

L'évolution du cortège des minéraux argileux dans la sédimentation marine néogène du bassin occidental du Guadalquivir (Espagne du s. o.)

par C. LATOUCHE* et C. VIGUIER*

RÉSUMÉ

Le Bassin néogène de sédimentation marine du Bas Guadalquivir se forme par subsidence du socle durant le Miocène final. Dès sa mise en place, la nappe de glissement sous-marin "de Carmona" en occupe la plus grande partie et le divise en trois sous-structures: un bassin S sur la zone Subbétique, une antéclise centrale au S et au SE de Séville, un sillon N en bordure du Paléozoïque de la Meseta ibérique.

Dans les deux premières, la sédimentation argileuse est caractérisée par l'abondance de la montmorillonite. Dans la dernière les minéraux argileux prépondérants suivent une évolution cyclique verticale: Montmorillonite - Illite - Kaolinite + Chlorite - Illite - Montmorillonite, qui est interprétée en faisant appel à deux types d'apports d'éléments détritiques fins:

— par héritage direct des continents en bordure, soumis à des climats chauds à saisons contrastées, pour l'abondance de la Montmorillonite;

— par la mer, à partir de régions plus ou moins proches, à climats chauds plus humides, pour les sédiments où dominent l'Illite, la Kaolinite et la Chlorite. Par ailleurs, les teneurs élevées de ces minéraux indiquent qu'à la fin du Miocène supérieur II et au début du Pliocène, le sillon Nord-Bétique s'ouvre aux influences marines, échappant pour cette courte durée au contrôle continental de la sédimentation.

Le cycle des minéraux argileux complète ainsi le mégacycle sédimentaire régional.

RESUMEN

La depresión neógena de sedimentación marina del Bajo Guadalquivir resulta del hundimiento del zócalo durante el Mioceno final. En cuanto se asienta dicha depresión, está ocupada en su mayor parte por el manto de corrimiento submarino de Carmona, que la parte en tres "subestructuras": una depresión S. en el área subbética, una cúpula central al S y al SE de Sevilla, un surco N en el borde del Paleozoico de la Meseta ibérica.

En las dos primeras, la sedimentación arcillosa se caracteriza por la abundancia de la montmorillonita. En la última, los minerales arcillosos predominantes siguen una evolución ciclica vertical: Montmorillonita - Illita - Kaolinita + Chlorita - Illita - Montmorillonita, interpretada mediante el acarreo de dos clases de materiales detríticos finos:

— procedentes directamente de los continentes limítrofes de clima caluroso y de estaciones contrastadas, en cuanto a la abundancia de la Montmorillonita;

— procedentes del mar, desde regiones más o menos próximas, de clima caluroso más húmedo, en cuanto a los sedimentos, entre los cuales predominan Illita, Kaolinita y Chlorita. Por otra parte, los valores elevados de dichos minerales muestran que a fines del Mioceno superior II y a principios del Plioceno, el surco norte bético se abre a las influencias marinas, quedándose fuera del control continental de sedimentación durante ese corto período.

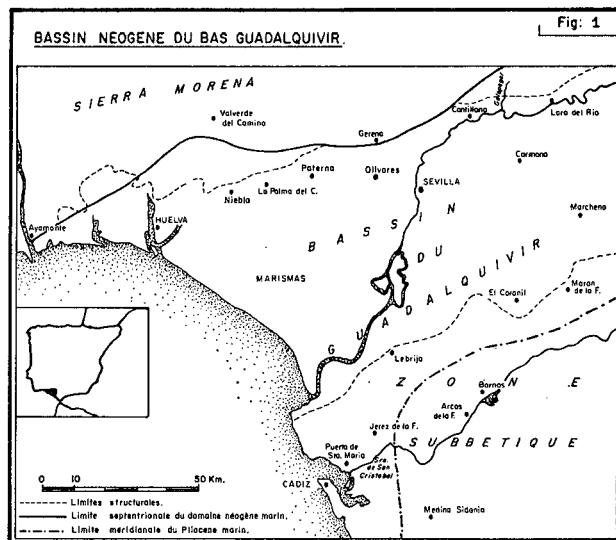


FIG. 1. — Bassin néogène du Bas Guadalquivir.

I. LE BASSIN NÉOGENE DU BAS GUADALQUIVIR

Les sédiments d'âge néogène s'étendent du pied de la Sierra Morena, au N, à la limite de la Zone Interne des Chaines Bétiques au Sud-Est. Ils recouvrent les unités structurales classiques du "Bassin du Guadalquivir" sensu stricto, et, en partie, de la

* Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine, Université de Bordeaux I.

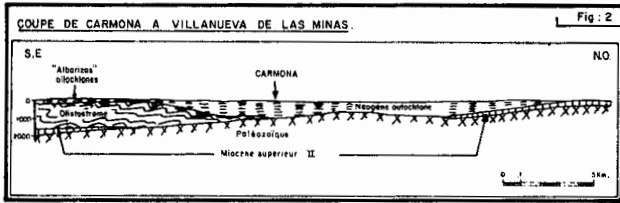


Fig. 2. — Coupe de Carmona a Villanueva de las Minas.

Zone Subbétique. Les formations du Miocène sont seules présentes sur cette dernière; les couches d'âge pliocène n'en dépassent pas, en effet, la bordure (fig. 1).

Durant le Miocène final, ou Miocène supérieur II, défini par la sous-biozone à *Globorotalia menardii* miocenica de l'échelle biostratigraphique méditerranéenne (CATI et alt., 1968), le Bassin néogène s'est formé par subsidence, importante, du socle. Un premier

affaissement occasionne une ingression marine rapide sur plusieurs dizaines de kilomètres vers le Nord; puis le socle s'enfonce à une profondeur suffisante pour que la nappe de glissement sous-marin dite "de Carmona" (PERCONIG, 1961), en provenance sans doute du S.-S.E., se mette en place (figs. 2 et 3).

Formée de matériel surtout mésozoïque et cénozoïque inférieur, la nappe a entraîné, à son sommet au moins, la formation des "Albarizas" au sein de laquelle prédominent des marnes blanches marines, du Miocène moyen à supérieur I¹ (fig. 2).

Une fois installé, l'olistostrome divise le bassin en trois entités aux devenir différents: un bassin Sud localisé sur la zone Subbétique, une antéclise centrale, et un "sillon" N en marge du socle paléozoïque (fig. 3).

1. Le Miocène supérieur I correspond à la sous-biozone de base de la biozone à *Globorotalia menardii* du Néogène méditerranéen.

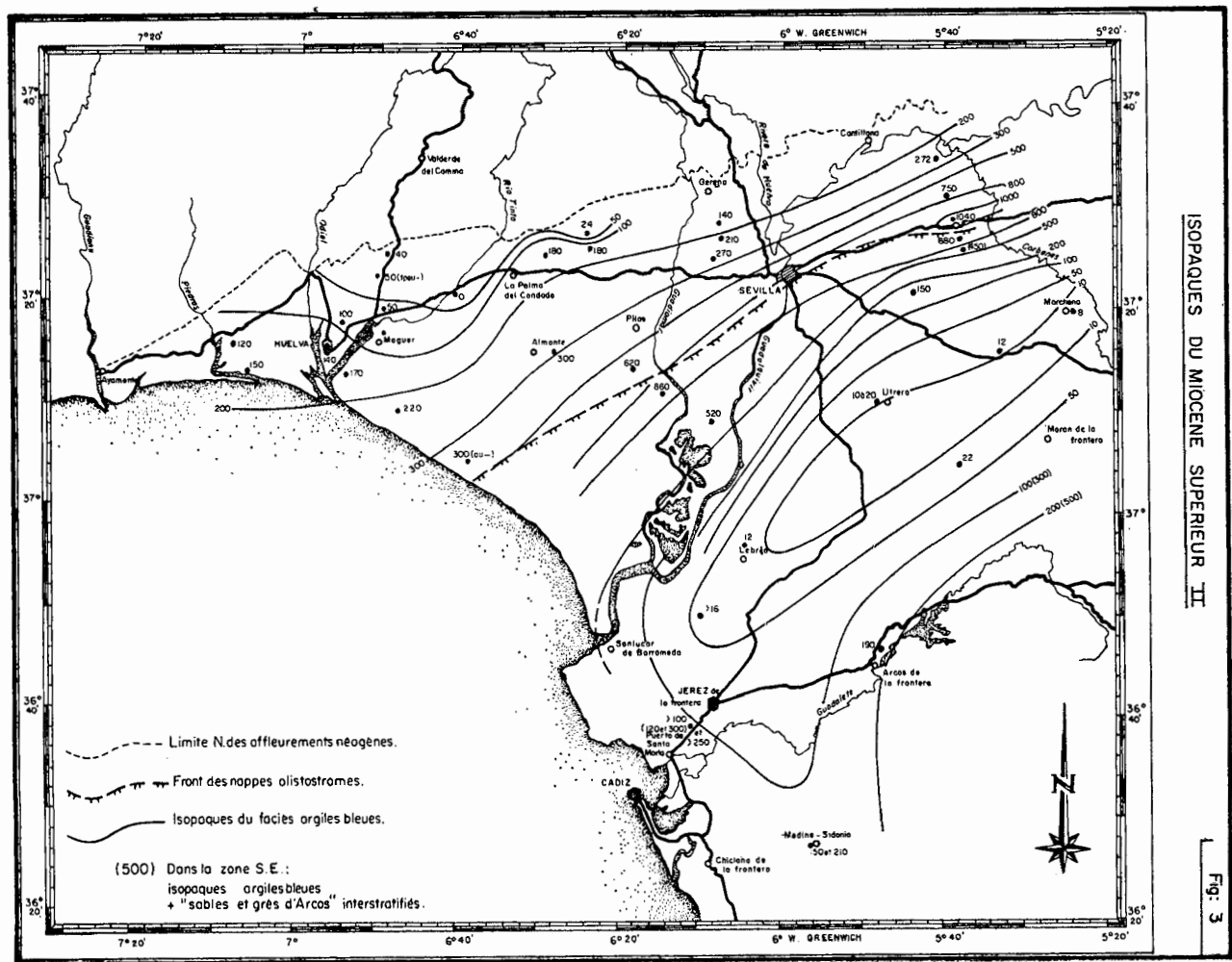


Fig. 3. — Isopaques de Miocène supérieur II,

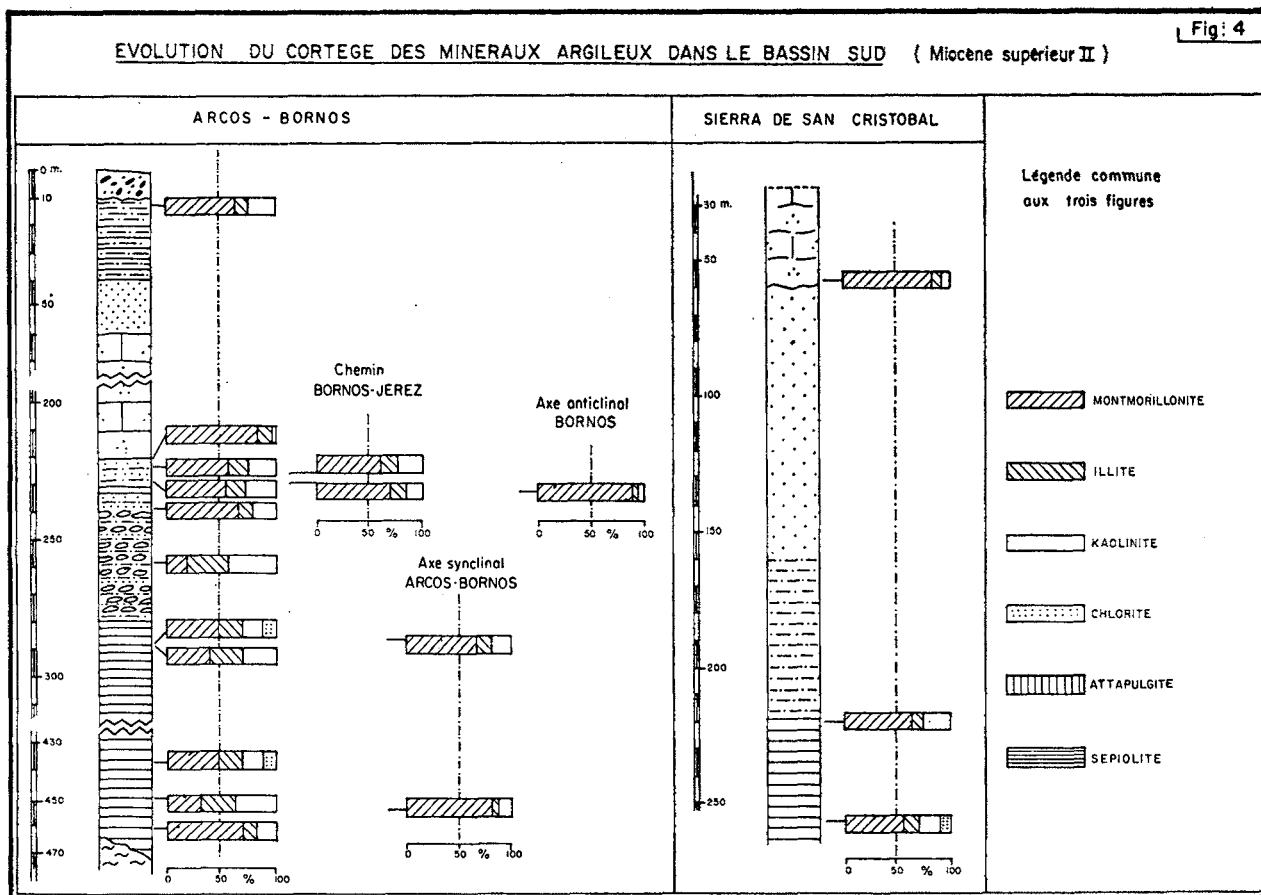


FIG. 4. — Évolution du cortège des minéraux argileux dans le bassin Sud (Miocène supérieur II).

A la fin du Miocène, le bassin S émerge, mais la sédimentation marine se poursuit jusqu'au Pliocène moyen dans les deux autres structures élémentaires.

II. LES CORTÈGES MINÉRALOGIQUES DES ARGILES MARINES

1. Les "Albarizas"

Elles sont allochtones dans la région du Bas Guadalquivir et la position de leur mer originelle n'est pas encore connue de façon certaine (BOURGOIS, CHAUVE, PEYRE, 1972). Toutefois comme elles constituent le dépôt immédiatement antérieur aux sédiments du bassin néogène, qu'elles supportent, de plus, d'une façon générale dans la partie centrale et méridionale, il convient de préciser leur cortège minéralogique.

Dans tous les cas étudiés, la Montmorillonite domine largement, avec des pourcentages compris entre 60 et 90. L'Illite et la Kaolinite entrent pour parties égales dans le reste.

2. Les séries "post-nappe de Carmona"

a) Bassin Sud

La coupe la plus complète des terrains néogènes qui sur la zone Subbétique sont d'âge Miocène final exclusivement, se trouve dans la région d'Arcos-Bornos (figs. 1 et 4).

Au-dessus des formations des nappes externes se développent 200 m d'argile bleue à riche microfaune planctonique et à grains de pyrite.

Ils sont surmontés par des sables fins à concrétions de grès, épais d'une soixantaine de mètres, qui supportent à leur tour 150 m de calcaire grossier à débris coquilliers et stratifications sédimentaires.

Au-dessus des grès, faisant suite à un banc de sable d'une quinzaine de mètres d'épaisseur, une récurrence d'argile bleue termine la série néogène.

Aussi bien à Arcos-Bornos qu'à la Sierra de San Cristóbal à proximité de Jerez de la Frantera, la Montmorillonite domine en pourcentage, parfois de façon très nette, l'Illite, elle-même supérieure au équi-

valente à la Kaolinite. Enfin, la Chlorite complète en de très rares points le cortège minéral.

b) *Antéclise centrale*

La série très réduite en épaisseur puisqu'elle n'atteint plus que 20 à 50 m suivant les endroits, offre une stratigraphie plus complète (fig. 5).

Elle débute au-dessus des "Albarizas" par quelques mètres d'argile bleue du Miocène supérieur II

couronnés d'argile grise ou rosée et de calcaire lacustre.

Le cortège des minéraux argileux reste du même type que celui du Bassin S dans les argiles, les grès et les sables, où la Montmorillonite l'emporte sur l'Illite et la Kaolinite alors que la Chlorite n'apparaît que très rarement et en pourcentages très faibles. Par contre au sein du complexe lacustre, la phase argileuse est constituée d'un mélange d'Attapulgite et de Sépiolite.

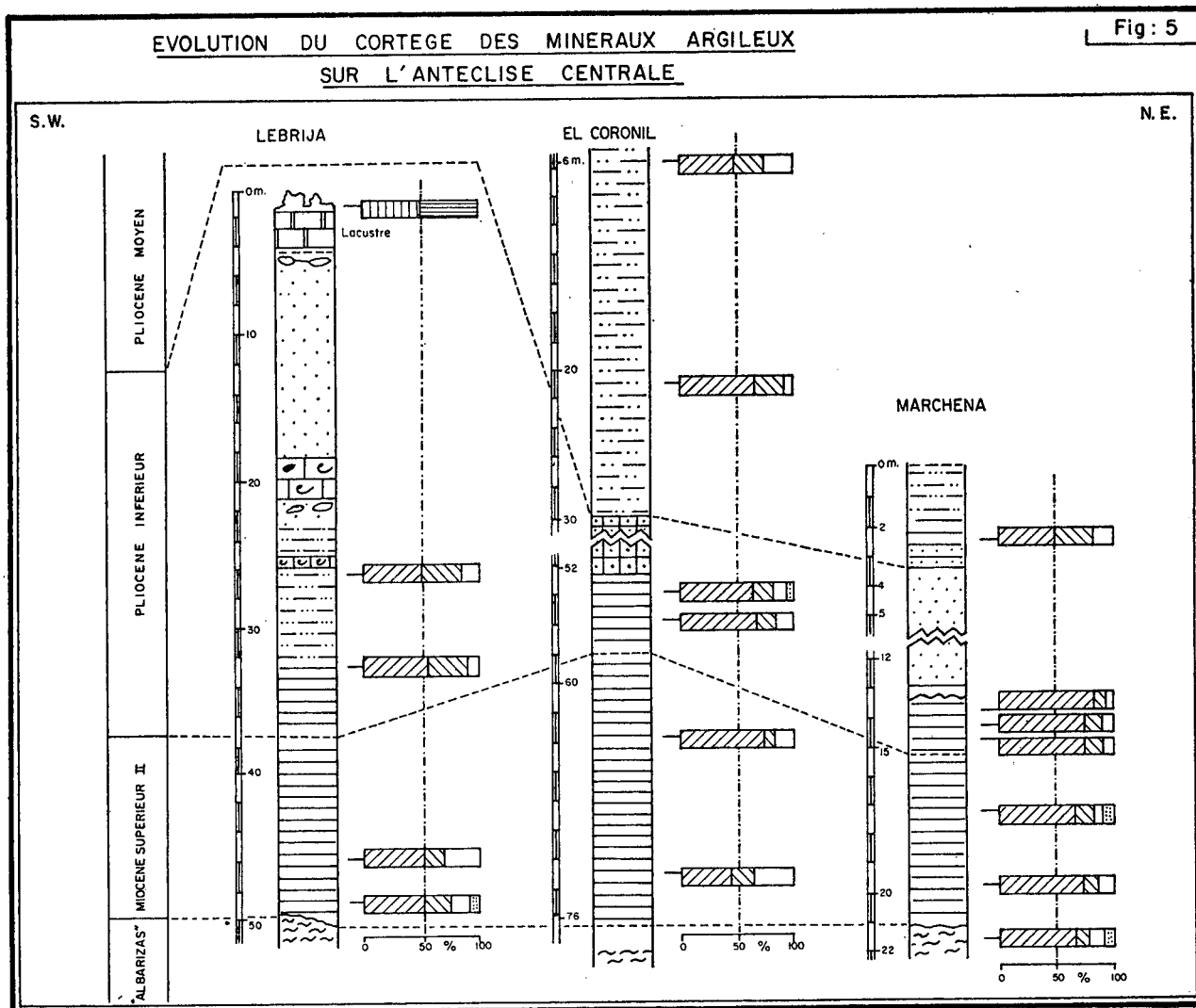


FIG. 5. — Évolution du cortège des minéraux argileux sur l'antéclise centrale.

et se poursuit par ce même faciès d'argile bleue, surmonté de grès ou de sable, au Pliocène inférieur.

Au-dessus, à El Coronil et à Marchena, des argiles vertes silteuses d'âge pliocène moyen, complètent l'ensemble, alors qu'au SO, vers Lebrija, les sables sont

c) *Sillon Nord*:

Dans la moitié du N du "sillon" les sédiments néogènes reposent directement sur le socle (figs. 2 et 3). Comme sur l'antéclise, leur âge va du Mio-

cène supérieur II au Pliocène moyen. Les deux coupes visibles les plus puissantes se situent au pied de la Sierra Morena, l'une de Villanueva de las Minas (Riv. Galapagar) à Carmona à l'E de Séville, l'autre entre Gerena et Olivares, à l'O (fig. 1).

La seconde recoupe une importante assise d'argile bleue, de même faciès que celui du bassin S, comprise entre le grès de base de l'ingression du Miocène supérieur II et le falun de sable fin supérieur du Pliocène moyen (fig. 6).

A Carmona, un banc de calcaire gréseux grossier, la "caliza tosca" des auteurs régionaux, dernier témoin vers le N de l'influence de l'antéclise centrale, surmonte l'argile bleue dès la partie supérieure du Pliocène inférieur. Par contre, la base de l'argile bleue peut être étudiée en détail le long de la rivière Galapagar sur la rive droite du Guadalquivir, alors qu'elle est enfoncée par un jeu de faille à Gerena.

C'est donc, en fin de compte, à partir des deux coupes que l'évolution du cortège des minéraux argileux pourra être étudiée.

Si au sommet des détritiques de base l'Illite supplante par endroits la Montmorillonite, dans l'argile bleue inférieure la Montmorillonite domine l'Illite, parfois très largement; la Kaolinite arrive au troisième rang.

Vers le haut, dans un premier temps l'Illite, souvent mal cristallisée, devient abondante. Puis, au sommet du Miocène supérieur II et à la base du Pliocène inférieur, la Kaolinite prend à son tour le premier rang alors que la Chlorite, relativement mal cristallisée, atteint des teneurs assez importantes (25 à 30 %).

Au-dessus l'évolution se poursuit en sens inverse. Après une étape à Illite faiblement dominante, la Montmorillonite reprend l'importance qu'elle avait à la base de l'assise argileuse, devant l'Illite et la Kaolinite.

Le cortège des minéraux argileux évolue ainsi, dans le sillon Nord, suivant un cycle qui s'achève au sommet du Pliocène inférieur à Olivares (fig. 6). Il se schématise de la façon suivante, en désignant les

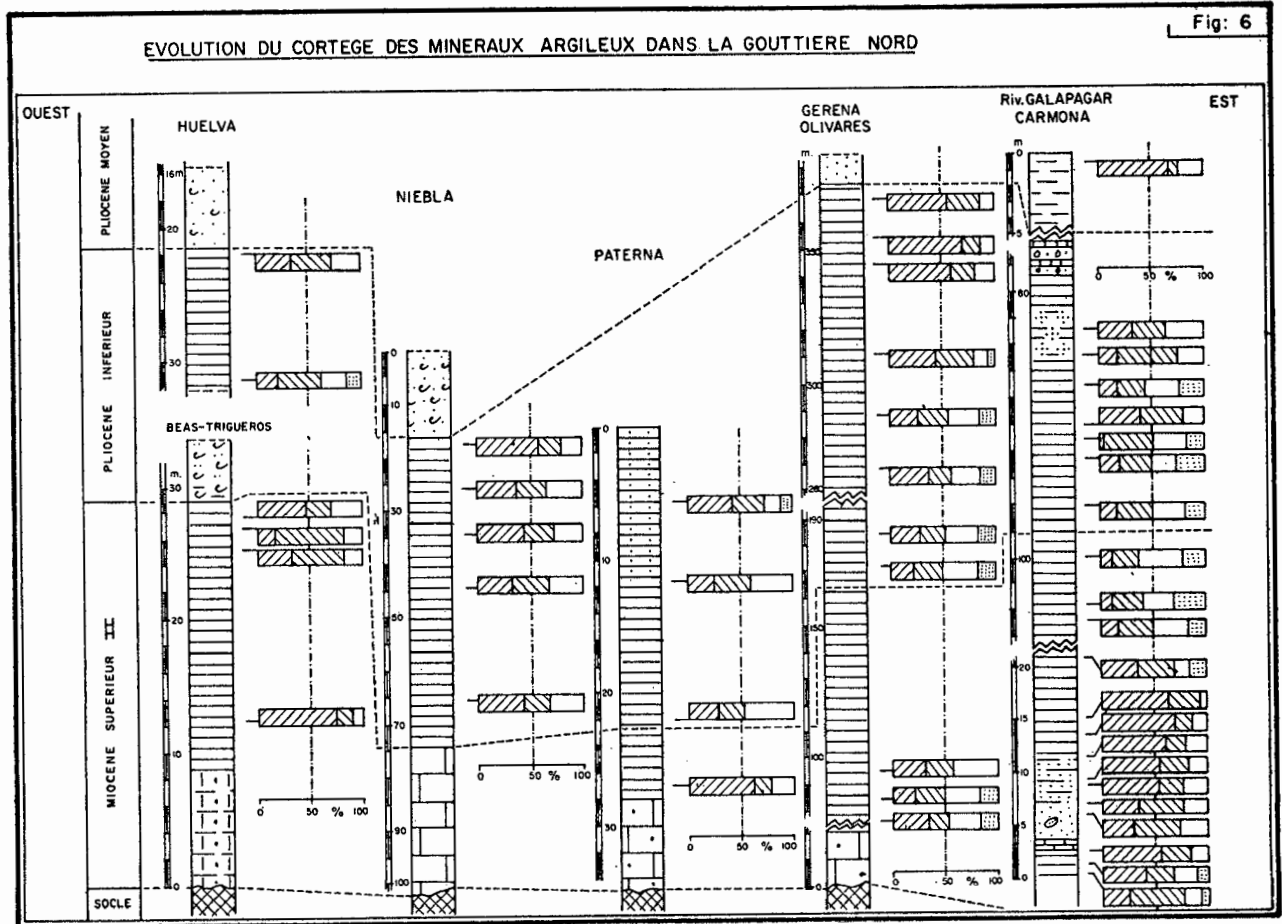


FIG. 6. — Évolution du cortège des minéraux argileux dans la gouttière nord.

minéraux par leur première lettre, de la base vers le sommet :

M >>> I >>> K → M = I > K, Ch apparaît → I >>> K >>>
Ch. >>> M → K > I >>> Ch. >>> M → K = I = M > Ch.
→ M >>> I = K avec disparition Ch

Il s'achève plus tôt à Carmona —dès la partie médiane du Pliocène inférieur— mais répond au même schéma évolutif.

III. INTERPRÉTATION

La répartition des phases argileuses le long de la série stratigraphique étudiée résulte, semble-t-il, de la combinaison de deux types d'apports détritiques fins :

1/ *En premier lieu des apports continentaux très riches en smectites.*

Ces minéraux caractérisent en effet les phases argileuses liées et immédiatement superposées aux sédiments littoraux ou de début de plateforme.

La Montmorillonite peut avoir ici une double origine. Elle peut provenir du remaniement des Albarizas dans la zone S, formation dans laquelle le minéral est particulièrement abondant. Cette contribution est probable à la base de la série, du fait de l'extension de ces dépôts au début de la période Miocène supérieur II. Par la suite, l'oblitération des Albarizas par des sédiments plus récents laisse penser que la Montmorillonite —lors qu'elle apparaît en forte proportion— proviendrait de l'érosion de sols générateurs de ce minéral et donc caractéristiques d'un climat chaud à saisons contrastées (PAQUET, 1969), identique à celui ayant présidé à la formation des phases argileuses des Albarizas elles mêmes.

L'apparition d'Attapulgitte et de Sépiolite dans les dépôts lacustres du Pliocène² de l'antéclise centrale vient appuyer l'interprétation proposée. Elle montre que des altérations importantes se développaient encore sur le continent à cette époque et que Si, Mg et Ca notamment pouvaient migrer à la faveur des alternances saisonnières, puis se concentrer localement dans des lacs de type confiné basique.

2/ *En second lieu des apports marins riches en Illite, Kaolinite et Chlorite.*

La fréquence de l'Illite et de la Chlorite dans les dépôts marins est un fait bien connu en général, et déjà décrit dans les faciès équivalents du Miocène du Sud-Ouest de la France (ALVINERIE, LATOUCHE, 1970). Par contre, la relative abondance de la Kaolinite paraît plus surprenante. On sait que ce minéral est souvent considéré comme caractéristique des pé-

dogénèses sous climat tropical humide (TARDY, 1969). D'autre part, l'altération des roches éruptives acides conduit préférentiellement à l'apparition de Kaolinite (LATOUCHE, 1971). Cependant l'origine continentale locale de la Kaolinite ne peut pas être envisagée ici puisque les sédiments grossiers de la base de la série en sont pratiquement dépourvus. Si son origine pédologique doit être retenue, il convient de considérer la Kaolinite comme un minéral allochtone, et d'envisager son transport par le relai de courants marins diffusant vers le N³ les produits d'altérations de zones émergées méridionales soumises à des climats de type hydrolysant.

3/ Quoiqu'il en soit, dans le cadre du bassin sédimentaire néogène du Guadalquivir, la Kaolinite apparaît comme un élément marin au même titre que la Chlorite et l'Illite. Elle s'oppose nettement à la Montmorillonite qui représente la contribution continentale régionale.

Dans le bassin S, il apparaît que la sédimentation argileuse, qui demeure essentiellement montmorillonitique, reste sous le contrôle continental durant tout le Miocène final.

Dans le sillon N, l'influence continentale, sensible à la base, s'estompe vers la fin du Miocène et au début du Pliocène. Les apparitions successives de faciès à Illite, puis à Illite-Kaolinite-Chlorite, puis à Illite, traduit l'ouverture du bassin aux influences de la mer. Le retour des cortèges à Montmorillonite, vers la fin du Pliocène inférieur, montre que le continent reprend peu à peu le contrôle de la sédimentation avant l'épisode régressif du Pliocène moyen, marqué sans doute par le dépôt des faciès lacustres à Attapulgitte et Sépiolite sur la zone SO de l'antéclise centrale. La régression annonce l'émergence définitive qui a lieu à la limite Pliocène moyen-Pliocène supérieur.

L'interprétation avancée est en bon accord avec le jeu de subsidence du sillon durant le Miocène supérieur II. Les cortèges minéralogiques argileux évoluent suivant un cycle complémentaire du mégacycle lithologique régional dans le sillon N. Le mégacycle s'en trouve précisé car l'assise puissante d'argile bleue n'offre à première vue aucun caractère qui pourrait entraîner sa subdivision (fig. 7).

CONCLUSION

Les résultats de l'étude du spectre minéralogique des argiles marines du "sillon" N paraissent intéressants au moins à deux égards :

— sur le plan régional, ils montrent que les influences marines ont été les mieux marquées durant

2. Rappelons que les dépôts lacustres reposent sur la série marine d'âge Pliocène inférieur.

3. Les observations de terrain révèlent l'existence de courants de direction S-N; il conviendrait cependant de s'assurer qu'elles n'ont pas une signification limitée dans l'espace.

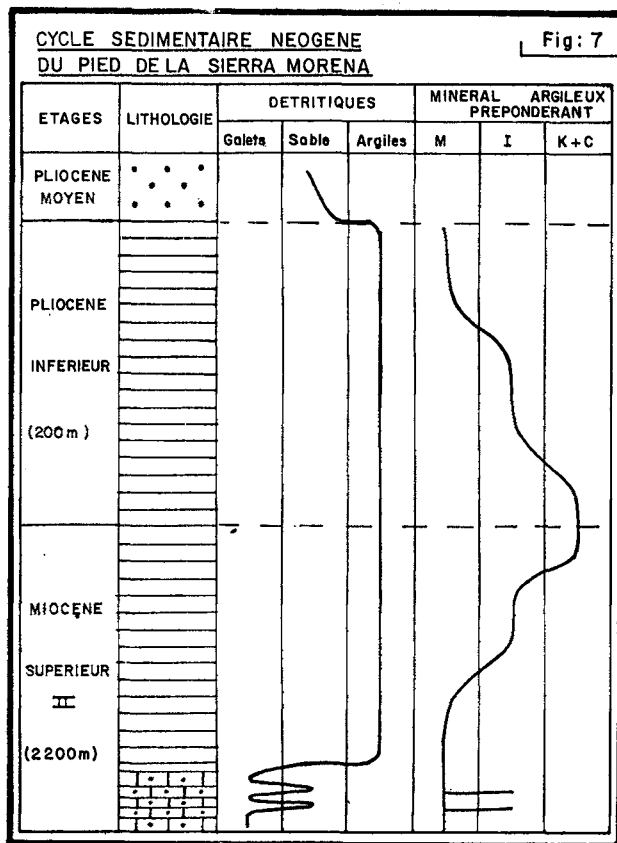


Fig. 7. — Cycle sédimentaire néogène du pied de la sierra Morena.

la fin du Miocène supérieur II et le début du Pliocène inférieur. L'importance de cette conclusion pour l'histoire du détroit Nord-Bétique n'est pas à souligner ; — sur un plan plus général, ils complètent les connaissances déjà acquises sur la paléoclimatologie du Miocène terminal de l'Europe méridionale. Comme

en Aquitaine, dans le SO de la France, la fréquence de la Montmorillonite témoigne d'altérations de la zone semi-aride sur le continent proche. Par contre, la plus grande abondance de Kaolinite et son apport probable par la mer montrent une relative proximité d'altérations sous climat de type tropical humide.

BIBLIOGRAFIA

- ALVINERIE, J.; LATOUCHE, C. (1969): Les minéraux argileux du Miocène inférieur Aquitain, *C. R. 92ème Cong. Nat. Soc. Sav.*, t. II, pp. 281-293.
- ALVINERIE, J.; LATOUCHE, C. (1969): Les minéraux argileux du Miocène supérieur Aquitain, *Idem*, pp. 135-145.
- BOURGOIS, J.; CHAUVE, P.; PEYRE, Y. (1972): Les phénomènes tectono-sédimentaires dans l'W des Cordillères Bétiques depuis l'Aquitainien, *Annales Scientifiques de l'Université de Besançon, Géologie*, 3ème série, fasc. 17, pp. 97-112.
- CATI, F., y cols. (1968): Biostratigrafia del Neogene mediterraneo basata sui foraminiferi planctonici, *Bol. Soc. Geol. Italiana*, vol. 87, pp. 491-503.
- LATOUCHE, C. (1971): Les argiles des bassins alluvionnaires aquitains et des dépendances océaniques. Contribution à l'étude d'un environnement, Thèse Doc. État-Univ. Bordeaux I, n.º 344, 2 t., 415 pp., 96 figs.
- MILLOT, G. (1963): Géologie des argiles, 1 vol., 499 pp., Masson, Paris.
- PAQUET, H. (1969): Évolution géochimique des minéraux argileux dans les altérations et les sols des climats méditerranéens tropicaux à saisons contrastées, *Mém. Serv. Carte Géol.*, 30, 1 vol., 212 pp., Strasbourg.
- PERCONIG, E. (1961): Sur la constitution géologique de l'Andalousie occidentale en particulier du Bassin du Guadalquivir (Espagne méridionale), Livre à la mémoire du Professeur Falot, t. I, pp. 229-256, *Soc. Géol. de France*, Paris.
- TARDY, Y. (1969): Géochimie des altérations. Étude des arènes et des eaux de quelques massifs cristallins d'Europe et d'Afrique. *Mém. Serv. Carte Géol. Alsace-Lorraine*, 31, 199 pp. Strasbourg.
- VIGUIER, C. (1974): Le Néogène de l'Andalousie Nord Occidentale (Espagne). Histoire géologique du "Bassin du Bas-Guadalquivir", Thèse Doc. État, Univ. Bordeaux I, n.º 350, 1 vol., 450 pp., 115 figs., 3 pl.

Recibido para su publicación: 25 de mayo de 1975