

GÉOPHYSIQUE. — *La faille nord-pyrénéenne : faille transformante liée à l'ouverture du Golfe de Gascogne* <sup>(1)</sup>. Note (\*) de MM. **Xavier Le Pichon**, **Jean Bonnin** et **Jean-Claude Sibuet**, présentée par M. Jean Coulomb.

— On montre que la faille nord-pyrénéenne peut s'interpréter comme une faille transformante liée à l'ouverture du Golfe de Gascogne. En effet, cette faille suit un cercle centré au Nord de Paris, le long duquel la péninsule ibérique aurait glissé. Il s'ensuit que l'ouverture du Golfe de Gascogne peut s'être produite sans avoir créé de compression dans la région pyrénéenne. —

La faille nord-pyrénéenne, une des failles fondamentales de De Sitter <sup>(2)</sup>, est une grande cassure qui suit la bordure nord de la zone axiale pyrénéenne <sup>(3)</sup> ; elle est dotée d'un rejet vertical important et d'un rejet horizontal certain mais difficile à évaluer avec exactitude <sup>(4)</sup>. Sur le parcours de cette faille existent de nombreuses intrusions de roches basiques et ultrabasiques ainsi que des manifestations métamorphiques <sup>(5)</sup>. Les principales intrusions de roches ultrabasiques (surtout des lherzolites) et les manifestations métamorphiques se seraient produites au Crétacé moyen, d'après Ravier <sup>(5)</sup>, ou plus probablement à la fin du Crétacé d'après Mattauer <sup>(4)</sup>.

Cette faille est soulignée par une zone de maximums de l'anomalie gravimétrique isostatique qui se prolonge vers l'Ouest jusqu'au gouf de Cap Breton <sup>(6)</sup>. D'autre part les parties centrale et occidentale de celle-ci apparaissent sur la carte magnétique de la France <sup>(7)</sup> comme des zones à fort gradient magnétique (4 à 5  $\gamma$ /km ; *fig. 1*). Cela se voit plus facilement sur les documents au 200 000<sup>e</sup> du BRGM et de l'ERAP. Ceux-ci montrent par ailleurs une extension très nette de ces zones à fort gradient magnétique vers l'Est jusqu'au Sud de l'étang de Leucate, au Nord de Perpignan. Plus à l'Est, la carte de la dérivée seconde de la réduite au pôle <sup>(8b)</sup> suggère une extension de cette zone le long de la bordure du plateau du Golfe du Lion (*fig. 1*). Au Sud, on a affaire à des anomalies linéaires alors qu'au Nord cette linéarité se perd.

Sur la figure 1, on a représenté l'emplacement des pointements lherzolitiques le long de la faille, d'après Ravier <sup>(5)</sup>, ainsi que les pointements de roches volcaniques crétacées pour la partie Ouest de cette zone de cassures, d'après la carte géologique des Pyrénées au 200 000<sup>e</sup> de la SNPA (figuré *a*). Des points (indiqués par le figuré *b*) marquent l'emplacement de la zone à fort gradient magnétique. On note la correspondance étroite entre les deux sources d'information. Ceci conduit à admettre une extension de ce grand accident vers l'Ouest jusqu'au gouf de Cap Breton, qui est également suggéré par la carte des anomalies gravimétriques isostatiques (*fig. 2 de 6*). Ceci suggère d'autre part une extension vers l'Est dans le Golfe du Lion, le long d'une ligne très voisine de celle suggérée par Mattauer <sup>(4)</sup>. Une méthode des moindres carrés nous a permis de vérifier que la dispersion de ces différents points autour d'un petit cercle de centre A (*fig. 2*) par 49,0 Nord, 2,5 Est, n'était que de 4,7 km.

On a reporté sur la figure 1 un réseau de failles associé au synclinorium de Biscaye et à l'anticlinorium de Bilbao et de l'Aitzgorri <sup>(9)</sup>. Notons que cette région

( 2 )

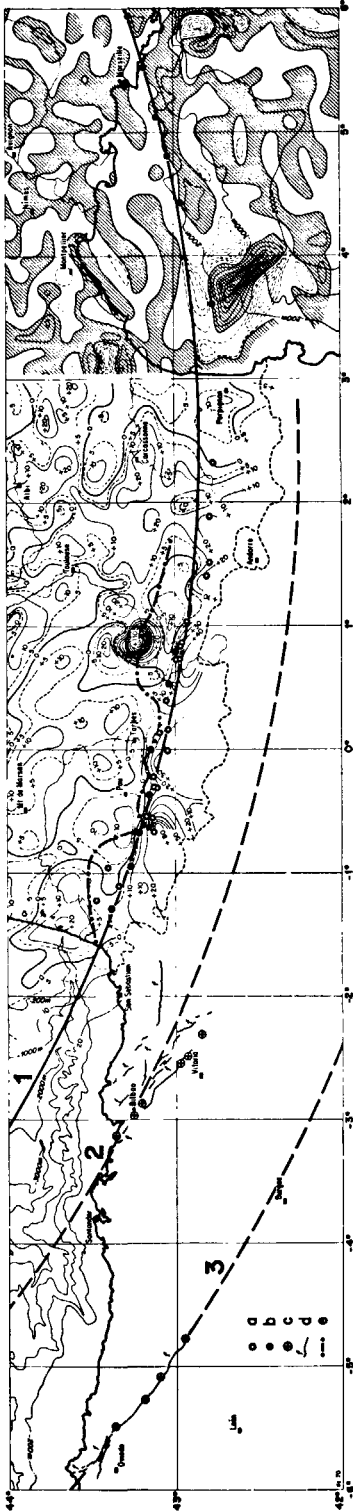


Fig. 1

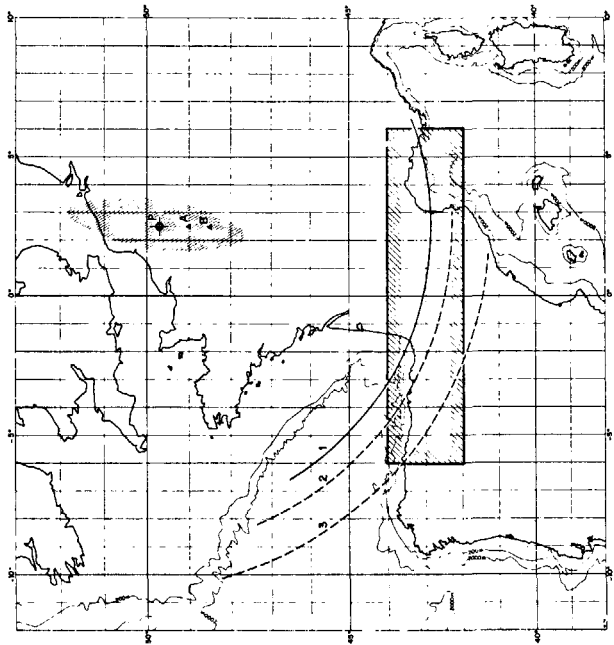


Fig. 2

Fig. 1. — Anomalies magnétiques du champ total au-dessus des Pyrénées et dérivée seconde de la réduite au pôle sur le golfe du Lion d'après (<sup>8b</sup>): a. Pointements volcaniques crétacés; b. Points choisis le long de la zone à fort gradient magnétique; c. Points choisis le long des accidents géologiques; d. Failles; e. Limite du plateau continental à l'Eocène inférieur (<sup>12</sup>). 1, 2 et 3 sont des petits cercles de rotation centrés sur le point P 49,7 Nord et 2,5 Est.

Fig. 2. — Cercles de rotation autour du pôle P correspondant à la faille nord-pyrénéenne (1), le complexe de Biscaye-Bilbao (2), l'accident d'Avilès (3) et les failles de la partie Est du Golfe de Gascogne. En hachures, ellipse de confiance à 95 %. Pour la définition des centres A et B, voir le texte.

est caractérisée par des éruptions volcaniques nombreuses au Crétacé supérieur. Sur la figure 1 (cercle 3), on a aussi reporté la faille cantabrique passant par Avilès (<sup>10</sup>) au Nord d'Oviedo, qui se prolonge vers le Nord-Ouest sur le plateau continental par le canyon d'Avilès (<sup>11</sup>) et probablement aussi vers l'Est jusqu'aux chaînes celtibériques. On a vérifié de la même manière que les données concernant ces deux régions d'accidents jointes à celles de la faille nord-pyrénéenne se plaçaient le long des petits cercles de centre B par 48,5 Nord et 2,5 Est, l'écart-type des points par rapport aux trois cercles n'étant que de 5,0 km. Il faut noter que le retrait des points concernant le Golfe du Lion ne change pas la position du centre B.

Enfin, on a vérifié de même que le réseau de failles suggéré par la carte aéromagnétique dans l'Est du Golfe de Gascogne (<sup>8b</sup>), correspondait à un réseau de petits cercles centrés en un point qui, aux limites d'erreurs près, n'est pas différent de A ou B. Si l'on ajuste, par la méthode des moindres carrés, un centre de rotation simultanément pour l'ensemble de ces failles, on obtient le pôle P de la figure 2 par 49,7 Nord et 2,5 Est, l'écart-type étant de 5,3 km. Les pôles A et B sont à l'intérieur de l'ellipse de confiance à 95 % correspondant au pôle P; cette zone est figurée en hachures.

Il nous paraît peu probable que cette coïncidence des centres de rotation soit fortuite. Par contre, si l'on admet que ces failles sont dues à un mouvement de rotation de la péninsule ibérique par rapport à ce centre, la concentricité des trois accidents s'explique aisément. On voit qu'un tel mouvement de rotation de l'Espagne par rapport à la France entraîne une ouverture du Golfe de Gascogne qui ne crée pas de compression dans la région pyrénéenne. Une telle hypothèse explique plus facilement l'existence du golfe qui a occupé le bassin d'Aquitaine durant le Crétacé et le Cénozoïque inférieur et dont la limite sud coïncidait très approximativement avec la faille nord-pyrénéenne (<sup>12</sup>) (fig. 1).

Les intrusions volcaniques et le métamorphisme du Crétacé moyen et supérieur suggèrent qu'il y avait encore mouvement à cette époque. Dans ces conditions, il faudrait admettre pour la fin de l'ouverture du Golfe un âge fini-crétacé, les zones de faiblesse des cassures étant réutilisées dans l'épisode compressif du Cénozoïque inférieur. L'accident majeur le long duquel se serait produit l'essentiel du décrochement est évidemment la faille nord-pyrénéenne, le décrochement le long des deux autres accidents étant très limité. Les différents mouvements tectoniques font généralement rejouer ces grandes failles fondamentales et il est difficile de déterminer l'époque, le sens et l'amplitude du mouvement majeur. Il est donc possible que ce décrochement ait joué précédemment à plusieurs reprises, si l'ouverture du Golfe

ne s'est pas effectuée en un seul épisode. Il est surprenant que le tracé de ce grand accident ait été aussi peu déformé par l'épisode compressif cénozoïque, puisque l'écart maximal entre l'accident connu et les cercles de la figure 1 n'est que de 10 km dans la région des Pyrénées Orientales. Cela pourrait être dû au fait que les déformations n'ont pas affecté le socle de manière significative au Nord de la faille nord-pyrénéenne. Des publications en préparation exploreront plus avant les implications considérables de cette hypothèse et montreront qu'on peut ainsi expliquer la genèse de nombreux traits structuraux du Golfe de Gascogne.

MM. Le Borgne et Le Mouël nous ont communiqué des documents et des résultats inédits essentiels. MM. Boillot, Le Borgne, Le Mouël et nos collègues du COB se sont prêtés à de fréquentes discussions durant lesquelles ces idées ont été élaborées. Les chercheurs de plusieurs laboratoires de géologie et géophysique nous ont adressé leurs critiques d'une première version du manuscrit.

(\*) Séance du 28 octobre 1970.

(1) Résultats scientifiques de la campagne du N. O. Jean-Charcot en Atlantique-Nord, août-septembre-octobre 1969 ; publication n° 8.

(2) L. U. DE SITTER, *Structural Geology*, Mc Graw Hill, 2<sup>e</sup> éd., 1964.

(3) L. BERTRAND, Sur la structure géologique du versant nord des pyrénées, *Bull. Serv. Carte Géol.*, bull. n° 204, 1940, p. 205-282.

(4) M. MATTAUER, Les traits structuraux essentiels de la chaîne Pyrénéenne, *Rev. Géogr. Phys. Géol. Dyn.*, 10, 1, 1968, p. 3-11.

(5) J. RAVIER, Le métamorphisme des terrains secondaires des Pyrénées, *Mém. Soc. Géol. Fr.*, Mém. n° 86, 1959, 250 pages.

(6) S. CORON, A. GUILLAUME et J. BOUVET, Contribution gravimétrique à l'étude du Golfe de Gascogne et des Pyrénées, *Comptes rendus*, 271, Série D, 1970, p. 756-759.

(7) E. LE BORGNE et J. LE MOUËL, La nouvelle carte magnétique de la France, *Ann. Institut Phys. Globe*, Paris, 35, p. 197.

(8) a. E. LE BORGNE et J. LE MOUËL, Cartographie aéromagnétique du Golfe de Gascogne, *Comptes rendus*, 271, Série D, 1970, p. 1167-1170 ; b. E. LE BORGNE, J. LE MOUËL et X. LE PICHON, *Levé aéromagnétique du Sud-Ouest de l'Europe et Tectonique des Plaques* (en préparation). Il n'est pas possible d'utiliser les données, plus faciles à interpréter, de cette dérivée seconde au-dessus des Pyrénées car celles-ci sont à la frontière Sud du levé aéromagnétique.

(9) J. P. MANGIN et P. RAT, L'évolution post-hercynienne entre Asturies et Aragon (Espagne), Livre à la Mémoire du Pr Paul Fallot, *Mém. hors série soc. Géol. Fr.*, 1, 1960-1962, p. 333-349.

(10) J. A. MARTINEZ ALVAREZ, *Mapa Geologico del Noroeste de España*, 1965 ; Consideraciones respecto a la zona de fractura (« Falla Cantabrica ») que se desarrolla desde Aviles (Asturias) hasta Cervera del Pisuerga (Palencia), *Acta Geologica Hispanica*, 3, n° 5, 1968, p. 142-144.

(11) G. BOILLLOT et L. D'OZOUVILLE, Etude structurale du plateau continental nord-espagnol entre Avilès et Llanès, *Comptes rendus*, 270, Série D, 1970, p. 1865-1868.

(12) J. SCHOEFLER, Le « Gouf » de Cap Breton, de l'Eocène inférieur à nos jours, in : *Symposium on submarine geology and Geophysics*, Bristol, 1965.

(Centre Océanologique de Bretagne, B. P. n° 337,  
29 N-Brest, Nord-Finistère.)