

**GÉOLOGIE.** — Enregistrement des périodes de fortes et faibles énergies à l'embouchure d'un fleuve. Le cas du Rio Paraiba do Sul (Brésil). Implications climatiques.

Note de Louis Martin, Jean-Marie Flexor et Kenitiro Suguio, présentée par Georges Millot.

Remise le 25 juin 1984.

Les caractéristiques morphométriques des grains de sable des terrasses, existant de part et d'autre de l'embouchure du Rio Paraiba do Sul, montrent que le sable transporté par ce fleuve se dépose de façon périodique au Nord de l'embouchure. Les périodes de dépôt correspondent à des phases de forte énergie du cours d'eau, et donc à des époques pluvieuses. Il devient possible, par confrontation avec des datations au  $C^{14}$  déjà acquises, d'établir une chronologie de ces époques pluvieuses pour les 5 000 dernières années.

**GEOLOGY.** — Records of Flooding Periods in a River Mouth. Example of the Rio Paraiba do Sul (Brazil). Paleoclimatic Implications.

*The degrees of roundness of sands from the terraces on both sides of the Paraiba do Sul river mouth, shows that the river-carried sediments are deposited periodically along the northern part. The deposit corresponds to river flooding periods and thus to rainy epochs. By comparison with  $C^{14}$  datations already obtained, it becomes possible to propose a chronology of these rainy periods during the last 5,000 years.*

**I. INTRODUCTION.** — Les études menées sur les variations du niveau relatif de la mer, au cours des 7 000 dernières années, ont montré que, schématiquement, la partie centrale du littoral brésilien avait été en submersion jusque vers 5 100 ans B.P. et en émergence

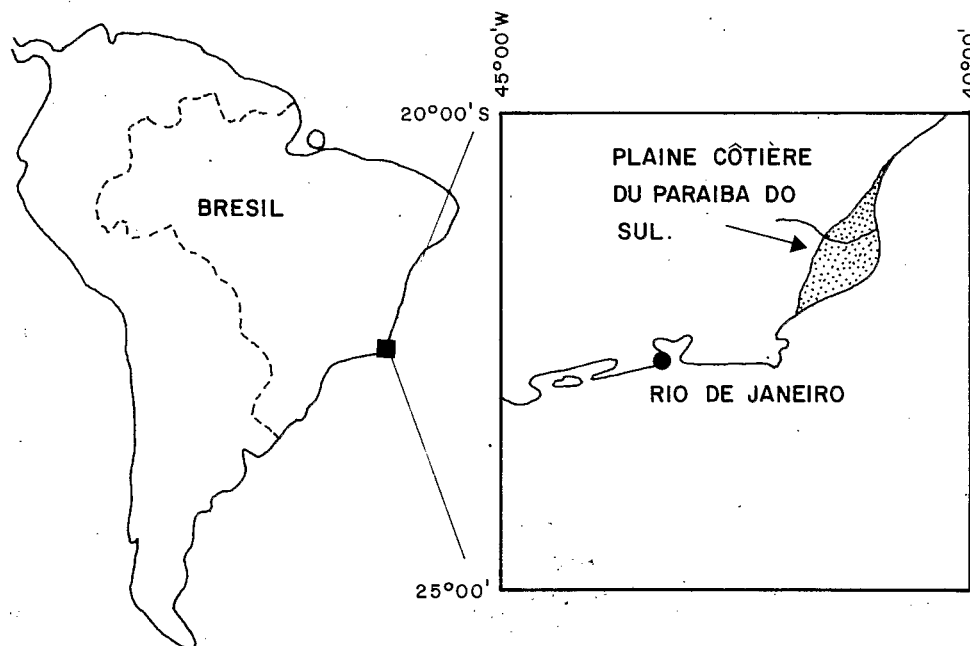


Fig. 1. — Carte de situation.

Fig. 1. — Sketch of location.

par la suite [1]. Sur les secteurs sableux du littoral, l'abaissement du niveau relatif de la mer de 4 à 5 m, au cours des 5 000 dernières années, a provoqué un apport important de sable de la proche plate-forme vers la plage. Ce sable a été entraîné par le courant de

dérive littorale jusqu'à ce que son transport soit bloqué par un obstacle, permettant son accumulation sous la forme de terrasses couvertes de cordons littoraux. L'embouchure d'un cours d'eau important peut constituer un de ces obstacles. En effet, en période de fort débit, le flux du cours d'eau bloque le transport littoral à la manière des épis artificiels construits sur les plages. Ainsi, il se produit une accumulation de sable du côté de l'embouchure dans le courant de dérive littorale et une possible érosion du côté sous le courant de dérive; cependant, le plus souvent, cette dernière est compensée par les apports de sable du propre cours d'eau (fig. 2 B). En période de faible débit, l'obstacle formé par le flux du cours d'eau disparaît en grande partie et la dérive littorale provoque la construction d'une langue sableuse qui tend à fermer l'embouchure. Parallèlement, il se produit une érosion partielle du dépôt qui s'était formé lors de la période précédente et qui se trouvait en saillie par rapport à l'alignement normal de la plage (fig. 2 C). Si la période de faible énergie dure assez de temps, la langue sableuse atteint une largeur lui permettant de résister à la période de forte énergie suivante. Dans certains cas, seule son extrémité est détruite; le barrage provoqué par le flux du cours d'eau se déplace et une nouvelle accumulation commence (fig. 2 D). Ce déplacement est marqué par une succession d'échelons, soulignés par des discordances dans les alignements des cordons. Par ailleurs, de part et d'autre de l'embouchure, les sables ayant des origines différentes présentent généralement des caractéristiques différentes.

II. DYNAMIQUE DE L'EMBOUCHURE DU RIO PARAIBA DO SUL. — Le Rio Paraíba do Sul, d'une longueur de 950 km, possède un bassin versant de 45 000 km<sup>2</sup>. De part et d'autre de l'embouchure, des terrasses sableuses de 15 à 20 km de largeur se sont formées, au cours des 5 000 dernières années (fig. 1).

Le transport du sable par le courant de dérive littorale est fonction de la direction selon laquelle les fronts de houle atteignent la côte. Dans la région de l'embouchure du Rio Paraíba do Sul, il existe deux types de houle. La première, en provenance du SSE, surtout fréquente en automne et en hiver, est liée à la pénétration des masses d'air polaire sur le continent sud-américain. La deuxième, de direction NE, est liée aux alizés. Cependant, la houle de SSE, beaucoup plus forte que celle de NE, joue un rôle prépondérant dans le transport littoral (2). Tous les marqueurs morphologiques du sens du transport littoral montrent que, de nos jours, celui-ci se fait du Sud vers le Nord et qu'il en a été ainsi au cours des 5 000 dernières années [3].

Si nous examinons la carte de la zone de l'embouchure du Rio Paraíba do Sul (fig. 2), nous pouvons constater l'existence :

- d'une dissymétrie entre les deux parties situées de part et d'autre de l'embouchure;
- de plusieurs décrochements marquant le sens du déplacement de l'embouchure;
- de discordances dans les alignements des cordons littoraux;
- de l'existence d'une langue sableuse qui tend à fermer l'embouchure (la situation montrée est celle d'avant 1976, époque à laquelle la langue sableuse a été détruite).

Il apparaît très clairement, que le Paraíba do Sul a connu des périodes de forte énergie et des périodes de faible énergie et que le sable transporté par le cours d'eau n'a pu se déposer que dans la partie de la plaine côtière située au Nord de l'embouchure.

III. CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES DES SABLES. — 1. *De la plage actuelle de part et d'autre de l'embouchure.* — Le degré d'arrondi des grains de sable a été mesuré sur 21 échantillons de plage et sur 3 échantillons du lit actuel du Rio Paraíba do Sul. Au Sud de l'embouchure, le sable est caractérisé par la présence de 20 à 60 % de grains très arrondis et par l'absence de grains subanguleux. Au contraire, au Nord de l'embouchure,

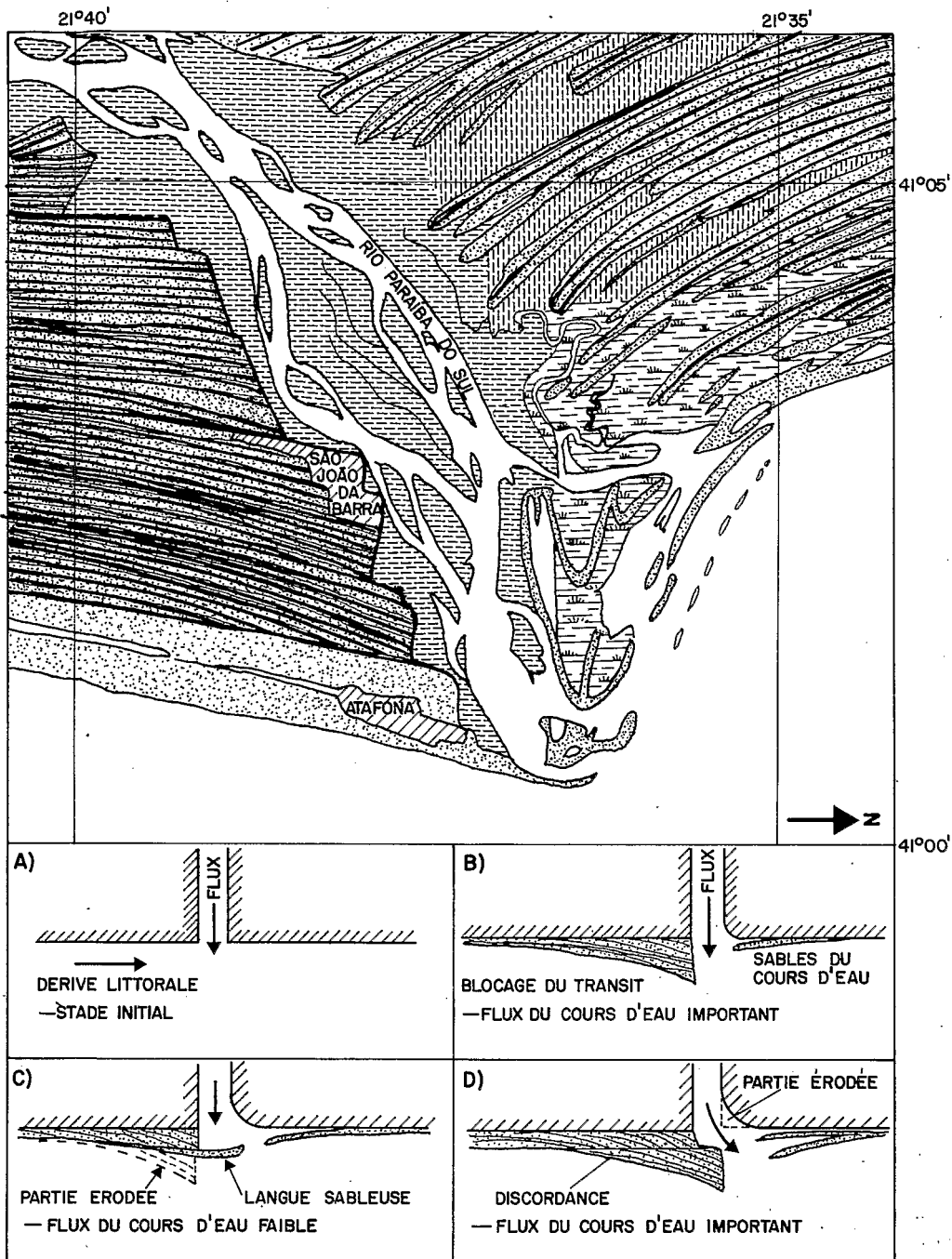


Fig. 2. — Carte de l'embouchure du Rio Paraiba do Sul.

A, B, C, D : schéma du blocage du transport littoral par le flux d'un cours d'eau.

Fig. 2. — Paraiba do Sul river mouth.

A, B, C, D: scheme of blocking of longshore transportation by a river flow.

le sable est caractérisé par l'absence de grains très arrondis et la présence de grains subanguleux. Enfin, les trois échantillons prélevés dans le lit actuel du Rio Paraiba do

Sul présentent exactement les mêmes caractéristiques que les échantillons de la plage nord.

2. *Des terrasses de part et d'autre de l'embouchure.* — Le degré d'arrondi des grains de sables a été mesuré sur 24 échantillons, prélevés sur deux profils recoupant les terrasses de part et d'autre de l'embouchure. Tous les échantillons de la terrasse sud présentent les caractéristiques du sable de la plage actuelle : présence de grains très arrondis et absence de grains subanguleux. Par contre, les échantillons de la terrasse nord appartiennent à deux catégories de sable. Certains échantillons présentent les caractéristiques morphométriques du sable de la plage nord : présence de grains subanguleux et absence de grains très arrondis. D'autres échantillons présentent les caractéristiques morphométriques du sable de la plage sud : présence de grains très arrondis et absence de grains subanguleux. Il est donc évident que la terrasse située au Nord de l'embouchure est formée d'une alternance de sable apporté par le Rio Paraiba do Sul et de sable en provenance de la proche plate-forme.

III. CONCLUSION. — Les périodes d'apport de sable par le Rio Paraiba do Sul, et donc de dépôt au Nord de l'embouchure, doivent correspondre à des phases de forte énergie du fleuve quand son flux bloque le transport littoral. Les périodes de non apport de sable doivent correspondre à des phases de faible énergie, quand une langue sableuse tend à fermer l'embouchure et que du sable de la proche plate-forme se dépose au Nord. Il est logique de relier les périodes de forte énergie à des époques pluvieuses et les périodes de faible énergie à des époques moins pluvieuses. Ces phases pluvieuses peuvent correspondre à des périodes de blocage de la circulation atmosphérique méridienne, au Nord de Rio de Janeiro, comme cela s'est produit en 1983 [2]. Ce blocage s'est traduit par des précipitations anormalement abondantes dans la moitié sud du Brésil et notamment sur le bassin versant du Paraiba do Sul. Une étude détaillée, en prélevant un échantillon sur chaque cordon de la terrasse nord, devrait permettre d'établir une chronologie de ces événements au cours des 5 000 dernières années, en se basant sur les datations au  $^{14}\text{C}$  déjà connues.

Dans le cas où la houle dominante d'un océan est oblique sur un système fluvial alluvionnaire, il est possible de lire l'alternance passée des fortes et faibles énergies fluviales. Et, par combinaison avec des datations chiffrées, on peut entreprendre une chronologie de ces variations d'énergie et, éventuellement, des variations climatiques correspondantes.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] L. MARTIN, J.-M. L. DOMINGUEZ, K. SUGUIO, A. C. S. P. BITTENCOURT et J.-M. FLEXOR. *Cahiers O.R.S.T.O.M.*, série Géol., XIII, n° 1, 1983, p. 59-81.  
 [2] L. MARTIN, J.-M. FLEXOR, V. KOUSKY et I. F. DE A. CAVALCANTI, *Comptes rendus*, 298, série II, 1984, p. 25-27.  
 [3] J.-M. L. DOMINGUEZ, A. C. S. P. BITTENCOURT et L. MARTIN, *Revista Brasileira de Geociências*, 13, n° 2, 1983, p. 98-105.

L. M. : *Mission O.R.S.T.O.M.*, C.N.P.q-Observatório Nacional,  
 Rua General Bruce, 586, 20921, Rio de Janeiro, Brésil;  
 J.-M. F. : C.N.P.q-Observatório Nacional,  
 Rua General Bruce, 586, 20921, Rio de Janeiro, Brésil;  
 K. S. : Instituto de Geociências,  
 Cidade Universitária, C.P. 20899, 01498, São Paulo, Brésil.