

La formation et l'épaisseur des sédiments dans l'Aurès (Algérie)

et dans quelques autres régions du bord sud de la Mésogée

Par ROBERT LAFFITTE

Quoique l'étude géologique du Nord de l'Afrique ait fait l'objet de nombreux travaux, il est un caractère de beaucoup de séries stratigraphiques que les auteurs ont, en général, assez peu étudié : c'est l'épaisseur des couches. Cependant, les séries offrent fréquemment des variations de puissance très rapides, et elles atteignent parfois une épaisseur considérable, inconnue dans les régions classiques d'Europe.

Ainsi, dans l'Aurès, le Cénomanién dépasse en certains points 1 000 mètres, alors qu'au Mans où, d'après M. Paul LEMOINE, son épaisseur est plus grande que partout ailleurs dans le Bassin de Paris, elle est d'environ 100 mètres (1). D'ailleurs, dans l'Aurès, tout le Crétacé se présente avec une très grande épaisseur ; sur le flanc Sud du djebel Lazereg, dans le centre de la région, il forme un immense affleurement monoclinale, plongeant au Sud-Est, entre le Jurassique et le Nummulitique, et son épaisseur, facilement mesurable, n'est certainement pas là inférieure à 5 000 mètres, et même, en additionnant les plus grandes puissances observées pour chaque étage, on arrive à une évaluation de 6 000 mètres, supérieure à celle que peut donner l'observation directe. Cela tient à ce que les verticales sur lesquelles les étages avaient leur épaisseur maximum ne coïncident pas.

Examinons maintenant les faciès de ces couches dans l'Aurès (2). La composition du Crétacé est la suivante :

SÉNONIEN. — Marnocalcaires à Échinides très abondants, Gastropodes, Lamellibranches, principalement des Ostracés, à Bryozoaires qui constituent parfois entièrement certains calcaires, enfin à rares Céphalopodes.

TURONIEN. — Récifs calcaires à Rudistes, Polypiers, Algues calcaires et Bryozoaires

(1) PAUL LEMOINE, *Géologie du Bassin de Paris*, p. 165-166.

(2) Pour plus de détails, voir ROBERT LAFFITTE, *C. R. Acad. Sc.*, t. CXCVIII, p. 191 ; t. CXCIX, p. 1321 et 1437.

ou Marnocalcaires à Gastropodes, Lamellibranches, mais sans Rudistes, Échinides, Bryozoaires, et toujours rares Céphalopodes.

CÉNOMANIEN. — Marnocalcaires à Échinides et Ostracés, mais à Rudistes rares, bref, présentant toute la faune néritique classique en Afrique du Nord depuis les travaux de COQUAND, PERON, PERVINQUIÈRE, etc.

ALBIEN. — Grès à bois flottés, dents de squales ; grès avec empreintes de Gastropodes et de Lamellibranches ; grès avec intercalations de lumachelles d'Huîtres et de bancs calcaires à rares Ammonites.

APTIEN. — Calcaires à Rudistes (Polyconites et Toucasia), Orbitolines, Polypiers Nérinées ; Calcaires oolithiques ; calcaires marneux à Échinides ; dolomies ; grès à Orbitolines ; marnes à Huîtres et Brachiopodes.

NÉOCOMIEN. — Grès à « ripple-marks » ; calcaires notamment à petites Orbitolines ; dolomies ; marnes avec Brachiopodes et Bélemnites.

La nature de tous ces sédiments et leur faune montrent qu'ils se sont formés sous une épaisseur d'eau très faible ; en particulier, les bancs d'Huîtres ornées, qui ne devaient être recouverts que de quelques dizaines de mètres d'eau au maximum, et dont on retrouve des répétitions nombreuses au sein d'une série de plusieurs kilomètres d'épaisseur, oblige à admettre l'existence de mouvements d'affaissements répétés : on a là un très bel exemple de « subsidence ». Son existence, telle qu'elle ressort des considérations précédentes, est encore appuyée par les études stratigraphiques de détail, par exemple par une coupe comme celle du Sénonien d'El Kantara telle qu'on peut l'observer entre l'Oasis et les calcaires, turoniens du flanc Sud du massif du Metlili et qui est, de haut en bas, la suivante :

Marnocalcaires à moules internes de Gastropodes et de Lamellibranches.

Calcaires à Inocérames.

Marnes à Échinides avec intercalations de calcaires crayeux blanchâtres à Échinides. Huîtres, Plicatules, Spondyles, Janires, Inocérames, Nérites, Bryozoaires, Spongiaires et rares Céphalopodes.

Marnocalcaires à Échinides, Inocérames avec bancs de gypse répétés.

Marnocalcaires à Échinides et Ostracés.

Marnocalcaires à Échinides très abondants, Huîtres, Plicatules, Vulselles, Cerithes, Éponges... Céphalopodes (*Tissotia* surtout), Bryozoaires et Huîtres fixés sur les Ammonites.

Marnocalcaires à Échinides et Ostracés.

L'épaisseur totale de ces couches est d'environ 2 500 mètres. Or, la faune de ces assises par sa composition et par l'abondance des individus de chaque espèce, — certaines couches sont formées d'Oursins jointifs, — montre qu'aucune n'a pu se déposer sous une grande profondeur d'eau ; la fréquence des Mollusques herbivores (*Nerita*) prouve que ces sédiments se sont formés dans la zone des Algues, c'est-à-dire à moins de 100 mètres de profondeur, car les besoins de lumière de ces végétaux font qu'ils ne sont jamais abondants au-dessous de cette cote ; les bancs de gypse, interstratifiés au milieu de la formation, prouvent même qu'à certains moments le fond devait être très voisin de la surface. Donc, on ne peut pas refuser à cette région d'avoir été une aire d'ennoyage, une zone de subsidence, dont le fond devait s'abaisser d'une façon très rapide : 2 500 mètres pour la durée d'un étage du Crétacé.

Cet exemple d'une accumulation de sédiments néritiques sur une aussi grande épaisseur n'est d'ailleurs pas particulière à l'Aurès. On peut en citer de nombreux autres exemples, presque aussi typiques, sur le bord méridional de la Mésogée.

M. J. SAVORNIN (1) a attiré depuis longtemps l'attention sur l'épaisseur considérable du Crétacé inférieur dans la chaîne du Bellezma, située à l'Est du Hodna. Il écrit au sujet du Crétacé inférieur : « ... la puissance est certainement supérieure à 2 000 mètres. L'Aptien, à lui seul, n'a pas moins de 750 mètres et le Valanginien peut atteindre 500 mètres ». Or, toute cette série est, ici encore, formée par des sédiments néritiques : calcaires marneux, argiles avec grès quartziteux à surface ondulée, marnes versicolores à Brachiopodes, grès à Ripple-marks, calcaires récifaux à Rudistes et à Orbitolines. Ici aussi, on a donc encore l'affaissement du fond qui avait lieu en même temps que le dépôt des couches.

G. ZUMOFFEN (2) attribue 700 mètres d'épaisseur au Cénomanién du Liban septentrional, représenté par des calcaires dits « calcaires du Liban », faciès récifal et zoogène avec une abondante faune néritique : Lamellibranches, Ostracés, Rudistes, Gastropodes (Nérinées, Actæonelles...), rares Céphalopodes (*Acanthoceras*) et Échinides abondants. L'accumulation de calcaires zoogènes sur 700 mètres d'épaisseur prouve l'existence de la subsidence en ce point.

Dans une région voisine, en Palestine, M. L. PICARD m'a dit qu'il faut attribuer 2 000 mètres d'épaisseur au Crétacé supérieur du Cénomanién au Sénonien. Le faciès est voisin des précédents : les Échinides et les Ostracés sont toujours les fossiles les plus abondants.

Ce phénomène de la subsidence ne fut d'ailleurs pas limité au Crétacé. On peut en citer des exemples à d'autres périodes. Ainsi, en Égypte, M. J. CUVILLIER (3) donne la coupe suivante du Lutétien inférieur du djebel Drounka :

Calcaires friables à *Ostrea*, *Vulsella*, *Sismondia*, *Echinolampas*.

Argiles et calcaire à *Nummulites*.

Calcaire friable. Calcaire à nodules siliceux. *Alveolina*, *Echinanthus*.

Calcaires à Échinides, *Sismondia*, *Nummulites*.

Calcaires schisteux à *Ostrea*, *Tellina*, *Vulsella*, *Cardita*, *Chama*, *Corbis*, *Cytherea*, *Cardium*, *Turritella*, *Discohelix*, *Calyptrea*, *Nerita*, *Heligmotoma*, *Mesalia*, *Thersitea*, *Rimella*, *Terebellum*.

Calcaires avec fragments d'appendices de Crustacés littoraux (*Callianassa*), *Cerithium*, *Vulsella*, *Cardium*, *Meretrix*, *Schizaster*, *Echinolampas*, *Nummulites*, *Orbitolites*.

Calcaires, avec à la base *Nummulites*, *Alveolina*, *Orthophragmina*, *Operculina*.

Calcaire avec *Conoclypeus*, *Rhabdocidaris*, *Thagastea*, *Linthia*, *Plesiospatangus*, *Sismondia*, *Vulsella*, *Spondylus*, tubes d'Annélides, *Callianassa*.

L'épaisseur totale de ces couches, toutes attribuées au Lutétien inférieur, est de 300 mètres. Donc, pendant une période aussi courte, fraction d'un étage du Tertiaire, le substratum anté-Lutétien du djebel Drounka s'est affaissé progressivement d'environ

(1) J. SAVORNIN, Étude géologique de la région du Hodna et du Plateau Sétifien (*Bulletin du Service de la carte géologique de l'Algérie*, Alger, 1930, 2^e série, n° 7, p. 208-209).

(2) G. ZUMOFFEN, Géologie du Liban, Paris, 1926, p. 111.

(3) J. CUVILLIER, Revision du Nummulitique égyptien (*Mémoires de l'Institut d'Égypte et Thèse Paris*, Le Caire, 1930, 104-106).

300 mètres, la faune des différents niveaux attestant qu'ils se sont tous formés à des profondeurs très faibles, de trois ou quatre dizaines de mètres au maximum.

La présence de ces épaisseurs de sédiments néritiques non seulement apporte une contribution importante à la preuve des mouvements de subsidence, mais encore pose un problème important, celui de l'origine de pareilles masses de sédiments : 1 000 mètres de Cénomaniens, 2 500 mètres de Sénoniens, 300 mètres de Lutétien inférieur, épaisseurs inconnues dans les régions classiques de l'Europe occidentale.

Tous les exemples cités ont été pris sur le bord Sud de la Mésogée : dans le Sud de l'Algérie, en Égypte, en Palestine et au Liban. On était là à la bordure d'une immense aire continentale, le « Bouclier saharien » ou « grand plateau désertique » d'Ed. SUESS ; alors que les bassins crétacés d'Europe se sont formés entre des massifs hercyniens de dimensions réduites, Nord-Ouest des Îles Britanniques, Ardennes et Massif Rhénan, Bohême, Vosges, Forêt-Noire, Massif Central français, Armorique, zone axiale des Pyrénées, etc.

Aussi est-on amené à penser qu'il n'y a rien d'étonnant à ce que, alors que les sédiments formés parmi des îles de quelques centaines de kilomètres ne dépassent pas des épaisseurs de quelques centaines de mètres, ceux qui se sont déposés à la périphérie d'un continent de plusieurs milliers de kilomètres ont des épaisseurs qui se chiffrent par des milliers de mètres : l'érosion, agissant sur un continent plus grand, devait envoyer à la mer des matériaux en quantité plus importante, donnant naissance à une sédimentation plus active.

Dans le détail des faits, on constate d'ailleurs une liaison constante entre l'état du Continent saharien et la nature de la sédimentation à la bordure.

Ainsi, au Crétacé inférieur, c'est-à-dire du Valanginien à l'Albien, le continent Saharien était entièrement émergé ; aucun dépôt marin de cet âge n'y est connu. A cette époque, les grès et quartzites tiennent une place prépondérante dans les sédiments de l'Aurès, et les marnes et calcaires y ont une importance bien moindre. Au contraire, au Crétacé supérieur, le continent saharien fut partiellement recouvert par la transgression cénomaniennne, et seuls restèrent émergés des massifs éloignés de l'Aurès, tels ceux du Sud marocain, l'Ahaggar et le Tibesti. Aussi, à cette époque, la sédimentation fut-elle dans l'Aurès uniquement marneuse et calcaire. Dans la formidable accumulation de sédiments du Crétacé de cette région (2 500 mètres de Sénonien, 800 mètres de Turonien, 1 000 mètres de Cénomaniens, en certains points), je n'ai jamais constaté l'existence du moindre banc de grès. A la limite des deux formations de caractère si tranché s'intercale le Vraconnien représenté dans l'Aurès et dans certaines régions voisines, par exemple au Bou Thaleb, au Nord du Hodna, par des marnes phosphatées. Peut-être peut-on voir dans la présence de ce faciès spécial un écho de la grande transgression cénomaniennne qui dut à cette époque déferler sur le continent saharien.

On peut d'ailleurs comparer l'Aurès et le continent Saharien non seulement en ce qui concerne leur paléogéographie, mais encore au point de vue de l'épaisseur des sédiments. M. J. SAVORNIN (1) estime ainsi les épaisseurs de la couverture crétacée du Sahara Sud-

(1) J. SAVORNIN, Les territoires du Sud de l'Algérie, Alger, 1930, p. 60.

Constantinois : Sénonien, 255 mètres ; Turonien, 100 mètres ; Cénomanién, 200 mètres. On voit que ces épaisseurs sont comparativement très faibles.

De même, au Nord de l'Aurès, dans le géosynclinal Tellien, les épaisseurs du Crétacé sont faibles. M. J. BLAYAC (1) a étudié la région située au Nord-Ouest de l'Aurès : le bassin de la Seybouse. L'Aptien qui, dans l'Aurès, est sous un faciès gréseux ou récifal, a un faciès franchement bathyal dans le Nord du bassin de la Seybouse, comme le montre la faune trouvée par M. BLAYAC, dont voici la liste générique avec le nombre d'espèces à rapporter à chaque genre : *Lytoceras* (10), *Macroscaphites* (1), *Desmoceras* (17), *Haploceras* (1), *Silesites* (4), *Oppelia* (4), *Parahoplites* (4), *Douvilleiceras* (5), *Acanthoceras* (1), *Ptychoceras* (1), *Lucina* (1), *Terebratula* (2), *Pentacrinus* (2) ; cet auteur dit de cette faune (*loc. cit.*, p. 218) : « Les Céphalopodes y sont très abondants ; les autres Mollusques et les Échinides y sont exceptionnels ; tous ces fossiles sont à l'état de pyrite de fer ». La nature lithologique de tous ces dépôts, qui sont uniquement des marnes très fissiles avec concrétions de pyrite de fer, permet aussi de les qualifier de bathyaux. Or, ils ont une épaisseur de 25 à 30 mètres (J. BLAYAC, *loc. cit.*, p. 218), alors que l'Aptien néritique atteint 500 mètres dans l'Aurès.

De même, dans cette région, — toujours d'après M. J. BLAYAC, — l'Albien a une épaisseur très réduite à l'oued Cheniour, où il se présente sous son faciès bathyal. On peut même suivre sa diminution d'épaisseur du Sud au Nord : dans l'Aurès, la puissance de cet étage est de 300 mètres ; elle tombe à 200 plus au Nord dans les Hautes-Plaines, pour n'avoir finalement plus que 1^m,50 à l'oued Cheniour, où il est complet : compris entre la zone de Clansayes et le Vraconnien.

On a là pour l'Albien un phénomène de *condensation* qui rappelle celui qu'a décrit Arnold HEIM dans une note récente, écrite à propos des Alpes suisses (2).

Une comparaison avec les épaisseurs observées par M. L. JOLEAUD au Nord de l'Aurès, dans la région de Constantine (3), donnerait des résultats analogues, mais elle est rendue plus difficile à cause des complications tectoniques et des enchevêtrements de faciès constatés par cet auteur.

Toutes ces considérations permettent de donner des régions Sud-Constantinoises et Constantinoises, aux temps crétacés, le schéma suivant. On a, du Sud au Nord :

Un massif toujours émergé, l'Ahaggar dans l'extrême-Sud, puis la région de l'Irar'r-ar-Oued Rhir, plate-forme qui fut recouverte au Crétacé supérieur, mais où les sédiments de cet âge ont une épaisseur comparativement faible, puis une région bordière du continent, l'Aurès, où la puissance du Crétacé est maximum, quoiqu'il se présente sous son faciès néritique, et enfin au Nord une région dite géosynclinale, le Tell, où les sédiments bathyaux se présentent sous une faible épaisseur.

En résumé, du faite ancien du Sahara au géosynclinal tellien, on assiste à des variations considérables d'épaisseur des sédiments avec un maximum impressionnant dans l'Aurès, c'est-à-dire à la limite de l'aire continentale. Des constatations analogues ont été

(1) J. BLAYAC, Esquisse géologique du Bassin de la Seybouse et de quelques régions voisines (*Bull. du Service de la carte géologique de l'Algérie*, 2^e série, n° 6, Alger, 1912).

(2) ARNOLD HEIM, Stratigraphische Kondensation (*Eclogæ Geologicæ Helvetiæ*, vol. XXVII, n° 2, décembre 1934, p. 372).

(3) L. JOLEAUD, Étude géologique de la chaîne Numidique et des monts de Constantine, Montpellier, 1912.

faites ailleurs. M. E. ROCH (1), dans sa remarquable étude du Sud-Ouest du Maroc, faisait remarquer que, contrairement à l'opinion classique, « il n'est pas toujours vrai qu'une série marine perde sa puissance à mesure que s'affirme son caractère littoral ». M. E. ROCH rappelle à ce propos un schéma de M. M. GIGNOUX qui tente un raccord à propos du Crétacé des nappes helvétiques et indique dans sa légende que « le maximum d'épaisseur ne se rencontre d'ailleurs pas dans la zone la plus profonde, mais bien un peu plus près de la zone littorale Nord (2) ».

Comment expliquer ces faits ? M. E. ROCH attribue un grand rôle aux courants côtiers pour expliquer la présence d'épaisseurs maximums dans les faciès néritiques. Il dit en effet : « J'interprète l'augmentation dans la puissance constatée des sédiments comme le résultat de courants littoraux qui accumulaient, en certains points, les produits de désagrégation d'une terre émergée. »

Mais, d'une part, on conçoit mal que des courants puissent accumuler dans une mer de quelques dizaines de mètres de profondeur des centaines de mètres de sédiments, et d'autre part, je n'ai — personnellement dans l'Aurès — pas constaté l'influence de courants : faciès de brassage, stratification entre-croisée, etc.

Je pense que, dans cette dernière région, des apports de matériaux qui provenaient de l'immense Continent saharien et leur accumulation dans une région en voie d'affaissement lent et prolongé en bordure de l'aire continentale explique mieux la colossale accumulation de sédiments néritiques dans l'Aurès.

Une explication analogue doit être valable pour beaucoup de régions, notamment celle étudiée par M. E. ROCH, où le phénomène constaté est très analogue, quoique moins considérable.

En ce qui concerne le géosynclinal tellien, une chose est certaine, c'est que la sédimentation y fut moins active, ce que l'on peut expliquer par son éloignement plus grand du Continent saharien.

De plus, la subsidence, considérée comme un caractère essentiel des géosynclinaux, y fut peut-être moins grande que dans l'Aurès, où, pour le seul Crétacé, elle est attestée par la présence de 5 000 à 6 000 mètres de sédiments. La région bordière du continent fut donc la région où l'affaissement atteint sa valeur maximum.

Tout ceci amène finalement à penser que : *Si une zone d'affaissement se trouvait au voisinage d'un continent, elle était comblée, au fur et à mesure, par des apports terrigènes, et il s'accumulait des sédiments néritiques, tandis que, loin d'un continent, elle se remplissait moins vite qu'elle ne s'approfondissait, et il s'y formait des sédiments bathyaux d'une épaisseur plus faible.*

(1) E. ROCH, Études géologiques dans la région méridionale du Maroc occidental (*Protectorat de la République française au Maroc. Direction générale des Travaux publics*, Mâcon, 1930).

(2) M. GIGNOUX, Géologie stratigraphique, Paris, 1926, p. 389 et figure 84.