

GÉOLOGIE. — *La fracture Gibbs et la circulation profonde en Atlantique Nord* <sup>(1)</sup>.  
Note (\*) de MM. **Jean-Louis Olivet, Xavier Le Pichon et Lucien Laubier**,  
transmise par M. Jean Coulomb.

La fracture Gibbs est un élément structural majeur de l'Atlantique Nord entre la marge du Labrador et le bassin de Rockall. Elle détermine en partie le parcours des courants profonds qui déterminent à leur tour la distribution des sédiments transportés en suspension dans l'eau de fond.

INTRODUCTION. — Les eaux froides issues de la mer de Norvège sont la principale source du système de courants de fond dans l'Atlantique Nord <sup>(1)</sup> (*pl. I, fig. 1 b*). Le rôle de ces courants dans l'édification d'importantes rides sédimentaires a été mis en évidence dans des études récentes [(2), (3)]. Comme dans l'Atlantique Sud, les observations ont suggéré que leur influence avait été grande depuis l'Eocène <sup>(6)</sup>. Du point de vue sédimentologique, il apparaît que la fracture Gibbs <sup>(4)</sup> constitue dans ce système un trait d'une grande importance ; cette structure en effet forme à la fois une profonde ouverture à travers la dorsale médio-atlantique et un barrage à travers la plaine abyssale au Nord-Est de Terre-Neuve. Ce barrage, actif aujourd'hui encore, bien qu'en partie ennoyé, a dû être continu de la dorsale à la marge continentale canadienne jusqu'à une époque récente, empêchant tout échange d'eau profonde entre les bassins situés au Nord et au Sud. L'étude préliminaire présentée ici s'appuie sur une trentaine de profils bathymétriques et sismiques entre 35° Ouest et 48° Ouest réalisés lors de la mission Noratlante du N. O. Jean-Charcot. —

MORPHOLOGIE DU FOSSÉ DE LA FAILLE. — La topographie détaillée de la zone de fracture (*pl. I, fig. 1*) met en évidence la continuité du fossé, du domaine central de la dorsale jusque vers 45° Ouest et celle de la crête qui le borde au Sud. Celle-ci, ennoyée à partir de 44°30 Ouest, détermine néanmoins un bombement topographique qui rejoint le glaciaire continental. La plaine abyssale est donc barrée entièrement par un relief qui va de quelques dizaines de mètres à l'Ouest à plusieurs centaines de mètres à l'Est. Ce relief est interrompu vers 46°30 Ouest par le Mid-Ocean Canyon et vers 48° Ouest par un autre canyon.

La plaine abyssale qui s'étend au Sud de la faille est plane ; elle contraste avec la plaine nord, surélevée, avec des dépressions et des accumulations sédimentaires. Le fossé présente des caractères très distincts à l'Est et à l'Ouest de 42° Ouest. Dans sa partie orientale, c'est une structure d'origine tectonique bordée par de hauts reliefs au Nord et au Sud. Le niveau de ce fossé est compris entre 3 600 et 4 000 m environ. L'épaisseur du remplissage sédimentaire y atteint par endroit plus de 2 km. Sa surface est plane. Au Nord, entre 34° Ouest et 36° Ouest (sur 200 km environ) la province de crête de la dorsale de Reikjanes, qu'interrompt le fossé, correspond à des reliefs de profondeur inférieure à 2 000 m.

Dans sa partie occidentale, le fossé est surtout une structure d'origine sédimentaire ; c'est un chenal qui s'individualise progressivement d'Ouest en Est dans le remplissage sédimentaire au bord nord du barrage formé par la faille. Les épaisseurs de

sédiment varient entre 300 et 600 m environ. Le profil longitudinal montre en moyenne un approfondissement vers l'Est mais avec des contrepenes.

INFLUENCE DES COURANTS PROFONDS. — Plusieurs caractères de la morphologie de la couverture sédimentaire de la zone de fracture suggèrent son contrôle par les courants.

1. Le bombement sédimentaire qui prolonge la crête sud de la faille a le caractère d'une ride d'accumulation par des courants ; sa surface notamment présente des ondulations de 1 à 2 km de longueur d'onde pour 20 à 40 m de hauteur (*pl. II, fig. 1*). De telles ondulations ont été décrites dans des zones parcourues par de forts courants de fond [(<sup>5</sup>), (<sup>6</sup>)] et en particulier sur des rides comparables [(<sup>2</sup>), (<sup>3</sup>), (<sup>6</sup>)] ; 2. On observe au Nord-Est, vers 44° Ouest une forte accumulation de sédiment qui ennoie les premiers reliefs du flanc de la dorsale (*pl. II, fig. 2*). Le talus qui borde cette accumulation peut se raccorder à celui décrit vers 53°15 Nord, 45° Ouest (<sup>2</sup>) dont la création a été attribuée au système des courants de fond en mer du Labrador (*pl. I, fig. 1*) ; 3. La manière dont s'individualise le chenal le long du barrage de la faille est caractéristique de l'action d'un courant allant d'Ouest en Est : Celui-ci construit au Sud la ride sédimentaire jusqu'au moment où il est suffisamment canalisé par le relief (vers 44° Ouest). Le chenal, faiblement marqué jusque-là, s'approfondit alors rapidement. Plaqué sur sa droite par la force de Coriolis, le courant, ne pouvant franchir la paroi sud se concentre dans le chenal, empêchant toute sédimentation le long de son axe. Par contre, plus au Nord, les vases amenées en suspension par le courant profond peuvent se déposer dans l'eau plus tranquille. L'incidence de ce courant ouest-est sur la morphologie actuelle se marque jusque vers 43° Ouest.

Un profil réalisé vers 41° Ouest montre très distinctement deux ensembles successifs dans le remplissage. Tandis que l'ensemble supérieur (400 m environ) est plat et bien stratifié, l'ensemble inférieur (700 à 800 m), acoustiquement transparent, est accumulé contre le bord nord (*pl. II, fig. 4*). Ces deux phases se retrouvent, mais moins nettement, sur d'autres profils plus à l'Ouest. On ne les distingue pas en revanche vers 44° Ouest au début du chenal ; ceci montre que le courant est encore très actif à ce niveau, tandis que son influence a considérablement décliné vers l'Est, en même temps que le sédiment changeait de caractère. Dans le fossé, il est possible que la phase supérieure corresponde à la reprise par le courant de fond de la partie fine des sédiments terrigènes amenés à l'Ouest par les turbidites.

DONNÉES HYDROLOGIQUES SUR LES COURANTS PROFONDS. — Les données actuelles sur la circulation de fond dans cette zone ne permettent pas de mettre en évidence

#### EXPLICATION DES PLANCHES

##### *Planche I*

Fig. 1. — *a.* Carte bathymétrique avec structures sédimentaires et plan des routes suivies ; *b.* Carte générale des courants issus de la mer de Norvège d'après J. Jones et coll. (2). La zone étudiée est en grisé ; *c.* Détail de la carte topographique de la fracture Gibbs établie d'après les levés de Noratlante.

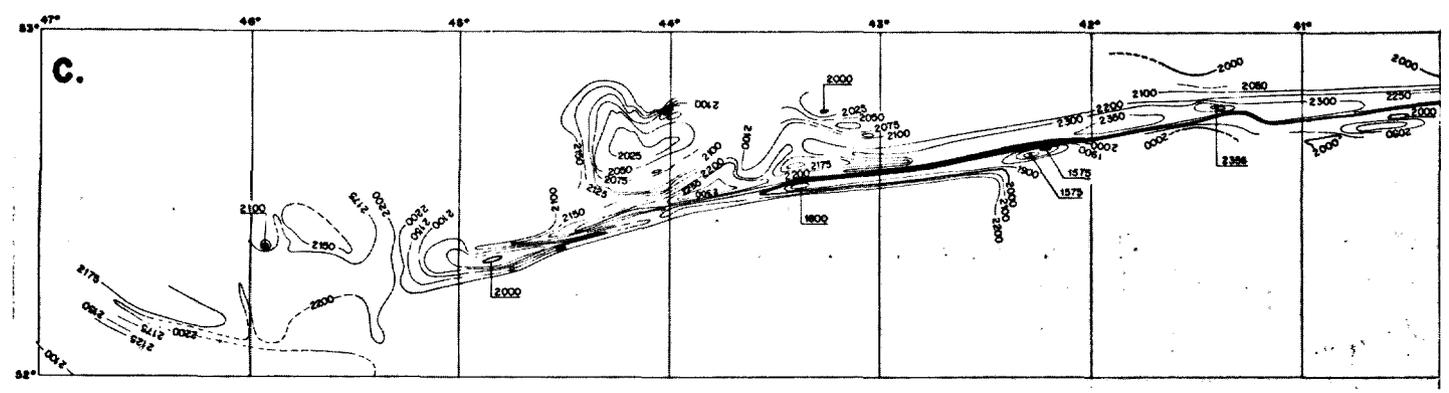
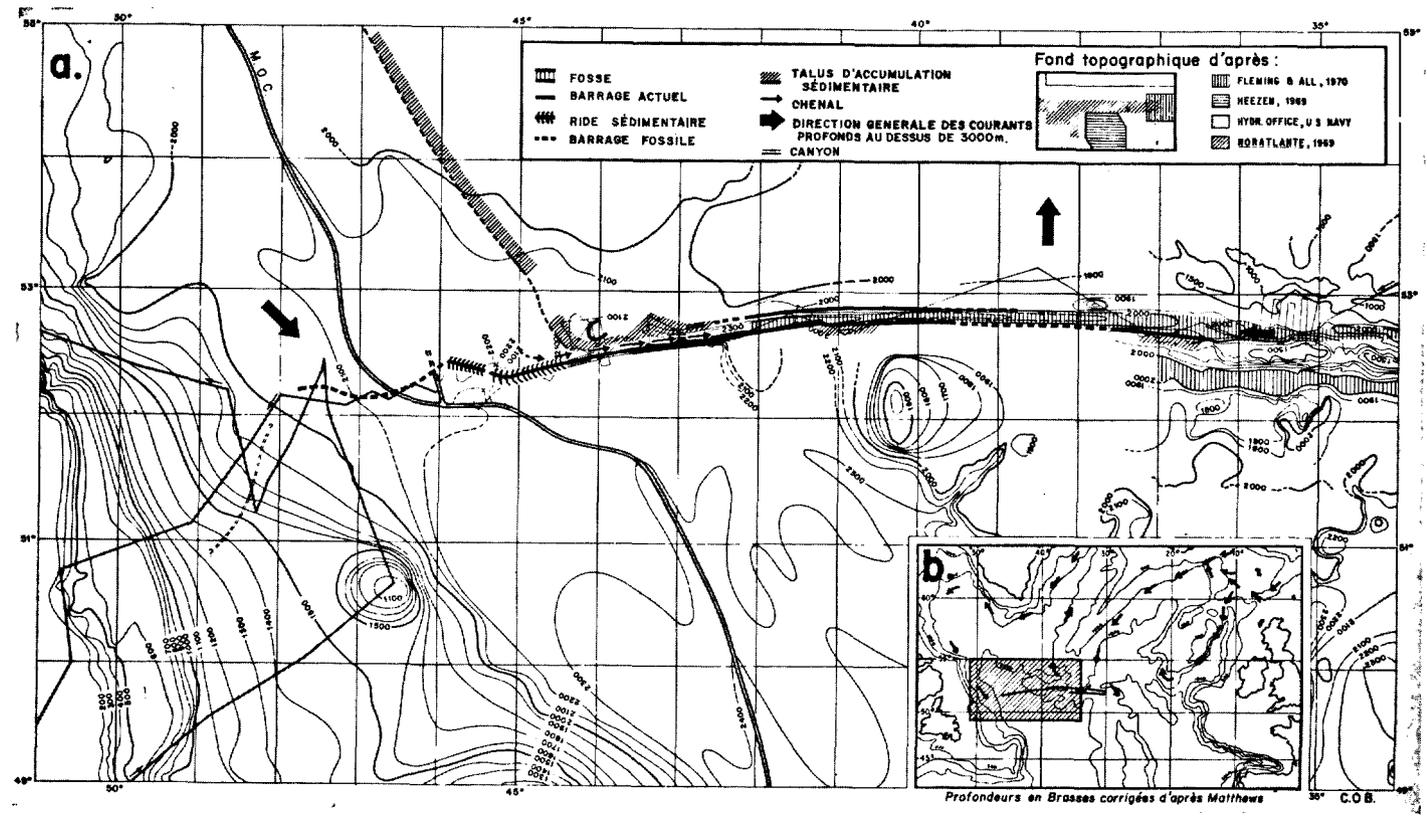
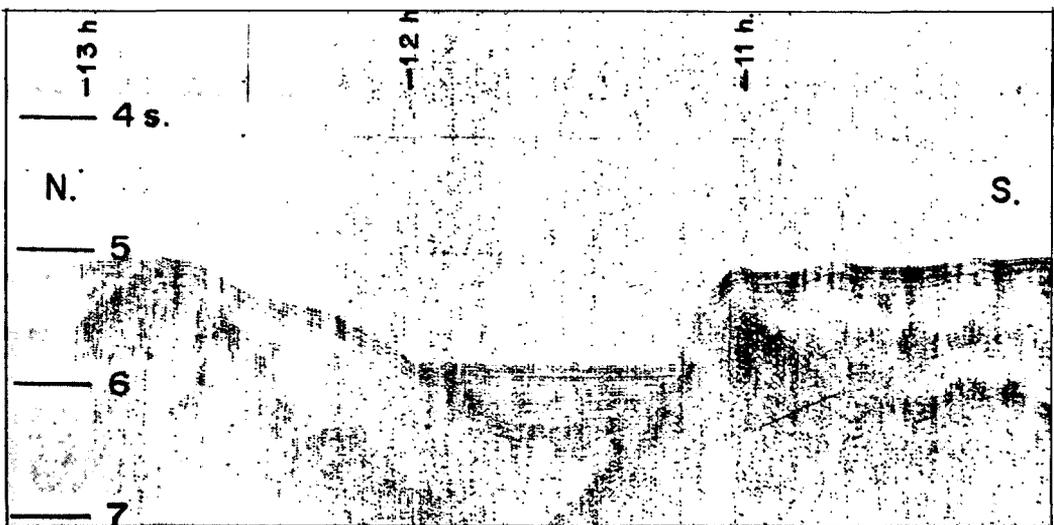
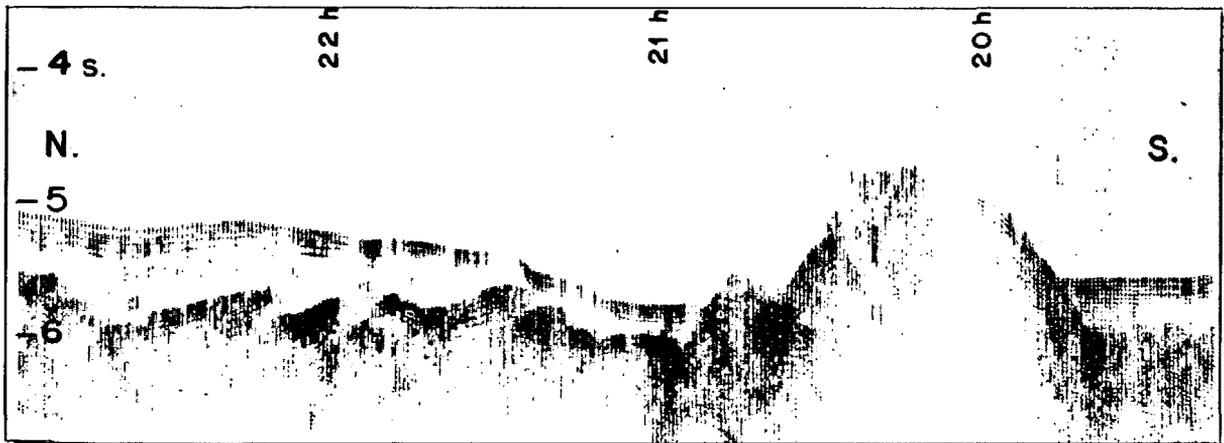


PLANCHE II.



## Planche II

- Fig. 1. — Deux profils successifs, vers 45° Ouest, montrant la ride sédimentaire formée sur le bombement du socle. Noter les ondulations caractéristiques. Le changement de cap est situé au Nord de la ride. La plaine abyssale Sud est visible à droite et à gauche. Exag. vert. : 4 fois env.
- Fig. 2. — Profil bathymétrique à travers l'accumulation sédimentaire au Nord de la faille vers 44° Ouest. Noter le passage de la plaine sédimentaire à surface lisse à l'accumulation à surface ondulée. L'espace compris entre deux traits forts de l'échelle verticale représente 100 brasses (soit 183 m) et 10 mn de l'échelle temps horizontale représentent environ 2,5 km.
- Fig. 3. — Profil à travers le chenal du courant vers 43° Ouest. Noter la plaine abyssale au sud de la faille et l'accumulation sédimentaire au Nord. Exag. vert. : 4 fois env.
- Fig. 4. — Profil à travers le fossé vers 41° Ouest. Noter les 2 phases successives dans le remplissage et l'asymétrie de l'ensemble inférieur évoquant un chenal de courant fossile. Exag. vert. : 4 fois env.

de manière claire cette déviation vers l'Est des eaux de fond : Swallow et Worthington <sup>(7)</sup> ont montré que la circulation de l'eau au-dessous de 1 200 m suivait la marge du Labrador et de Terre-Neuve du Nord-Ouest au Sud-Est. Dietrich <sup>(8)</sup> a indiqué que l'eau de fond sub-polaire occupait le fond du bassin de Terre-Neuve (au Sud de la faille) entre 3 000 m et 4 000 m. Wüst cependant, en 1937 <sup>(9)</sup>, avait mis en évidence un contraste de température de 0,5 °C dans les eaux de fond au Nord et au Sud de 52° Nord et il avait été amené, pour l'expliquer, à supposer l'existence d'une barrière à ce niveau séparant les bassins d'Irminger et du Labrador et celui de Terre-Neuve. Nos observations suggèrent effectivement, en accord avec Wüst, qu'une couche d'eau de faible épaisseur est, au moins en partie, déviée vers l'Est par les reliefs de la faille Gibbs vers 52°20' Nord. Elles suggèrent aussi qu'antérieurement au comblement de tout le domaine bordant la pente continentale par une épaisse série de turbidites, ces courants vers l'Est ont été plus importants.

Dans la partie orientale du fossé, le parcours de courants de fond dans le sens est-ouest a été démontré au-dessus de 3 000 m <sup>(10)</sup>. Une partie des eaux froides issues de la mer de Norvège descend vers le Sud le long de la dorsale de Reikjanes, la franchit au niveau du fossé pour remonter ensuite vers le Nord toujours plaquée contre la zone de crête par la force de Coriolis. Toutefois les données hydrologiques [voir fig. 3 de <sup>(10)</sup> en particulier] suggèrent qu'il est possible que le courant s'inverse en dessous de 3 500 m et conserve à travers la dorsale la direction ouest-est mise en évidence à l'Ouest.

DONNÉES BIOGÉOGRAPHIQUES SUR LA FAUNE BENTHIQUE. — L'existence de ce courant est mise en évidence par l'étude préliminaire des prélèvements benthiques effectués lors de la campagne « Noratlante ». Dans le milieu de la faille (par 41°12'6 W et 52°45'4 N) où le courant serait le plus violent, un traict de chalut a rapporté 70 individus alors qu'un traict similaire dans la zone d'accumulation sédimentaire (45°33 W, 52°06'3 N) a récolté 701 individus. Ce prélèvement est le plus riche de ceux que nous avons effectués au Nord de 40° et représente une biomasse élevée, où dominant Polychètes, Echinodermes et Actinaires. Une telle richesse quantitative, liée à une accumulation sédimentaire, a déjà été observée dans la fosse de la Romanche <sup>(11)</sup>.

D'autre part, il existe une similitude qualitative entre les prélèvements dans l'axe de la faille et ceux de Ouest Irlande et du Golfe de Gascogne. Il est très probable que, quelle que soit la direction des courants, l'existence de la faille Gibbs est à l'origine du très faible taux d'endémisme dans les deux bassins de l'Atlantique Nord.

CONCLUSION. — Les études hydrologiques effectuées jusqu'ici dans l'Atlantique Nord ne donnent que peu de renseignements sur la circulation de l'eau en dessous de 3 000 m de profondeur. Or de nombreuses observations réalisées en mer profonde concernant la vitesse des courants le long du fond et l'importance des sédiments qu'ils transportent en suspension [(<sup>6</sup>), (<sup>12</sup>), (<sup>13</sup>)] montrent le rôle déterminant de ces courants sur la morphologie sédimentaire. Nous avons en particulier montré que de faibles reliefs semblent contrôler le parcours des courants de fond qui contrôlent eux-mêmes la distribution des sédiments. L'existence d'un transport d'eau profonde, et donc de sédiments, d'Ouest en Est à travers la faille Gibbs, devrait pouvoir être vérifiée par des mesures de courant au niveau du fond. Notre étude suggère enfin que l'envoyage progressif de la faille Gibbs au pied de la marge canadienne amène un réarrangement progressif de la circulation profonde dans l'Atlantique Nord.

(\*) Séance du 12 octobre 1970.

(1) Résultats scientifiques de la campagne du N. O. Jean-Charcot en Atlantique Nord, août-septembre-octobre 1969, publication n° 7.

(2) E. J. W. JONES, M. EWING, J. I. EWING et S. L. EITREIM, *J. Geoph. Res.*, 75, 9, 1970, p. 1655.

(3) G. L. JOHNSON et E. D. SCHNEIDER, *Earth Plan. Sc. Lett.*, 6, 1969, p. 416.

(4) J.-L. OLIVET, B. SICHLER, P. THONON, X. LE PICHON, J. MARTINAIS et G. PAUTOT, La faille transformante Gibbs entre le Rift et la marge du Labrador, *Comptes rendus*, 271, Série D, 1970, p. 949.

(5) P. J. FOX, B. C. HEEZEN et A. M. HARIAN, *Nature*, 220, 1968, p. 470.

(6) M. EWING, S. L. EITREIM, J. I. EWING et X. LE PICHON, *Phys. Chemistry Earth* (sous presse).

(7) J. C. S. SWALLOW et L. V. WORTHINGTON, *Deep-Sea Res.*, 16, 1969, p. 77.

(8) G. DIETRICH, *Rapp. Procès-Verb. Réunion Cons. Perm. Int. Explor. Mer*, 149, 1961, p. 103.

(9) G. WÜST, *Deutsche Atlantische Exped. « Meteor »*, *Wiss. Erg.*, 6 (1), 1925-1927, p. 1-288.

(10) L. V. WORTHINGTON et G. H. VOLKMANN, *Deep-Sea Res.*, 12, 1965, p. 667.

(11) F. A. PASTERNAK, *Okean*, 8, 2, 1968, p. 312.

(12) B. C. HEEZEN et C. D. HOLLISTER, *Mar. Geol.*, 1, 1964, p. 141.

(13) S. L. EITREIM, M. EWING et E. M. THORNDIKE, *Deep-Sea Res.*, 16, 1969, p. 613.

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