

"LES SEDIMENTS DE L'EMBOUCHURE DU CAPIBARIBE"
RECIFE - BRESIL

François OTTMANN (*) et
Jeanne-Marie OTTMANN (**)

La région de Récife est une plaine alluviale, constituée par des sables fluvio-marins et des vases noires argileuses, correspondant à d'anciens marécages. Aussi, retrouverons nous ces divers types de sédiments dans les berges du fleuve et au fond du lit, généralement formé de sables grossiers avec de petits graviers.

Quant au bassin hydrographique du Capibaribe, il est localisé dans une zone de cristallin de type granito-gneissique, parcouru par de nombreux filons de quartz dont on retrouvera d'innombrables fragments dans les sables. Peu avant d'entrer dans la plaine alluviale, le Capibaribe traverse la zone des "Barreiras", argiles rouges barriolées provenant de l'altération paléoclimatique de la fin du Tertiaire. Ces argiles vont alimenter le fleuve en matériaux fins et lui donner sa couleur jaune brune caractéristique.

Nous avons vu dans le chapitre précédent que dans la partie maritime du fleuve les courants de marée parfois violents et susceptibles de transporter des sédiments, se manifestent seuls, en *étiage*. C'est essentiellement en crue, lorsque le fleuve charrie ses eaux limoneuses et boueuses que doit se produire le maximum de sédimentation. Toutefois, même en *étiage*, avec des eaux relativement "claires", des turbidités de 260 mg/l ont été observées, ce qui est loin

(*) Maître de Conférences détaché auprès de l'Université de Récife
— Chargé de l'organisation de l'Institut de Biologie Marine et Océanographie.
— Professeur de Sédimentologie au "Curso de Geologia".

(**) Assistante de chimie à l'I.B.M.O. à Récife.

d'être négligeable. Rappelons que tout le matériel en suspension était essentiellement constitué par des argiles flocculées ou agglomérées en "flocons" avec peu de sable fin, généralement de diamètre inférieur à 0,1 mm. Du point de vue organogène, notons l'abondance extrême des diatomées, la fréquence des coprolites et des fibres végétales. Signalons pour finir l'absence complète de calcaire dans la plupart des sédiments du fleuve, à l'exception de deux ou trois, très riches en coquilles marines à l'entrée du port. En effet, l'arrière pays cristallin et argileux ne fournit pas de calcaire et donne aux eaux du fleuve un pH de 6 à 7, peu propice au développement des faunes calcaires. Les faunes malacologiques se développent seulement dans la partie "marine" du fleuve, là où les salinités ne baissent pas en dessous de 10‰, c'est à dire en aval du point 11 (entre les dragues et le Derbi).

I — ETUDE ET DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS

Localisation

Généralement les échantillons ont été dragués dans l'axe du fleuve, au moyen d'un cône de dragage traîné quelques mètres sur le fond. Ce sont donc toujours des sédiments superficiels (jusqu'à 10 ou 15 cm de profondeur). (voir carte, dans l'article précédent Fig. 1).

23 échantillons ont ainsi été récoltés et sont portés sur le plan. Les numéros de 4 à 11 correspondent au lit du fleuve, dans sa zone étroite où les salinités varient de 1 à 15‰, ceux de 12 à 21 représentent la partie marine du fleuve où les salinités peuvent atteindre 36‰. Enfin, les numéros 21, 22, 23 et 3 correspondent aux grands bancs de sable parfois vaseux des bassins, tandis que 1 et 2 sont des vases portuaires noires, enrichies en matière organique par les égouts.

Préparation des échantillons

Teneur en eau: Elle a été faite sur des fractions d'échantillons mises en pèse-filtre, lors de la récolte, pesés avant et après passage à l'étuve à 110°. La teneur en eau est, selon l'usage, exprimée par rapport au poids de sédiment sec.

Tamissage sous l'eau: Il a permis de séparer les diverses fractions constituant le sédiment:

Fraction grossière: Supérieure à 43 microns (tamis Tyler 325). Cette fraction grossière est divisée en deux parties:

- l'une supérieure à 2 mm, donc supérieure aux "sables"
- l'autre comprise entre 2 et 0,043 mm comprend les "sables" au sens strict. Ce sont les sables qui ont été tamisés ensuite sur une colonne Tyler, avec la machine Ro Tap, pendant 15 minutes

Fraction fine: C'est la partie constituée par les silts et les argiles (au sens large, dimensionnel) et de dimension inférieure à 0,043 mm.

Dosage du calcaire: Il a été fait systématiquement sur le sédiment brut séché et sur la fraction fine, lorsque cela était possible.

Résultats: Il sont tous groupés dans le Tableau I.

Description des échantillons

Nous les étudierons dans l'ordre géographique de l'amont vers l'aval.

N.º 4: Vase extra fluide avec 280% d'eau.

Fraction grossière: Sables très fins, accumulation de minéraux lourds, micas, biotite et muscovite très abondantes, rares plagioclases altérés, quelques microclines.

Morphoscopie: tous les grains sont "non usés", quelques grains "émoussés luisants".

Matériel organogène: Quelques petits rotalidés dont un rempli de sulfure de fer, un foraminifère planctonique. Organismes siliceux extrêmement abondants surtout les diatomées. Nombreux coprolites. Abondance des fibres végétales.

Fraction fine: argiles, silts; matière organique, fibres végétales.

Conclusion: vase typique d'accumulation en eaux calmes, au fond d'un trou (7 m), en milieu siliceux (organismes et concrétions ferro-siliceuses) et sulfuré: sulfure de fer dans les organismes.

N.º 5: Le dragage n.º5 a donné deux types de sédiments: en surface de la vase grise et au fond du sable vaseux. Les deux échantillons ont des caractéristiques minérales analogues; seul le pourcentage des fractions fines et grossières change.

Fraction grossière: sable grossier à moyen. Quartz essentiellement granitique et filonien, biotite verte abondante, rares plagioclases, nombreux minéraux lourds.

Morphoscopie: quelques grains bien roulés et bien polis de type "émoussés luisants".

Fraction fine: argiles et silts, pas de calcaire (0,1 à 0,25%)

Granulométrie des sables: Courbe assez régulière montrant une grande dispersion des grains.

N.º 6: Sables fins, vaseux, non calcaires.

Fraction grossière: sable fin, grains de quartz anguleux minéraux lourds communs, plagioclases altérés ou non, très peu de microcline, pas de mica.

Fraction fine: argiles et silts, pas de calcaire.

TABLEAU DES RESULTATS

| N.º | TENUEUR EAU % EN | TAMISAGE SOUS L'EAU | | | CALCAIRE | | GRANULOMETRIE FRACTION "SABLE" (entre 2 et 0,043 mm.) | | | | CHIMIE PARTIE FINE | | |
|----------|---------------------------|---------------------|--------|---------|------------|----------|---|--------------|--------------|------|-----------------------|-------|------|
| | | > 2mm. | < 2mm. | < 0,043 | TOTAL % | FIN % | Mediane en mm. | Q1 en mm. | Q3 en mm. | So | C % | N % | C/N |
| 1 | 125 | | 2,5 | 97,5 | 1 | 1,8 | | | | | 3,046 | 0,184 | 16,5 |
| 2 | 170 | | 7 | 93 | 1,1 | 1,8 | | | | | 3,084 | 0,187 | 16,5 |
| 3 | 43 | 10 | 74 | 16 | 1,9 | 1,1 | 0,340 | 0,210 | 0,530 | 1,57 | 2,993 | 0,152 | 19,6 |
| 4 | 280 | | 5,5 | 94,5 | 0,25 | 0,25 | | | | | 4,753 | 0,313 | 15 |
| 5 | 32,5 | | 26,5 | 73,5 | | | 0,240 | 0,130 | 0,400 | 1,75 | | | |
| | Vase | | | | | | | | | | | | |
| | Sable | | 71 | 29 | 0,1 | 0,25 | 0,310 | 0,180 | 0,540 | 1,71 | 1,777 | 0,127 | 14 |
| 6 | 70 | | 79 | 21 | 0,1 | 0,1 | 0,150 | 0,120 | 0,185 | 1,24 | 3,730 | 0,241 | 15,4 |
| 7 | 72 | 35 | 55 | 10 | 0,05 | 0,2 | 0,720 | 0,380 | 1,400 | 1,92 | 3,682 | 0,288 | 12,7 |
| 8 | 115 | 45 | 19 | 36 | 0,25 | 0,1 | 0,520 | 0,125 | 1,270 | 3,17 | 3,097 | 0,243 | 12,7 |
| 9 | 30 | 18 | 80 | 2 | 0,025 | | 0,550 | 0,325 | 0,870 | 1,63 | 4,552 | | |
| 10 | 53 | 6 | 72 | 22 | 0,1 | 0,1 | 0,620 | 0,380 | 0,900 | 1,54 | 4,535 | 0,235 | 19,2 |
| 11 | 127 | 3 | 53 | 44 | 0,1 | 0,1 | 0,440 | 0,220 | 0,810 | 1,92 | 3,343 | 0,152 | 21,9 |
| 12 | 123 | 5,5 | 28,5 | 66 | 3,1 | 1,0 | 0,240 | 0,150 | 0,520 | 1,86 | 4,845 | 0,107 | 24,6 |
| 13 | 212 | | 4 | 96 | 1,1 | 1,0 | | | | | | | |
| 14 | 84 | | 15 | 85 | 10,0 | 10,0 | | | | | 4,089 | 0,097 | 42 |
| | Vase | | 23 | 77 | | | | | | | | | |
| 15 | 168 | | | | | | | | | | | | |
| | Sable | 1 | 66 | 33 | 1,3 | 3,0 | 0,130 | 0,059 | 0,320 | 2,33 | | | |
| 16 | 94 | 0,5 | 33 | 66,5 | 0,1 | 0,1 | 0,173 | 0,126 | 0,230 | 1,32 | 3,243 | 0,169 | 19 |
| 17 | 118 | 2 | 32 | 66 | 0,8 | 1,7 | 0,153 | 0,060 | 0,540 | 3,00 | 3,757 | 0,166 | 22,5 |
| 18 | 100 | 0,2 | 14,8 | 85 | 0,1 | 0,05 | 0,062 | 0,053 | 0,068 | 1,11 | 3,245 | 0,233 | 14 |
| 19 | 162 | 6 | 83 | 11 | 0,2 | 0,25 | 0,460 | 0,285 | 0,790 | 1,66 | 1,830 | 0,124 | 12,4 |
| 20 | | 1 | 97,5 | 1,5 | 0,15 | | 0,399 | 0,308 | 0,600 | 1,40 | | | |
| 21 | | 29 | 60 | 11 | 15,0 | | 0,620 | 0,340 | 0,940 | 1,66 | 4,141 | 0,398 | 10,4 |
| 22 | | 6,5 | 90 | 3,5 | 1,5 | | 0,220 | 0,170 | 0,499 | 1,71 | 4,186 | | |
| 23 | | 13 | 62 | 25 | 13,0 | 1,5 | 0,265 | 0,170 | 0,500 | 1,71 | 4,088 | 0,175 | 23,4 |
| 24 | | 13,5 | 84,6 | 1,9 | 0,1 | | | | | | | | |
| Moyenne: | | | | | | | | | | | 3,60 | 0,2 | 18 |

Nota: Ce matériel semble provenir du remaniement direct des berges, constituées en cet endroit de limons d'inondations.
Granulométrie: Courbe très régulière, avec un léger déficit dans les sédiments fins.

- N.^o 7: Sable très grossier, véritable arkose de décomposition, avec de nombreux petits graviers pouvant atteindre jusqu'à 1 cm.

Fraction grossière:

Supérieure à 2 mm: quartz filonien et cristallin, souvent corrodé et carrié par altération paléoclimatique.

Grains dans l'ensemble arrondis.

Sable: sable cristallin très "sale", souvent avec des minéraux encore agglomérés. Quartz cristallin, jaune et enfumé; nombreux minéraux lourds, très rares biotites en paillettes, pas de feldspath; concrétions ferrugineuses.

Origine: décomposition des granites.

Fraction fine: silts et argiles, sans calcaire.

Granulométrie des sables: courbe irrégulière montrant l'abondance des sables grossiers.

- N.^o 8: Sables très grossiers, mais vaseux et riches en eau: 115%.

Fraction grossière:

— Supérieure à 2 mm: Grains dépassant parfois un centimètre Quartz généralement filonien, jaune ou enfumé, quelques grains d'un grès argileux tendre, peut-être des concrétions?

— Sables: sable grossier, de quartz souvent jaune ou enfumé, très peu de micas, quelques plagioclases, beaucoup de minéraux lourds. Quelques grains "émoussés luisants". Quelques grosses diatomées.

Fraction fine: argiles et silts, pas de calcaire.

Granulométrie des sables: Courbe extrêmement, irrégulière, montrant le mélange de différents stoks provenant sans doute des différents remaniements des berges dans la courbe du fleuve. Déficit des fins, sans doute du à l'action des courants violents dans la courbe.

- N.^o 9: Sable grossier, avec très peu de vase, absolument sans calcaire, au fond du fleuve, agité par des courants violents, dans une zone rétrécie.

Fraction grossière:

— supérieure à 2 mm: Grains de quartz très arrondis allant

jusqu'à 1 cm. Grains anguleux, grains carriés (altération paléoclimatique).

— sable grossier, nombreux grains anguleux et carriés, peu de sable fin, pas de micas. Quelques grains émoussés.

Fraction fine: argile et silts sans calcaire.

Granulométrie des sables: Courbe régulière montrant l'abondance de la fraction grossière.

N.° 10: Sable grossier à moyen, avec peu de vase (22%).

Fraction grossière: Grains de quartz avec inclusions. Grains sales, minéraux lourds, grains ferrugineux.

Morphoscopie: grains en général non usés, d'autres très légèrement roulés, avec usure des angles vifs. Quelques grains "picotés", d'origine éolienne.

Fraction fine: Silts et argiles, pas de calcaire notable (0,1%)

Granulométrie des sables: Courbe régulière très convexe, montrant l'excès des sédiments grossiers.

N.° 11: Sable vaseux, très riche en eau: 126%.

Fraction grossière: Grains de quartz, très riches en inclusions, rares micas réduits à quelques paillettes de biotite.

Morphoscopie: Sable fin, très bien lavé avec de nombreux grains du type "émoussés luisants".

Organismes: très rares fragments de coquilles.

Fraction fine: argiles et silts, sans calcaire notable.

Granulométrie des sables: Courbe assez irrégulière, avec un déficit dans les sédiments fins, sans doute entraînés par les courants dans cette zone où le fleuve est particulièrement rétréci. Courbe très inclinée, montrant une grande dispersion des grains.

N.° 12: Vase sableuse, avec 62% de fraction fine, compacte (35% d'eau seulement). La fraction sable est de 28%, tandis que les éléments plus gros que 2 mm atteignent 5%.

Fraction grossière: Elle est formée essentiellement de grains de quartz, souvent avec inclusions. Quelques rares plagioclases, minéraux lourds communs, quelques rares biotites très altérées.

Morphoscopie: Grains anguleux, avec quelques grains arrondis. *Faune*: Réduite à quelques diatomées, ostracodes, fragments de coquilles, un petit rotalidé.

Fraction fine: argiles et silts; noter un peu de calcaire: 3%.

Granulométrie des sables: Courbe assez régulière montrant une grande dispersion et un déficit dans la partie fine.

N.° 13: Il a été recueilli dans un trou creusé par la drague travaillant dans cette zone, et il présente ainsi des caractéristiques particulières: tout d'abord l'extrême fluidité de ce sédiment avec 212% d'eau c'est à dire qu'il s'agit plutôt d'un sédiment dispersé dans l'eau que d'une vase. Ensuite la fraction grossière est des plus réduites 3,8% seulement.

Fraction grossière: aiguilles et fragments de quartz, tous anguleux; quelques minéraux lourds, très rares plagioclases, biotite abondante, comme toujours dans ces dépôts d'accumulation; fibres végétales abondantes et nombreuses diatomées.

Fraction fine: argiles, silts et matière organique; calcaire très faible: 1%.

Origine: Comme pour le N.° 4, il s'agit d'une vase de décantation dans un trou, à l'abri des courants.

N.° 14: Vase sableuse, relativement compacte: 85% d'eau, avec 15% de sable fin. Une seule caractéristique notable: l'abondance du calcaire 10%, du à la prolifération des mollusques dans cette zone de vase, sur les bords du fleuve. Rappelons qu'en amont de cette zone, le fleuve est presque dépourvu de faune saumâtre, alors qu'elle est bien développée en aval.

Fraction grossière: Sables fins, homogènes, grains de quartz limpides, tous anguleux, avec paillettes de biotite abondante, mais très altérée.

Organismes: petits rotalidés, nombreux fragments de coquilles, spicules d'éponges et organismes siliceux, diatomées, quelques ostracodes.

Nota: Ces organismes sont dans l'ensemble remplis de matière organique évoluée en sulfure de fer opaque au microscope. C'est la preuve d'un milieu avec un abondant développement de la vie, et de type réducteur, ce qui est fréquent dans ces faciès de décantation.

N.° 15 et 15 bis: A cet endroit, nous avons dragué d'un seul coup, deux types de sédiments tellement différents, qu'il est nécessaire de les séparer.

— 15 : une vase superficielle, grise et très fluide: 167% d'eau

— 15 bis: un sable argileux rouge, barriolé, qui me semble un fragment d'argile "barreiras", qui forme toute la zone de transition entre le cristallin et la plaine alluviale. Vu l'épaisseur énorme des sédiments fluviaux de cette dernière, il est peu probable que nous ayons un affleurement en place de ces barreiras. Comme c'est le matériau par excellence de remblaiement dans la région, je pense qu'il s'agit là d'un dépôt accidentel, sans signification géologique.

— 15:

Fraction grossière: Quartz essentiellement, pas de micas, minéraux lourds.

Fraction fine: argiles et silts, très peu de calcaire: 1,3%.

N.° 16: Vase assez sableuse: 33%.

Fraction grossière: Sables moyens à fins, essentiellement du quartz, quelques biotites altérées.

Fraction fine: argiles et silts. 0,1% de calcaire.

Granulométrie des sables: Courbe très régulière dans les grains supérieurs à 0,1 mm; déficit des sédiments de taille inférieure, ceux-ci ayant été entraînés par le courant.

N.° 17: Vase fine mélangée à des sédiments grossiers (34%). Relativement peu compacte, riche en eau: 118%.

Fraction grossière: Quartz essentiellement, un peu de biotite.

Fraction fine: argiles, silts et peu de calcaire: 1%.

Granulométrie des sables: Courbe extrêmement irrégulière qui traduit bien un mélange de plusieurs stoks de sédiments, grossiers et fins.

N.° 18: Vase peu sableuse: 15%

Fraction grossière: essentiellement du sable quartzeux, cristallin ou de filon, quelques paillettes de biotite, fort altérée.

Morphoscopie: Quelques grains émoussés.

Faune: rares fragments de coquilles.

Fraction fine: Elle est argileuse, sans calcaire: 0,1%

Granulométrie des sables: Courbe extrêmement redressée, montrant une dispersion très réduite, dans les sables. Ceci concorde bien avec la nature vaseuse du sédiment en eaux calmes.

N.° 19: Sable très grossier, avec des granules supérieurs à 2 mm, peu de vase: 12%.

Fraction grossière: Sable grossier, bien lavé, essentiellement quartzeux, avec quelques biotites.

Fraction fine: argiles et silts, sans calcaire : 0,2%.

Granulométrie des sables: Courbe assez régulière et de grande dispersion avec absence de sédiments fins. Ceci concorde avec l'aspect "lavé" des sédiments dans une grande boucle du fleuve, que les courants semblent avoir débarrassés des sédiments fins.

N.° 20: C'est un sable moyen à grossier, sans vase: 1,5%.

Fraction grossière: Quartz cristallin et filonien, parfois jaune ou noirâtre, minéraux lourds, quelques concrétions ferrugineuses et des fragments de coquilles.

Morphoscopie: Tous les sables sont anguleux, parfois avec les angles émoussés. Notons un apport extérieur de quelques grains tout à fait émoussés lusians, et d'autres "picotés", ce qui traduit un début d'éolisation. Ces sables sont sans doute des sables marins apportés là, ou remaniés.

Granulométrie des sables: Courbe très régulière, montrant une bonne dispersion et traduisant une sédimentation non perturbée.

N.° 21: C'est un sable grossier, avec une partie importante (3%) dépassant 2 mm, et constituée en partie de coquilles, ce qui d'autre part lui donne une grande teneur en calcaire: 15%.

Fraction grossière:

— supérieure à 2 mm: Gros grains de quartz, généralement filonien, souvent enfumés. Nombreux fragments de coquilles, larves et petites formes entières.

— Sable: essentiellement du quartz cristallin et filonien, noirâtre ou jaunâtre. Fragments de roches, quelques minéraux lourds, très peu de biotite.

Faune: quelques fragments de coquilles.

Morphoscopie: Dans l'ensemble, grains sales, provenant de la décomposition de roches, pas de lavage ni de triage par les eaux actuelles du fleuve. Quelques grains très légèrement émoussés.

Fraction fine: silts et argiles, peu de calcaire.

Granulométrie des sables. Courbe irrégulière montrant l'abondance des sédiments grossiers.

N.° 22: Sables grossiers avec très peu de vase: 3,5%.

Fraction grossière:

— supérieure à 2 mm: quelques grains fort altérés et carriés de quartz filonien, quelques gros grains très usés.

— sable: grains très sales, ferrugineux, essentiellement du quartz, quelques minéraux lourds.

Morphoscopie: tous les grains sont anguleux, sauf quelques-uns dépolis, de type "ronds mats" et d'autres "picotés" qui traduisent un très faible apport dunaire.

Granulométrie des sables: Courbe irrégulière, traduisant le mélange de plusieurs stoks de sable.

Partie fine: essentiellement argiles et quartz, très peu de calcaire.

N.° 23: sables grossiers avec 25% de vase, riches en calcaire: 15%, par suite de l'abondance des coquilles.

Fraction grossière: grains très bien lavés et très propres. Quartz exclusivement, souvent avec des inclusions, un foraminifère planctonique.

Fraction fine: Argiles et silts, peu de calcaire: 1,5%, alors qu'il est dix fois plus important sous forme de fragments de coquilles dans la fraction grossière.

Granulométrie des sables: Courbe très irrégulière montrant une grande dispersion des sédiments déposés en eau tranquille.

N.° 3: Sable grossiers, peu vaseux: 16%.

Fraction grossière: essentiellement du quartz cristallin et de filon, souvent agrégats de plusieurs minéraux, nombreux minéraux lourds, peu de micas.

Morphoscopie: grains sales et patinés de fer, très voisins du N.° 22; grains anguleux, certains ont un début de polissage des angles. Les grains plus gros que 2 mm sont généralement assez bien arrondis.

Organismes: fragments de cardium, huitres, gastéropodes et corbules.

Granulométrie des sables: Courbe extrêmement régulière, sédiment de grande dispersion témoignant d'une sédimentation en eaux calmes.

N.° 2: Vase grise très fluide, très riche en eau: 170%.

Fraction grossière: sables très fins de quartz cristallin en esquilles, beaucoup de biotite, peu de muscovite, peu de minéraux lourds.

Morphoscopie: Alors que les grains sont dans l'ensemble anguleux, conformément à leur taille très réduite, on trouve une certaine quantité de grains émoussés luisants intacts ou "picotés" qui traduisent un apport de sables marins et dunaires. Ces apports doivent sans doute dater d'une période antérieure à la construction des quais et du port, lorsqu'il y avait encore des bancs de sable et des dunes dans cette partie de la ville actuelle.

Fraction fine: Argiles, silts et matière organique (due aux

égouts), très peu de calcaire: 1 à 2%.

N.° 1: A l'entrée du port. Vase gluante d'estuaire et de port, très pauvre en sable fin: 2,2%, riche en eau: 125%.

Fraction grossière: sable fin et très fin, essentiellement du quartz en esquilles, paillettes de biotite, peu de muscovite, rares plagioclases et microcline, petites concrétions ferrugineuses et siliceuses.

Morphoscopie: Vu la très petite taille des grains, tous sont du type anguleux, pas du tout polis par les eaux.

Organismes: Ils sont réduits à quelques petits rotalidés, spicules siliceux, fragments de coquilles rares, fibres végétales etc...

Fraction fine: argiles et silts, matière organique putride, peu de calcaire: 1,8%.

CONCLUSIONS

De cette description et avec l'aide des courbes granulométriques, nous pouvons grouper ces divers sédiments en plusieurs types:

- 1.° — Dépôts d'eau calme dans les trous: Exemples les échantillons n.° 4 et 13.
 - vase organique gris foncé à noir, très fluide (200% d'eau par rapport au poids du sédiment sec).
 - fraction grossière réduite à quelques pour cent.
 - abondance des argiles, micas et autres phyllites.
 - abondance des fibres végétales.
 Toutes les caractéristiques des vases d'accumulation en eaux calmes.
- 2.° — Dépôts de sable de granulométrie régulière correspondant au dépôt d'un seul stok de sédiment: échantillons n.° 5, 6, 16, et 18 en amont, 3, 20 et 23 en zone "marine". Généralement de dimension moyenne. Noter toutefois un léger déficit de sédiments fins dans certains échantillons. (Fig. 1)
- 3.° — Dépôts de sables grossiers, parfois avec des petits graviers qui proviennent du remaniement direct des alluvions anciennes, soit des berges, soit du fond. Au lieu des courbes en S, ce sont des courbes convexes montrant un excès de matériel grossier et un déficit dans les sédiments fins, qui sont sans doute enlevés par les courants de marées. Echantillons n.° 7, 9, 10, 11, 12, 19 et 21. (Fig. 2)
- 4.° — Enfin les courbes très irrégulières, résultant d'un mélange de sédiments comme les échantillons n.° 15, 8, 17 et 22, joint à un fort déficit de la fraction fine, sans doute du aux courants. Au con-

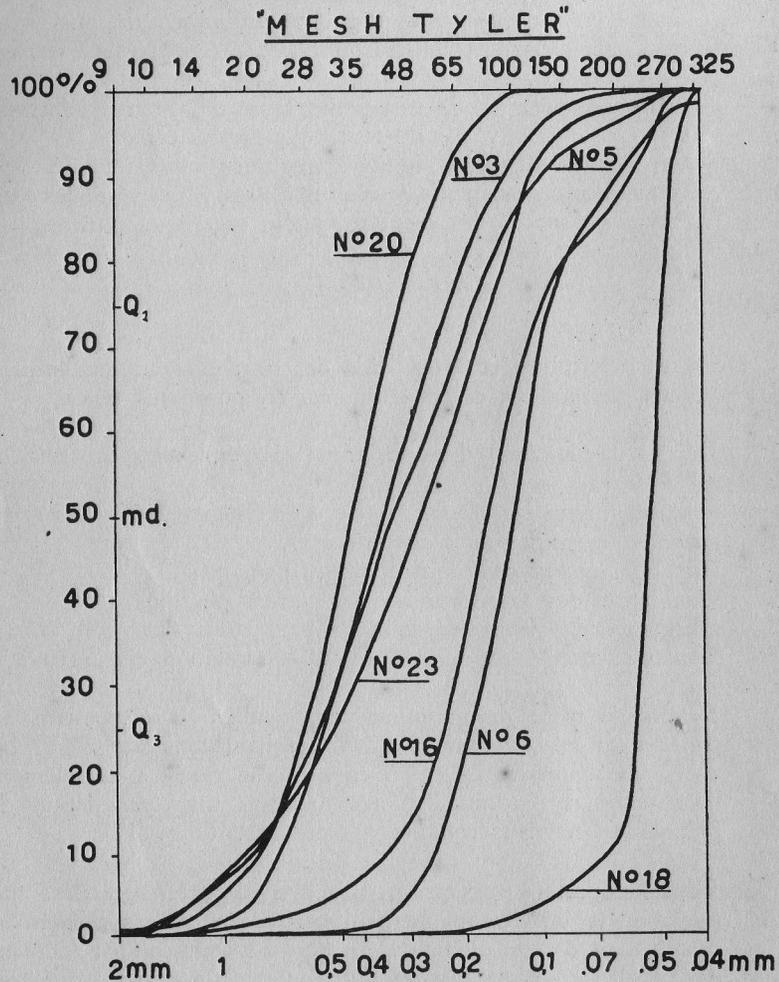


FIG. 1 — Courbes granulométriques, bien classés, des sédiments transportés.

Curvas granulométricas dos sedimentos transportados e por isso bem classificados.

Curvas of mechanical analysis from transported sediments, well sorted.

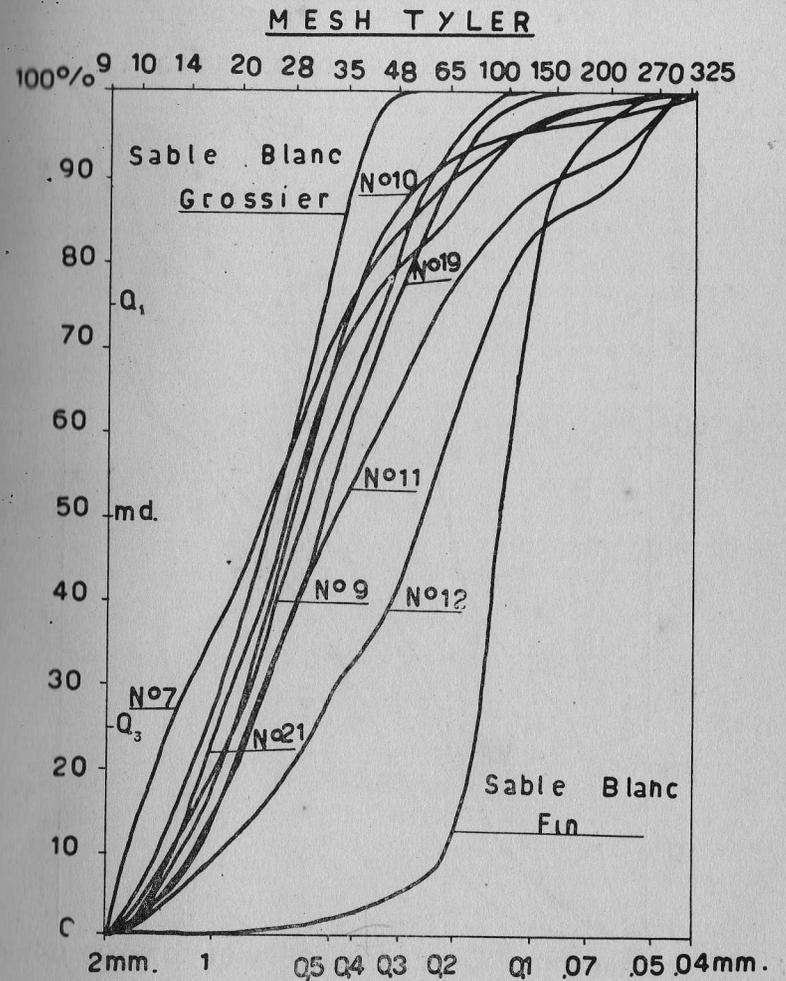


FIG. 2 — Courbes granulométriques des sédiments grossiers provenant du remaniement du fond et des berges.

Curvas granulométricas dos sedimentos grossos que provêm diretamente do revolvimento das aluviões do fundo e das margens.

Curves of mechanical analysis of reworked coarse sediments from the banks and bed of river.

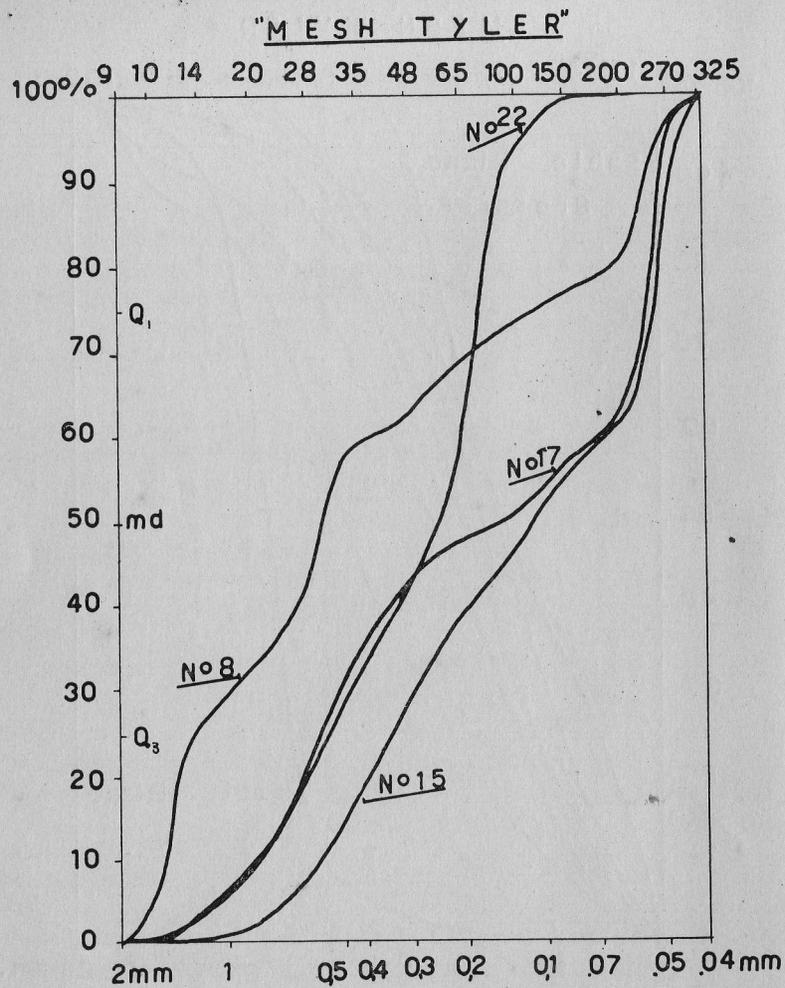


FIG. 3 — Courbes granulométriques irrégulières montrant le mélange de plusieurs stocks de sédiments.

Curvas granulométricas irregulares mostrando a mistura de diversos estoques de sedimentos.

Curves of mechanical analysis showing the mixing of different sediments.

traire le n.° 22 dans la partie marine, montre un excès de "fin", que sa position dans un vaste plan d'eau expliquerait peut-être. (Fig. 3)

Interprétation

Si nous utilisons les sables blancs fins et grossiers des alluvions anciennes du rivage (point 24), nous constatons que tous les échantillons grossiers étudiés se trouvent inclus entre les deux courbes des sables fins et grossiers. (Fig. 2)

Seul le n.° 7 particulièrement grossier est en dehors de ces limites et accuse un excès de gros éléments. Il semble donc bien que ces sédiments grossiers (avec des petits graviers de 1 cm) appartiennent bien aux alluvions anciennes du remplissage fluvial quaternaire et ne sont pas transportés par le fleuve actuel. Ce dernier n'ayant pas de courant suffisant et ne charriant que des argiles et des limons entraînés dans le port par les courants de marée.

Ceci est une preuve de plus (1) qui montre que la partie inférieure du Capibaribe est plus une résurgence de la nappe phréatique sans grand débit qu'un fleuve doué de courant et charriant des sédiments. Ceci en étiage du moins.

L'étude lors des crues sera faite prochainement. De toute façon, vu la pente du fleuve dans la plaine, il ne peut charrier que des sables fins, limons et argiles.

II — LE PROBLEME DE LA SEDIMENTATION VASEUSE DANS L'ESTUAIRE

Alors que la plupart des échantillons du fond du fleuve sont des sables souvent très grossiers, les berges montrent à marée basse, des bancs de vase, molle, gluante et brunâtre.

Nos camarades du Laboratoire de Géographie Physique sous la conduite de J. BOURCART ont montré dans une série de notes, le mécanisme de l'envasement des estuaires pendant l'étiage. Ce sont les flocons et les agrégats qui se déposent sur les bords du fleuve, pendant l'étiage, alors qu'ils sont toujours maintenus en suspension par le courant lors du flot et du jusant.

Nous avons nous-mêmes, au cours de l'étude du matériel en suspension dans le chapitre précédent consacré à la turbidité, montré le rôle très important que jouent ces flocons et agrégats de taille millimétrique dans les troubles en suspension.

(1) — voir l'étude précédente concernant la marée de salinité et le chapitre III de E. STRETTA, arrivant au même résultat.

Nous savons que la plaine alluviale de Récife est essentiellement un remplissage sableux, avec parfois des petits graviers. On les retrouve dans le fond du lit du Capibaribe, surtout là où par suite des courants de marée violents, le fleuve est creusé, directement dans les alluvions anciennes.

Les courants de marée ne font en quelque sorte que le "nettoyage", en empêchant les sédiments actuels de s'accumuler. Ceux-ci ne sont localisés que dans les trous de certaines boucles, caractérisées par leurs eaux calmes. Sur les berges, le problème est différent. On assiste à la formation actuelle de deux banquettes de vase brune ou noire, gluante, essentiellement argileuse et organique. Ce dépôt se fait surtout pendant l'étalement et sous forme de flocons, qui viennent se coller sur la vase antérieure, et que les courants de marée ne sont plus capables d'éroder par suite de la cohésion et la rigidité de la vase.

Cette vase provient du dépôt et de l'accumulation des troubles argileux en suspension, particulièrement importants lors des pluies et qui proviennent du lessivage de la formation "barreiras" voisine.

III — LA MATIÈRE ORGANIQUE DANS LES SÉDIMENTS DU CAPIBARIBE

Pour cette première étude des sédiments du Capibaribe, il nous a paru intéressant de faire quelques dosages de la matière organique, sous forme de carbone et d'azote organique (1), et de déterminer ainsi le rapport C/N.

Résultats

Les résultats montrent la haute teneur en carbone: dans la majorité des échantillons elle dépasse 3% et atteint presque 5%, tandis que l'azote présente des valeurs de 0,1 à 0,4%. Ces valeurs sont relativement importantes si on les compare à quelques autres en notre possession, par exemple:

Baie de Villefranche-sur-mer (J. M. OTTMANN, 1955); C varie entre 1 et 3,5%, et N entre 0,05 et 0,2%. C/N entre 8 et 30. Les valeurs maximum étant prises dans la tache de vase noire au fond de la baie, là où la vase putride s'accumule.

Lagunes du Delta du Rhône (C. RAZAVET, 1956); elles sont très

(1) — Le dosage du carbone a été fait selon la méthode d'Anne, et celui de l'azote par la méthode de Kjeldahl sur le liquide d'extraction du carbone.

riches en matière organique. C varie entre 0,3 et 3,5%, N entre 0,05 et 0,175% et C/N va de 3 à 30.

Littoral et ports du Japon (K. KATO, 1956); C varie entre 0,2 et 3% (les valeurs les plus fréquentes sont entre 1 et 2), N varie de 0,05 à 0,3%, et le rapport C/N de 2 à 24, avec une fréquence maximum en dessous de 10.

Région au large de l'Amazonie (J. M. OTTMANN, inédit). C varie de 0,4 à 1,6%, N reste toujours inférieur à 0,1% et C/N varie 17 à 40.

De ces résultats, nous remarquons:

1.° — La teneur en C dans le Capibaribe est de beaucoup supérieure aux autres endroits, ceci étant dû sans doute à l'abondance des éléments végétaux, tels que les fibres flottantes, mais surtout les microorganismes, comme les diatomées et les algues vertes extrêmement abondantes comme nous l'avons vu à propos de l'étude du matériel en suspension.

2.° — La quantité d'azote organique est elle aussi importante. Toutefois les valeurs élevées du rapport C/N, provient toujours d'une grande abondance du carbone.

3.° — Les valeurs élevées de C/N, entre 10 et 24. Moyenne 18.

Conclusions:

Pour la matière organique dans le Capibaribe, l'apport végétal est fondamental (fibres, algues vertes, diatomées etc.) Ceci confirme nos observations sur le matériel en suspension, lors de l'étude sur la turbidité du fleuve, où l'abondance de diatomées et chlorophycées était remarquable alors que le zooplancton était des plus réduits.

OS SEDIMENTOS DA EMBOCADURA DO RIO CAPIBARIBE

Resumo:

O estudo dos sedimentos do estuário do Capibaribe, mostra que os sedimentos do fundo do leito, em geral são areia grossa, que têm origem no revolvimento dos aluviões das margens e do fundo e que são cavados pelas correntes da maré, diretamente no enchimento arenoso da planície.

O rio Capibaribe, quase sem potência no verão, não pode arrastar areias, transporta somente sedimentos finos, argilas especialmente, que vão se depositar sobre as margens.

Esse depósito é feito sob a forma de banco de vasa argilosa e realiza-se especialmente pela formação de flocos e agregados, os quais se sedimentam durante as estolas entre as marés.

Sob o ponto de vista químico, nota-se a pobreza ou ausência de calcário, a grande quantidade de matéria orgânica e o teor muito elevado de carbono orgânico, o que acarreta a relação C/N valores muitos elevados.

THE SEDIMENTS OF THE ESTUARY OF CAPIBARIBE RIVER

Abstrat

A study of the sediments of the Capibaribe river estuary shows that sediments of the bed of the river are generally coarse sand derived from the reworking of the aluvium from the banks and bed which are dredged out by tidal currents directly from these coastal plain deposits.

The Capibaribe river, almost without force during the summer lowstage transports only fine sediments, principally clays, which are deposited on the banks. These deposits are in the form of mud clay resulting from the sedimentation of flakes and aggregates during the slack between tides.

There is little or no calcium carbonate present in the sediments but there is a great quantity of organic matter and very high of organic carbon, which to the C/N ratio very high values.

BIBLIOGRAPHIE

- P. ANNE — Dosage rapide du carbone organique des sols — Ann. Agro. XV — 1945.
- J. BOURCART — Essai d'une définition de la vase des estuaires C. R. Ac. Sc. t. 209, p. 542 — 1939.
- J. BOURCART, Cl. FRANCIS-BOEUF et B. RAJCEVIC — Sur le mécanisme de sédimentation des vases dans les estuaires. C. R. Ac. Sc., t. 223, p. 1025. — 1941.
- J. BOURCART et Cl. FRANCIS-BOEUF — La vase. *1 vol. Hermann 63p. — 1942.
- Cl. FRANCIS-BOEUF — Les phénomènes de sédimentation dans les estuaires. Bul. Ass. Géogr. Fr., n.º 146, p. 64 — 1942.
— Recherches sur le milieu fluvio-marin et les dépôts d'estuaires. Ann. Inst. Océano., t. XXIII, fasc. 3 — 1947.
- L. GLANGEAUD — Transport et sédimentation dans l'estuaire et à l'embouchure de la Gironde. Caractères pétrographiques des formations fluviatiles, saumâtres; littorales et néritiques. Bul. SGF, VIII, 7-8 — 1938.
— Le mouvement des sédiments et la formation des bancs, seuils et mouilles dans la Garonne et l'estuaires de la Gironde. Cong. Int. Géod. géogr. potam. Washington, Q. 3; R.6 — 1939.
— Sur la formation et la répartition des faciès vaseux dans les estuaires. C. R. Ac. Sc., 213, p. 1022 — 1941.
- L. GLANGEAUD et Y BONNICHON — Sur les causes dynamiques des variations de turbidité et du débit solide dans la Garonne maritime et la Gironde au cours de la marée. C. R. Ac. Sc., 208, p. 1072 — 1939.
- K. KATO — Chemical investigations on marine humus in bottom sediments. Hokkaido University, Vol. 4, n.º 2, pp. 81-209 — 1956.
- S. MERIAUX — Contribution à l'étude de l'analyse granulométrique. Thèse Paris — 1953.
- J. M. OTTMANN — RICHARD — Recherche sur les méthodes de dosage du

carbone organique dans les sédiments marins — Dipl. d'Et. Sup. Paris — 1955.

- H. RAJCEVIC — Etude des conditions de sédimentation dans l'estuaire de la Seine. Thèse, Paris — 1954.
- G. RAZAVET — Contribution à l'étude géologique et sédimentologique du Delta du Rhône. Thèse, Paris — 1955.
- P. ROA MORALES — La marée de salinité, la turbidité et les sédiments de la Rance Maritime — Thèse, Paris — 1956.