

Bull. Soc. géol. France, 1978, (7), t. XX, n° 4, p. 453-464.

Évolution sédimentaire comparée des marges armoricaines et de Blake-Bahama depuis le Crétacé supérieur, d'après les résultats des Legs 48 et 44 du *Glomar Challenger*¹

par GÉRARD-ANDRÉ AUFFRET * et LÉO PASTOURET *

Mots clés. — Vase, Craie, Argile, Crétacé, Tertiaire, Quaternaire marin, Lacune, Fraction grossière, Corrélation. — Atlantique Nord-Ouest (Leg 44, Sites 388 à 391), Atlantique Nord-Est (Leg 48, Sites 400 à 402).

Résumé. — Les auteurs comparent l'évolution sédimentaire post-crétacé inférieur des marges continentales armoricaine et du plateau de Blake, d'après l'étude des sédiments prélevés au cours des legs 44 et 48 du « *Glomar Challenger* ». Les études lithologiques réalisées (minéralogie, texture des sédiments, observations de la fraction grossière) et la considération des taux d'accumulation des divers constituants ont permis de mettre en évidence une évolution parallèle du régime sédimentaire des deux marges, dont les points essentiels sont :

- un hiatus à la base du Crétacé supérieur ;
- les taux de sédimentation réduits du Crétacé supérieur et du Paléocène ;
- l'instauration d'une circulation active au Paléocène et son renforcement jusqu'à l'Oligocène (accompagnant une augmentation des constituants siliceux d'origine biologique) ;
- l'augmentation considérable des taux d'accumulation au Miocène et au Pliocène (accroissement des apports terrigènes et de la productivité biologique) contemporaine des phases orogéniques alpines et d'un refroidissement climatique global.

Le parallélisme de cette évolution apparaît comme la conséquence du contrôle exercé par les processus d'expansion océanique et les changements hydrologiques et climatiques liés à la création de nouveaux bassins océaniques. —

Abstract. — We compare the post-lower Cretaceous sedimentary evolution on the Armorican and Blake Plateau continental margins. This comparison is based on lithological studies made on sediments from legs 44 and 48 of D. V. *Glomar Challenger*. These studies (mineralogy, textures, coarse fraction observation) and the consideration of the accumulation rates for each components, allow us to establish the similarity between the sedimentary regime on both margins. We notice particularly the simultaneous occurrence of a lowermost upper Cretaceous hiatus, reduced accumulation rates during Late Cretaceous and Paleocene ; the instauration of an active bottom current regime during Paleocene and its strengthening during Eocene and Oligocene ; a drastic increase of the accumulation rate during Miocene and Pliocene (terrigenous and biogenous supplies) contemporaneous of the alpine orogenic phases and of the global climatic deterioration. The similarity observed in both evolution appears as a consequence of the control exercised by sea-floor spreading processes and the related hydrological and climatic changes that occurred as a consequence of the newly created oceanic basins. —

I. — INTRODUCTION.

Les marges continentales du plateau de Blake et du Nord du golfe de Gascogne (fig. 1) ont été l'objet l'une et l'autre de nombreuses études géophysiques et géologiques, ainsi que de campagnes de forages du « *Glomar Challenger* » (legs 1, 11, 12, 43, 44 sur la marge américaine, legs 12 et 48 sur la marge européenne). L'histoire anté-crétacé supérieur de ces deux marges présente des similitudes mais aussi de profondes différences. Il est en effet généralement admis [Olivet *et al.*, 1976 a ; Sheridan, 1976 ; Groupe Galice, sous presse] que l'ouverture de l'Atlantique nord a commencé par une première

phase de distension entre le Permien et le Lias. Cette phase aurait abouti dans le golfe de Gascogne à la création d'un domaine océanique d'extension limitée, l'ouverture proprement dite n'y étant survenue qu'à partir de la fin du Crétacé inférieur et s'achevant à la fin du Crétacé [Olivet *et al.*, op. cit. ; Williams, 1975]. Par contre, l'Atlantique central

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

Note présentée le 12 décembre 1977, manuscrit définitif reçu le 22 mai 1978.

1. Contribution n° 578 du Département scientifique, Centre océanologique de Bretagne.

était déjà largement ouvert au moment de l'anomalie J (110 Ma), comme l'ont confirmé les sédiments d'âge Jurassique et Crétacé inférieur forés lors des legs 11 [Hollister, Ewing *et al.*, 1972] et 44 [Benson, Sheridan *et al.*, 1976]. On doit cependant noter que du Jurassique supérieur au Néocomien, des formations récifales ou périrécifales ont prévalu simultanément sur les marges de l'Atlantique nord-est et du plateau de Blake.

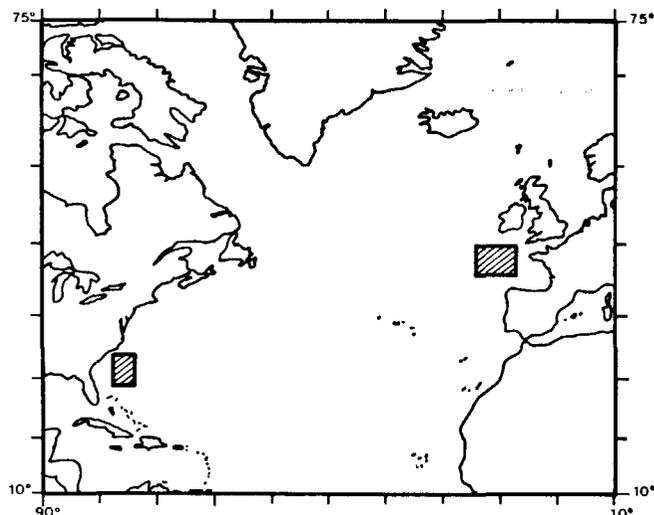


FIG. 1. — Localisation des zones concernées.

Après l'exposé des méthodes d'études utilisées, nous présenterons et discuterons ci-dessous l'évolution sédimentaire post-crétacé inférieur de ces deux domaines.

II. — MÉTHODOLOGIE.

A) *Bilan sédimentaire.* La comparaison de l'évolution sédimentaire en deux points géographiques ne peut être effectuée que sur la base d'une évaluation des bilans sédimentaires des différents constituants du sédiment [Lisitzin, 1972; Auffret et Pastouret, sous presse].

Ceci suppose que les teneurs en ces différents constituants soient tout d'abord évaluées (tabl. I); puis, que soit établie leur contribution au taux d'accumulation. L'évaluation des teneurs des différents constituants permet, par ailleurs, de situer le sédiment à l'intérieur de la classification des sédiments profonds utilisée à bord du « *Glomar Challenger* », dont nous proposons ici un mode de représentation original (tabl. II).

Lorsque l'on parcourt les différentes zones du diagramme dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, en partant du pôle terrigène, on aboutit au pôle océanique représenté par les argiles pélagiques. Le long de cette trajectoire, l'influence terrigène est de moins en moins marquée.

B) *Relation entre les actions dynamiques et la texture des sédiments.* La distribution des fréquences volumiques des différentes classes granulométriques d'un sédiment est une fonction de nombreux facteurs, parmi lesquels on peut citer : la nature des matériaux constitutifs (Foraminifères, nannofossiles, argiles, etc.), et l'état de fragmentation ou d'aggrégation de ces divers composants. Il paraît également vraisemblable que les courants profonds sont susceptibles d'exercer un contrôle sur la taille des particules transportées au sein de la masse d'eau et dépo-

COMPOSANTS	METHODE D'EVALUATION
Foraminifères	Evaluation sur frottis
Nannofossiles	Teneur en CaCO ₃ mesurée au Calcimètre Bernard
Carbonates indéterminés	
Quartz	Evaluation sur frottis contrôlés par la différence entre la teneur totale en CaCO ₃ et la somme des teneurs en nannofossiles et foraminifères.
Matériel < 10 µ de nature non calcaire (argile + divers)	Dosage semi-quantitatif par diffraction X (méthode de l'étalon interne de F Na)
Organisme siliceux	Analyse texturale (compteur Coulter) sur l'échantillon décalcifié
	Evaluation sur frottis contrôlée par la différence entre 100 % et la somme des constituants ci-dessus

TABLE I. — Méthodes d'études lithologiques.

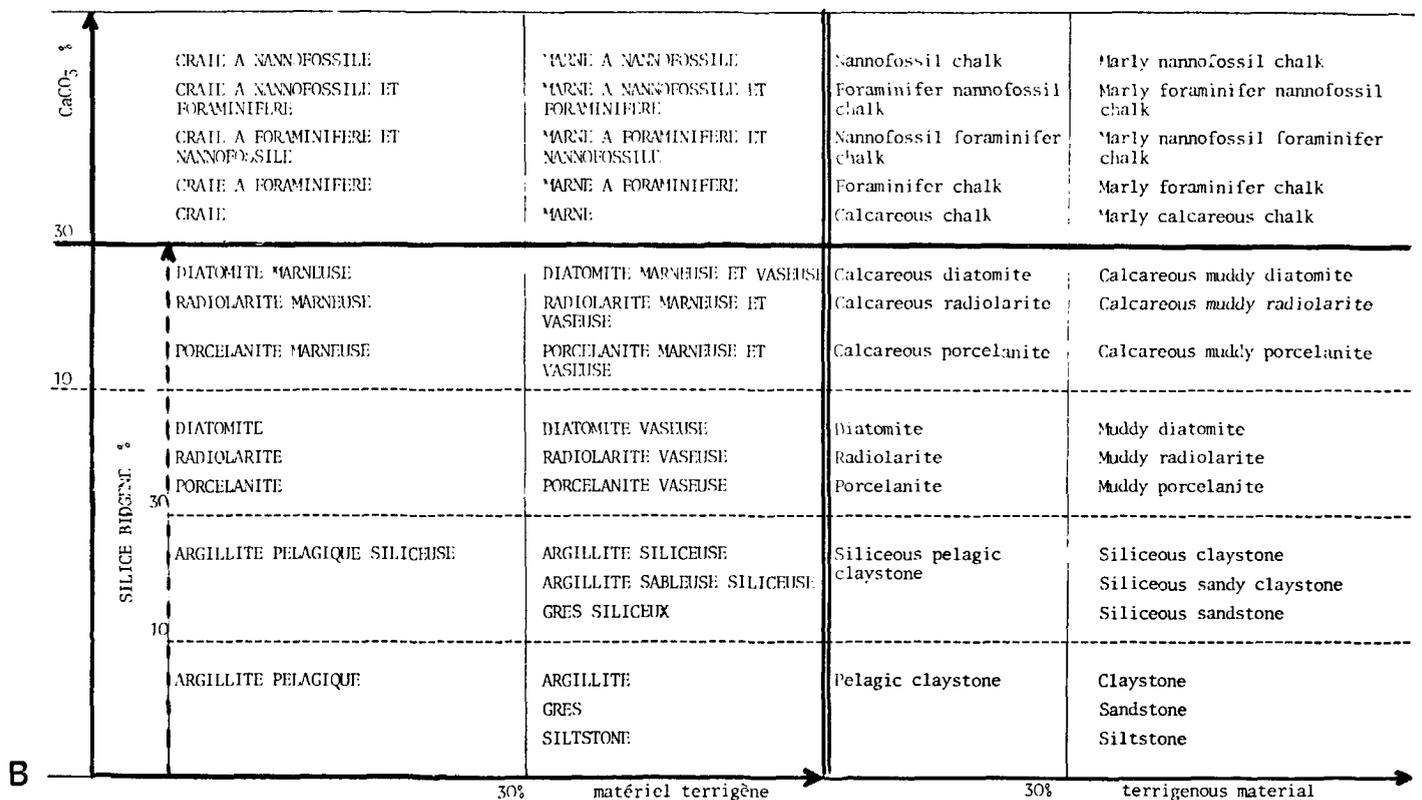
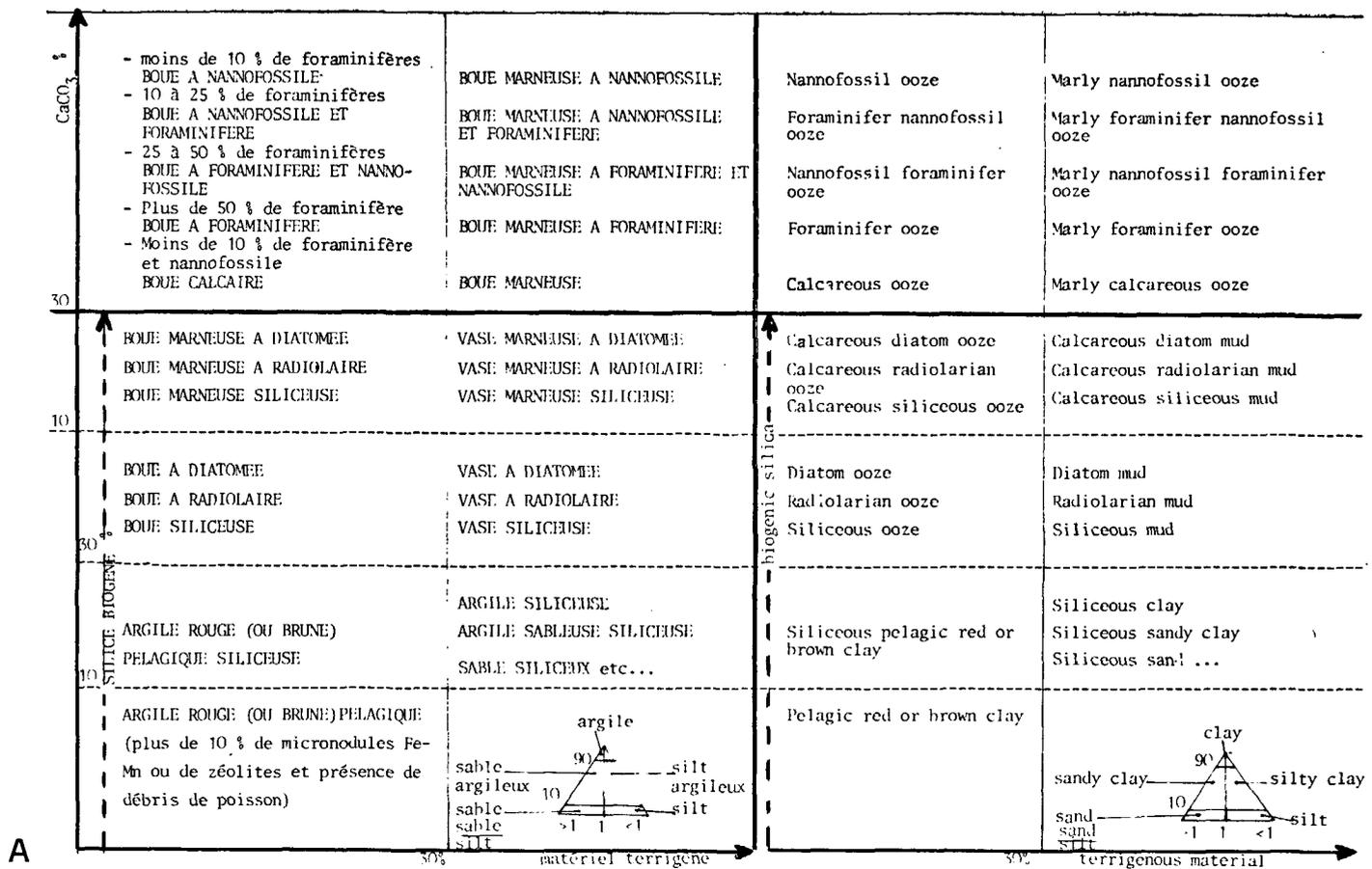


TABLE II A et II B. — Classification des sédiments marins profonds recommandée par le groupe « Sedimentary petrology and physical properties » du JOIDES [1974] (les sédiments d'origine volcanique n'ont pas été pris en considération).

A : sédiment non consolidé ; B : sédiment induré.

sées à l'interface eau-sédiment. Il en résulte qu'en présence de courants de fond actifs, les variations spatiales et temporelles des propriétés texturales des sédiments sont susceptibles d'être interprétées en terme de variation d'intensité des courants profonds. La fraction silteuse des sédiments (8 à 63 μ) apparaît particulièrement favorable pour caractériser de telles fluctuations. Une méthode d'étude des propriétés texturales de cette fraction a été mise au point à l'aide d'un compteur Coulter (modèle TA). La détermination de la médiane de cette fraction est effectuée sur le sédiment total, ainsi que sur le sédiment décalcifié.

Les faciès granulométriques [Rivière, 1952] ont été également déterminés ; l'indice d'évolution permet d'interpréter les variations texturales en terme de fluctuations des courants ayant prévalu à l'interface eau-sédiment.

C) *Observation de la fraction grossière.* L'observation et la détermination des constituants de la fraction grossière ($> 63 \mu$) du sédiment renseignent sur les variations faunistiques, les variations de la productivité et les conditions physico-chimiques à l'interface eau-sédiment (dissolution), et les possibilités de remaniement.

III. — COMPARAISON DES ÉVOLUTIONS SÉDIMEN- TAIRES.

Crétacé supérieur.

A la base du Crétacé supérieur, un hiatus de 30 Ma existe, aussi bien sur la marge nord du golfe de Gascogne (fig. 2, 3) (sites 400 et 401) que sur le plateau de Blake au Site 390 (fig. 4). Au site 400 (golfe de Gascogne), cette lacune sédimentaire succède aux marnes noires albiennes qui se seraient déposées par une profondeur de 2 000 m [Montadert, Robert *et al.*, 1977]. Au site 401, elle suit le dépôt d'une faible épaisseur (5 cm) de craie déposée à l'Aptien inférieur par faible profondeur (< 500 m ?), elle-même superposée à des calcaires néritiques datés du Crétacé inférieur, dont la présence avait été préalablement reconnue par dragages [Pastouret *et al.*, 1974, 1976]. Le hiatus sédimentaire est souligné par la présence d'une brèche comprenant dans une matrice crayeuse des débris centimétriques de croûtes phosphatées [Bourbon, sous presse].

Dans le bassin de Blake-Bahama, au Site 391, une série Miocène en grande partie allochtone est superposée en contact anormal à des marnes noires albo-aptiennes [Pastouret *et al.*, 1976].

Les deux séries sont séparées par une dizaine de mètres d'argilite bariolée d'âge Albien (?) à Crétacé supérieur indifférenciés. Il semble, comme l'avaient précédemment montré les travaux du Leg 11 [Hollister, Ewing *et al.*, *op. cit.*] qu'un hiatus

sédimentaire soit présent à la base du Crétacé supérieur. Sur le plateau de Blake, au site 390, un hiatus de 30 Ma sépare des boues à nannofossiles d'âge albien et campanien, déposées l'une et l'autre à une profondeur minimale de 500 m.

La présence de ce hiatus en des situations physiographiques variées, et son extension géographique impliquent une causalité à l'échelle océanique, mais n'impliquent pas nécessairement des modalités analogues dans les différents sites. L'existence à l'Albien d'un changement de régime majeur de l'expansion océanique dans l'Atlantique est bien connue. Ce changement de régime est lié au début de la séparation de l'Europe et de l'Amérique du Nord. C'est également à cette même époque que commence l'expansion océanique dans le golfe de Gascogne [Williams, *op. cit.* ; Olivet *et al.*, *op. cit.*]. Cette phase d'accélération de l'accrétion fut précédée de la mise en place d'une dorsale océanique anormalement développée [Auzende et Olivet, communication personnelle] et est caractérisée par un océan peu profond, siège d'une activité volcanique et hydrothermale particulièrement importante, dont témoignent les sédiments d'âge albien à crétacé supérieur enrichis en traces métalliques. A la même époque, un changement des systèmes de contraintes est observable sur la marge américaine [Sheridan, *op. cit.*] : ce changement d'orientation des contraintes aurait eu pour conséquences un changement d'orientation des axes de subsidence maximum. Cette évolution structurale est contemporaine d'une transgression à l'échelle globale. Il apparaît donc que les hiatus observables à la base du Crétacé supérieur se situent dans le contexte de changements physiographiques et hydrologiques considérables. L'augmentation de la profondeur d'eau sur les marges, liée à la transgression et à l'accélération de la subsidence a eu également pour conséquence la transition de faciès sédimentaires néritiques à des faciès bathyaux supérieurs caractérisés généralement par des taux d'accumulation faibles. En outre, la rareté des apports terrigènes s'explique probablement par le blocage de ces apports sur des plateaux continentaux d'une étendue exceptionnelle et/ou une érosion réduite. L'ensemble de ces facteurs a donc pu jouer simultanément avec des modalités variables selon le lieu, et est susceptible de rendre compte de l'extension de ce hiatus.

Campanien-Maestrichtien.

Après le hiatus de la base du Crétacé supérieur, des craies de couleur généralement rougeâtre se déposent avec un très faible taux d'accumulation aux sites 400 et 401 (fig. 5).

Par ailleurs, nous avons dragué sur la marge de l'éperon de Goban (fig. 2) des granites [Pautot *et al.*, 1976] dont certains spécimens sont recouverts d'une croûte phosphatée datée du Crétacé supérieur

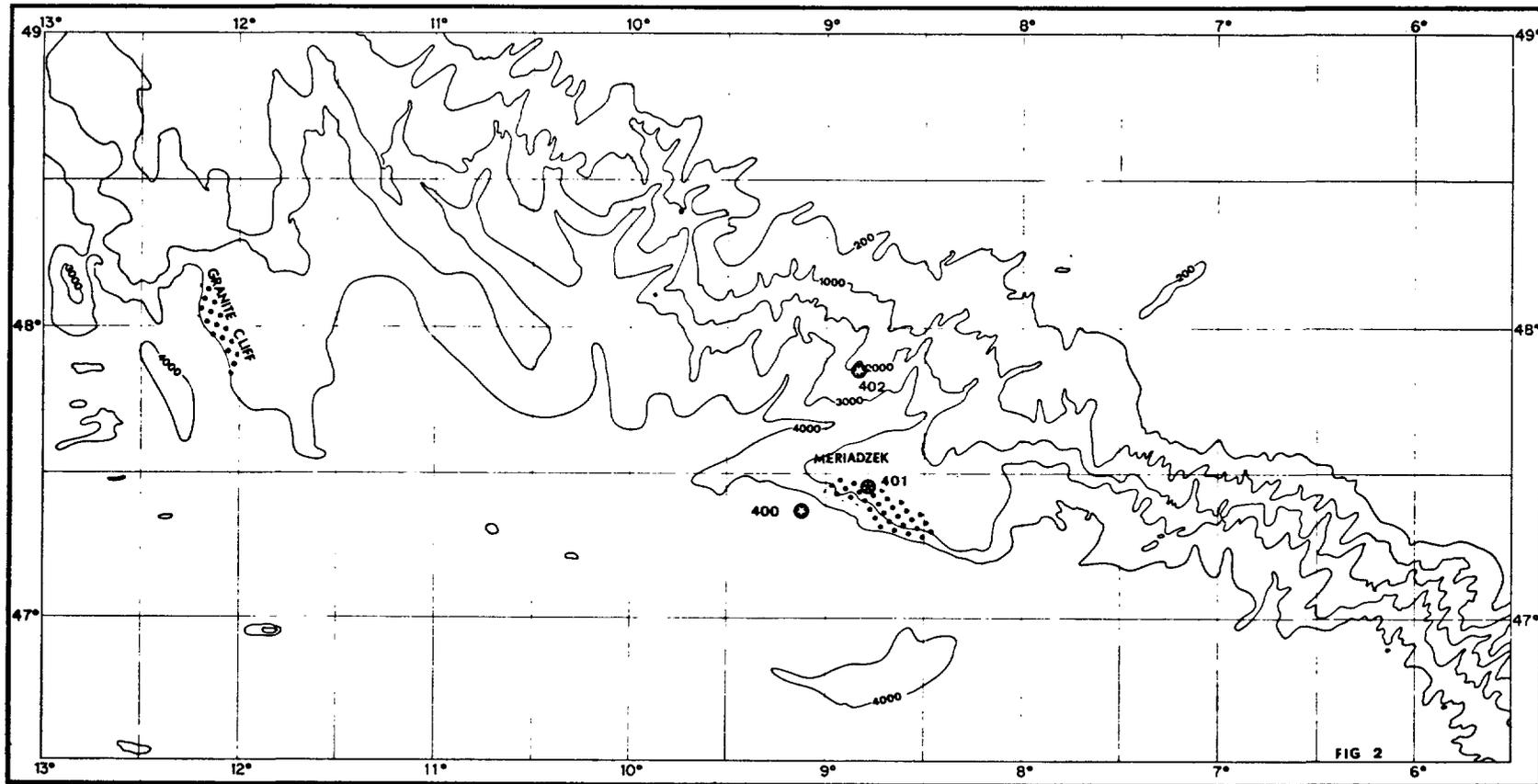


FIG. 2. — Marge nord du golfe de Gascogne, localisation des forages du Leg 48, et des croûtes phosphatées du Crétacé supérieur.
(Carte dressée par L. Berthois.)

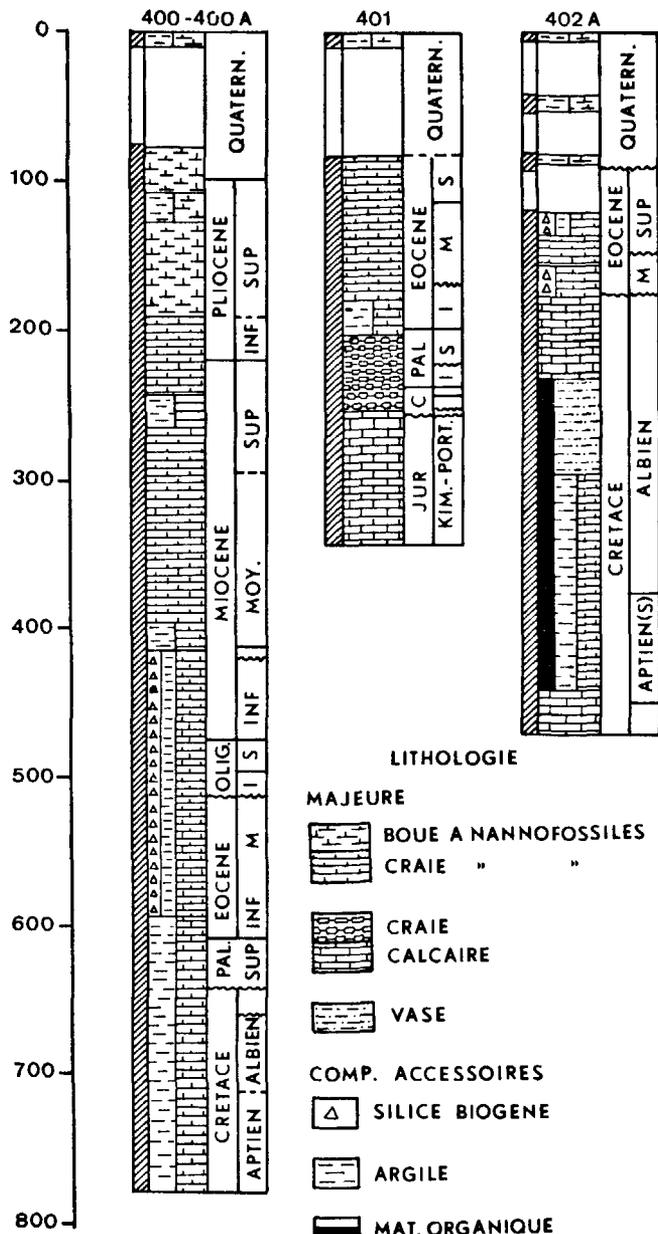


FIG. 3. — Stratigraphie des forages 400, 401, 402 du golfe de Gascogne [D'après : Montadert, Roberts *et al.* (sous presse)].

Les hachurés (colonne de gauche) désignent les niveaux prélevés.

[Auffret *et al.*, sous presse]. Ces croûtes phosphatées témoignent vraisemblablement d'un régime d'upwelling, qui expliquerait par ailleurs le développement exceptionnel de la productivité observé à cette époque dans les mers intérieures telles la Manche.

A la même époque, sur le plateau de Blake, des craies de couleur rougeâtre à gris-bleu se déposent sur la marge (sites 390-392) avec un taux d'accumulation également réduit [Pastouret *et al.*, sous presse].

Bull. Soc. géol. Fr., 1978, n° 4

Les mesures isotopiques [Vergnaud-Grazzini *et al.*, sous presse] suggèrent un refroidissement des eaux de surface au cours du Crétacé supérieur. Ce refroidissement des masses d'eaux a probablement contribué avec la subsidence à l'arrêt du développement des récifs qui se produit sur les deux marges entre l'Aptien et le Turonien [Sheridan, *op. cit.*; Anonyme, 1977]. Ces phénomènes sédimentaires sont contemporains du début de l'ouverture de la mer du Labrador, qui, dès cette époque, était vraisemblablement le siège de la formation d'eau profonde de température relativement basse.

Transition Crétacé supérieur-Cénozoïque.

Au site 401, les craies de couleur rougeâtre du Paléocène inférieur sont séparées des craies du Maestrichtien par un hiatus de 2 Ma. Au site 400, des craies, des marnes et des argilites pélagiques du Paléocène supérieur sont séparées du Maestrichtien par un hiatus de 8 Ma. Ces sédiments ont été déposés alors que prévalait un régime de courants de fonds actifs, et des conditions physico-chimiques à l'interface eau-sédiment ayant entraîné la dissolution des carbonates. Au site 390, un hiatus de 2 Ma est également présent entre les craies du Maestrichtien moyen et supérieur et du Paléocène inférieur. Ces dernières auraient été également déposées sous un régime de courant actif. Cette discontinuité majeure du régime sédimentaire est interprétée par Worsley [1974] comme résultant d'une détérioration climatique d'extension globale. Il est à noter qu'un hiatus de 3 Ma entre le Paléocène inférieur et le Paléocène moyen est présent simultanément au site 401 et au site 390, et que par ailleurs les premières traces de silice d'origine biologique (Radiolaires) apparaissent de façon synchrone dans les deux sites. Les taux d'accumulation au Paléocène restent encore faibles (7 mm/1 000 ans : marge armoricaine ; 2 mm/1 000 ans : plateau de Blake). Il apparaît donc que le régime sédimentaire des deux marges au Paléocène présentent des caractéristiques semblables ; tout au plus peut-on observer par rapport au Crétacé supérieur une tendance à l'accélération de la circulation profonde, qui marque selon Berggren et Hollister [1977] l'instauration d'un océan stratifié.

Éocène.

Au site 401, des craies et des marnes à nannofossiles et Radiolaires se sont successivement déposées de l'Éocène inférieur à l'Éocène moyen, tandis que se produisait une augmentation des taux d'accumulation qui semble avoir été favorisée par une décroissance de l'activité courantologique. Le hiatus de 1,8 Ma, présent entre l'Éocène moyen et l'Éocène supérieur semble être en relation avec une intensification des courants profonds. Au Site 400, des marnes à nannofossiles et Radiolaires et des argilites à Radiolaires se sont successivement déposées

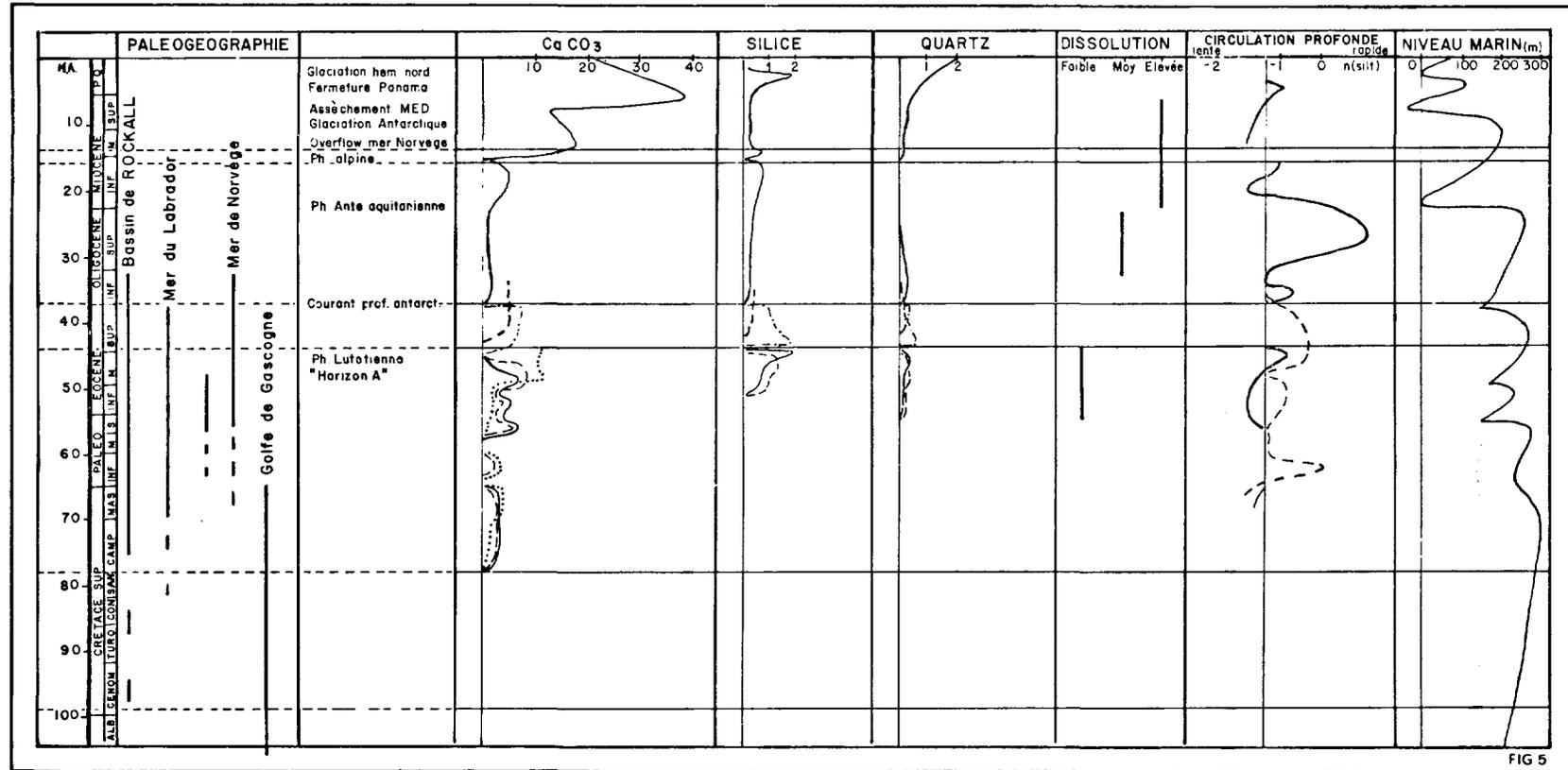


FIG 5

Fig. 5. — Principaux changements paléogéographiques et hydrologiques survenus depuis le Crétacé inférieur ; évolution des taux d'accumulations partiels (trait plein : site 400, tireté : site 401, point-trait : site 402, points : site 390) les taux d'accumulation sont exprimés en mm 1 000 ans ; variations du niveau marin d'après Gussov [1976] le niveau 0 correspond au niveau moyen actuel de la rupture de pente du plateau continental.

Les périodes d'ouverture des différents bassins sont indiquées en trait plein pour l'ouverture s.s. et en pointillé pour les phases de « rifting ».

Les indices d'évolution correspondent au Site 400 (trait plein) et au Site 401 (trait pointillé).

N. B. Dans la colonne « Paléogéographie », le troisième trait se réfère à la mer d'Irmingier.

G.-A. AUFFRET ET L. PASTOURET

durant la même période. Une accélération de la circulation profonde semble s'être également produite vers la fin de l'Éocène moyen, elle précède le hiatus de l'Éocène supérieur.

Au site 390, des craies à nannofossiles et des craies siliceuses à nannofossiles se sont également déposées avec un taux d'accumulation qui passe de 3 mm/1 000 ans à 15 mm/1 000 ans de l'Éocène inférieur à l'Éocène moyen. L'Éocène supérieur manque également, et c'est avec le dépôt d'une croûte manganifère que s'achève la série stratigraphique au Site 390.

Lancelot *et al.* [1972] signalent par ailleurs une augmentation considérable des dépôts terrigènes à l'Éocène moyen (sites 100 à 105), en relation avec une circulation profonde active (« *ancestral western boundary current* »). Le renforcement des courants de fonds au cours de l'Éocène est attribué par Berggren et Hollister [*op. cit.*] à l'instauration d'un régime d'overflow par-dessus le seuil Islande-Féroé. D'après les travaux du leg 38 [Talwani, Udintsev *et al.*, 1976], il semblerait cependant que cette ride n'ait subsidé au-dessous du niveau marin, de façon significative, que lors du Miocène moyen. Dans cette hypothèse, le renforcement de la circulation profonde au cours de l'Éocène moyen serait lié au seul accroissement du domaine océanique dans les hautes latitudes en liaison avec la fin de l'ouverture de la mer du Labrador, et la création d'un bassin océanique entre Rockall et le Groënland. L'extension géographique du hiatus de l'Éocène supérieur suggère, à l'image du hiatus de base du Crétacé supérieur, une causalité à l'échelle océanique. Sheridan [*op. cit.*] signale sur la marge américaine un nouveau déplacement des axes de subsidence maximum à la limite Éocène-Oligocène ; les mouvements compressifs sur la marge européenne ont eu notamment pour conséquence l'orogénie pyrénéenne. Ces manifestations structurales sont la conséquence d'un changement du régime de l'expansion entre l'Europe et l'Amérique du Nord. Olivet *et al.* [1976 *b*] ont signalé la présence au large de l'Ibérie d'une discordance datée Éocène moyen à supérieur ; au site 118 [Laughton, Berggren *et al.*, 1972], la lacune de l'Éocène supérieur avait été interprétée comme une conséquence possible de l'orogénie pyrénéenne. La discussion ci-dessus suggère que ces deux événements résultent eux-mêmes des changements du régime de l'expansion océanique entre les plaques Amérique, Europe et Afrique.

Oligocène.

Sur la marge du golfe de Gascogne, au site 401, l'Oligocène est caractérisé par le dépôt de craie siliceuse verdâtre à faible taux d'accumulation (7 mm/1 000 ans). Au site 400, la couleur du sédiment passe du rougeâtre qui caractérise le Paléogène

au verdâtre. Il s'agit de craie et de marne à nannofossiles, qui se sont accumulées au taux de 3,5 mm/1 000 ans et qui présentent de nombreuses passées de « contourites », constituées quasi exclusivement de spicules d'Éponges. Les mesures isotopiques [Vergnaud-Grazzini *et al.*, *op. cit.*] et les populations d'Ostracodes observées au site 401 [Peypouquet, 1977] montrent que ce changement coïncide avec l'instauration de la psychrosphère, masse d'eau profonde caractérisée par des températures inférieures à 8° C [Benson, 1975]. Les indices d'évolution et les valeurs élevées des médianes de la fraction siliceuse montrent que ces sédiments se sont déposés sous un régime de courant particulièrement actif, tandis que les organismes carbonatés paraissent n'avoir été soumis qu'à une dissolution modérée.

Sur la marge américaine, les forages du Leg 44 n'ont pas prélevé de formation d'âge Oligocène. Par contre durant le Leg 43, des forages de part et d'autre de la ride des Bermudes ont traversé des sédiments volcanodétritiques et des argilites à Radiolaires.

Les changements perçus dans les sédiments du Leg 48 sont contemporains d'un événement hydrologique d'extension globale. Il s'agit de l'instauration du courant profond d'eau antarctique [Kennett, 1977] qui, à cette époque, pénètre largement les bassins nord-ouest de l'Atlantique et remonterait, d'après Berggren et Hollister [*op. cit.*], jusqu'au niveau de la péninsule ibérique. Il n'est pas impossible que l'influence de cette masse d'eau se soit fait sentir à cette époque dans le golfe de Gascogne, et soit responsable du changement de régime sédimentaire observable au cours de l'Oligocène supérieur au site 400.

Miocène.

Les craies à nannofossiles et les marnes à nannofossiles qui se sont accumulées aux taux de 20 mm/1 000 ans aux Sites 400 et 401 témoignent d'une augmentation considérable de la productivité et du renforcement des apports terrigènes. Au site 400, les courants de fond sont lents et la dissolution des tests calcaires très prononcée. A la même époque, des apports sédimentaires très importants ont entraîné au Nord du bassin aquitain la progradation d'un talus sédimentaire [Peypouquet, *op. cit.*]. Sur la marge américaine au site 388, des vases riches en montmorillonite se sont déposées au taux de 20 mm/1 000 ans. Ce taux montre bien qu'il ne s'agit pas d'argilite pélagique, mais bien d'argilite hémipélagique dont la faible teneur en carbonate est liée à la dilution par les apports terrigènes et/ou la dissolution. Ces vases ont été déposées à partir d'un courant de contour (*Western Boundary Undercurrent*) sous l'influence duquel la ride sédimentaire de Blake-Bahama s'est élaborée [Ewing et Hollister, 1972].

Par ailleurs, les zones bathyales de la marge continentale ont été également le siège d'une importante progradation [Sheridan, *op. cit.*]. Il apparaît donc que le Miocène est une période particulièrement remarquable de l'histoire sédimentaire des deux marges, au cours de laquelle des quantités importantes de sédiment terrigène ont été mobilisées, tandis que la productivité organique atteignait un niveau très élevé. Lors de la discussion concernant l'Éocène, nous avons signalé l'éventualité d'une subsidence de la ride Islande-Féroé sous le niveau marin au cours du Miocène moyen [Talwani, Udintsev *et al.*, 1976]. L'augmentation considérable de la productivité organique observée au Miocène implique un changement hydrologique à l'échelle océanique, d'une ampleur compatible avec un tel phénomène. Par ailleurs, deux événements d'importance capitale se produisent vers la limite oligomiocène; il s'agit tout d'abord des phases orogéniques alpines qui affectent le Sud de l'Europe et l'Afrique du Nord (phases anté-aquitaniennes, et phases du Miocène moyen) ainsi que l'Amérique du Sud; l'ampleur de ces phases orogéniques a probablement contribué à l'accroissement des apports terrigènes; tout comme elle paraît responsable d'une discordance intra-miocène observée dans les enregistrements de sismique réflexion [Olivet *et al.*, *op. cit. b*; Groupe Galice, sous presse]. Elle est en outre probablement responsable du hiatus observé au sommet du Miocène inférieur au site 400. Par ailleurs, la grande quantité de sels minéraux dissous introduits simultanément dans le milieu océanique est susceptible également d'avoir contribué à l'augmentation de la productivité biologique. Le second événement, qui caractérise singulièrement cette période, est l'instauration au Miocène moyen-supérieur d'une calotte glaciaire sur l'Antarctique [Kennett, 1977] et la régression glacio-eustatique accompagnant son développement et qui atteint son maximum au cours du Miocène supérieur [Berggren et Hollister, *op. cit.*]. Il est évident que cette dernière régression dont résulta l'isolement de la Méditerranée a pu également favoriser les apports terrigènes au Miocène supérieur.

Pliocène.

Au site 400, les taux d'accumulation des sédiments terrigènes et pélagiques s'accroissent encore et atteignent 50 mm/1 000 ans (fig. 5). L'intensité de la circulation reste faible, tandis que les traces de dissolution des organismes calcaires sont moins marquées. Au cours du Pliocène supérieur, il apparaît une alternance cyclique de boue et de boue marneuse à nannofossiles, qui, compte tenu du taux d'accumulation, paraissent liées à une périodicité d'une durée approximative de 20 000 ans. Ces oscillations sont vraisemblablement en rapport avec

l'instauration d'une calotte glaciaire sur le Groënland. Sur la marge américaine, le régime de « contourite » établi au Miocène persiste, le changement de régime sédimentaire lors de l'instauration des phases glaciaires se manifeste essentiellement par le dépôt de turbidites grossières dans les plaines abyssales, et de « contourites » sur le glacis continental.

IV. — CONCLUSION.

Il apparaît donc que la marge nord du golfe de Gascogne et la marge du plateau de Blake ont enregistré simultanément la marque des grands changements paléogéographiques et hydrologiques, qui ont affecté l'Atlantique nord depuis le Crétacé supérieur. Deux hiatus majeurs, à la base du Crétacé supérieur d'une part et à l'Éocène supérieur d'autre part, sont apparemment liés à un changement du régime d'ouverture (changement de direction et accélération du taux d'accrétion) de l'océan Atlantique. Le renforcement de la circulation de fond observé du Paléocène à l'Éocène moyen paraît résulter de la création de zones océaniques dans des latitudes de plus en plus septentrionales: mer du Labrador, mer d'Irminger. Ce régime aboutit à l'Éocène moyen au dépôt de « contourites » sur la marge ouest de l'Atlantique nord. A l'Oligocène, un événement hydrologique majeur se produit avec l'instauration de la psychrosphère, et d'un courant d'eau antarctique profonde dont l'influence s'est largement étendue dans l'océan mondial. L'augmentation des taux d'accumulation au Miocène est contemporaine d'une série de trois événements dont il est difficile de définir les contributions respectives: établissement du régime d'overflow par-dessus la ride Islande-Féroé, phases orogéniques alpines, et régression glacio-eustatique liée à l'instauration d'une calotte glaciaire en Antarctique. L'ensemble de ces événements a pu probablement concourir à l'augmentation des apports terrigènes et de la productivité biologique. Sur les deux marges, le régime sédimentaire au Pliocène inférieur paraît être la continuation du régime de « contourites » et de progradation commencé au Miocène. L'instauration de conditions glaciaires dans l'hémisphère nord au cours du Pliocène supérieur est marquée au site 400 du golfe de Gascogne par des alternances cycliques de craies et de marnes. Au cours du Quaternaire, les bassins profonds à l'Est et à l'Ouest de l'Atlantique nord ont été le siège d'une sédimentation alternativement détritique (turbidite, contourite) et hémipélagique.

Remerciements.

Les échantillons analysés dans le cadre de cette étude ont été prélevés par les auteurs au cours des legs 44 et 48 des programmes JOIDES et I.P.O.D.,

organisés sous l'égide de la « *National Science Foundation* » et du « *Deep-Sea Drilling Project* ». Nous remercions J. M. Auzende et J. L. Olivet qui ont critiqué cet article, le S.E.O. du Centre océanologique de Bretagne, et plus particulièrement A. Rue pour la mise au point d'un programme de traitement infor-

matique des données lithologiques, et Nicole Guillo, René Kerbrat et Suzanne Marques pour leur collaboration technique.

L'ensemble des travaux réalisés sur la marge armoricaine a bénéficié des documents bathymétriques élaborés par M. le Professeur Berthois.

Références

- ANONYME (1977). - Notice de la carte géologique du plateau continental du golfe de Gascogne. Édition B.R.G.M.
- AUFFRET G. A. et PASTOURET L. (sous presse). - Upper Cretaceous to Quaternary sedimentary processes in the Bay of Biscay from textural, mineralogical and coarse fraction studies. Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project, vol. 48.
- AUFFRET G. A., PASTOURET L., CASSAT G., CHARPAL O. DE., GRAVATTE, GUENOC P. (sous presse). - Dredged rocks from the armorican and celtic margins. Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project, vol. 48.
- BENSON R. H. (1975). - The origin of the Psychrosphere as recorded in changes of deep-sea Ostracodes assemblages. *Lethaia*, Oslo, vol. 8, p. 69-83.
- BENSON W. E., SHERIDAN R. E., ENOS P., FREEMAN T., GRADSTEIN F., MURDMAA I. O., PASTOURET L., SCHMIDT F., STUERMER D. H., WEAVER F. M., et WORSTELL P. (1976). - Deep Sea Drilling in the North Atlantic. *Geotimes*, vol. 21-22, p. 23-26.
- BERGGREN W. A. et HOLLISTER C. D. (1977). - Plate tectonics and paleocirculation commotion in the ocean. *Tectonophysics*, 38, p. 11-48.
- BOURBON M. (sous presse). - Condensations and hiatuses in the Cretaceous-Eocene series of Holes 401 and 402 (Leg 48, Bay of Biscay). Comparison with some sections of the northern continental margin of Tethys (Briançonnais-French Alps). Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project, vol. 48.
- EWING J. I. et HOLLISTER C. H. (1972). - Regional aspects of deep-sea drilling in the western north Atlantic. In : Hollister Ewing *et al.* Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project, vol. 11, U.S. Govt. Print. Office, Washington, p. 951-973.
- GROUPE GALICE (sous presse). - The continental margin off Galicia and Portugal. Acoustical stratigraphy, dredge stratigraphy and structural evolution. Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project, U.S. Govt. Print. Office, Washington, vol. 47.
- GUSSOW W. C. (1976). - Sequence concepts in petroleum engineering. *Geotimes*, vol. 21, n° 9, p. 16-17.
- HOLLISTER C. D., EWING J. I., HABIB D., HATHAWAY J. C., LANCELOT Y., LUTERBACHER H., PAULUS F. J., WYLLIE POAG C., WILCOXON J. A. et WORSTELL P. (1972). - Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project, vol. 11 (U.S. Govt. Print. Office, Washington), 1077 p.
- KENNETT J. P. (1977) - - Cenozoic evolution of antarctic glaciation, the circum-Antarctic ocean, and their impact on global oceanography. *J. Geophys. Res. Oc. and Atm.*, vol. 82, 27, p. 3825.
- LAUGHTON A. S., BERGGREN W. A., BENSON R. N., DAVIES T. A., FRANZ V., MUSICH L. F., PERCH-NIELSEN K., RUFFMAN A. S., VAN HINTE J. E. et WHITMARSH R. B. (1972). - Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project, vol. 12 (U.S. Govt. Print. Office, Washington) 1242 p.
- LANCELOT Y., HATHAWAY J. C. et HOLLISTER C. D. (1972). - Lithology of sediments from the western north Atlantic, Leg 11 Deep-Sea Drilling Project. In : HOLLISTER, EWING *et al.* Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project, vol. 11, U.S. Govt. Print. Office, Washington, p. 901-949.
- LISITZIN A. P. (1972). - Sedimentation in the world ocean. *Soc. Ec. Pal. Min.*, Sp. Pub. n° 17, 218 p.
- MONTADERT L., ROBERTS D., AUFFRET G. A., BOCK W. D., DUPEUBLE P. A., HAILWOOD E. A., HARRISON W., KAGAMI H., LUMSDEN D. N., MULLER C., SCHNITKER D., THOMPSON R. W., THOMPSON T. L. et TIMOFFEEV P. P. (1977). - Rifting and subsidence on passive continental margins in the north-eastern Atlantic. *Nature*, vol. 268, p. 305-308.
- OLIVET J. L., PASTOURET L., AUZENDE J. M. et AUFFRET G. A. (1976 a). - Armorican margin evolution in relation with Bay of Biscay genesis. Article présenté lors du Colloque I.U.S.G.S., Durham (résumé).
- OLIVET J. L., BONNIN J. et AUZENDE J. M. (1976 b) - - Manifestation des phases de compression tertiaire dans l'Atlantique nord-est. Note présentée lors de la 4^e Réunion. Sc. Terre, Paris (résumé).
- PAUTOT G., RENARD V., AUFFRET G. A., PASTOURET L. et CHARPAL O. DE (1976). - A granite cliff deep in the North-Atlantic. *Nature*, vol. 263, p. 669-672.
- PASTOURET L., MASSE J. P., PHILIP J. et AUFFRET G. A. (1974). - Sur la présence d'Aptien inférieur à faciès urgonien sur la marge continentale armoricaine, conséquences paléogéographiques. *C. R. Ac. Sc.*, Paris, t. 278, p. 2011-2014.
- PASTOURET L. et AUFFRET G. A. (1976). - Observations sur les microfaciès des roches sédimentaires prélevées sur la marge armoricaine. *Rev. Inst. fr. Pétrole*, vol. XXXI, n° 3, p. 401-425.
- PASTOURET L., BENSON W. E. *et al.* (1976). - Sur les écoulements en masse d'âge miocène dans la plaine abyssale de Blake-Bahama (Leg 44). Note présentée lors de la 4^e Réunion. Sc. Terre, Paris (rés.).
- PASTOURET L., AUFFRET G. A. et CHAMLEY H. (sous presse). - Microfaciès of some sediments from the north-western Atlantic : paleoceanographic implications (Leg 44 D.S.D.P.), Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project, vol. 44 (U.S. Govt. Print. Office, Washington).

- PEYPOUQUET J. P. (1977). — Les Ostracodes et la connaissance des paléomilleux profonds. Application au Cénozoïque de l'Atlantique nord-oriental. Thèse Doct. état. Bordeaux, 443 p.
- RIVIÈRE A. (1952). — Expression analytique générale de la granulométrie des sédiments meubles. Indices caractéristiques et interprétation géologique. Notion de faciès granulométrique. *Bull. Soc. géol. France*, p. 155-168.
- SHERIDAN R. E. (1976). — Sedimentary basins of the Atlantic margin of North America. *Tectonophysics*, 36, p. 113-132.
- TALWANI M. K., UDINTSEV G., BJORKLUND K., CASTON V. N. D., FAAS R. W., KHARIN G. N., MORRIS D. A., MULLER C., NILSEN T. H., VAN HINTE J., WARNKE D. A. et WHITE S. M. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Volume 38, Washington (U.S. Govert. Print. Office, Washington), 1 256 p.
- VERGNAUD-GRAZZINI C., MULLER C., PIERRE C. et PEYPOUQUET J. P. (sous presse). — Stable isotopes and tertiary paleontological paleo-oceanography in the North-East Atlantic. Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project, vol. 48.
- WILLIAMS C. A. (1975). — Sea-floor spreading in the Bay of Biscay and its relationship to the North Atlantic. *Earth Planet. Sc. Lett.*, 23, p. 440-456.
- WORSLEY T. (1974). — The Cretaceous Tertiary boundary events in the Ocean. Studies in paleo-oceanography, ed. by W. W. HAY *Soc. Eco. Paleont. Min.*, Sp. Publ. n° 20, p. 94-120.