [5, 6, 7, 8-3].

3.2 La couche phosphatée 4 :

Constituée de phosphates meubles moyens à grossiers grains de couleur grisâtre. Le microfaciès phosphaté de la couche 4 d'âge Maastrichtien montre des tests de lamellibranche phosphatisés et calcitisés. La texture est packstone à grainstone, les grains sont de tailles différentes et de forme arrondie et aplatie. Il s'agit d'une Biophospharénite à exogangue calcitique (Classification selon Mouflih (1991)) [3].

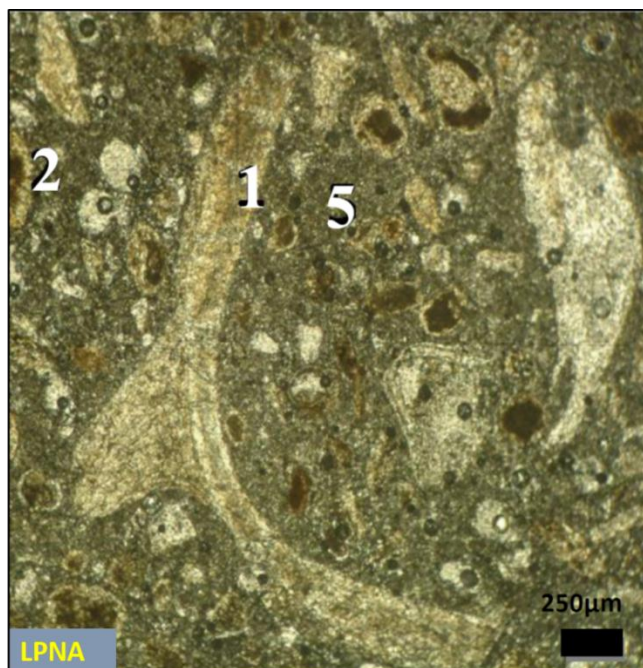


Figure 5 : Vue microscopique d'une Biophospharénite à exogangue calcitique (1- Particule squelettique 2- Grain enrobé 5- : ciment microsparitique).

3.3 Intercalaire couche 3 – couche 4 :

C'est un niveau phosphaté sableux fins à moyens de couleur grisâtre à blanchâtre et oolithiques. Le microfaciès phosphaté (Intercalaire couche 3 – couche 4) d'âge Maastrichtien montre des oolithes de type B avec des laminations corticales qui tendent à conserver la forme du nucleus. En terme énergétique ce type des oolithes caractérisé un milieu modéré. Ce faciès est un Pelphospharénite à microsparite (Classification selon Mouflih (1991)) [3] de texture Wackestone (Classification de Dunham (1962)) [5].

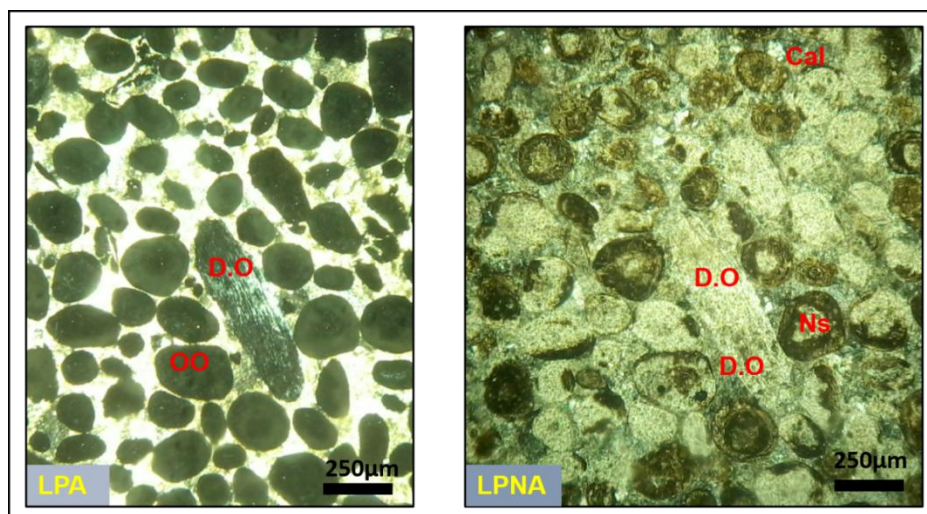


Figure 6 : Vue microscopique de microfaciès intercalaire couche 4 – couche 3. (D.O : Débris Osseux ; OO : Oolithes ; Ns : Nucleus ; Cal : Calcite).

3.4 L'argile jaune (niveau repère)

Dans notre zone d'étude, est un repère, car il sépare toujours la couche 2 de la couche 3 Supérieure. Caractérisé par sa couleur jaunâtre. Ce microfaciès marneux de la série phosphatée est représenté par une texture Mudstone avec la présence par endroit des grains arrondis et des coprolithes. Il contient aussi des fragments de matière organique amorphe de couleur brunâtre et noirâtre et des grains arrondis blanchâtres.

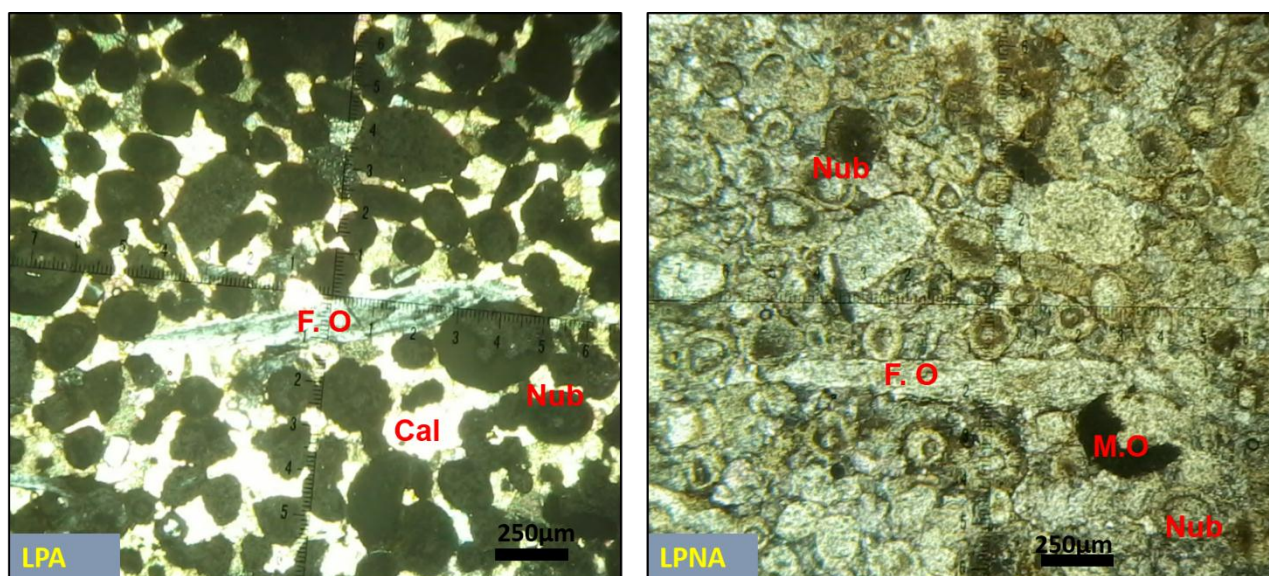


Figure 7 : Vue microscopique de microfaciès marneux à texture Mudstone (**M.O** : matière organique ; **Cop** : Coprolithes).

3.5 Bone bed (lit d'os)

Ce sont des phosphates moyennement grossiers et des calcaires fossilifères phosphatés d'âge Maastrichtien. C'est un repère de la couche 2 supérieure et inférieure. Le microfaciès est très riche en débris d'ossement, de texture grainstone et de couleur grise. C'est un Biophospharénite à exogangue siliceuse et calcitique (Classification selon Mouflih (1991)) [3].

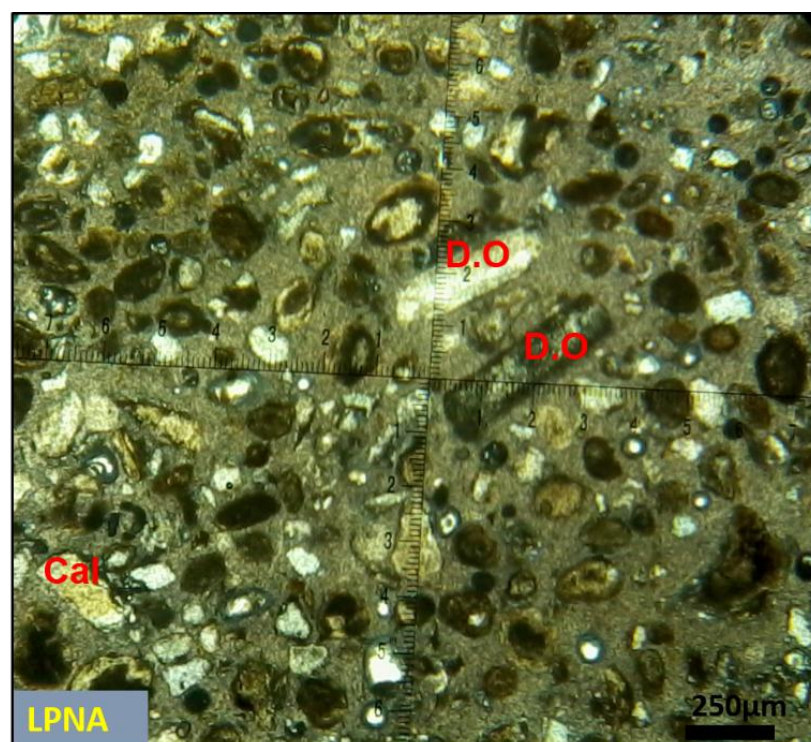


Figure 8 : Vue microscopique d'une Biophospharénite à exogangue siliceuse et calcitique (**D.O** : Débris d'ossement ; **Cal** : calcite).

3.6 Sillon B (à Rognon de silex) :

Il est riche en chert nommés aussi lentilles ovoïdes de silex. Les rognons sont durs dures, de couleur allant du brun au noir, de taille centimétrique à décimétrique et très riches éléments squelettiques. Ce microfaciès D'âge Yprésien est à texture Packstone, les grains sont de couleurs sombres ou claires, de formes arrondies et aplaties avec en générale un nucleus. Ce microfaciès à rognons de silex est riche en éléments biogéniques et organogènes (coprolithe et os).

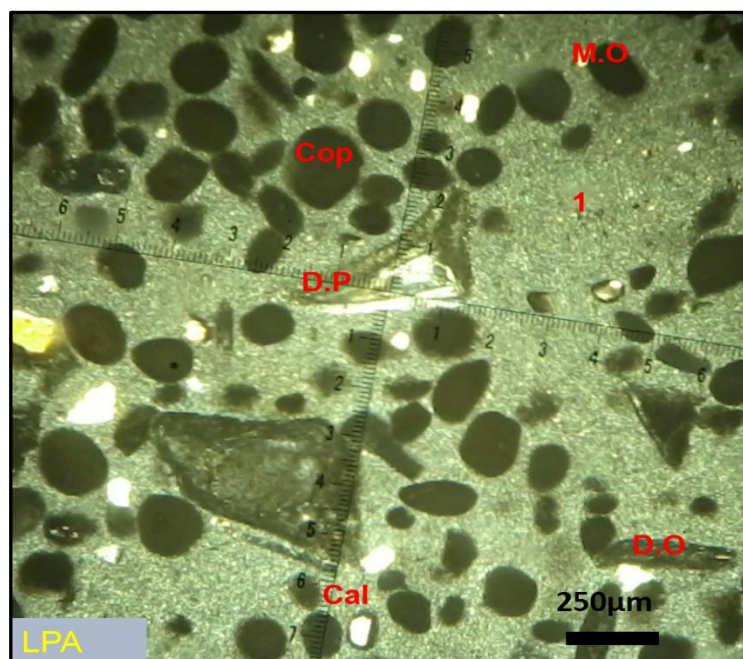


Figure 9 : Vue microscopique de microfaciès de rognons de silex. **1 :** Ciment micritique ; **Cop :** Coprolithe ; **M.O :** Matière organique ; **D.P :** dent de poisson ; **D.O :** débris osseux ; **Cal :** calcite.

3.7 La couche phosphatée 1 :

C'est niveau phosphaté meuble à grain fins de couleur grisâtre renfermant des particules squelettiques. Le microfaciès phosphaté de la couche 1 d'âge Danien montre des éléments moyennement classés, de forme plus ou moins arrondie dans un ciment calcitique et siliceux. C'est une Nubephospharénite à exogangue calcitique et siliceuse (Classification selon Mouflih (1991)) [3].

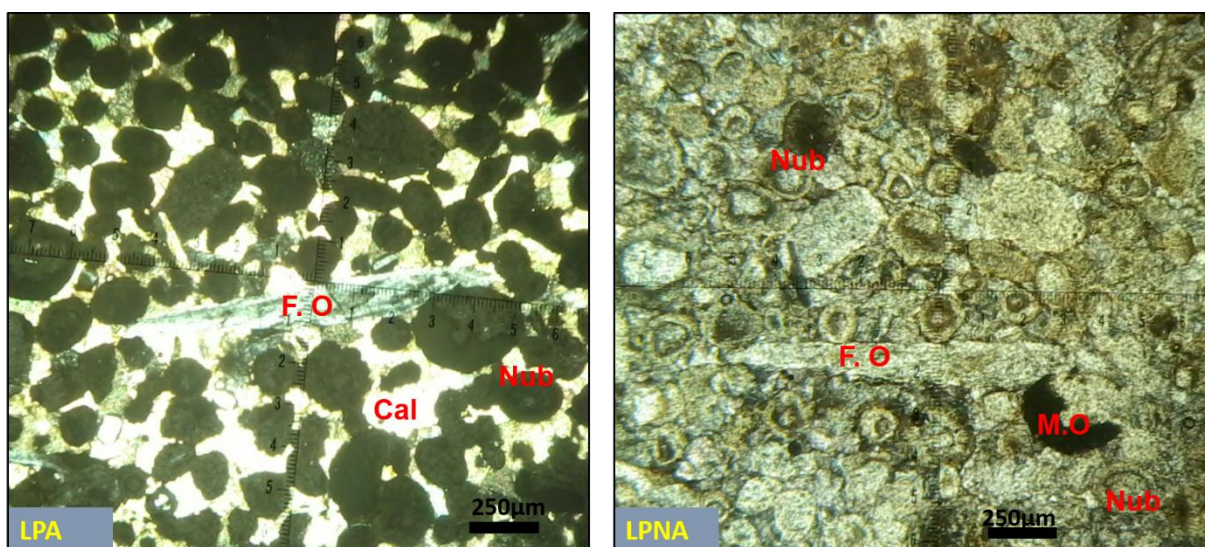


Figure 10 : Vue microscopique d'une Nubephospharénite à exogangue calcitique et siliceuse (**F.O :** fragments d'os ; **Cal :** calcite ; **Nub :** Nubéculaires ; **M.O :** Matière organique).

4. CONCLUSION

Le travail présenté dans cet article porte sur une étude géologique et minière de la zone d'exploration et d'exploitation de Benguérir Nord appartenant au bassin de Ganntour. L'exploitation des phosphates, bien qu'elle se fasse à ciel ouvert,

5. REFERENCES

- Citer cet article : **Ahmed Anjjar, Youssef Driouch, Faiza Benjelloun, Abderrahim Lahrach, Abdel-ali Chaoui, Rachida Afgane et Abdelmajid El Alami.** CARACTERISATION PETROGRAPHIQUE ET VALORISATION DES PHOSPHATES DU GISEMENT DE BENGUERIR (MAROC). *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences*. 2018; 6(4): 160-169.

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>