

SHORTER CONTRIBUTION

Une structure compressive au nord de l'Algérie?*

J. M. AUZENDE, J. L. OLIVET et J. BONNIN†

(Received 8 April 1971; in revised form 11 October 1971; accepted 11 October 1971)

Abstract—From the study of continuous seismic reflection profiles (Flexotir) we have revealed a marked morphological contrast between the Northern Algerian margin and the other margins of the Balearic basin. Such a difference is made particularly clear by a downwarping of the sedimentary layers at the limit of the Algerian margin. This downwarping could be explained by the existence of a trench being formed by compression. —

Résumé—A partir de l'examen d'enregistrements de sismique réflexion continue (Flexotir), on met en évidence une nette différence morphologique entre la marge nord-algérienne et les autres marges du bassin algéro-provençal. Cette différence se manifeste en particulier par un approfondissement des horizons sédimentaires en bordure de l'Algérie, qui peut être expliqué par l'existence, à ce niveau, d'un fossé d'origine compressive en cours de formation. —

1. INTRODUCTION

L'EXISTENCE d'un mouvement compressif actuel (depuis 10 m.a.) entre l'Europe et l'Afrique a été reconnue par de nombreux auteurs (notamment LE PICHON, 1968; TALWANI, PITMAN et HEIRTZLER, 1969; MCKENZIE, 1970; CAPUTO, PANZA et POSTPICHL, 1970); mais de Gibraltar à la Sicile la frontière des plaques n'a pas encore pu être définie. RYAN (1970) a interprété des plissements observés dans les sédiments au nord de la marge algérienne comme des manifestations superficielles de la subduction de la 'plaque baléare' sous la plaque africaine. Mais les enregistrements 'Flexotir' (sismique réflexion par explosif, à grande pénétration) ont depuis démontré que ces plissements étaient dus à la tectonique salifère et n'affectaient que le Plio-Quaternaire (AUZENDE, BONNIN, OLIVET, PAUTOT et MAUFFRET, 1971).

L'étude comparative des différentes marges du bassin algéro-provençal que nous présentons, met en évidence l'approfondissement général des horizons sédimentaires à l'approche de la marge algérienne. Ce phénomène est mis en relation avec le mouvement compressif nord-sud.

Les données utilisées sont celles de la campagne Polymède du N. O. *Jean Charcot* (mai-juin-juillet 1970).

2. DESCRIPTION

Notre étude est fondée sur la cartographie de l'horizon sédimentaire le plus profond suivi en continuité dans la moitié sud du bassin (horizon A). Sur la Fig. 1 (Profil B de la Fig. 2), cet horizon apparaît en trait fort à environ 0,3 s au-dessus de la couche salifère au sommet d'un ensemble de forts réflecteurs réguliers (turbidites ou évaporites) et à la base d'une série plus diffuse représentant les dépôts pélagiques Plio-Quaternaires. Malgré les perturbations occasionnées par la tectonique salifère, on peut suivre nettement cette séquence dans toute la partie du bassin algéro-provençal située au sud de 41° nord. Au nord, la séquence sédimentaire devient plus perturbée et il est difficile de suivre le marqueur décrit au sud.

2.1. Description des marges

Sur la Fig. 2 sont représentées l'extension du socle continental en direction de la partie centrale du bassin, sa profondeur ainsi que la profondeur à laquelle on trouve l'horizon A. Nous appelons socle 'continental' le socle acoustique qui présente une morphologie faillée, entaillée par des vallées sous-marines, présentant des surfaces érodées.

*Contribution n° 53 du Groupe Scientifique du Centre Océanologique de Bretagne.

†Centre Océanologique de Bretagne, B. P. 337. 29 N. Brest, France.

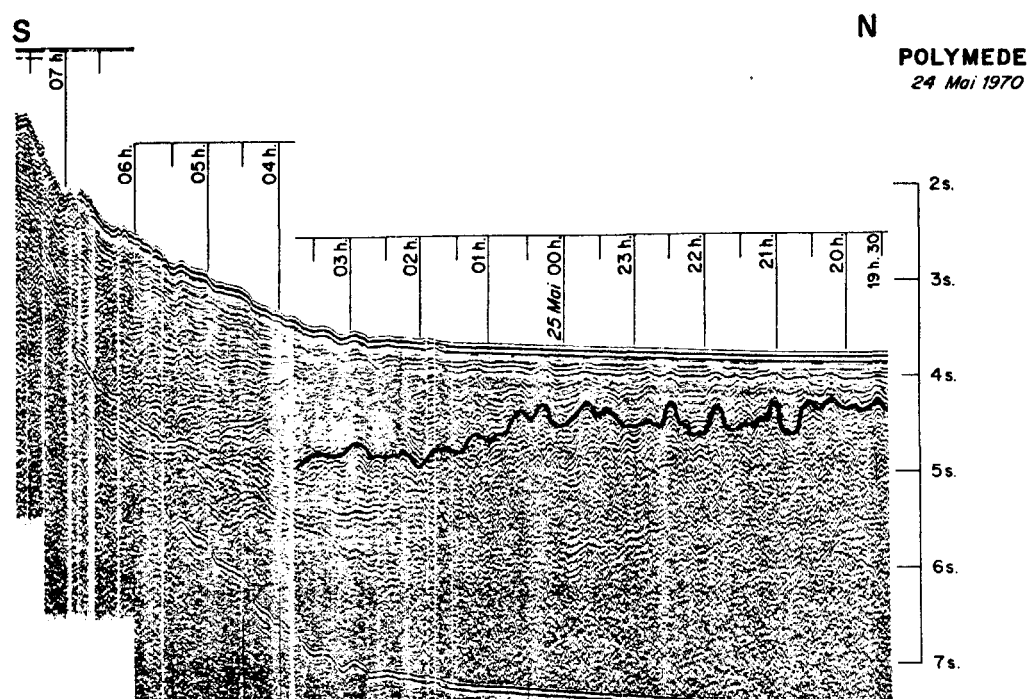


Fig. 1. Profil Flexotir au Nord de Bougie. L'horizon A est en trait fort (enregistrement à intensité variable. Exagération verticale 12).

La bordure continentale nord-algérienne est caractérisée par un plateau continental presque inexistant et une pente continentale de forte déclivité (8 à 10°).

La Fig. 2 montre que l'on peut suivre l'engoyage du socle continental sur la côte nord-algérienne jusqu'à 6 s, sur une distance variant de 50 à 70 km à partir du rivage. Cet engoyage se fait par un système de failles normales parallèles à la marge.

A partir du Cap de Fer (Algérie), on observe, à terre comme en mer, un net infléchissement des directions structurales vers le nord. Ceci se traduit par une large extension du plateau continental et une pente plus faible (déclivité moyenne 3°) en face de la Tunisie. Au niveau du détroit sardano-tunisien, les socles continentaux sarde et tunisien semblent venir en contact (AUZENDE, 1971).

La marge continentale sarde s'étend largement vers l'ouest et le sud-ouest. Sur nos enregistrements, le socle apparaît encore à 5 s de profondeur à environ 150 km du rivage. L'engoyage du socle se fait par un système de failles qui détermine des marches d'escaliers, mais ici l'approfondissement du socle est plus progressif. La déclivité moyenne n'est que de 5°. La présence du socle continental à une distance importante du rivage est confirmée par un forage JOIDES (site 134; leg 13), qui a atteint des grauwackes d'âge Paléozoïque (Pautot, communication personnelle).

Le maximum d'extension de la marge est observé au sud des Baléares où l'on retrouve le socle continental à 5 s de profondeur à environ 200 km du rivage. Autour des Baléares, il dessine un large plateau à 3 s de profondeur séparé du plateau continental par un accident important, ' la faille Emile Baudot '. En contrebas, au sud de cet accident, le socle se prolonge jusqu'à environ 38° nord. Les bombements du socle qu'on observe à ce niveau pouvaient être interprétés comme des intrusions volcaniques. Mais des profils magnétiques réalisés sur ces pointements (Pautot, communication personnelle) ne décèlent pas d'anomalies pouvant être liées à un matériel volcanique. Nous pensons donc que l'engoyage du socle continental au sud des Baléares se fait de manière très progressive jusqu'à une distance importante des îles. La couche d'évaporites messiniennes (6-9 m.a.) (AUZENDE, BONNIN, OLIVET, PAUTOT et MAUFFRET, 1971) épouse sa configuration comme sur les autres marges. Nous pensons qu'il s'agit d'un panneau continental basculé et fracturé après l'épisode de dépôt des évaporites. La surrection des massifs nord Baléares au Pliocène (COLOM et ESCANDELL, 1962) serait le contre-coup de ce basculement vers le sud.

2.2. L'horizon A

Au contact des marges sardes et baléares, l'horizon A est redressé, avant de venir buter sur le socle continental à une profondeur voisine de 4 s (Fig. 2). Il est probable qu'il se prolonge encore sur la

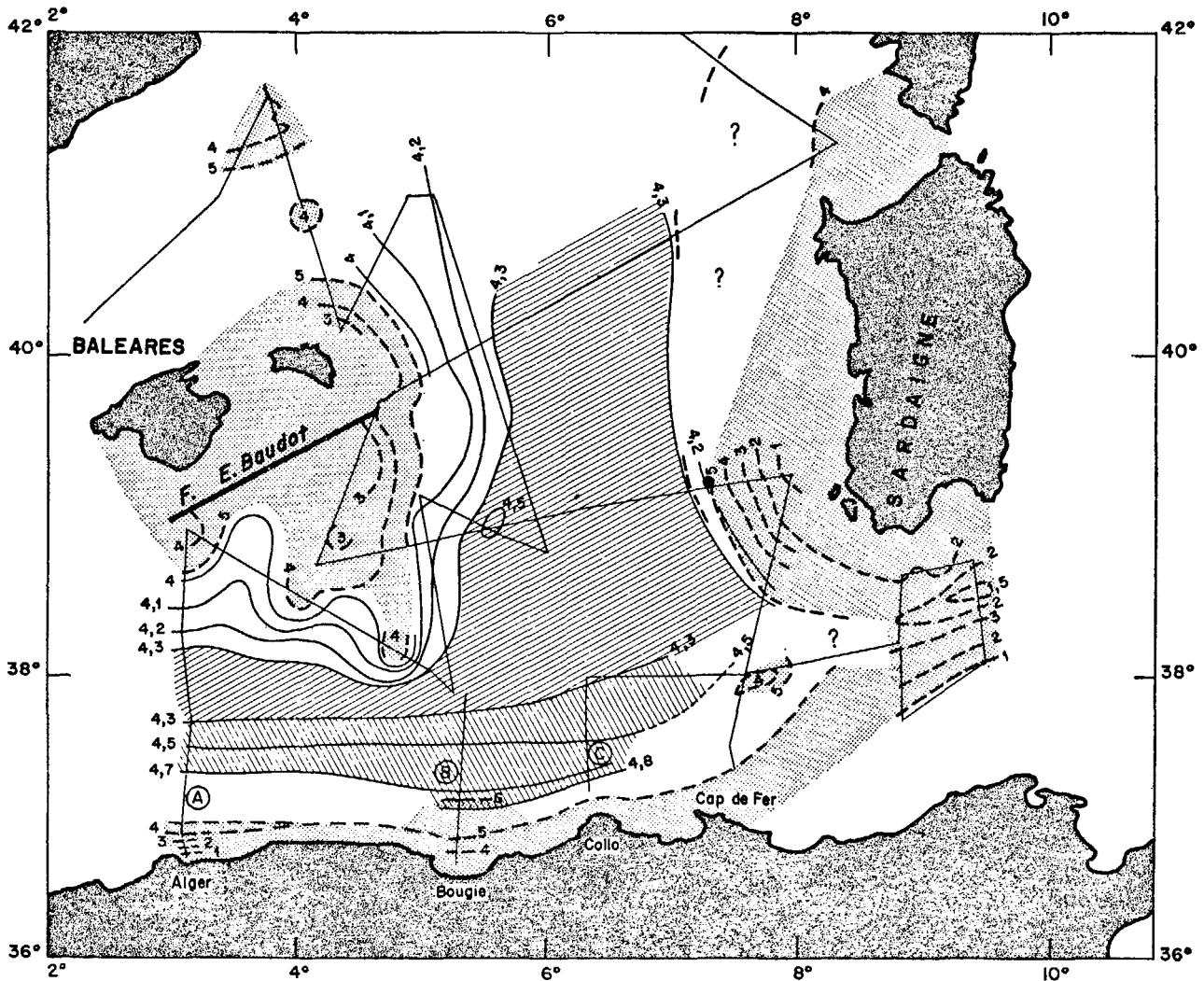


Fig. 2. Isobathes (en secondes temps-double) de l'horizon A (en traits continus)—du socle continental (en traits discontinus) avec position des profils Polymède;—en hachures inclinées vers la gauche: le 'fossé' marginal nord-algérien;—en hachures inclinées vers la droite: zone où le niveau moyen de l'horizon A est 4,3 s;—en pointillés: socle suivi sur les profils 'sismiques';—le point noir représente le forage 134 du Leg 13 JOIDES;—Les points d'interrogation indiquent la zone perturbée à l'ouest de la Sardaigne.

penne. Vers la partie centrale du bassin, il s'approfondit et se stabilise à un niveau de 4,3 s pratiquement uniforme entre les Baléares et la Sardaigne. En direction des marges ligurienne et provençale, il est impossible de suivre cet horizon précis mais on observe sur la Fig. 3 que l'ensemble de la série sédimentaire est redressée à l'approche de la pente continentale. Sur la marge nord-ouest de la Sardaigne, il est impossible de suivre les réflecteurs dans une zone perturbée (Fig. 2) dont l'origine est imprécise. Il peut s'agir d'une zone tectonisée où les sédiments meubles seraient extrêmement affectés ou d'un panneau surélevé du socle.

Par opposition à ce qu'on vient de décrire, on observe à proximité de la marge algérienne un net approfondissement de l'horizon A dont le niveau passe de 4,3 à 4,8 s ($0,5 \text{ s} \approx 0,8 \text{ km}$) sur une distance de 50 km. Les isobathes tracées à partir de nos trois profils nord-sud au large de l'Afrique du nord font apparaître une dépression d'orientation ouest-est au pied de la pente continentale parallèlement à la marge (Fig. 4). L'absence de données nous empêche de délimiter l'extension vers l'ouest de cette

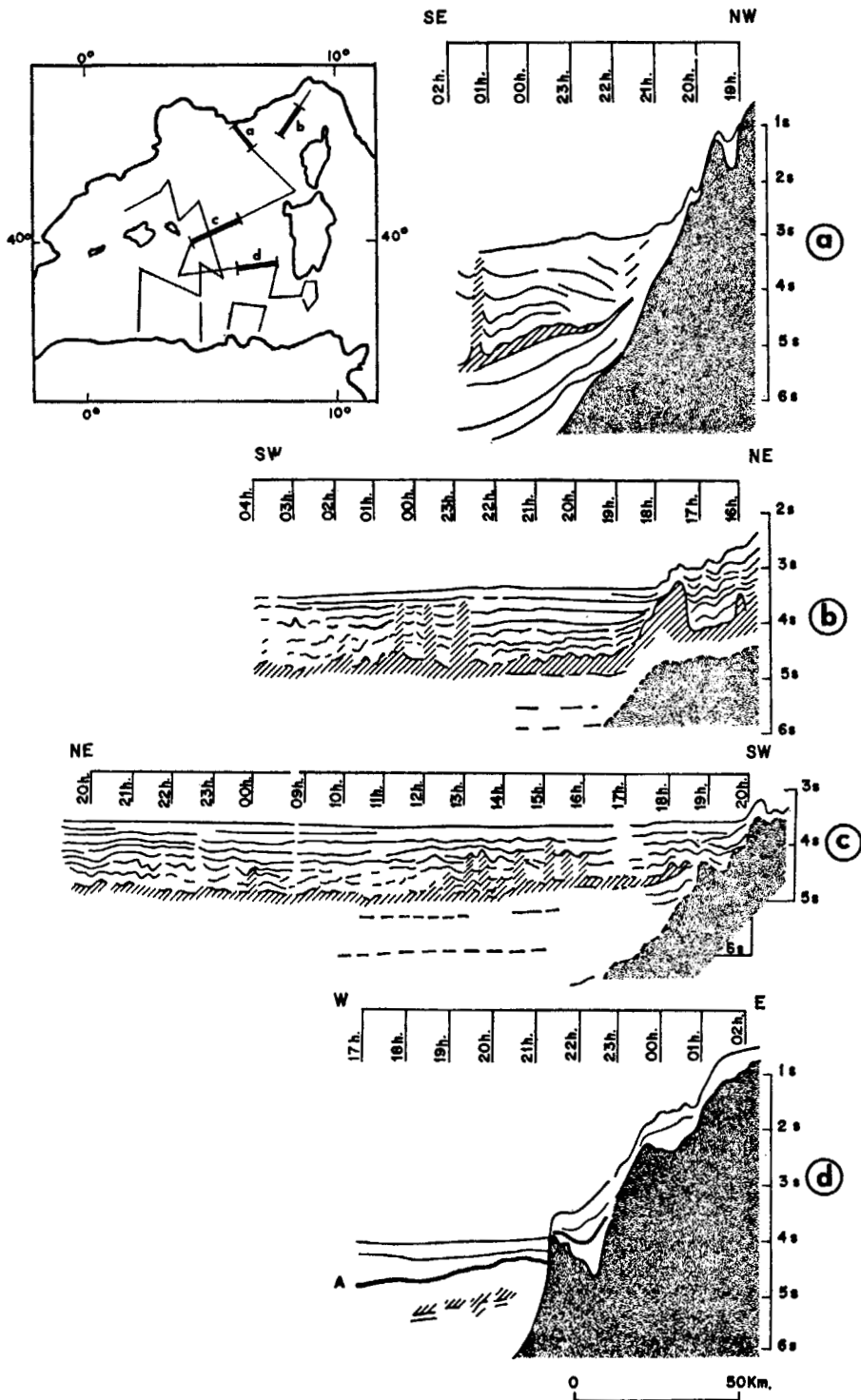


Fig. 3. Morphologie de la couche sédimentaire au contact de différentes marges. a. Marge au sud de la Provence; b. marge au sud-est du golfe de Gênes; c. marge orientale des Baléares; d. marge au sud-ouest de la Sardaigne. En hachure: la couche de sel et les dômes. En grisé: le socle continental.

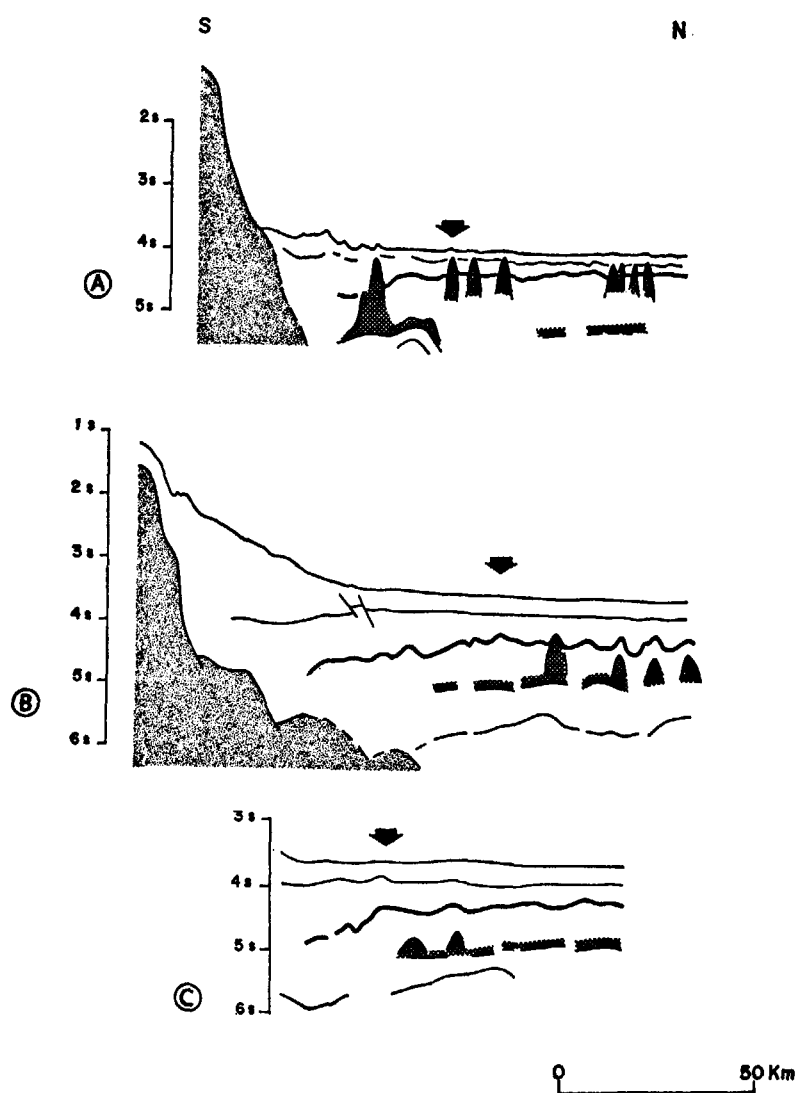


Fig. 4. Schémas interprétatifs des profils: au nord d'Alger (A), de Bougie (B), de Collo (C). L'horizon A est en traits forts. La flèche indique le point de flexure de l'horizon A.

structure. Les profils effectués dans la mer d'Alboran (Polymède, travaux en cours) montrent une série sédimentaire différente qui ne permet pas de relier un réflecteur avec celui que nous décrivons ici. A l'est, le fossé semble se terminer contre l'avancée vers le nord de la marge continentale tunisienne.

3. HYPOTHESE RELATIVE A L'ORIGINE DE LA DEPRESSION

AU BAS DE LA MARGE ALGERIENNE

On peut penser que le mouvement de compression existant depuis 10 millions d'années entre les plaques eurasienne et africaine doit avoir comme résultat le chevauchement de la croûte océanique de la partie centrale du bassin algéro-provençal par le plaque africaine, ce qui devrait amener la création d'un fossé en bordure de celle-ci. Le même phénomène a été suggéré pour expliquer l'existence du fossé situé au sud du golfe de Gascogne (SIBUET et LE PICHON, sous presse) où, à l'Eocène supérieur, le rapprochement entre l'Europe et la péninsule Ibérique entraîne la création du 'fosse marginal nord-espagnol'. La largeur de ce fossé (50 km) est analogue à celle de la structure que nous décrivons.

Nous formulons l'hypothèse que la dépression nord-algérienne est un fossé d'origine compressive en cours de formation. La couche évaporitique Miocène et les horizons sédimentaires sus-jacents sur une épaisseur d'environ 0,3 s, sont affectés par l'approfondissement. Ceci nous permet de penser que la mise en place du fossé nord-algérien se situe au cours du Pliocène. Le fait que le tracé de cette dépression soit rectiligne (Fig. 2) et n'épouse pas le contour de la marge semble prouver son indépendance vis-à-vis des mouvements verticaux qui ont créé le rivage actuel.

Une objection pourrait être l'absence de sismicité dans tout le domaine marin de la bordure nord-algérienne (ROTHE, 1968; RITSEMA, 1969). Le fonctionnement d'une zone de Benioff implique une activité sismique. On est donc amené à penser que la dépression nord-algérienne résulte d'un début de courbure de la lithosphère océanique, stade qui précède la création et le fonctionnement d'un plan de Benioff.

De même, on peut noter l'absence de perturbation d'ordre tectonique dans la série sédimentaire reconnue, excepté dans la partie profonde à proximité du socle (cf. Fig. 4) (AUZENDE et PAUTOT, 1970; AUZENDE, BONNIN, OLIVET, PAUTOT et MAUFFRET, 1971). Mais on sait que la lithosphère continentale est moins résistante aux déformations que la lithosphère océanique (MCKENZIE, 1969). Dans le cas de l'Afrique du Nord, cette différence de résistance des lithosphères se manifeste lors de la phase compressive qui va de -10 m.a. à l'actuel, essentiellement par des surrections, des effondrements et des décrochements sur le continent (BOURCART, 1962; GLANGEAUD, 1962; KIEKEN, 1962; DUBOURDIEU, 1962; GUIRAUD, 1967; DEVAUX, 1969). Sur la marge algéro-tunisienne existe une série de bassins d'effondrement Plio-Quaternaires (FERRODON, 1957; AUZENDE, 1971) qui s'étendent d'ouest en est, du bassin du Chelif à Bizerte. Leur extension et leur puissance qui peut dépasser 1 000 m, posent le problème de leur origine. Dans la partie occidentale du bassin algéro-provençal (mer d'Alboran, Rif) où les continents européen et africain ne sont séparés que par un étroit bassin, la phase compressive est à la fois marquée par des mouvements verticaux et par des plissements tangentiels sur le continent (ANDRIEUX, 1970). Ce style tectonique, souligné par l'existence de sismicité, témoigne d'un stade d'évolution plus avancé.

Par contre, sur la marge algérienne, on peut admettre qu'encore actuellement, le mouvement de rapprochement des deux plaques est absorbé par la tectonisation de la lithosphère continentale. Ceci explique l'absence de perturbations dans les sédiments du domaine marin, et de sismicité. Cette tectonisation ne peut absorber qu'un raccourcissement limité et le stade suivant de l'évolution de la bordure nord-algérienne devrait être le fonctionnement d'une zone de Benioff. L'approfondissement des horizons sédimentaires que nous décrivons serait la première manifestation de cette évolution.

Remerciements—Nous remercions nos collègues du Centre Océanologique de Bretagne qui ont participé à la campagne Polymède. X. LE PICHON, G. PAUTOT et J. FRANCHETEAU ont lu et critiqué le manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDRIEUX J. (1970) Structure du Rif Central. Thèse, Université de Montpellier, 284 pp.
- AUZENDE J. M., J. BONNIN, J. L. OLIVET, G. PAUTOT et A. MAUFFRET (1971) Upper Miocene salt layer in western Mediterranean Basin. *Nature, Lond.*, **230**, 82-84.
- AUZENDE J. M. et G. PAUTOT (1970) La marge continentale algérienne et le phénomène de subsidence: exemple du Golfe de Bougie. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris*, **271**, 1945-1948.
- AUZENDE J. M. (1971) La marge continentale tunisienne: résultats d'une étude par sismicité réflexion, sa place dans le cadre tectonique de la Méditerranée occidentale. *Mar. Geophys. Res.* **1**, 162-177.
- BOURCART J. (1962) La Méditerranée et la révolution du Pliocène. In: *Livre à la mémoire du Professeur Fallot. Mém. H. Sér. Soc. géol. Fr.*, **1**, 103-116.
- CAPUTO M., G. F. PANZA and D. POSTPISCHL (1970) Deep structure of the Mediterranean Basin. *J. geophys. Res.*, **75**, 4919-4923.
- COLOM G. et B. ESCANDELL (1962) L'évolution du Géosynclinal Baléare. In: *Livre à la mémoire du Professeur Fallot. Mém. H. Sér. Soc. géol. Fr.*, **1**, 125-136.
- DEVAUX J. (1969) Recherche de l'organisation des contraintes dans les tréfonds de l'Algérie du nord. *Publ. Serv. Carte géol. Algér.*, (nouvelle série). Bull. n° 39, 41-69.
- DUBOURDIEU G. (1962) Dynamique Wegenerienne de l'Afrique du Nord. In: *Livre à la mémoire du Professeur Fallot, Mém. H. Sér. Soc. géol. Fr.*, **1**, 627-644.
- GLANGEAUD L. (1962) Paléogéographie dynamique de la Méditerranée et de ses bordures. Le rôle des phases Ponto-Plio-Quaternaires. In: *Océanographie géologique et géophysique de la Méditerranée occidentale. Coll. Nat. du C.N.R.S.*, 125-165.
- GUIRAUD R. (1967) La transversale de Colbert, accident majeur de la région du Hodna (Algérie du Nord). *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris*, **264**, 1245-1248.

- KIEKEN M. (1962) Les traits essentiels de la géologie algérienne. In: *Livre à la mémoire du Professeur Fallot. Mém. H. Sér. Soc. géol. Fr.* **1**, 545-614.
- LE PICHON X. (1968) Sea-floor spreading and continental drift. *J. geophys. Res.*, **73**, 3661-3697.
- McKENZIE D. P. (1969) Speculations on the consequences and causes of plate motions. *Geophys. J.*, **18**, 1-32.
- McKENZIE D. P. (1970) Plate tectonics of the Mediterranean region. *Nature, Lond.*, **226**, 239-243.
- PERRODON A. (1957) Etude géologique des bassins Néogènes sublittoraux de l'Algérie occidentale. *Publ. Serv. Carte Géol. Algér.* (nouvelle série). Bull. n° **12**.
- ROTHE J. P. (sous presse) Seismicité de l'Atlantique oriental et de la Méditerranée occidentale. *Coll. Intern. Géol. Géophys. sous-marine* (C.N.R.S.) (sous presse).
- RITSEMA A. R. (1969) Seismic data of the West Mediterranean and the problem of oceanization. *Verh. Kon. Ned. geol. Mijnbouwk. gen.* **xxvi**, 105-120.
- RYAN W. B. F. (1970) The floor of the Mediterranean. Thesis, Columbia University. 196 pp.
- SIBUET J. C. et X. LE PICHON (sous presse) Structure gravimétrique du Golfe de Gascogne et le fossé marginal nord-Espagnol. In: *Symposium sur l'histoire structurale du golfe de Gascogne. Rueil-Malmaison*, **226**, 239-243.
- TALWANI M., W. C. PITMAN and J. R. HEIRTZLER (1969) Magnetic anomalies in the North Atlantic (abs 406). *Trans. Am. geophys. Un.*, **50**, 189.