

La marge nord-africaine considérée comme marge active *

par JEAN-MARIE AUZENDE **, JEAN BONNIN *** et JEAN-LOUIS OLIVET **

Sommaire. — A partir de l'examen de profils de réflexion sismique, on montre que les ensembles sédimentaires identifiés présentent une anomalie de structure au pied de la marge continentale nord-africaine, par rapport à la situation observée sur les autres marges du bassin méditerranéen occidental : l'ensemble des dépôts messiniens et infra-messiniens du domaine profond subit une flexure à l'approche de la marge nord-africaine ; la dépression qui en résulte est comblée par les apports plio-quaternaires. Cette observation, replacée dans le contexte géodynamique de la Méditerranée occidentale, conduit à l'interprétation suivante : la marge nord-africaine est une marge active à un stade très précoce d'évolution. La structure anormale du champ de gravité dans la région considérée corrobore cette interprétation.

INTRODUCTION.

Dans un travail antérieur, les mêmes auteurs [Auzende *et al.*, 1972] ont montré que la marge méditerranéenne de l'Afrique du Nord présentait des caractères particuliers qui la distinguaient nettement des autres marges continentales du bassin occidental de la Méditerranée. Plusieurs profils de réflexion sismique, réalisés pendant la campagne Polymède I du N.O. « *Jean Charcot* », montraient notamment un horizon sédimentaire (baptisé horizon A), marquant la limite entre les évaporites de la fin de l'épisode messinien et les dépôts pélagiques pliocènes. Sur les trois profils grossièrement perpendiculaires à la côte algérienne, l'horizon A avait tendance à s'approfondir à l'approche de la pente continentale, contrairement à ce qui était observé sur les autres marges méditerranéennes. Dans le contexte géodynamique de la Méditerranée, ce caractère particulier de la marge algérienne était interprété par les auteurs comme la manifestation précoce de la subduction de la Méditerranée occidentale sous le continent africain.

Dans la présente étude, on rappelle d'abord les principaux éléments du contexte géodynamique de la région, dont certains ont été précisés par des travaux récents. Puis des données nouvelles sont présentées qui renforcent l'hypothèse émise antérieurement.

CONTEXTE GÉODYNAMIQUE.

On s'accorde maintenant à considérer que l'évolution géodynamique de la Méditerranée est liée

B.S.G.F., (7), XVII, 1975, n° 4.

au comportement relatif de deux grands blocs : l'Eurasie au N et l'Afrique au S. Les différents modèles développés pour décrire le mouvement relatif de ces deux plaques [Le Pichon, 1968 ; Chase, 1972 ; McKenzie, 1972 ; Morgan, 1972 ; Dewey *et al.*, 1973 ; Minster *et al.*, 1974] placent le pôle de rotation relative dans le S de l'Atlantique N entre 10° et 30° de latitude N ; en supposant que l'Eurasie est fixe (par rapport aux coordonnées géographiques), le NW de l'Afrique bouge grossièrement du S vers le N. Il existe donc entre les deux grands blocs une (ou plusieurs) zone(s) frontière(s).

Cette remarque est bien sûr confirmée par l'étude de la distribution des séismes dans la région [McKenzie, 1972 ; Beuzart, 1972]. Une zone active sismiquement s'étend approximativement d'O en E des Açores jusqu'au Golfe de Cadix ; à partir de 10° W environ, les séismes se dispersent beaucoup au Maroc du N, en Espagne du S et dans la mer d'Alboran ; plus à l'E encore, à partir de la dépression du Chélif, la sismicité se concentre à nouveau le long d'une ligne sensiblement W-E, située à une cinquantaine de kilomètres au S de la côte algérienne ; environ au S de Bougie, la ligne active se scinde en deux branches dont l'une s'incurve légè-

* Contribution n° 338 du Département scientifique du centre océanologique de Bretagne.

** Centre océanologique de Bretagne, B. P. 337, 29273 Brest Cedex.

*** Institut national d'astronomie et de géophysique, 5, place Jules-Janssen, 92190 Meudon.

Département des sciences de la terre, Université Paris VII, 2, place Jussieu 75221 Paris Cedex 05.

Note présentée le 2 décembre 1974.

rement vers l'ENE et l'autre rejoint le S de la Tunisie le long de la « ligne des Chotts ». Aucune autre région de sismicité comparable (il faut souligner que des chocs importants ont eu lieu dans la zone active décrite : plus d'une dizaine d'événements connus

de magnitude de l'ordre de 6) n'étant présente entre les blocs stables (c'est-à-dire non sismiques) Eurasie et Afrique de 10° W à 10° E, on peut affirmer que la limite des plaques passe d'W en E grossièrement le long du parallèle 36° N.

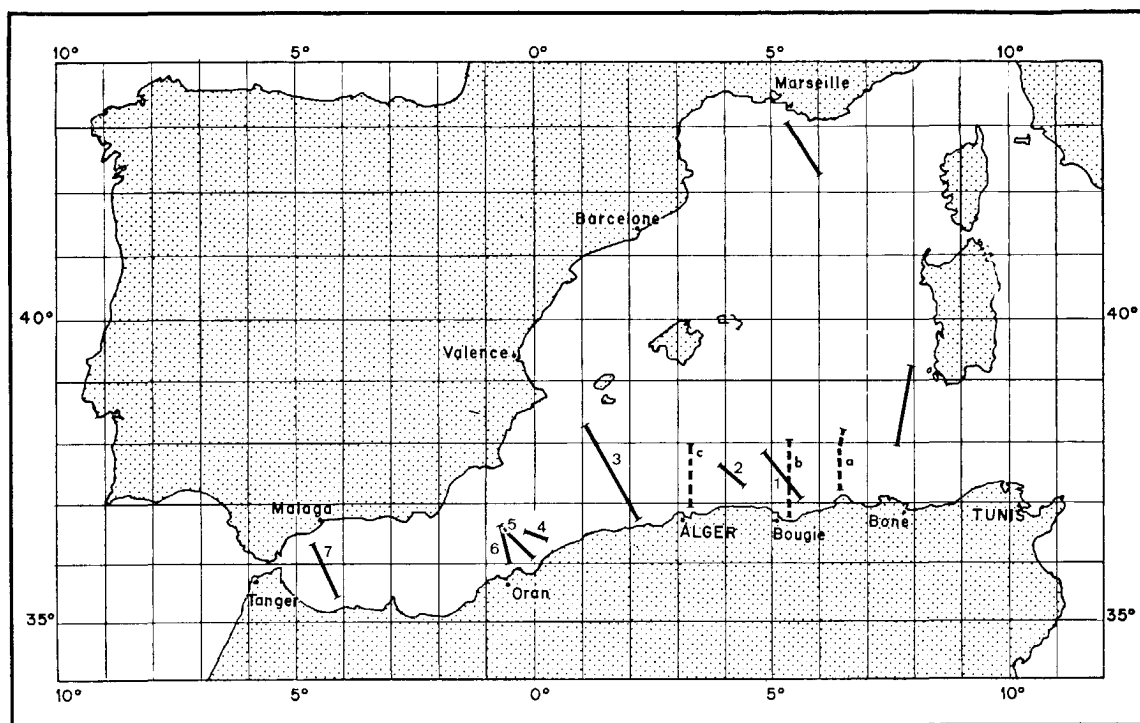


FIG. 1. — Plan de position des profils de réflexion sismique. Campagnes Polymède I et II du N. O. Jean Charcot. Les profils 1 à 7 sont reproduits sur la figure 2. Les profils marqués a, b et c ont été publiés dans un travail antérieur [Auzende et al., 1972]. Les deux profils non référencés (au Sud de la France et au SW de la Sardaigne) sont reproduits sur la figure 3 à titre de comparaison avec les profils nord-africains.

Les modèles évoqués plus haut supposaient un mouvement du S vers le N de l'Afrique par rapport à l'Eurasie ; la limite des plaques étant perpendiculaire au déplacement relatif, le caractère général de la limite doit être compressif. Les mécanismes au foyer des séismes les plus forts, depuis la plaine abyssale du Fer-à-Cheval (à l'W du Golfe de Cadix) jusqu'à l'extrémité occidentale de la Silice, sont systématiquement des mécanismes de chevauchement dont les plans nodaux restent approximativement stables en direction sur un intervalle de 25° en longitude [McKenzie, 1972]. Même si tel mécanisme au foyer reste discutable [McKenzie, communication personnelle], la stabilité de l'orientation des plans nodaux sur une si longue distance est certainement significative. Cette activité sismique compressive, étudiée pour les quelques dernières années seulement, est cohérente avec les résultats obtenus récemment en néotectonique : au Maroc [Andrieux, 1971 ;

Rampoux, communication personnelle], en Algérie nord-occidentale [Thomas, 1974] et dans l'E des Cordillères bétiques [Philip et Bousquet, 1975] ont été mis en évidence des incidences de manifestations compressives d'âge quaternaire et de direction générale N-S : plis d'axe E-W affectant le Néogène et parfois le Quaternaire, réseau de décrochements conjugués, failles inverses.

On se trouve donc en présence du système suivant : les deux blocs Eurasie et Afrique se rapprochent actuellement de telle manière que le mouvement relatif est approximativement perpendiculaire à la frontière commune (compression). Cette frontière commune, là où elle peut être relativement bien définie, suit approximativement la côte algérienne. En d'autres termes, le bloc continental africain affronte, en Algérie, les fonds océaniques du bassin nord-africain de la Méditerranée occidentale, qui sont solidaires du bloc Eurasie.

DONNÉES SISMIQUES.

L'examen des données obtenues par réflexion sismique au cours des campagnes océanographiques Polymède I (1970) et II (1972) permet de définir, dans le bassin occidental de la Méditerranée les ensembles sédimentaires suivants : depuis les plus récents jusqu'aux plus anciens :

a) les dépôts plio-quadernaires, pélagiques et/ou turbiditiques ;

b) la série messinienne constituée de dépôts évaporitiques ;

c) une série anté-messinienne reposant sur un socle (reconnu localement) continental effondré sur les marges, océanique dans les parties profondes du bassin ; le socle océanique est d'âge aquitano-burdigalien suivant le modèle développé par Auzende *et al.* [1973].

Les figures 2 et 3 montrent un certain nombre de profils (avec leur localisation) approximativement perpendiculaires aux côtes nord-africaines et deux profils de référence l'un au S de la Provence cristalline, l'autre à l'W de la Sardaigne. Alors que les profils de référence montrent bien les séries sédimentaires venant se biseauter sur les marges provençale et sarde respectivement, les coupes sismiques au N de l'Afrique du N montrent une très nette tendance à un plongement de l'ensemble b du N vers le continent africain et un épaississement parfois considérable des dépôts plio-quadernaires (ensemble a). Il y a flexure des dépôts messiniens à l'approche du continent et comblement, par le plio-quadernaire, de la dépression formée.

Les auteurs interprètent cette disposition, régulière depuis l'Algérie orientale jusqu'au bassin occidental d'Alboran, comme l'indice d'une zone de subduction, à un stade très précoce d'évolution compatible avec le contexte géodynamique rappelé plus haut.

DISCUSSION ET CONCLUSION.

Proposer un modèle de subduction sur la base des arguments développés plus haut, peut paraître quelque peu paradoxal. En effet, beaucoup des caractères classiquement associés aux zones de subduction ne se manifestent pas clairement au N de l'Afrique du Nord : la zone de subduction supposée ne se manifeste pas dans la topographie ; on n'y trouve pas la distribution des séismes, pourtant très caractéristique ; il n'y a pas de volcanisme clairement associé. Il faut cependant garder à l'esprit que si zone de subduction il y a, elle est nécessairement très jeune et même très probablement post-miocène ; de plus, la vitesse de rapprochement entre les grands blocs Eurasie et Afrique est très

faible : sans doute inférieure à 0,5 cm/an [Minster *et al.*, 1974]. Il n'est pas surprenant, dans ces conditions, qu'il n'y ait ni zone de Benioff clairement exprimée ni *a fortiori* de volcanisme typique de subduction ; de même la relativement faible sismicité de la région est liée à la lenteur du rapprochement des blocs.

Moins facile à expliquer est la localisation des principaux séismes nettement à l'intérieur des terres. Deux arguments de natures tout à fait différentes peuvent être développés : d'une part, il n'est pas totalement exclu qu'une sismicité de faible magnitude soit présente au N de l'Algérie ; en effet, la distribution actuelle des stations sismiques et leur équipement n'est pas favorable à la détection des chocs faibles qui pourraient avoir lieu au pied de la pente continentale algérienne. Il est à remarquer que de très nombreux séismes sont détectés au S de l'Espagne, en mer d'Alboran et au N du Maroc et que les réseaux sismologiques sont particulièrement bien développés dans cette zone. On peut ajouter que la croûte océanique sous-jacente relativement chaude en raison de la jeunesse du bassin nord-africain peut contribuer à un affaiblissement de la magnitude probable des séismes, les séismes de magnitude importante étant déjà peu probables en raison de la lenteur du rapprochement des deux grands blocs.

Si ces arguments peuvent expliquer l'absence (au moins apparente) de sismicité à l'aplomb de la zone de subduction proposée, il reste que les grands séismes algériens ont lieu nettement plus au S : ils sont même en général localisés dans l'avant-fosse molassique de l'Atlas tellien. Il est possible que la fragilité relative de cette zone, déjà affectée durant l'épisode compressif aquitano-burdigalien responsable de la chaîne nord-africaine, « piège » en quelque sorte la déformation du bord N du Maghreb dans les conditions compressives actuelles, qui entraînent la création d'une zone de subduction dans le voisinage de cette région.

L'absence d'expression topographique de la subduction s'explique d'abord par le caractère naissant de la structure qui fait que la flexure lithosphérique est loin d'avoir atteint son plein développement, ensuite par la proximité de sources abondantes de sédiments (les jeunes chaînes nord-africaines) : on a déjà signalé que la flexure des séries messiniennes et sous-jacentes était comblée par les dépôts plio-quadernaires.

A l'examen de la carte de l'anomalie gravimétrique à l'air libre de la Méditerranée occidentale (fig. 4), [Finetti et Morelli, 1973], il est frappant de constater la présence d'une anomalie négative importante (supérieure à 70 mgal en valeur absolue) tout au long de la marge nord-africaine. Cette anomalie représente encore un caractère distinctif de cette

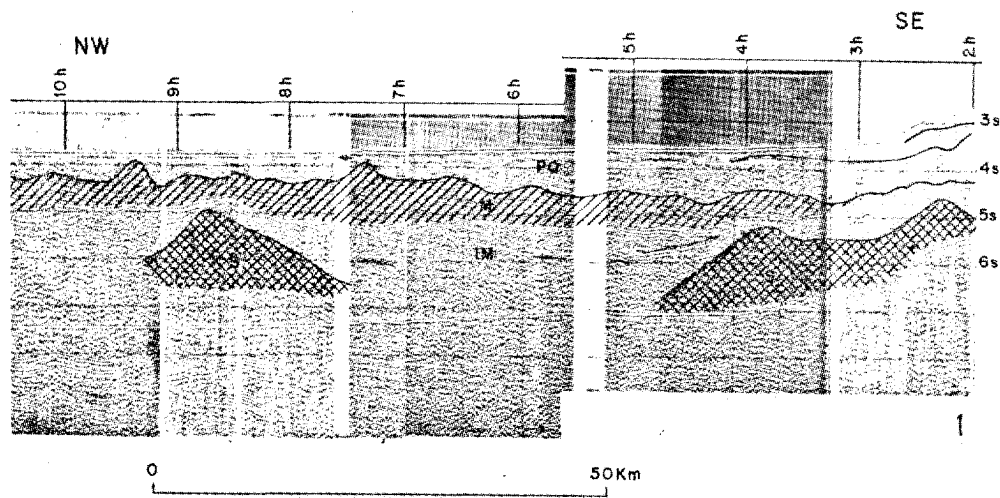


FIG. 2 a.

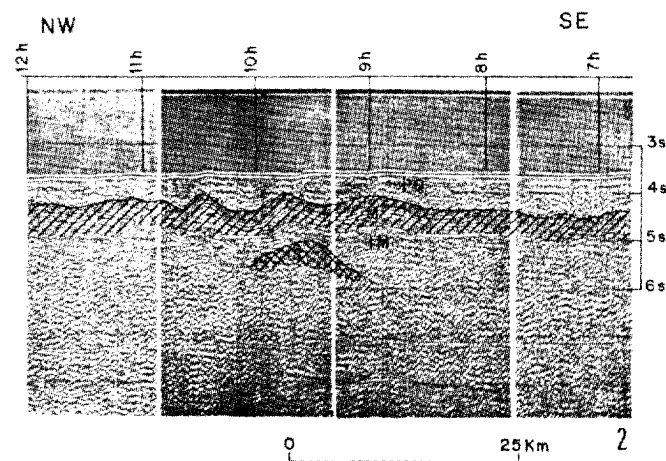


FIG. 2 b.

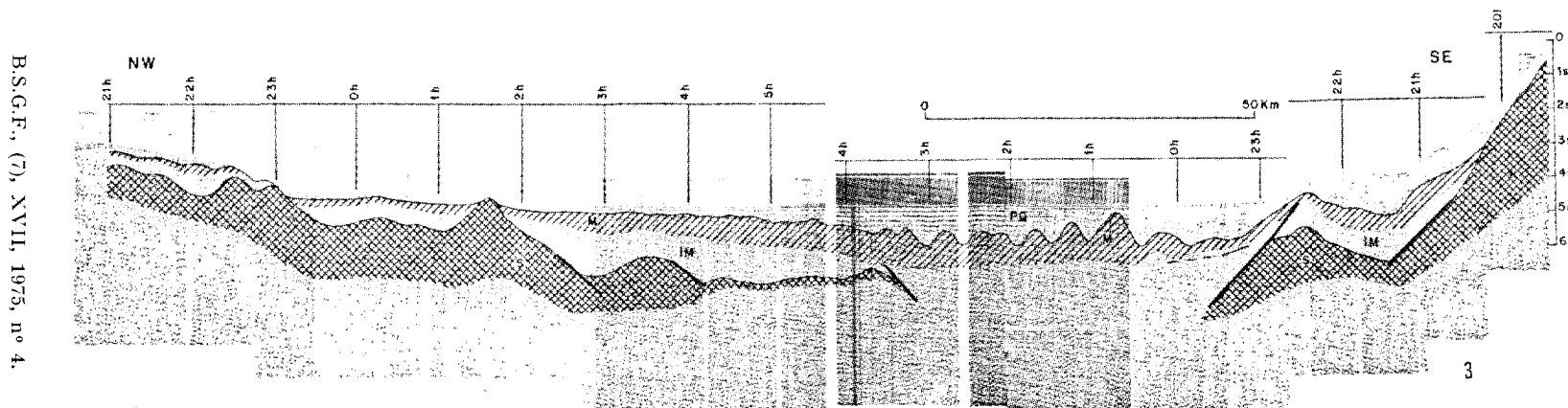


FIG. 2 c.

B.S.G.F., (7), XVII, 1975, n.º 4.

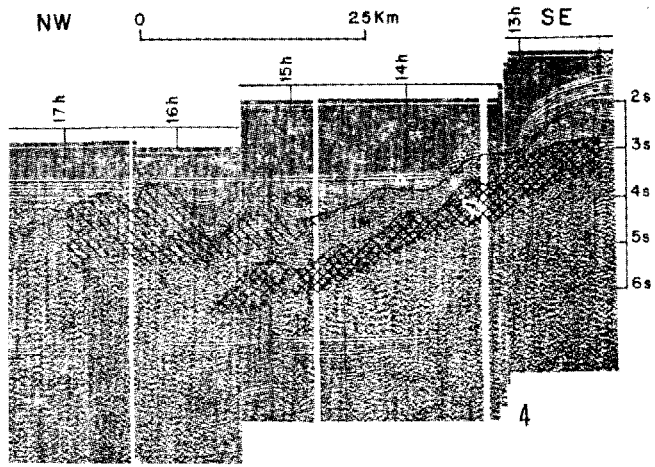


FIG. 2 d.

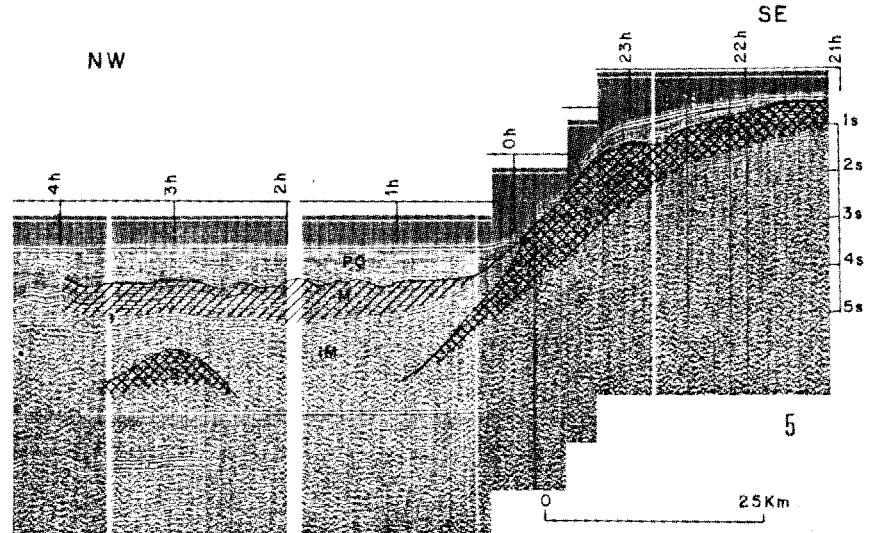


FIG. 2 e.

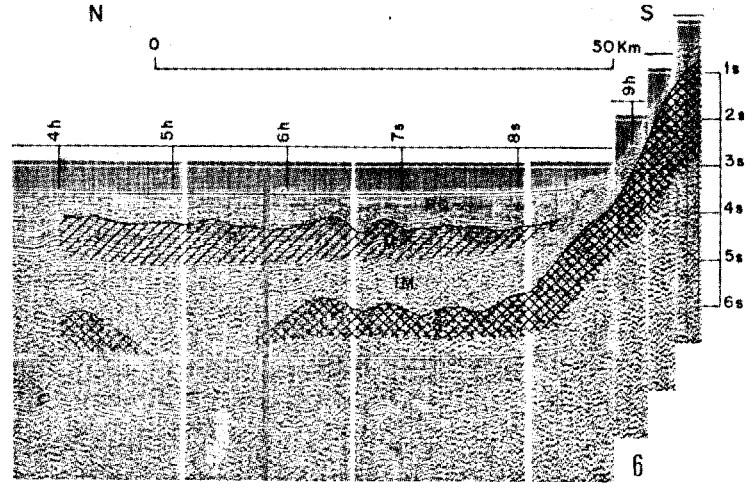


FIG. 2 f.

B.S.G.F., (7), XVII, 1975, n° 4.

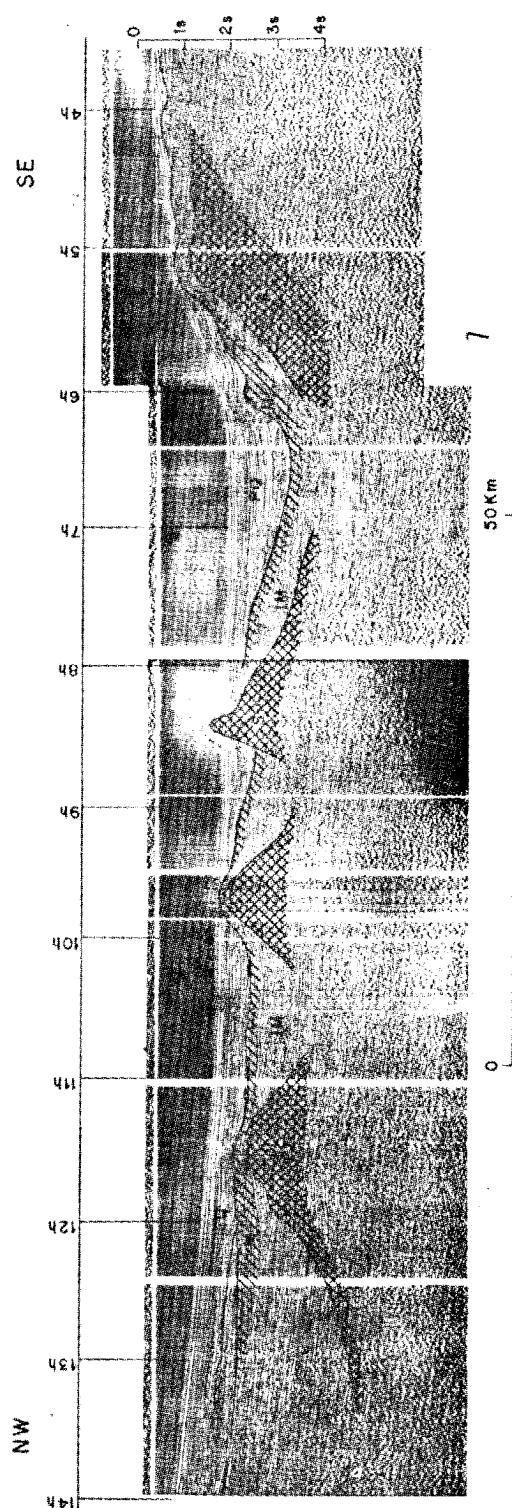


Fig. 2. — Profils de réflexion sismique, grossièrement perpendiculaires à la côte nord-africaine (fig. 1). Flexoir ; exagération verticale de l'ordre de 5. On remarque l'approfondissement de l'ensemble sédimentaire messinien (M) et infra-messinien (IM) et l'épaississement corrélatif de l'ensemble plioquaternaire (PQ) à l'approche de la marge nord-africaine. S = socle acoustique.

marge par rapport au reste de la Méditerranée occidentale : tout autour du bassin méditerranéen, les marges sont soulignées par des anomalies à l'air libre négatives, mais nettement moins importantes qu'au N du Maghreb avec cependant deux exceptions localisées au S de la Provence et à l'W de la Corse.

On pourrait penser que cette anomalie gravimétrique est due à un effet de bord de type isostatique : même si les conditions de l'isostasie sont remplies (poids constant d'une colonne quelconque de surface unité, considérée à partir d'une surface équipotentielle déterminée dite surface de compensation), la proximité relative du point de mesure (la surface de la mer) à une discontinuité de densité (la pente continentale) par rapport à la distance point de mesure - discontinuité compensatrice (au sens de l'isostasie) plus profonde, introduit une anomalie gravimétrique parasite dite « effet de bord isostatique ». Des tentatives pour corriger l'anomalie gravimétrique au Nord du Maghreb de l'effet de bord isostatique [Beckey, 1973] ont montré que la marge nord-africaine est nettement hors équilibre isostatique (de 20 à 40 mgal) alors que, par exemple, la marge sud-baléare s'en approche beaucoup.

La présence d'une anomalie gravimétrique à l'air libre fortement négative en bas de marge et un certain écart par rapport aux conditions isostatiques ont déjà été relevés par les auteurs [par exemple Emery *et al.*, 1970 ; Rabinowitz, 1971, 1972] ; il s'agit cependant d'anomalies localisées comparables aux minimums signalés au Sud de la Provence et à l'Ouest de la Corse. L'originalité de la marge nord-africaine réside dans l'amplitude du phénomène et dans son extension régionale remarquable : la situation est plutôt comparable à celle qui prévaut au S du Golfe de Gascogne, au pied de la marge nord-espagnole [Sibuet et Le Pichon, 1971]. La structure gravimétrique de la marge maghrébine corrobore donc l'interprétation donnée plus haut de la structure de la partie supérieure de la croûte ; rappelons à ce propos que les zones de subduction typiques sont fortement hors équilibre isostatique [Le Pichon *et al.*, 1973].

Du point de vue structural, il est paradoxal mais bien connu que les manifestations tectoniques les plus apparentes dans les zones de subduction sont en extension malgré le rapprochement des blocs en présence. Deux raisons peuvent être évoquées à ce sujet : d'une part, il semble que la mise en évidence d'une tectonique en extension soit plus facile que la mise en évidence d'une tectonique compressive dans les zones structurales les moins élevées ; d'autre part, l'étude néotectonique détaillée de l'arc égéen montre [Mercier, communication personnelle] une succession dans le temps d'épisodes compressifs très localisés et d'épisodes en distension beaucoup plus

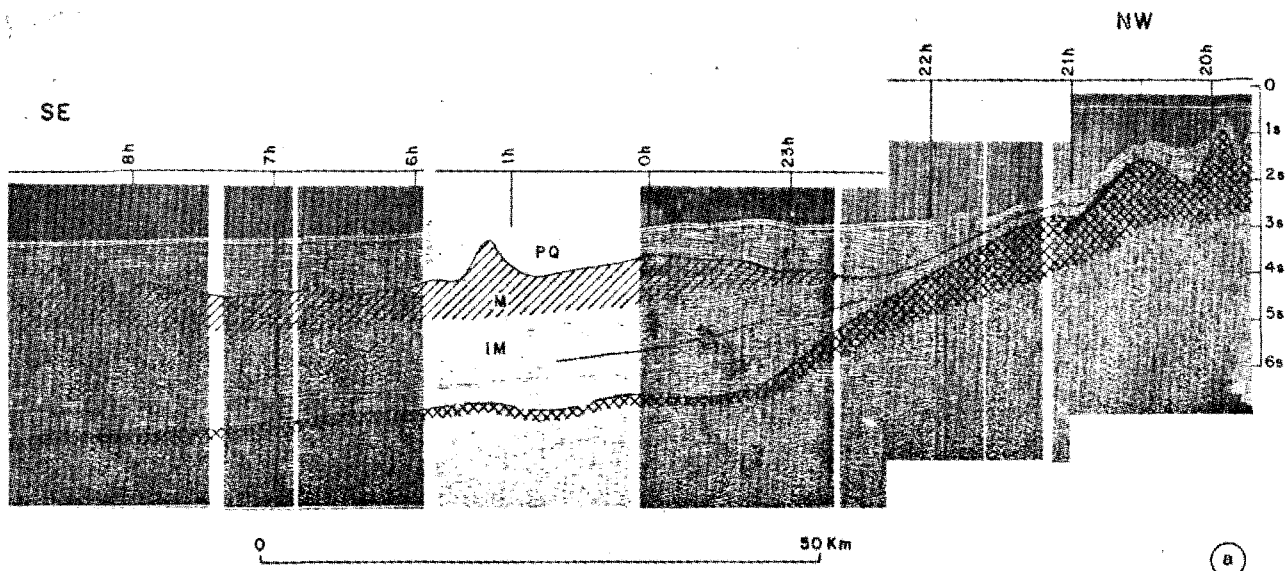


FIG. 3 a.

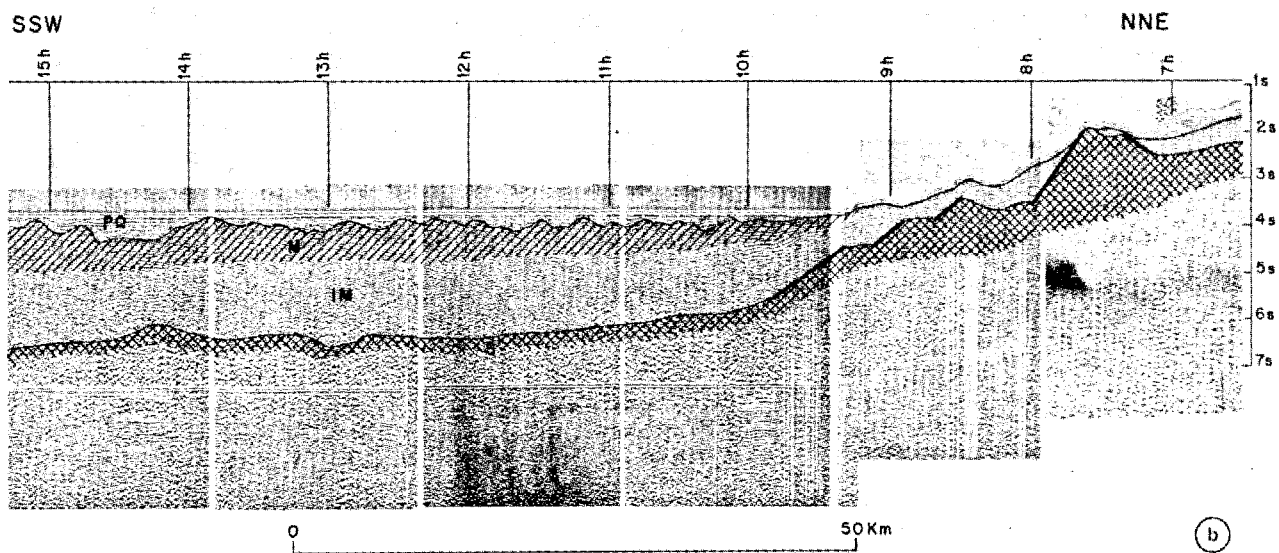


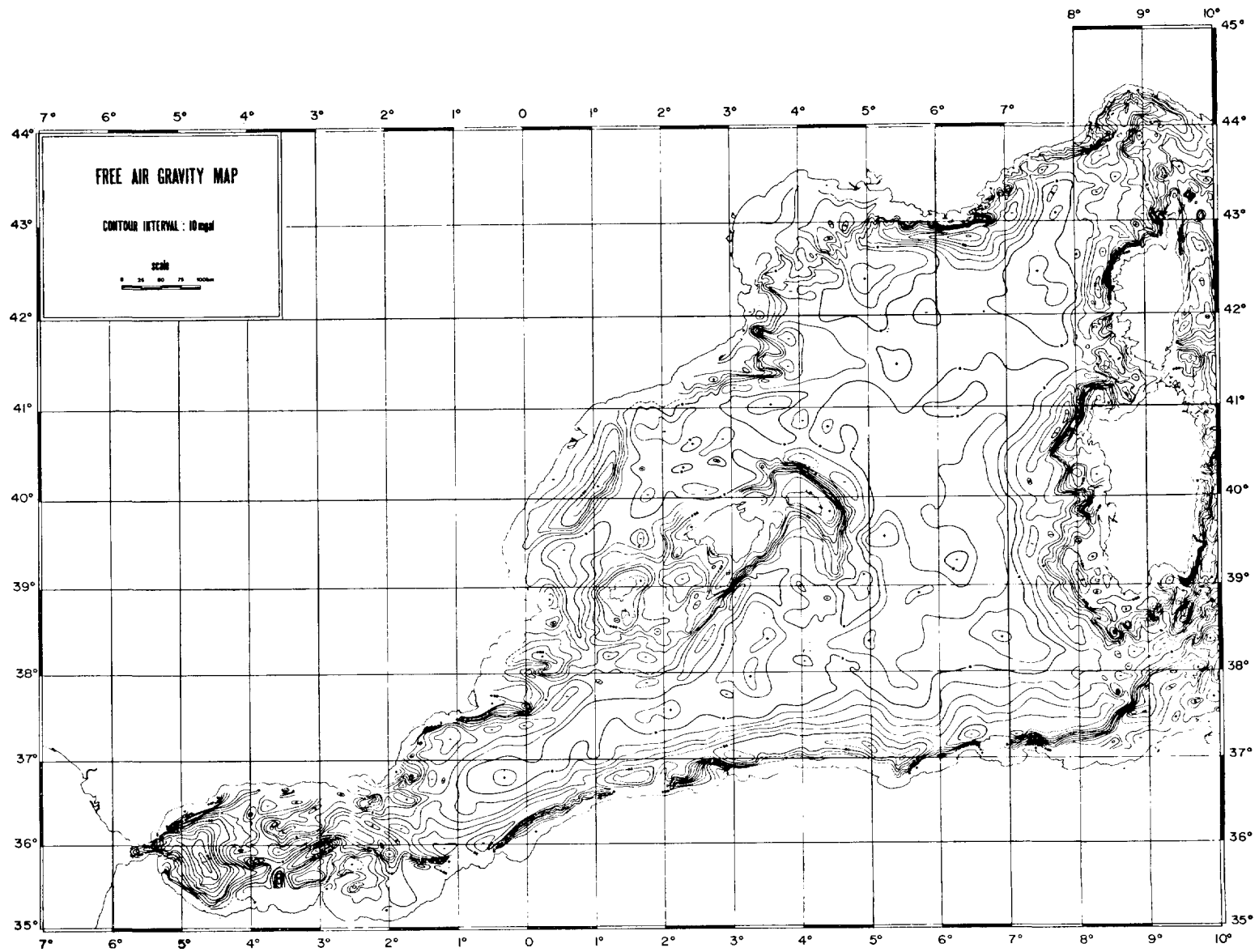
FIG. 3 b.

FIG. 3. -- Profils de réflexion sismique obtenus respectivement au S de la Provence et au SW de la Sardaigne (fig. 1). Flexotir ; exagération verticale de l'ordre de 5. Signification des sigles : comme pour la figure 2. On observe le biseautage lent et à peu près régulier des ensembles sédimentaires vers la marge continentale.

étendus. Les bassins sédimentaires effondrés au Plio-Quaternaire sont bien connus en Algérie [Perrodon, 1957]. De même en Espagne du Sud [Philip et Bousquet, 1975], au Maroc du Nord [Rampoux, communication personnelle] et en Algérie nord-occidentale [Thomas, 1974] ont été mis en évidence des épisodes néotectoniques en distension.

B.S.G.F., (7), XVII, 1975, n° 4.

En conclusion, la marge nord-africaine est une marge active en formation. On retrouve à l'Ouest de Gibraltar une situation comparable dans la plaine du Fer-à-Cheval encore que la polarité du plongement soit l'inverse de celle que l'on constate en Méditerranée. En d'autres termes, dans la région de Gibraltar, le mouvement compressif à plonge-



LA MARGE NORD-AFRICAINE CONSIDÉRÉE COMME UNE MARGE ACTIVE

FIG. 4. — Carte de l'anomalie gravimétrique à l'air libre de la Méditerranée occidentale d'après Finetti et Morelli [1973]. On remarque la présence, tout au long de la marge nord-africaine, d'une forte anomalie négative.

ment vers le Sud de la mer d'Alboran se transforme en un mouvement compressif à plongement vers le Nord dans la zone du banc de Gorringe. Il serait cependant vain de rechercher dans cette région une « faille transformante » : l'affrontement des masses continentales dans la région complique par trop les phénomènes. Vers l'Est, la situation est moins claire : d'une part la sismicité de la « ligne des chotts » suggère que le coin NE de l'Afrique du Nord pourrait être désolidarisé du reste du Maghreb ; d'autre part, le contact entre les socles continentaux dans le détroit sardano-tunisien [Auzende *et al.*, 1974] rend possible un certain report de l'activité tectonique dans le Golfe de Gênes où précisément on constate une activité sismique non négligeable ; on n'a cependant aucune évidence en faveur d'une zone de découplage entre le bord Ouest du bloc Corse-Sardaigne et le bassin méditerranéen occidental.

Le fossé nord-africain fonctionnera sans doute jusqu'à avoir absorbé les fonds océaniques du bassin nord-africain s'il n'y a pas de changement radical dans l'évolution de l'Atlantique Nord d'ici là. Il est cependant probable que la collision entre les blocs continentaux à l'Est et à l'Ouest de la Méditerranée occidentale empêchera la disparition complète dans une zone de subduction du bassin provençal qui se trouvera alors englobé dans des masses continentales et évoluera sans doute de la même manière que le bassin pannonique ou le bassin Sud de la mer Caspienne, ou encore la mer Noire (bassins océaniques comblés par une énorme épaisseur de sédiments) *.

* Les auteurs remercient vivement l'équipage et le personnel scientifique du N. O. *Jean Charcol*, pour l'aide précieuse apportée à la collecte des données utilisées dans ce travail.

Bibliographie

- ANDRIEUX J. (1971). — La structure du Rif central. Étude des relations entre la tectonique de compression et les nappes de glissement dans un tronçon de la chaîne alpine. *Notes Mém. Serv. Géol. Maroc*, n° 235, 155 p.
- AUZENDE J. M., BONNIN J. et OLIVET J. L. (1973). — The origin of the western Mediterranean basin. *J. Geol. Soc. Lond.*, 129, p. 607-620.
- AUZENDE J. M., OLIVET J. L. et BONNIN J. (1972). — Une structure compressive au nord de l'Algérie ? *Deep-Sea Res.*, 19, p. 149-155.
- AUZENDE J. M., OLIVET J. L. et BONNIN J. (1974). — Le détroit sardano-tunisien et la zone de fracture nord-tunisienne. *Tectonophysics*, 21, p. 357-374.
- BECQUEY C. (1973). — Étude gravimétrique en Méditerranée occidentale. École Nat. Sup. Géol. Appl. Prosp. Min., Nancy, rapport de stage non publié.
- BEUZART P. (1972). — Sismicité du bassin méditerranéen et des régions environnantes. Comm. Séism. Eur., XIII^e Assemblée Générale, Brasov, 1972, in press.
- CHASE C. G. (1972). — The N-plate problem of plate tectonics. *Geophys. J. R. astr. Soc.*, 29, p. 117-122.
- DEWEY J. F., PITMAN W. C. III, RYAN W.B.F. et BONNIN J. (1973). — Plate tectonics and the evolution of the Alpine system. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 84, p. 3137-3180.
- EMERY K. O., UCHUPI E., PHILLIPS J. D., BOWIN C. O., BUNCE E. T. et KNOTT S. T. (1970). — Continental rise off eastern North America. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 54, p. 44-108.
- FINETTI I. et MORELLI C. (1973). — Geophysical exploration of the Mediterranean sea. *Bol. Geof. Teor. Appl.*, 15, p. 263-341.
- LE PICHON X. (1968). — Sea floor spreading and continental drift. *J. Geophys. Res.*, 73, p. 3661-3697.
- McKENZIE D. P. (1972). — Active tectonics of the Mediterranean region. *Geophys. J. R. astr. Soc.*, 30, p. 109-185.
- MINSTER J. B., JORDAN J. H., MOLNAR P. et HAINES E. (1974). — Numerical modelling of instantaneous plate tectonics. *Geophys. J. R. astr. Soc.*, 36, p. 541-576.
- MORGAN W. J. (1972). — Plate motion and deep mantle convection. *Geol. Soc. Am. Mem.*, 132, p. 7-22.
- PERRODON A. (1957). — Étude géologique des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie occidentale. *Publ. Serv. Carte Géol. Algérie*, n^o sér., Bull. n° 12.
- PHILIP H. et BOUSQUET J. C. (1975). — Résultats de l'étude microtectonique sur la compression Nord-Sud quaternaire des cordillères bétiques orientales. 3^e Réunion Annuelle des Sciences de la Terre, Montpellier, avril 1975 (à paraître).
- RABINOWITZ P. D. (1971). — Gravity anomalies across the East African continental margin. *J. Geophys. Res.*, 76, p. 7107-7117.
- RABINOWITZ P. D. (1972). — Gravity anomalies on the continental margin of Angola, Africa. *J. Geophys. Res.*, 77, p. 6237-6347.
- SIBUET J. C. et LE PICHON X. (1971). — Structure gravimétrique du Golfe de Gascogne et le fossé marginal nord-espagnol. In : Histoire structurale du Golfe de Gascogne, tome 2, Paris, Technip, p. VI/9/1-VI/9/17.
- THOMAS G. (1974). — La phase de compression pléistocène en Algérie nord-occidentale : âge, premiers éléments cinématiques, relations avec les mouvements en distension. *C. R. Ac. Sc.*, Paris, sér. D, t. 279, p. 311-314.

Observations et réponses

M. J. AUBOUIN : L'hypothèse proposée par MM. Auzende, Bonnin et Olivet d'une subduction actuelle vers le Sud, au pied de la marge continentale nord-africaine, prend sa place dans le cadre néotectonique méditerranéen.

En effet, les chaînes d'Afrique du Nord ont une structure qui correspond fondamentalement à des charriages superficiels vers le Sud ; ce qui, ramené à l'échelle de l'ensemble des chaînes alpines périméditerranéennes, correspond au sous-charriage de l'avant-pays africain vers le Nord (phénomène qu'il ne serait pas très heureux d'appeler subduction continentale comme cela a été proposé dans différentes régions).

S'il y a, le long des côtes d'Afrique du Nord, depuis le Pliocène une subduction vers le Sud, celle-ci ne peut être que récente, sans rapport avec la tectonique alpine des chaînes nord-africaines.

Il semblerait donc que, comme en beaucoup d'endroits, la logique néotectonique méditerranéenne n'hérite pas de la logique tectonique alpine.

M. AUZENDE : Nous sommes d'accord avec Monsieur Aubouin pour dire que la subduction vers le Sud du bassin nord-africain est un phénomène récent. Il s'agit bien d'une phase distincte des phases alpines d'Afrique du Nord. Il y a cependant un lien entre les deux dans la mesure où, comme nous le pensons, le bassin nord-africain est une résultante des phases alpines d'Afrique du Nord.

M. DURAND DELGA : Il ressort de l'exposé de M. Bonnin que l'étude des séismes actuels en Méditerranée occidentale semble imposer l'idée de compressions actuelles dans le sens N.-S. L'épaississement du remplissage néogène méditerranéen, à partir du Miocène terminal, en direction des côtes algériennes (où au début de « sillon » apparaît d'après les enregistrements géophysiques), pourrait appuyer l'idée que le site principal des compressions actuelles est là. S'il en était ainsi, il serait remarquable d'observer que la vergence maximale serait vers le Nord (vers l'intérieur « des Maghrébides »), alors que, de l'Éocène au Miocène inférieur, elle était essentiellement vers le Sud. L'Afrique du Nord différerait ainsi profondément de l'arc égéen, où les vergences actuelles, comme les vergences anciennes, sont à dominante vers le Sud (vers l'« extérieur » des Hellénides). Le problème est d'importance.

M. AUZENDE : Nous voyons les choses exactement comme M. Durand Delga. La vergence nous semble liée à la position respective de l'océan et du continent ; c'est le mécanisme de subduction du fond océanique qui la détermine. En Méditerranée orientale, au Sud de l'arc égéen, nous pensons qu'il subsiste une portion de bassin océanique en voie de disparition par subduction vers le Nord. En Méditerranée occidentale il n'existe plus qu'un bassin néoformé au Nord des Maghrébides dont la disparition semble devoir se faire par subduction vers le Sud.

M. G. BOILLOT : Vous proposez d'expliquer le rapprochement de la plaque africaine et de la plaque européenne par l'existence de deux zones de subductions *a*) vers le Nord dans la zone occidentale (banc de Gorringer), *b*) vers le Sud dans la zone orientale (Afrique du Nord). Entre ces deux zones passe nécessairement une ou plusieurs failles transformantes dans la région de Gibraltar. N'est-ce pas en recherchant ces failles et en mesurant les conséquences de leur mouvement que l'on pourra faire des progrès dans l'interprétation des Cordillères bétiques et du Rif ?

M. AUZENDE : Nous avons expliqué par ailleurs comment nous voyons la formation des chaînes Bétiques et d'Afrique du Nord dans le cadre du rapprochement de l'Afrique et de l'Europe : la plus grande partie du rapprochement aurait été absorbée dans une zone de subduction plongeant vers le Nord, sous les zones internes d'Afrique du Nord. La phase de compression plus récente, dont nous décrivons certaines manifestations dans la zone de Gorringer et en bordure de l'Afrique du Nord, est effectivement caractérisée par une subduction vers le Nord dans la zone occidentale et une tendance à la subduction vers le Sud, dans la zone orientale. Cette situation n'implique pas nécessairement l'existence de failles transformantes dans la mesure où les continents européen et africain peuvent se trouver en contact (immédiatement à l'Ouest de Gibraltar, par exemple) : la transformation se ferait alors par l'intermédiaire d'une zone déformée et non pas par une ou plusieurs failles transformantes typiques. La répartition des séismes suggère bien entre 10° W et la dépression du Chélif que la déformation est absorbée dans une large zone. D'autre part, l'existence de masses allochtones à l'Ouest de Gibraltar empêche toute observation directe.