

Gauthier - Villars, Editeur, Paris

GÉODYNAMIQUE. — *Structure en nappe à l'Ouest de Gibraltar*. Note (\*) de  
MM. Jean Bonnin, Jean-Louis Olivet et Jean-Marie Auzende, présentée par  
M. Jean Coulomb.

— A partir de l'analyse de profils de sismique réflexion, il apparaît que les nappes de glissement du Rharb et du Guadalquivir ont une grande extension dans le domaine marin adjacent où elles atteignent vers l'Ouest les plaines abyssales de Seine et du Fer à Cheval. A terre comme en mer, la mise en place des nappes a eu lieu au Tortonien. —

INTRODUCTION. — A l'Ouest du détroit de Gibraltar, la pente continentale présente, entre 34°40 et 36°20 Nord, des caractères qui la distinguent nettement des pentes continentales adjacentes : le modelé très particulier évoque un cône d'épannage ; on n'y observe, au moins dans sa partie supérieure, aucun canyon de l'importance de ceux qui découpent la pente ibérique par exemple. La pente moyenne est beaucoup moins accentuée que sur les marges adjacentes (*fig. 1*) : dans la partie supérieure (jusqu'à environ 1 500 m de profondeur), la déclivité est particulièrement faible (0,75 %) ; elle augmente légèrement (2 %) à plus grande profondeur. Cette région anormale de la marge continentale est limitée au Sud par une large dépression à fond plat, d'orientation approximative est-ouest ; plus au Sud (au large de Casablanca), la marge, grossièrement parallèle à la côte, ne présente pas de caractère particulier. Au Nord, la zone anormale est limitée par une série de reliefs d'orientation générale nord-est - sud-ouest, eux-mêmes associés à des anomalies gravimétriques (air libre) fortement positives (de 80 à 120 mgal) <sup>(1)</sup>.

Les données obtenues par sismique réflexion (campagnes Noratlante, 1969 ; Nestlante I, 1970 ; Gibraco, 1972) montrent, dans cette zone à la morphologie particulière, la présence, sous une faible couverture de sédiments non consolidés, d'un ensemble opaque aux ondes sismiques (*fig. 2*). Entre la côte et 1 500 m de profondeur environ (zone I, *fig. 1*), l'ensemble opaque est le plus souvent enfoui sous une couverture meuble dont l'épaisseur peut atteindre 1 000 m localement. Au-delà de 1 500 m de profondeur (zone II, *fig. 1*), la couverture récente est partout peu épaisse ; l'ensemble opaque contrôle directement la morphologie de la pente continentale. Dans l'océan profond enfin (zone III, *fig. 1*), l'ensemble sismiquement opaque s'insère dans la série sédimentaire stratifiée (*fig. 3*) ; il masque probablement les réflecteurs qu'il recouvre : le phénomène est particulièrement spectaculaire dans la plaine du Fer à Cheval, mais on peut l'observer plus au Sud dans la plaine abyssale de Seine où cependant l'ensemble des séries est disloqué par une tectonique récente.

COMPARAISON AVEC LES ZONES ÉMERGÉES. — Dans les plaines du Rharb et du Guadalquivir, les nappes de charriage ont été décrites depuis longtemps, et reconnues dans de nombreux forages et à l'occasion de sondages sismiques [<sup>(2)</sup>, <sup>(3)</sup>] : il s'agit de nappes de glissement composées d'un matériau marneux (Crétacé à Miocène) et salifère (Trias). Le rapprochement entre la nappe du bassin du Rharb telle qu'elle est décrite par les auteurs, et ce qui est observé en mer s'impose de soi-même.

La nappe à terre et l'ensemble opaque en mer se caractérisent en sismique réflexion par leur opacité. La topographie de leur toit est très accidentée : on y note des dénivellations de l'ordre de 2 000 m sur 5 km (soit une pente d'environ 20°). A terre, plusieurs fosses atteignent 2 500 à 3 000 m de profondeur ; c'est également ce que l'on observe en mer dans la zone dont la profondeur est inférieure à 1 500 m (zone I, fig. 1).

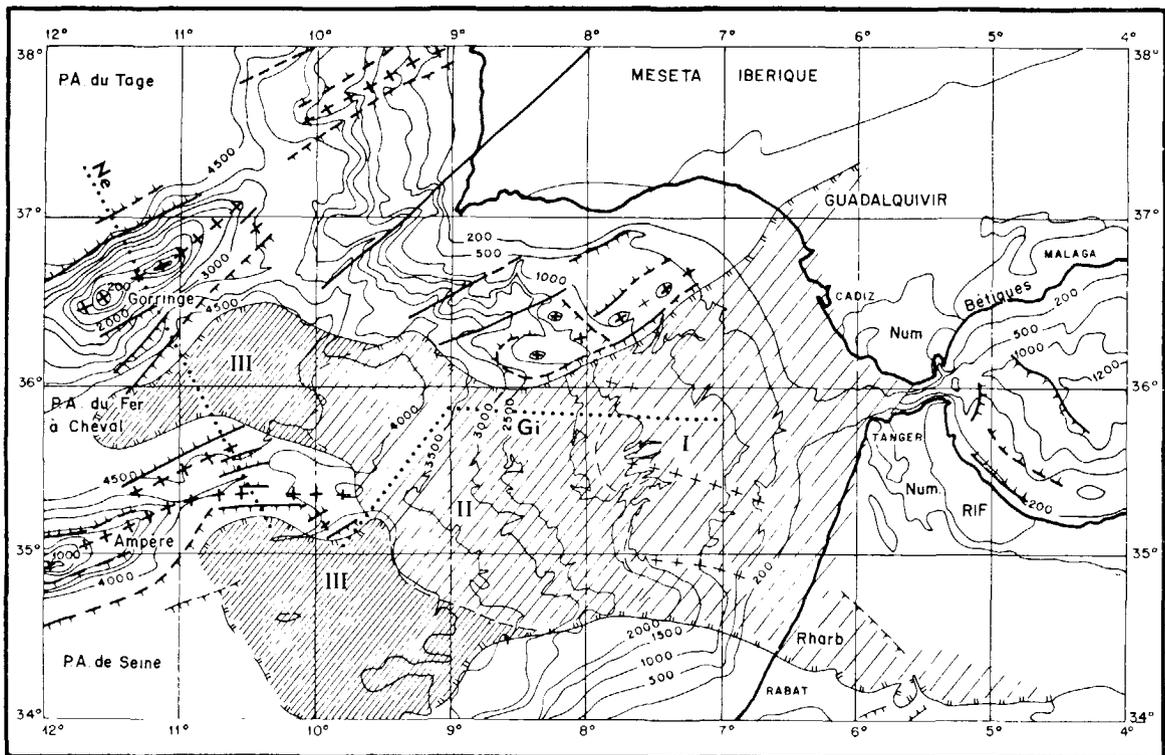


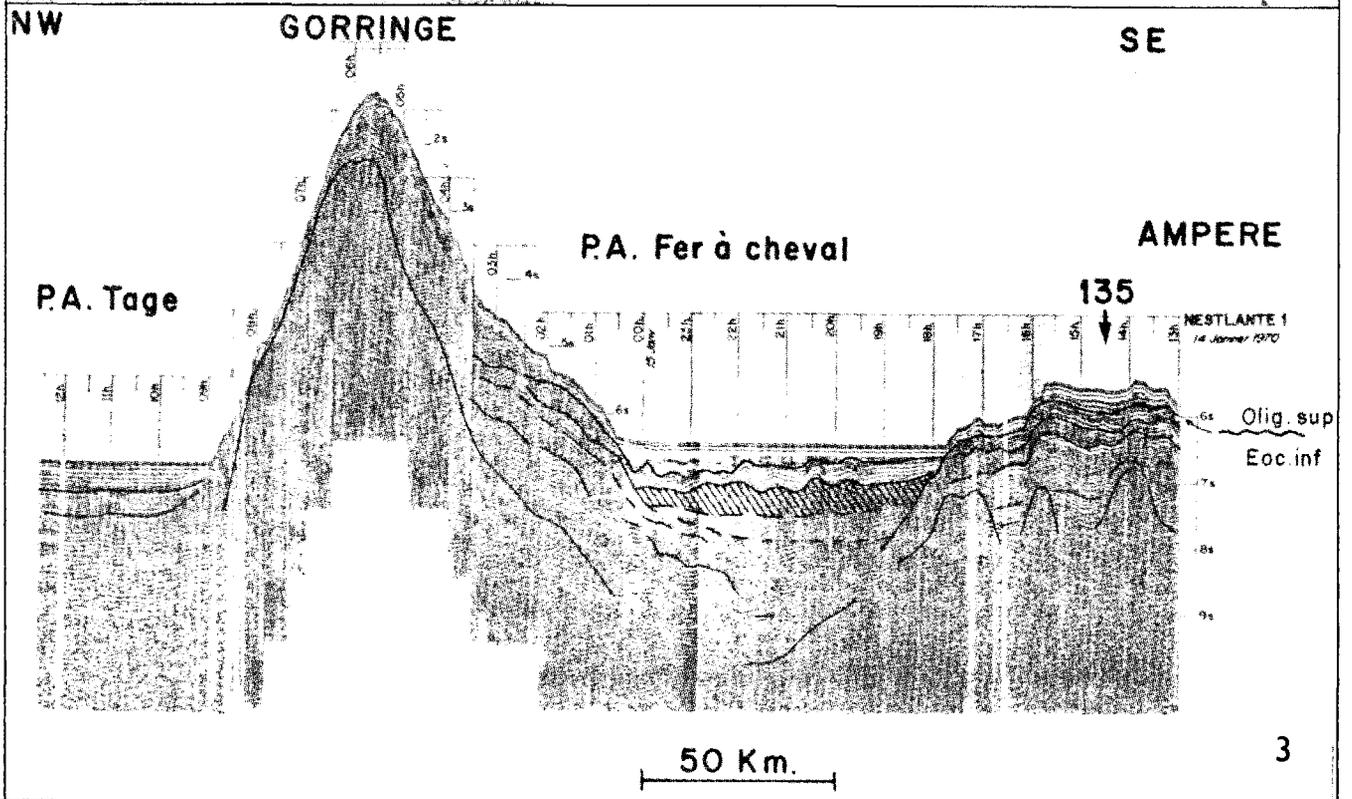
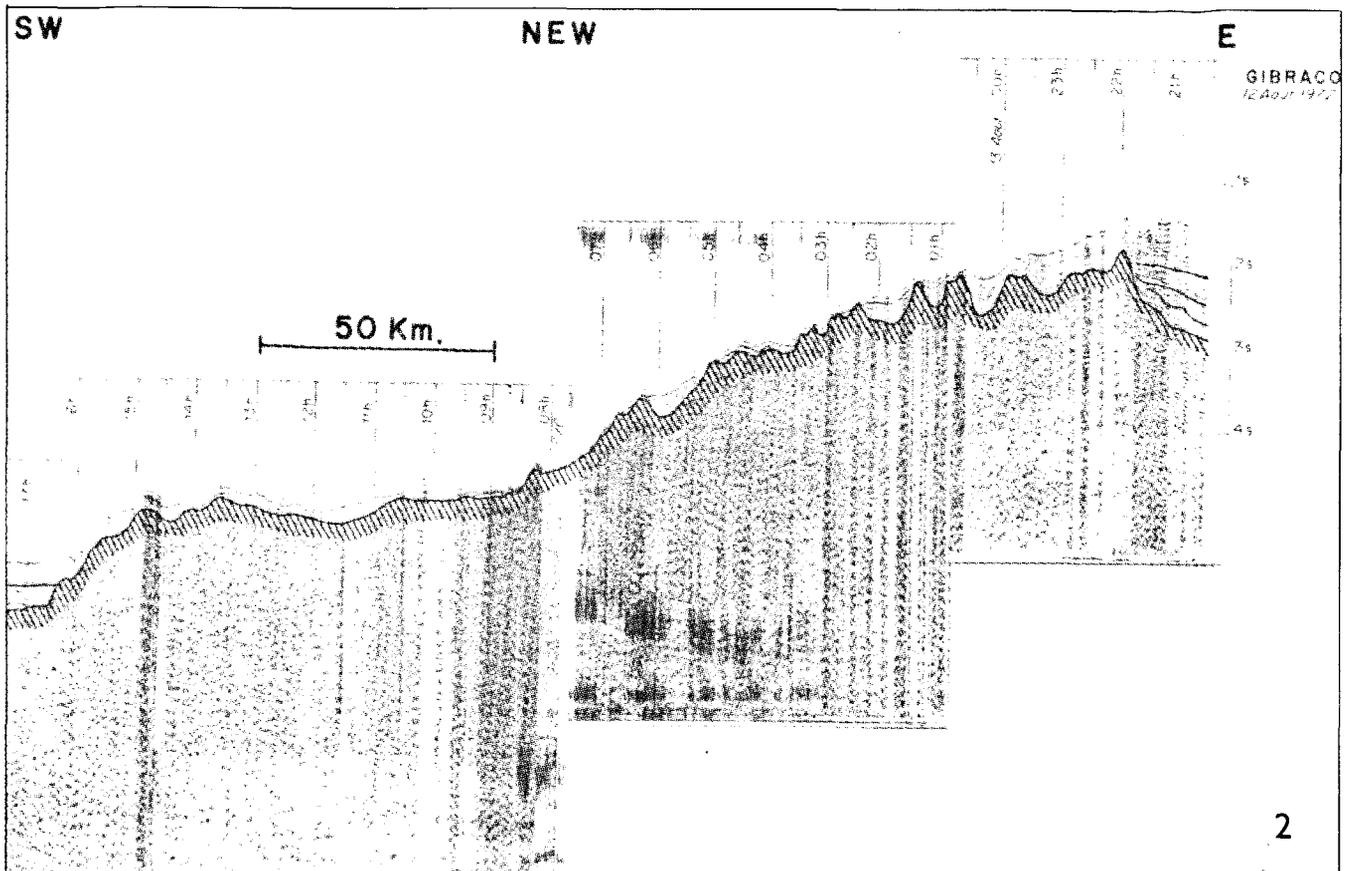
Fig. 1. — Schéma structural montrant les principaux reliefs et les fractures importantes. L'ensemble allochtone (voir le texte) a été souligné par des hachures ; Gi, profil de la campagne Gibraco, 1972 (fig. 2) ; Ne, profil de la campagne Nestlante I, 1970 (fig. 3) ; Num, nappe numidienne.

La dépression qui occupe la partie centrale de la plaine du Rharb est accidentée par une ride complexe qui fait remonter le toit de la nappe de 3 000 à 500 m <sup>(2)</sup> ; par ailleurs, on a mentionné l'activité diapirique du sel triasique compris dans la nappe, activité qui intervient après la mise en place de cette dernière <sup>(2)</sup>. En mer, il existe des zones d'orientation mal définie mais probablement ouest-nord-ouest - est-sud-est, où le toit de l'ensemble opaque est subaffleurant ; on y observe des structures en dômes qui suggèrent l'existence d'une activité diapirique [(<sup>4</sup>), (<sup>5</sup>)].

#### EXPLICATION DE LA PLANCHE

Fig. 2. — Profil de sismique réflexion Gibraco (1972) (Gi sur figure 1). Flexotir. Exagération verticale  $\approx 18$ . Les hachures soulignent le toit de l'ensemble allochtone (voir le texte).

Fig. 3. — Profil de sismique réflexion Nestlante I (1970) (Ne sur figure 1). Flexotir. Exagération verticale  $\approx 18$ . La zone hachurée représente l'ensemble allochtone (voir le texte). La position du forage 135 du leg XIV du DSDP a été reportée ; un résultat important de ce forage (hiatus de l'Eocène inférieur à l'Oligocène supérieur) a été indiqué sur la figure.



MODE DE MISE EN PLACE DE L'ENSEMBLE OPAQUE. — Il est probable que l'ensemble opaque reconnu en mer est l'équivalent non seulement des nappes prérfaines proprement dites et des olistostromes du Guadalquivir <sup>(5)</sup>, mais aussi des nappes de glissement plus internes (y compris les nappes dites « ultra » des auteurs) : par exemple, le massif situé immédiatement à l'Ouest du détroit de Gibraltar pourrait être un élément de numidien comme le suggère le résultat d'un dragage réalisé à proximité <sup>(6)</sup>.

Burger et coll. <sup>(2)</sup> observent encore que le tracé précis du front de la nappe évoque un matériau fluide se moulant autour des reliefs préexistants ; dans les plaines du Rharb et du Guadalquivir, les nappes sont venues buter sur le socle des mesetas. En mer, par contre, les nappes ont glissé sur la pente continentale existante ; elles s'arrêtent cependant au contact des hauts-fonds du Golfe de Cadix mentionnés plus haut.

Au-delà de 1 500 m de profondeur et jusqu'à la plaine abyssale, la topographie du toit de la nappe est relativement calme et évoque des masses glissées sur la pente continentale, avec à leur front de possibles bourrelets associés à une série de faibles ruptures de pente. Dans la plaine du Fer à Cheval, l'ensemble opaque est bien visible sous des sédiments stratifiés dont l'épaisseur augmente en allant vers l'Ouest ; on y observe latéralement à la nappe, la terminaison de celle-ci en biseau sur les hauts de socle (*fig. 3*). Dans ces zones bordières de la nappe, les ondes sismiques la traversent et montrent ses relations avec la série sédimentaire sous-jacente ; la cuvette limitée par les bancs de Gorringe au Nord et d'Ampère au Sud, semble avoir été partiellement mais subitement comblée par l'ensemble allochtone, probablement fluide <sup>(7)</sup>. On retrouve, dans la plaine abyssale de Seine, le même type de dépôts mais ils y sont perturbés par une tectonique postérieure à la mise en place de la nappe de glissement.

AGE DE LA MISE EN PLACE. — A terre, les glissements dans les bassins du Rharb <sup>(2)</sup> et du Guadalquivir [<sup>(3)</sup>, <sup>(8)</sup>] ont été datés du Miocène moyen à supérieur (Tortonien). En mer, le forage n° 135 du DSDP <sup>(9)</sup> montre un hiatus entre les dépôts de l'Eocène inférieur et les sédiments de l'Oligocène supérieur. Compte tenu de l'interprétation que l'on peut faire des réflecteurs sismiques sur le banc d'Ampère, l'Oligocène supérieur plonge sous la nappe dans la plaine du Fer à Cheval ; d'autre part, l'épaisseur des sédiments qui y surmontent l'ensemble opaque n'est pas incompatible avec une mise en place au Tortonien. Les glissements observés tant à terre qu'en mer témoignent donc d'une même phase tectonique au Miocène moyen à supérieur.

Cette interprétation fournit un marqueur très précieux pour la datation des réflecteurs sismiques observés dans les plaines abyssales de Seine et du Fer à Cheval.

CONCLUSIONS. — La présence dans les plaines abyssales d'un ensemble allochtone, absent sur les hauts topographiques adjacents, avait été suggérée par Bonnin et coll. <sup>(10)</sup>. La présente étude permet de préciser qu'il s'agit d'une nappe de glissement qui est à relier directement avec les structures de même nature connues à terre de

part et d'autre du détroit de Gibraltar. De son côté, Mulder <sup>(11)</sup> suggère une interprétation analogue.

L'intervention de la gravité dans la mise en place de l'ensemble opaque ne fait pas de doute ; cependant, dans le domaine océanique actuel, le cheminement de la nappe se fait sur une énorme étendue, très supérieure au déplacement envisagé à terre. Aussi est-il probable que le glissement par simple gravité a été « aidé » par des phénomènes tectoniques sans doute liés à l'affrontement des marges européenne et africaine.

La mise en place de l'ensemble allochtone est concomitante de la mise en place des nappes dans les plaines du Rharb et du Guadalquivir <sup>(12)</sup>.

(\*) Séance du 16 décembre 1974.

(1) Western approaches to the Strait of Gibraltar. Free air anomaly gravity map. Hydrographer of the Navy, Chart C 6101, Taunton, 1969.

(2) J. J. BURGER, D. HOUSSE et R. LEVY, *in* : Livre à la Mémoire du Professeur Paul Fallot, Mém. h. série Société Géol. Fr., 1, 1960-1962, p. 423-430.

(3) E. PERCONIG, *in* : Livre à la Mémoire du Professeur Paul Fallot, Mém. h. série Société Géol. Fr., 1, 1960-1962, p. 229-256.

(4) W. GIESEL et E. SEIBOLD, *in* : « Meteor » Forschungsergebnisse, Reihe C, Heft 1, Gebrüder Bornträger, Berlin, 1968, p. 53-75.

(5) J. A. MALOD, Le prolongement des chaînes bétiques sur le plateau continental de la baie de Cadix, 2<sup>e</sup> Réunion Annuelle des Sciences de la Terre, Pont-à-Mousson, 22-26 avril 1974.

(6) G. GIEMANN, *Bull. Inst. Oceano. Monaco*, 58, n° 1218, 1961, 28 pages.

(7) Dans une étude non publiée, présentée au Symposium on Mechanical Properties of the Upper Mantle (Flagstaff, AZ, 1970), X. Le Pichon, J. Bonnin et G. Pautot avaient interprété le corps opaque, présent dans la plaine du Fer à Cheval, comme une nappe parautochtone « en champignon », éjectée (phase finale au Pliocène) par le rapprochement des plaques Afrique et Europe.

(8) P. CHAUVE, *Thèse d'Etat*, Paris, 1967, 377 pages.

(9) *Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project*, National Science Foundation, Washington D. C., 14, 1972, 975 pages.

(10) J. BONNIN, J.-M. AUZENDE et J.-L. OLIVET, L'extrémité orientale de la zone Açores-Gibraltar. Structure et évolution, 1<sup>re</sup> Réunion Annuelle des Sciences de la Terre, Paris, 19-22 mars 1973.

(11) C. J. MULDER, *in* : C. W. DROOGER, Messinian Events in the Mediterranean, *Kon. Ned. Akad. Wetens.*, 1973, p. 44-59.

(12) Contribution n° 321 du Département Scientifique du Centre Océanologique de Bretagne. Avec l'aide de l'équipage et du personnel scientifique du Navire Océanographique Jean Charcot pour la collecte des données. G. A. Auffret a lu et critiqué le manuscrit.

J. B., *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 ;  
J.-L. O., J.-M. A., *Département Scientifique*,  
*Centre Océanologique de Bretagne*,  
B. P. n° 337, 29273 Brest Cedex.