

Comportement des minéraux lourds dans les faciès arénitico-silteux du Crétacé terminal du Horst de Ndiass : mise en évidence du vannage morphométrique du disthène

El H. SOW¹ et R. MALOU¹

¹. Département de géologie, Faculté des sciences et techniques, université, CAD de Dakar.

Introduction

Le bassin sédimentaire sénégal-mauritanien se présente sous la forme d'un vaste monoclinale ouvert sur l'océan Atlantique. Cette structure est perturbée au niveau de la partie occidentale du bassin par des structures en horsts et grabens (horsts de Ndiass et de Dakar séparés par le graben de Rufisque).

Au niveau du horst de Ndiass, les failles en distension ont mis à l'affleurement des terrains d'âge crétacé terminal, les plus anciens connus à l'affleurement dans la partie occidentale du bassin. Ces affleurements sont constitués de falaises côtières allant de Yène au Cap de Naze et des carrières d'exploitation de grès de Packy (figure 1).

Les premiers travaux sur ces affleurements datent de TESSIER qui leur attribuait un âge maastrichtien (TESSIER, 1946, 1952, 1954 ; SORNAY et TESSIER, 1949). Les attributions stratigraphiques ont été reprises et précisées sur certains affleurements :

– à Packy, les lamellibranches et gastéropodes (TESSIER, 1954 ; LAPPARTIENT et MONTEILLET,

1980), ainsi que les échinides (LAPPARTIENT et MONTEILLET, 1980 ; ROMAN et SORNAY, 1983) militent plus en faveur du Campanin que du Maastrichtien ;

– au Cap de Naze, les travaux de KHATIB *et al.*, (1990) et SOW (1992) ont montré que la base de la falaise est campanienne alors que le reste est maastrichtien. Au Cap rouge et à Toubab Dialaw, l'âge maastrichtien antérieurement attribué a été maintenu faute de marqueurs biostratigraphiques.

La synthèse de ces travaux permet d'attribuer à l'ensemble des affleurements du Crétacé terminal du horst de Ndiass un âge campano-maastrichtien. À cette époque, la partie occidentale du bassin sénégal-mauritanien correspondait à une plate-forme détritique à sédimentation contrôlée par l'eustatisme (KHATIB *et al.*, 1990 ; SOW, 1992).

L'analyse du cortège minéralogique lourd de l'ensemble des affleurements côtiers (Cap rouge, Toubab Dialaw et Cap de Naze) a permis de noter un comportement particulier du disthène qui ne saurait s'expliquer simplement par la densité de ce minéral mais par sa morphologie.

Méthodologie

Les échantillons traités sont constitués de roches meubles, parfois riches en oxyde de fer, ce qui a nécessité une attaque à l'acide oxalique à chaud.

Après cette opération, la fraction inférieure à 40 μm a été éliminée par tamisage sous l'eau tandis la fraction supérieure à 40 μm , après séchage à l'étuve à 50° C, a été utilisée pour le tamisage. La granulométrie de la fraction inférieure à 40 μm a été faite selon la méthode densimétrique de MÉRIAUX (1954).

Les faciès granulométriques sont déduits des indices Q1MdQ3 de DOEGLASS (1968). Cet auteur a utilisé les indices Q1 (centile 25 %), Md (la médiane) et Q3 (le centile 75 %) exprimés en unités θ pour classer les sables. Les faciès de l'ensemble des dépôts se répartissent entre sables moyens et argiles silteuses.

La séparation des minéraux lourds a été faite par densimétrie en utilisant deux liqueurs denses : le bromoforme ($d = 2,89$) et l'iodure de méthylène ($d = 3,3$) ; elle a porté sur trois fractions granulométriques : 315-160 μm , 160-80 μm et 80-50 μm . La détec-

mination a été faite à la loupe binoculaire et au microscope polarisant sur des minéraux non montés au baume du Canada. Seules les fractions ayant subi une double séparation (bromoforme et iodure de méthylène) ont été utilisées. Le comptage a été effectué sous la loupe binoculaire. Le nombre de grains comptés a toujours atteint 200. Il a porté à la fois sur les minéraux transparents et les minéraux opaques mais, en tenant compte de leurs proportions relatives, on peut estimer que la précision obtenue est supérieure à celle donnée par le comptage de 100 grains transparents car les minéraux opaques ne dépassent jamais 50 % du stock.

En considérant que la fraction 315-160 μm est quasiment inexistante dans un bon nombre d'échantillons, que la fraction 80-50 μm renferme des grains dont la taille ne permet pas de les déterminer correctement sous la loupe, nous avons retenu seulement les résultats fournis par la fraction 160-80 μm qui, selon PARFENOFF *et al.*, (1970), est la plus représentative. Ces valeurs correspondent aux pourcentages pondéraux. Ils ont été calculés à partir des pourcentages numériques selon la méthode de RITTENHOUSE (1943). Cet auteur a pu définir, pour chaque minéral, un coefficient hydraulique correspondant au nombre de classes granulométriques de Wentworth entre la taille du minéral et celle du quartz déposé dans les mêmes conditions.

La teneur en minéraux lourds et la teneur relative de chaque espèce minérale dans la fraction examinée ont été étudiés en fonction des faciès granulométriques.

Résultats

Minéralogie

Les minéraux légers

Le quartz représente 98 à 100 % des grains arénitico-silteux. Il est principalement monocristallin, le pourcentage de quartz polycristallin observé dans certains échantillons n'atteint pas 5 %. Les feldspaths sont quasi-absents.

Les minéraux argileux

Ils sont représentés par la kaolinite (17 à 65 %), l'illite (1 à 15 %) et les smectites + interstratifiés illite-smectite (33 à 89 %). Ils sont détritiques et hérités au même titre que les minéraux non argileux associés (SOW, 1992).

Les minéraux lourds

Le pourcentage global de minéraux lourds dans les trois fractions examinées est très faible (0,004 à 0,50 %).

Sur le plan qualitatif le cortège minéralogique est constitué essentiellement de minéraux ubiquistes : tourmaline sillimanite, sphène, grenat, disthène, rutile, zircon, ilménite, leucoxène. Certaines espèces sont très rares. C'est le cas de la staurotide rencontrée seulement dans quelques prélèvements du Cap rouge (en pourcentage très faible) et de la topaze rencontrée dans un seul échantillon du Cap de Naze. L'hématite et la magnétite, rencontrées dans tous les échantillons, sont des minéraux diagénétiques formés très probablement lors de la latérisation fini-crétacé ou post-éocène et seront exclus de l'évaluation des pourcentages des minéraux lourds présents.

Les variations de fréquence des minéraux lourds

Le pourcentage de minéraux lourds dans la fraction examinée (160-80 μm) est variable dans chaque faciès granulométrique. Cependant, les pourcentages maxima sont obtenus dans les faciès les plus fins (figure 2) avec des valeurs plus élevées dans ces derniers.

Les variations de teneur en espèces minérales reflètent les variations du pourcentage global des minéraux lourds (figure 3). En effet, les minéraux les plus lourds (ilménite, leucoxène, rutile et zircon : densité comprise entre 4,25 et 4,8) présentent leurs teneurs les plus élevées dans les faciès les plus grossiers (figures 3a, b, c) ; les faciès fins, à pourcentage plus faible, présentent néanmoins un deuxième mode parfois assez net. Le grenat et la tourmaline (moins denses), nettement moins fréquents que les minéraux précédents, présentent la même répartition de teneur avec, néanmoins, une bimodalité plus distincte (figures 3d et e). Le disthène (densité comprise entre 3,6 et 3,7) devient, par contre, de plus en plus fréquent à mesure que les faciès deviennent fins, son taux atteint presque 90 % du cortège lourd dans les faciès silto-argileux (figure 3f). Cette évolution inverse est certainement à l'origine de la double répartition des minéraux lourds constatée sur la figure 2.

Discussions

Les dépôts arénitico-silteux du Campano-maastrichtien du horst de Ndiass possèdent une très bonne maturité minéralogique : 98 à 100 % de quartz monocristallin, absence de feldspaths et minéraux lourds ubiquistes. Cette maturité ne permet pas de rattacher les minéraux à une provenance donnée. Ceux-ci ont pu être maintes fois remaniés et déposés.

La répartition des minéraux lourds dans la fraction examinée ne peut avoir de valeur pour préciser la nature et l'âge du matériel pérenal.

Les teneurs variables des minéraux dans le même faciès granulométrique peuvent s'expliquer par leur disponibilité dans le sédiment. Le premier mode observé sur la figure 2 paraît être directement lié à l'hydrodynamisme du milieu de sédimentation. En effet, les minéraux lourds présents ont une densité moyenne de presque 3,8. Leur équivalent hydraulique en minéraux légers (quartz), dans la fraction 160-80 μm , est supérieure à 140 μm (intervalle des sables fins et plus grossiers), ce qui correspond aux faciès granulométriques les plus grossiers de nos dépôts.

Il est donc tout à fait normal que la fréquence des minéraux décroisse avec la diminution de la moyenne granulométrique, donc dans les faciès sablo-silteux et silto-argileux. Comme nous l'avons vu plus haut, le deuxième mode de la figure 2 est dû principalement au comportement du disthène, très fréquent dans les faciès silteux et silto-argileux, en particulier au Cap de Naze. Cette concentration du disthène, de densité plus faible que celle des minéraux titanifères (ilménite, leucoxène, rutile), et du zircon, très fréquents dans les faciès les plus grossiers, pourrait être expliquée par son vannage par les courants en même temps que les particules fines. Ce vannage ne saurait être densimétrique tel qu'il a été constaté dans l'Eocène du bassin de Paris (in PARFENOFF *et al.*, 1970) mais, surtout, morphométrique car nous constatons que la tourmaline de densité inférieure ne présente pas de telles concentrations anormales dans les mêmes faciès (figure 3e). Le disthène, contrairement aux autres minéraux, se présente en baguettes aplaties et se comporte comme les micas qui se trouvent associés aux faciès fins.

Références bibliographiques

DOEGLASS A. J., 1968. Grain-size indices, classification and environment. *Sedimentology* 10, p. 83-100.

KHATIB R., LY A., SOW E. et SARR R., 1990. Rythmes sédimentaires liés aux variations eustatiques globales au Campanien et au Maastrichtien du Sénégal. Révision stratigraphique de la série du Crétacé terminal du Cap de Naze. *Comptes rendus Académie des sciences*. Paris, t. 311, série II, p. 1089-1095.

LAPPARTIENT J. R. et MONTELLET J., 1980. Le gisement fossilifère sénonien supérieur des carrières de Paki (Sénégal). *Bulletin Institut fondamental d'Afrique noire*, Dakar, 42, série A, n° 3, p. 431-439.

MERIAUX S., 1954. Contribution à l'étude de la granulométrie. Thèse d'État, Paris, 118 p.

PARFENOFF A., POMEROL C. et TOURENQ J., 1970. Les minéraux en grain. Méthodes d'étude et de détermination. Masson et Cie, éditeurs ; Paris (6°).

RITTENHOUSE G., 1943. Transportation and deposition of heavy minerals. *Geological Society of America Bulletin*, n° 12, 54, p. 1725-1780.

ROMAN R. et SORNAY J., 1983. Ammonites, Inocérames et Echinides du Crétacé supérieur de Paki (Sénégal). *Bulletin Muséum national d'histoire naturelle*. Paris, série 4, 5, section C, n° 1, p. 3-23.

SORNAY J. et TESSIER F., 1949. Ammonites nouvelles du Maastrichtien du Sénégal. *Bulletin Société géologique de France*, XIX, p. 245-249.

SOW E., 1992. Étude sédimentologique et révision chronostratigraphique du Crétacé terminal du horst de Ndiass (Sénégal occidental). Thèse 3^e cycle, Dakar, 145 p.

TESSIER F., 1946. Sur l'existence d'un niveau maastrichtien au Sénégal. *Comptes rendus Académie des sciences*. Paris, t. 222, p. 505-506.

TESSIER F., 1952. Contribution à la stratigraphie et à la paléontologie de la partie ouest du Sénégal (Crétacé et Tertiaire), Thèse, Marseille.

TESSIER F., 1954. *Comptes rendus sommaires de la Société géologique de France*, p. 25.

Résumé

Les dépôts arénitico-silteux du Campano-maastrichtien du horst de Ndiass présentent une bonne maturité minéralogique. L'étude de la variation de la teneur globale des minéraux lourds et des différentes espèces minérales dans la fraction 160-80 μm en fonction des faciès granulométriques permet de tirer les conclusions suivantes :

- les variations de teneurs dans le même faciès granulométrique sont liées à la disponibilité des minéraux dans le milieu de sédimentation ;
- la bimodalité de répartition des minéraux dans la fraction examinée s'explique par un vannage du disthène qui se concentre dans les faciès fins, silto-argileux. Ce vannage est essentiellement morphométrique car la tourmaline, de densité inférieure, ne présente pas une telle distribution.

Abstract

The Campano-maastrichtian arenitico-silty deposits of the 'horst de Ndiass' have a good mineralogic maturity. The study of the total content in heavy minerals and distinctive mineralogical species variations in fraction 160-80 μm according to granulometric facies allow to draw following conclusions :

- the content variation in the same granulometric facies due to the mineral disponibility in the depositional environment ;
- the bimodal repartition of heavy minerals in the investigated fraction is explained away by a winnowing of the kyanite which concentrates in the finer facies. The winnowing is essentially morphometric because the tourmaline, less heavy, doesn't present such distribution.

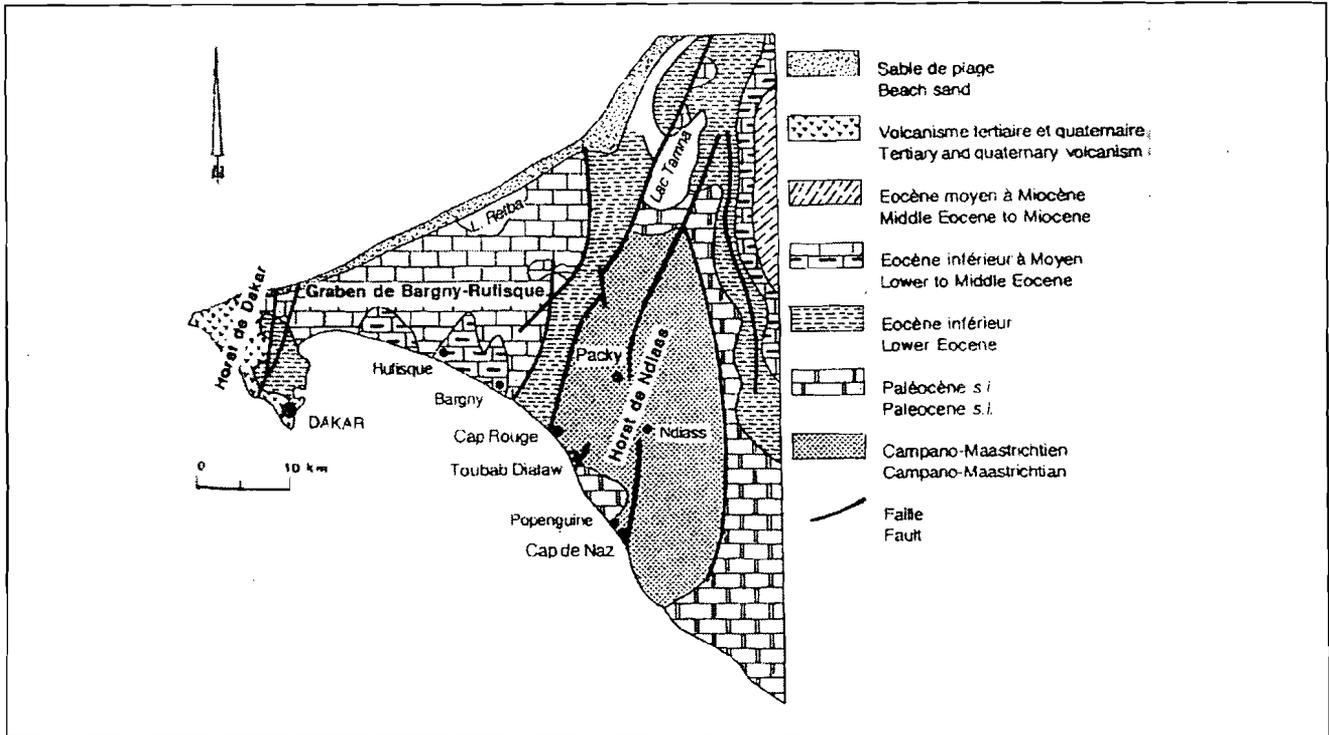


Figure 1 : Localisation des affleurements étudiés sur la carte géologique du Sénégal occidental.
 Localisation of studied areas on the geological map of western Senegal.

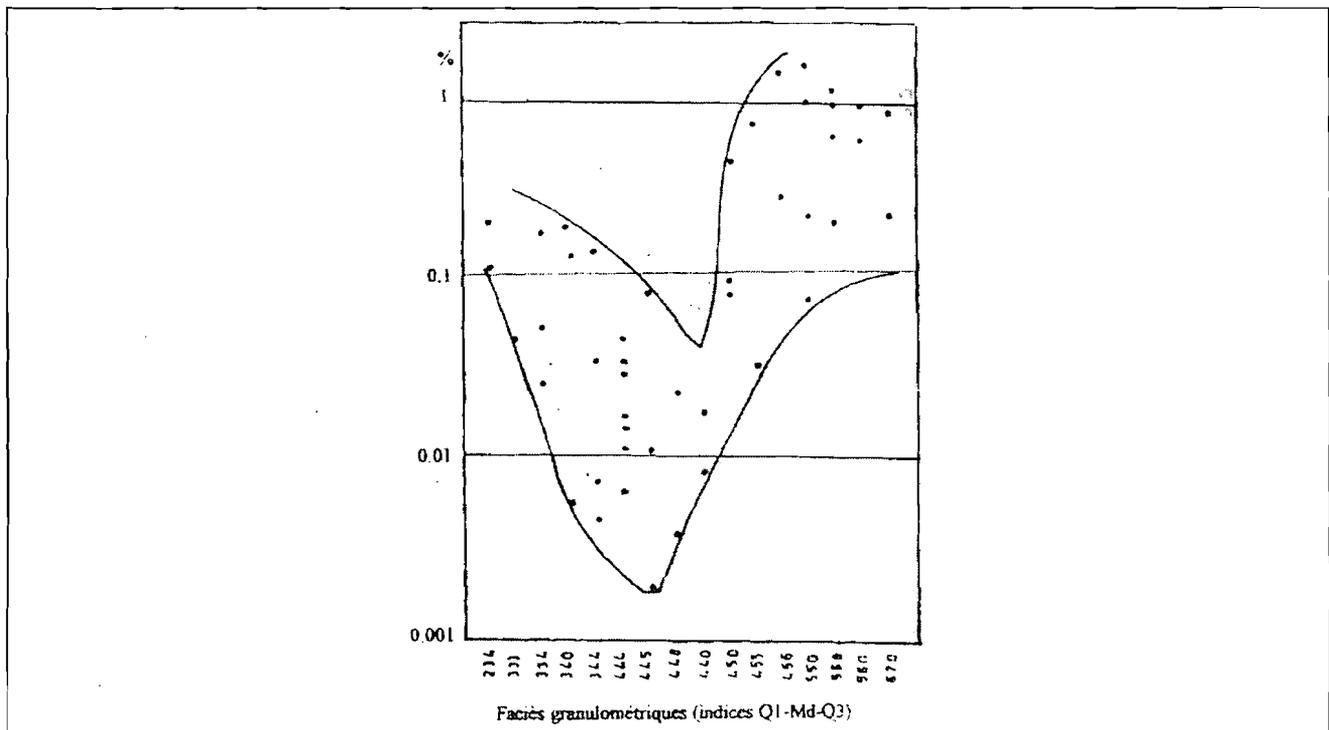


Figure 2 : Variation du pourcentage des minéraux lourds dans la fraction 160-80 µm en fonction des faciès granulométriques.
 Heavy minerals variations in fraction 160-80 µm according to granulometric facies.

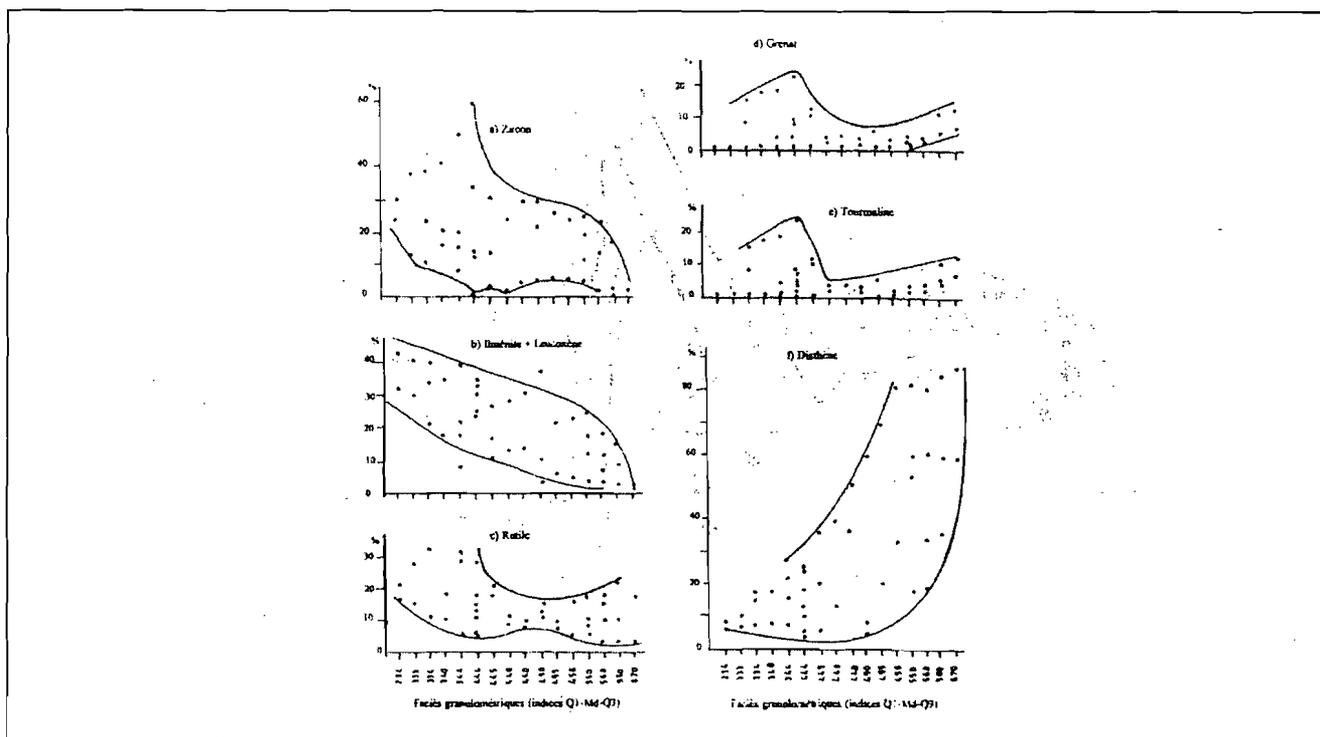


Figure 3 : Variation du pourcentage des principales espèces minéralogiques dans la fraction 160-80 μm en fonction des faciès granulométriques.

Main mineralogical species variations in fraction 160-80 μm according to granulometric facies.