

IX° Congrès International de Sédimentologie - Nice 1975

Influence des courants profonds au large du Brésil sur la distribution des faciès sédimentaires récents.

Par Marthe MELGUEN et Jörn THIEDE

Docteurs en Géologie sous-marine, Centre Océanologique de Bretagne, Brest, France et Orégon State University, Corvallis, USA.

Introduction

- Au large du Brésil, le Rio Grande Rise, dont la profondeur minima est de 600 m, joue le rôle de barrière pour la circulation profonde. Il est traversé par un long (600 km) chenal, profond (4 600 m) et étroit (20 km de largeur dans sa partie centrale) : le Vema Channel, chenal de jonction entre les bassins d'Argentine et du Brésil. Deux importants courants s'écoulent dans le Vema Channel. Le plus profond, le courant Antarctique profond, s'écoule du sud au nord à une vitesse pouvant atteindre 40 cm/s près du fond (Le Pichon et al., 1971). Sa limite supérieure se situe entre 3 500 et 4 200 m (Le Pichon et al., 1971). Directement au-dessus, mais allant du nord au sud, se trouve le courant profond Nord Atlantique. Sa vitesse à 2 800 m de profondeur est estimée à 15 cm/s. Sa limite supérieure se situe vers 1 000 m de profondeur (Le Pichon et al., 1971).

Une récente campagne du N.O. *Jean Charcot*, la campagne Géobrézil (octobre - novembre 1973), a permis de prélever, le long de profils déterminés et à profondeur croissante, une série de carottes (fig.1). Ces carottes ont été prélevées dans des conditions telles qu'elles puissent refléter l'influence des courants profonds sur la sédimentation. Une attention particulière est accordée au rôle joué par les masses d'eau Antarctique sur la dissolution des sédiments carbonatés (cf. Melguen et Thiede, 1974). La présente étude est limitée à l'analyse des sédiments des échantillons de surface et des carottes Reineck prélevés au cours de la campagne Géobrézil (fig.1,2). A noter que ces carottes font l'objet, dans ce même volume (cf. Diester Haass, 1974 et Chamley, 1974), d'une analyse très détaillée de la fraction sableuse carbonatée et de la fraction argileuse du sédiment.

Chamley H., 1974 : Influence des courants profonds au large du Brésil sur la sédimentation argileuse récente (ce volume).

Diester-Haass L., 1974 : Influence of deep oceanic currents on calcareous sands off Brazil (ce volume).

Le Pichon, X., Ewing, M. et Truchan, M. 1971. Sediment transport and distribution in the Argentine Basin, 2. Antarctique Bottom Current passage into the Brazil Basin. In : L.H. Ahrens (Editor) Physics and Chemistry of the Earth, VIII, pp. 31-48.

Melguen, M. et Thiede, J., 1974. Facies distribution and dissolution depths of surface sediment components from the Vema Channel and the Rio Grande Rise (Southwest Atlantic Ocean). Marine Geology (sous presse).

+

+ Contribution n° 323 du Département Scientifique du Centre Océanologique de Bretagne, B.P. 337, 29273, Brest, France.

Méthodes d'analyse

Après ouverture des carottes et observations de frottis de sédiment, des échantillons ont été prélevés. Ces échantillons ont fait l'objet d'une analyse de carbonate sur sédiment total, d'un tamisage pour séparation de la fraction sableuse ($> 6,3 \mu$) et observation des composants sableux. Sur le sédiment séché à l'étuve un fragment a été prélevé et métallisé à l'or palladium pour analyse, au microscope électronique à balayage, des effets de dissolution sur les nannofossiles calcaires.

Distribution de faciès dans les sédiments de surface

A profondeur d'eau croissante correspond :

- un changement progressif de la couleur du sédiment, du gris brun très clair aux gris et brun foncés ;
- une diminution de la teneur en carbonate de calcium, qui de 86 % au-dessus de 3 500 m de profondeur, passe rapidement à 60 % vers 4 100 m et devient quasiment nulle au-dessous de 4 500 m ;
- une diminution de la teneur en sable surtout sensible au-dessous de 4 100 m, avec augmentation relative dans le sable des foraminifères benthiques arénacés, des microfossiles siliceux, des minéraux tels les quartz, feldspaths, micas. Augmentent également les micronodules de manganèse et l'hydroxyde de fer.

La distribution des faciès est clairement contrôlée par les effets de dissolution. A la lumière de nos observations nous avons groupé les sédiments de surface en cinq faciès (fig. 3) :

- Faciès I, au-dessus de 3,2 km, est une boue à ptéropodes, foraminifères planctoniques et nannofossiles calcaires. Les ptéropodes sont bien préservés et accompagnés d'hétéropodes.
- Faciès II, entre 3,4 et 3,2 km, est une boue à foraminifères planctoniques et nannofossiles calcaires ne contenant que quelques fragments de ptéropodes.
- Faciès III, entre 4 et 3,4 km, est une boue à foraminifères planctoniques et nannofossiles calcaires ne contenant pas de ptéropodes.
- Faciès IV, entre 4,5 et 4 km, est une boue à nannofossiles calcaires avec ou sans foraminifères.
- Faciès V, au-dessous de 4,5 km, est une boue argileuse, quasiment décarbonatée et ne contenant pas de nannofossiles calcaires.

En résumé, actuellement, la lysocline et la profondeur de compensation de l'aragonite, c'est-à-dire des ptéropodes et hétéropodes, se situent dans les masses d'eau Nord Atlantique, tandis que la lysocline est la profondeur de compensation de la calcite, c'est-à-dire des foraminifères et planctoniques et nannofossiles calcaires, se situent dans les masses d'eau Antarctique, soit :

- Lysocline des ptéropodes et hétéropodes 3 200 m
- Lysocline des foraminifères planctoniques < 4 050 m
- Lysocline des nannofossiles calcaires ≈ 4 100 - 4 300 m
- Profondeur de compensation des ptéropodes et hétéropodes 3 400 m
- Profondeur de compensation des foraminifères planctoniques 4 500 m
- Profondeur de compensation des nannofossiles calcaires 4 500 m
- Profondeur de compensation des foraminifères benthiques 4 500 m
non arénacés

L'absence de prélèvement de matériel entre 4 200 et 4 500 m apporte quelque imprécision à la profondeur de compensation des foraminifères, très probablement inférieure à celle des nannofossiles (cf. Berger, 1973).

Evolution des faciès du Pleistocène supérieur à l'actuel

Une série de carottes Reineck, prélevées le long d'un profil bathymétrique déterminé (fig.4) sur le flanc ouest du Rio Grande Rise, est prise à titre d'exemple de cette évolution, qui se manifeste, de la base au sommet des carottes, par (fig.4) :

- une apparente stabilité des faciès le long des carottes prélevées à moins de 3 800 m de profondeur d'eau (carottes 13, 14, 15, 16) et dans celle (carotte 2) prélevée au-dessous de la profondeur de compensation des carbonates ;
- une évolution nette des faciès le long de la carotte 18 : carotte prélevée à 4 100 m, c'est-à-dire au niveau actuel de la lysocline des foraminifères planctoniques. De la base au sommet il y a une nette augmentation de la teneur en particules sableuses, en carbonate de calcium. L'augmentation de la teneur en sable traduit l'enrichissement du sédiment en foraminifères planctoniques : enrichissement accompagné comme l'indique le tableau suivant, d'une fragmentation moindre et d'une diminution relative de la fréquence des espèces les plus résistantes à la dissolution.

Carotte 18 : niveaux Foraminifères planctoniques	0 - 2 cm	20 - 22 cm
% Fragments	10	30
% Globigerinoides	40	25
% Globigerina	12	10
% Globoquadrina + Globigerinita	25	40
% Globorotalia	26	30
% autres	2	2

Berger, W.H., 1973. Deep sea carbonates : evidence for a coccolith lysocline. Deep Sea Res., 10, p. 917-921

Une évolution analogue se manifeste dans la nannoflore. Très épars, déchiquetés, dissous, encroûtés d'argile à la base de la carotte, les nanno-fossiles calcaires sont plus abondants et mieux préservés au sommet, où abondent *Cylococcolithina leptopora*, *Umbilicosphaera mirabilis* et *Gephyrocapsa oceanica* bien préservés.

Le changement de faciès à la limite Pleistocène - Holocène (niveau 10 - 15 cm, cf. Diester-Haass, ce volume), traduit, semble-t-il une diminution d'intensité du courant Antarctique profond depuis la fin du Würm.

Nos observations mettent nettement en évidence l'intensification du courant antarctique profond au Würm dans la zone des 4 000 m, profondeur à laquelle actuellement les effets combinés chimiques et mécaniques des eaux se traduisent par une dissolution brusquement accrue des foraminifères planctoniques et du nannoplancton calcaire. Des études parallèles et complémentaires très précises (cf. Diester Haass et Chamley, ce volume) montrent que le niveau supérieur atteint par le courant Antarctique profond au Würm est l'isobathe 2 800 m. Par rapport à sa limite supérieure actuelle (3 500 m, cf. Le Pichon et al. 1971 ; Chamley, ce volume), le courant Antarctique aurait monté d'environ 700 m dans le Vema Channel à la dernière période glaciaire. D'autres intensifications du courant profond Antarctique, au Pleistocène supérieur et surtout au Mio-Pliocène ont été mises en évidence dans le Vema Channel (Melguen et Thiède, 1974 ; Pautot et Melguen, ce volume). Il est intéressant de noter que ces périodes d'intensification de la circulation Antarctique profonde s'accompagnent localement d'une mise en place de fonds indurés et recouverts de nodules de manganèse.

Chamley, H. 1974. Influence des courants profonds au large du Brésil sur la sédimentation argileuse récente. (Ce volume).

Diester-Haass, L. 1974. Influence of Deep Oceanic currents on calcareous sands off Brazil. (Ce volume).

Melguen, M. et J. Thiède, 1974. Dissolution depths of Cenozoic planktonic sediments from the Vema Channel and the Rio Grande Rise (Southwest Atlantic Ocean). Third Planktonic Conference, Kiel, 1974.

Pautot, G. et M. Melguen, 1974. Hiatus sédimentaires et courant Antarctique profond : exemple du Pacifique central (ce volume).

Conclusion

L'intensité de la circulation des masses d'eau antarctique profonde au fond du Vema Channel est soulignée par de très belles et abondantes figures d'érosion (mega-ripples, linéations sur le fond, fonds indurés érodés) et par la présence locale de croûtes et nodules de manganèse. Le sommet du Rio Grande Rise est lui-même recouvert localement d'une épaisse croûte de manganèse, recouvrant en particulier des affleurements de boue calcaire tertiaire.

La distribution des faciès dans les sédiments récents du Rio Grande Rise est contrôlée par les courants océaniques profonds s'écoulant dans le Vema Channel. Du plus profond du Vema Channel au sommet du Rio Grande Rise, le sédiment devient progressivement plus grossier (teneur en sable variant de 0,5 à 50 %) et sa teneur en carbonate de calcium est progressivement élevée (de moins de 2 % à plus de 85 %). D'une boue argileuse brune, riche en micronodules et nodules de manganèse, le sédiment passe à une boue fine brun clair riche en nannofossiles calcaires, puis à une boue plus grossière, de couleur gris brun très pâle, successivement riche en foraminifères planctoniques puis en ptéropodes. La répartition des faciès de surface reflète les profondeurs de dissolution (lysocline et profondeur de compensation) de l'aragonite (ptéropodes et hétéropodes) et de la calcite (coccolithes au sens large et foraminifères planctoniques). De l'observation des phénomènes de dissolution sur les nanno et microfossiles calcaires, il ressort que la limite supérieure du courant antarctique profond se situe actuellement vers 3 500 m. Cette profondeur, bien que située au-dessus de la lysocline de la calcite, coïncide, en effet, non seulement avec une brusque augmentation de la dissolution des carbonates, dont plus particulièrement les foraminifères planctoniques (cf. Diester-Haass, ce volume), mais aussi avec la limite supérieure du dépôt des minéraux argileux issus des basses latitudes (cf. Chamley, ce volume). Le niveau supérieur du courant Antarctique profond est monté d'environ 700 m à la fin du Pleistocène, entraînant une migration ascendante des faciès sur les flancs du Rio Grande Rise.

Ces résultats, basés en partie sur des observations rapides et préliminaires effectuées à bord du *Jean Charcot* et en partie sur des analyses et observations de laboratoire, ont fourni le cadre de deux études très détaillées (cf. Diester-Haass, Chamley, ce volume), toutes deux orientées également vers la mise en évidence de l'influence des courants profonds sur la sédimentation. Il nous paraît important de souligner l'intérêt de ces études, qui, menées sur un même matériel mais en toute indépendance d'idées, se sont révélées dans leurs conclusions et par rapport aux nôtres être concordantes et complémentaires.

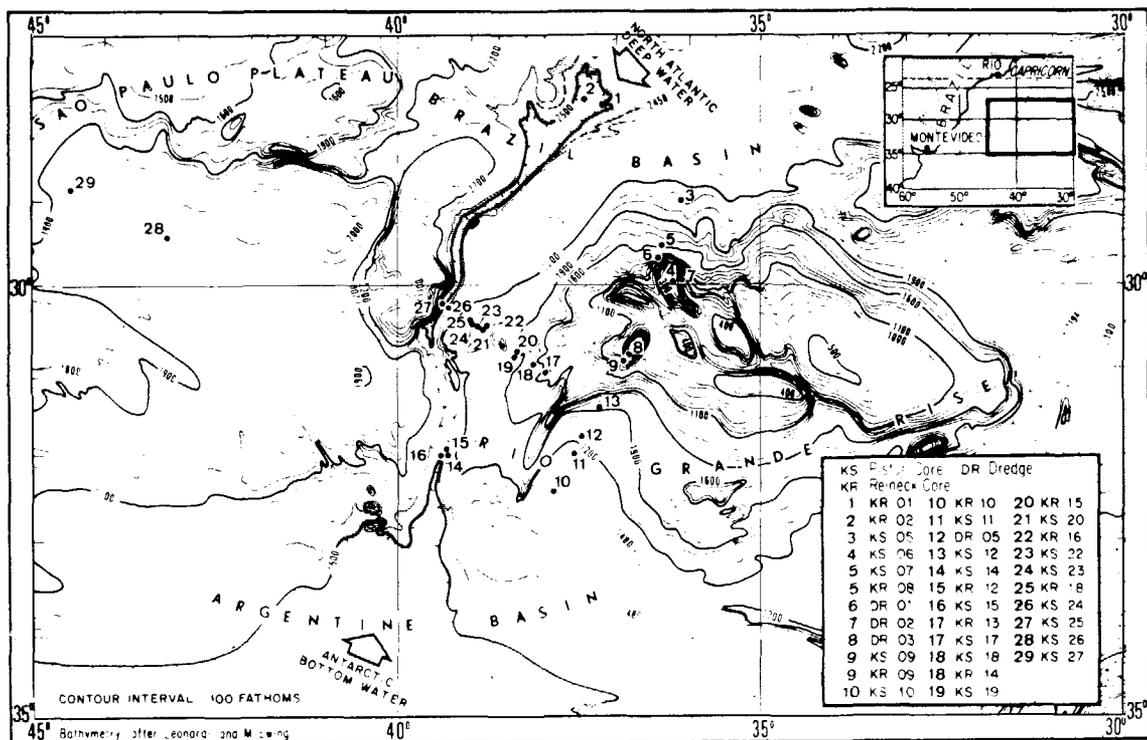


FIGURE 1

Carte de situation des prélèvements effectués pendant la campagne *Géobrésil* du N.O. *Jean Charcot* - Bathymétrie en brasses (d'après Lonardi et Ewing, 1971). La surface hachurée indique la position du Vema Channel.

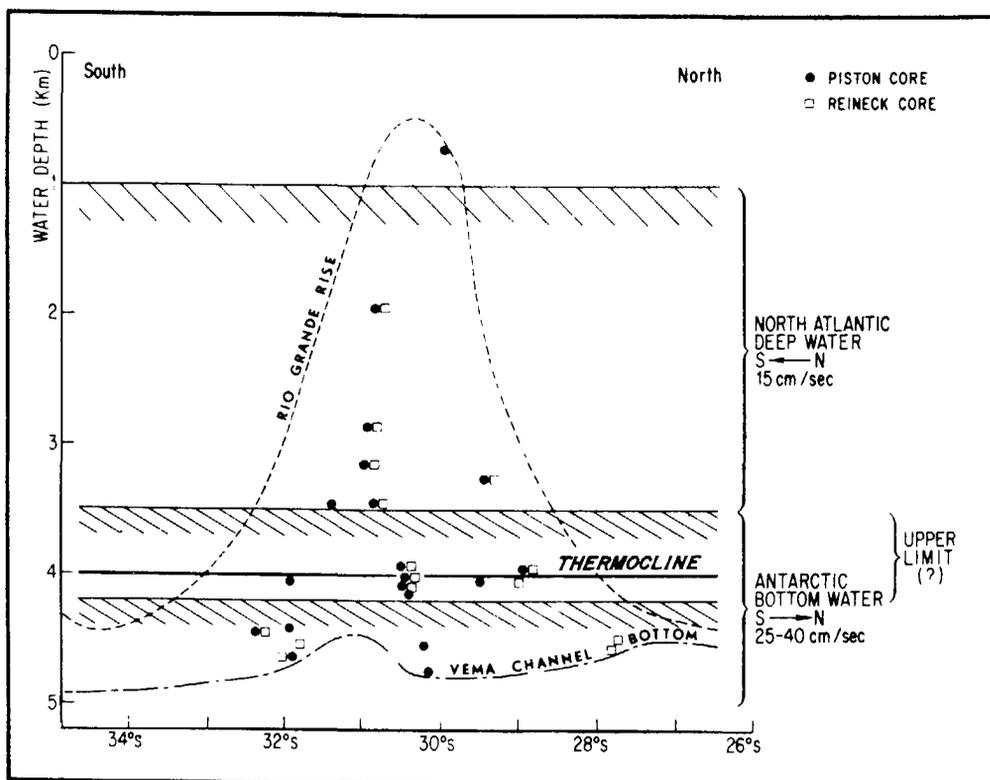


FIGURE 2

Profil vertical sud-nord le long de l'axe du Vema Channel. Les contours du Rio Grande Rise, les sites de prélèvement et les limites des masses d'eau sont projetés sur un même plan vertical. Les profondeurs du courant profond Nord Atlantique, du courant profond Antarctique et de la thermocline abyssale sont celles données par Le Pichon et Truchan (1971).

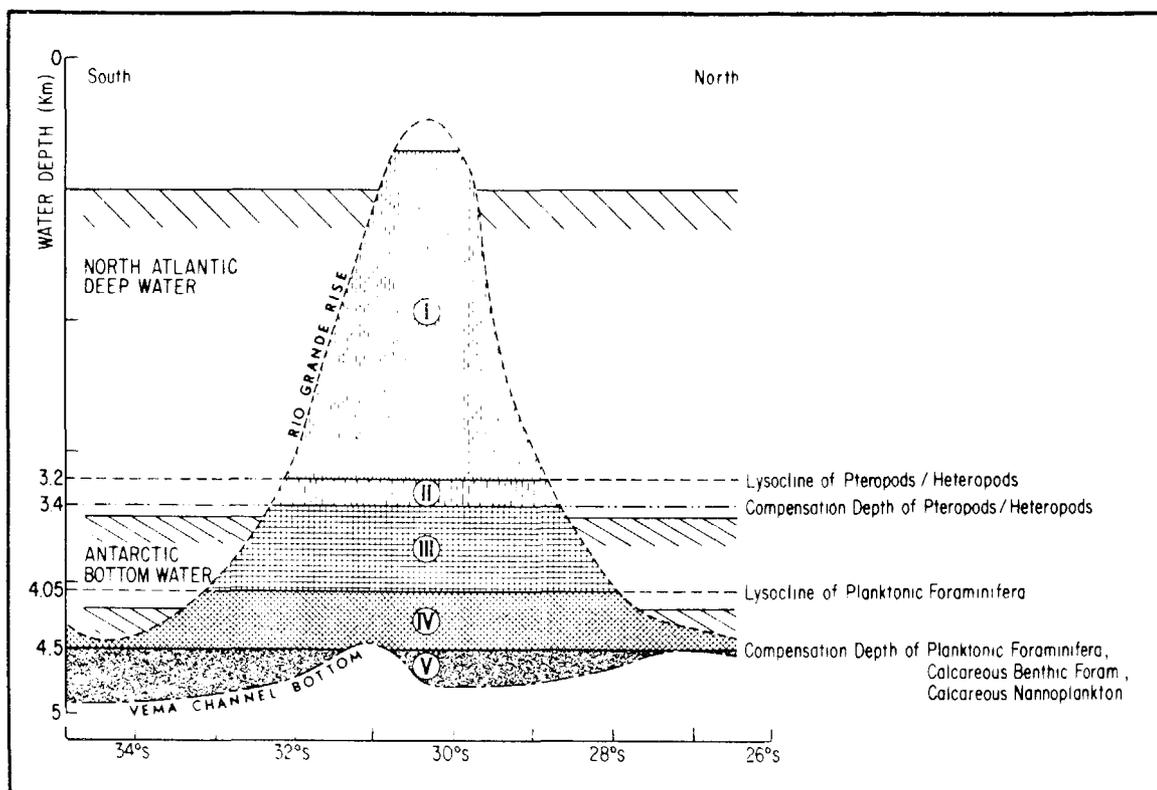


FIGURE 3

Distribution des faciès dans les sédiments de surface du Vema Channel et le long des flancs sud et nord du Rio Grande Rise :

Faciès	<p>I : Boue à ptéropodes, foraminifères planctoniques et nannofossiles calcaires</p> <p>II : Boue à foraminifères planctoniques et nannofossiles calcaires contenant de rares ptéropodes</p> <p>III : Boue à foraminifères planctoniques et nannofossiles calcaires sans ptéropodes</p> <p>IV : Boue à nannofossiles calcaires avec ou sans foraminifères planctoniques</p> <p>V : Argile brune décarbonatée.</p>
--------	---

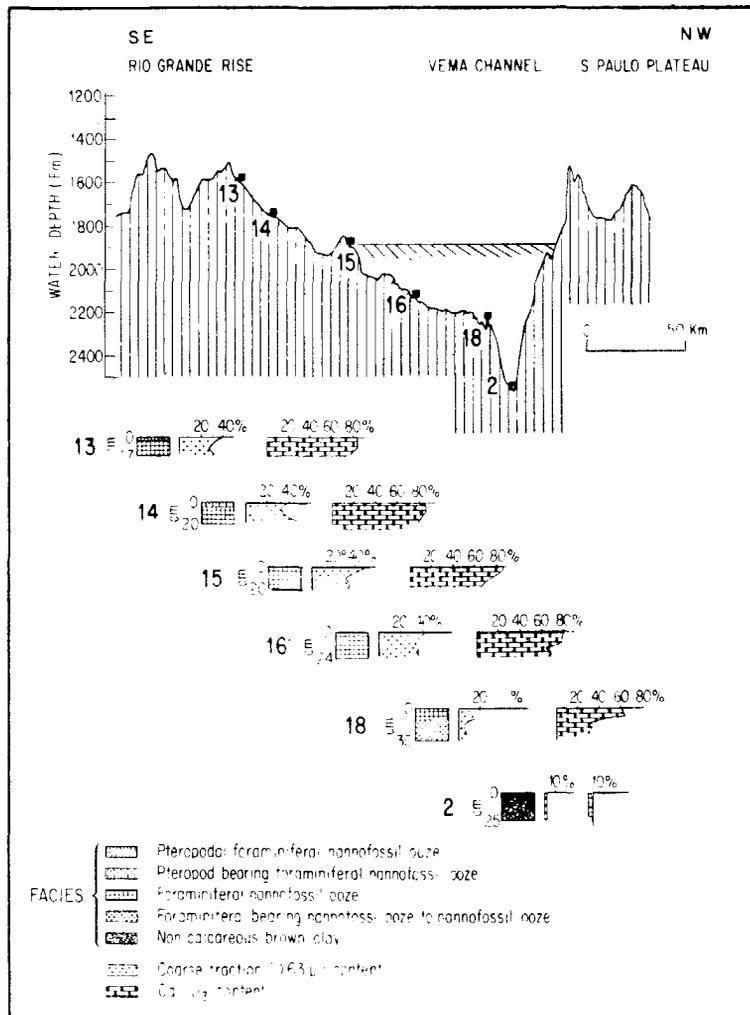


FIGURE 4

Distribution des faciès, de la fraction sableuse et de la teneur en carbonate dans les sédiments récents (fin Pleistocène - Holocène) du Vema Channel. Les carottes analysées sont les carottes Reineck (KR 13, KR 14, KR 15, KR 16, KR 18, KR 02 ; cf. fig.1 pour localisation).