Trabs. IBMO-UR Vol. I, n.º I, págs. 39-49, 1959

> "LA MAREE DE SALINITE DANS LE CAPIBARIBE" RECIFE — BRESIL

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

# INTRODUCTION

Cette étude est le premier travail fait à l'Institut de Biologie Marine et Océanographie, qui vient d'être organisé et équipé en 1958-59 par l'Université de Récife. Ce travail présente sans doute bien des lacunes, en particulier la partie bio-physico-chimique que nous n'avons pu faire. De plus il ne porte que sur les mois d'été austral, pendant la saison sèche: novembre, décembre et janvier. Mais nous espérons pouvoir le reprendre plus tard, à l'occasion de la saison des pluies, en hiver. D'autre part, l'absence complète d'échelles de marée et de mesures de débit dans le fleuve, a beaucoup compliqué ce travail.

Il nous est particulièrement agréable de signaler la précieuse collaboration du Dr. K. KATO, Professeur à l'Université de Hokkaido, hôte du "Conselho-Nacional de Pesquizas" à l'Institut Océanographique de São-Paulo. Il est venu nous prêter le concours de sa grande expérience pour le début de cette étude, que nous avons ensuite terminé. Nous l'en remercions bien sincèrement.

Parallèlement à la création de l'Institut, l'Université de Récife confiait à E. STRETTA l'organisation d'un laboratoire d'hydrogéologie équipé pour les analyses d'eau. Nous avons donc joint nos efforts, et nos collègues de ce laboratoire d'hydrogéologie ont bien voulu nous faire une série d'analyses. Nous les remercions bien sincèrement pour leur collaboration.

<sup>(\*)</sup> Maître de Conférences détaché auprès de l'Université de Récife.

— Chargé de l'organisation de l'Institut de Biologie Marine et Océa-

<sup>—</sup> Professeur de Sédimentologie au "Curso de Geologia".

<sup>(\*\*)</sup> Assistante de chimie à l'I.B.M.O. à Récife,

#### CONDITIONS GEOGRAPHIQUES

Le Capibaribe est le fleuve qui traverse Récife et dont l'embouchure servait de port à la ville. Pendant la saison des pluies, il a un débit important et charrie des eaux boueuses. En étiage au contraire, son débit est beaucoup plus limité; il est alors alimenté par la résurgence de la nappe phréatique qui imbibe tout le sous-sol alluvial et marécageux de Récife. Dans ce cas, les marées provoquent de véritables courants assez violents pouvant aller jusqu'a 2 m/sec dans la partie la plus étroite du fleuve. La marée se fait alors sentir jusqu'a 15 km du port et la salinité atteint encore quelques grammes par litre.

L'estuaire est fortement ensablé et les profondeurs sont variables de 2 à 6 m, avec des bancs de sables comme par exemple en face du Palais du Couverneur, où il n'y a que 50 cm d'eau à marée basse, ou de grands trous dans les boucles, par exemple en face du gazomètre

où l'on trouve 6 à 7 m à marée haute.

L'écoulement vers la mer est assez compliqué. Le fleuve se divise en deux bras dont le principal va se jeter dans le port, sous le pont Giratoire, tandis que l'autre ensablé, constitue le bassin de S. Amiro et va se déverser dans le bassin de la future base navale. Quant au port lui-même, il est fermé par une longue ligne de "arrecifes": bancs de grès calcaire coquiller (1) portant la digue.

Rappelons enfin les conditions climatiques de la région: située en plein climat tropical, tempérée par les alizés mais avec une température moyenne constante, variant de 25 à 30°. Ceci donne aux eaux du fleuve une température relativement élevée, puisqu'elle peut dépasser 30° en surface, ce qui permet le développement extrêmement abondant de la vie (diatomées, algues vertes et bactéries surtout).

### Conditions de vrélèvement

Les prélèvements ont été faits en barque, d'abord à marée haute, puis à marée basse, tout le long du profil étudié. Ensuite des stations fixes ont été faites d'heure en heure, pendant le flot et le jusant; 500 à 600 prélèvements ont ainsi été effectués en deux mois d'été (novem-

bre et décembre) aux 12 points différents.

Les diverses positions sont portées sur la carte (numéros cerclés). (Fig. 1) Les points 1, 2 et 3 correspondent à la zone portuaire, avec toujours de fortes salinités; les points 4, 5, 6, et 7 à la zone marine où les salinités ne descendent pas en dessous de 8 a 10º/00 à marée basse, avec de vaste plan d'eau et des faunes "marines"; les points 8, 9, 10, 11 et 12 à la partie que j'appelerai "fluviale". Cette dernière partie se marque par le rétrécissement du fleuve, les courants violents qui brassent les eaux et suppriment toute stratification, avec des salinités descendant à 1 ou  $2^0/_{00}$  à marée basse.

Nous avons toujours pris 2 à 4 échantillons selon les profondeurs:

- 1) en surface, dans tous les cas: -x sur les graphiques.
- 2) à 1 m de profondeur: --/-- sur les graphiques.

3) à une profondeur intermédiaire de 2 m: --//-- 3 m ---///-- sur les

4) au fond, dans tous les cas, ou plus exactement lorsque le lest de la bouteille arrivait au fond, et que le goulot était à 40 ou 60 cm du fond: -- . -- sur les graphiques.

Mode de prélèvement et dosages

Tous les prélèvements ont été faits en utilisant une méthode fort simple: une bouteille d'un litre descendue fermée jusqu'à la profondeur voulue, puis ouverte en tirant le bouchon par une ficelle.

- La température fut toujours mesurée à bord, immédiatement

après la récolte de l'échantillon.

L'échantillon d'eau destiné au dosage de l'oxygène dissous était transvasé en flacon brun de 275 cc, bouché émeri: l'oxygène était fixé immédiatement à bord, selon la méthode de Winkler, et les dosages furent faits le lendemain au laboratoire.

- Le pH fut mesuré avec un pHmétre portatif, ou à terre immédiate-

ment après prélèvement.

- La salinité a été faite selon la méthode Knüdsen.

## I – LA MAREE DE SALINITE

Nous reprendrons ce terme d'un usage fréquent, pour caractériser les variations de salinité dans l'estuaire en fonction de la marée.

La marée à Récife

L'amplitude de la marée est variable, allant d'un maximum de 2,40 m (-0,1 m à 2,3 m) à un minimum de 0,90 m (0,70 m à 1,60 m),

avec une valeur très fréquente voisine de 1,80 m (1).

Malheureusement il n'existe aucune échelle de marée dans l'embouchure du fleuve. Ceci nous a conduit à utiliser les valeurs prévues par l'annuaire des marées en tenant compte du retard de la marée aux divers points étudiés. Ce retard a été déterminé expérimentalement au cours des reconnaissances préliminaires, et peut atteindre en amont 50 minutes à 1h 10 aux points étudiés 11 et 12, qui sont les plus éloignés.

<sup>(1) —</sup> Grès dunaires ou marins du Quaternaire.

<sup>(1) —</sup> C'est cette valeur de 1,80 m que nous avons adopté sur nos gra-phiques pour simplifier, soit 30 cm de variation par heure.

Le port étant fermé par une ligne de "arrecifes" est divisé en plusieurs bassins et le mouvement de la marée dans le fleuve est relativement peu violent. Toutefois, les courants de marée sont sensibles dans les zones étroites du fleuve, et j'ai pu en utilisant des flotteurs, observer des courants de 1 à 2 m/sec (pont du Derbi par exemple).

#### La marée de salinité

Nos observations concernant la marée de salinité sont groupées dans les graphiques 2, 3 et 3 bis, ces deux derniers montrant les courbes isohalines aux diverses heures de la marée montante et descendante.

Notons tout d'abord le rôle fondamental de la topographie du fond et en particulier la présence d'un banc de sable devant le palais du Gouverneur, véritable seuil qui lors du flot empêche durant un certain temps la remontée des eaux salées.

C'est ainsi qu'il faut attendre 2 heures pour que la courbe isohaline de  $25^{\circ}/_{00}$  franchisse ce seuil, 3 heures pour la courbe  $30^{\circ}/_{00}$  et 5 heures pour la courbe  $35^{\circ}/_{00}$ .

De même les deux "trous" dans la courbe en face du gazomètre et en amont de l'île, dus à un surcreusement du lit, en dessous du niveau de la mer, servent de zone d'accumulation aux eaux salées qui se stratifient selon leur densité, et restent plus ou moins "captives" au fond.

#### Pénétration de la marée

Flot: (graphique n.º 3). A marée basse, nous avons une belle stratification des eaux avec toujours les eaux salées rampant sur le fond, jusqu'à atteindre l'ile, dont elles remplissent le trou en amont. Notons aussi la remarquable, stratification des eaux au fond du creux, en face du gazomètre.

Ensuite, lorsque la marée monte, cette stratification horizontale tend à disparaitre pour être remplacée par une progression de la salinité avec isohalines presque verticales dans la zone amont, ce qui traduiraient plutôt une diffusion de l'eau salée dans l'eau douce.

De même, il semble que s'établisse là, en amont, un équilibre entre le courant de marée encore sensible, et l'apport d'eau douce très faible; nous avons déjà dit que le débit du fleuve lui-même est très peu important. Dans ce cas, l'arrivée de l'eau salée empêche complètement l'écoulement de l'eau douce: celle-ci ne s'écoulant à la surface qu'à marée basse.

Jusant: (Graphique nº 3 bis). Lors du reflux, l'eau douce repousse l'eau salée et forme une sorte de langue, qui avance vers la mer (voir en particulier à O h et 3 h sur le graphique n.º 3 bis). Il faut toutefois remarquer que cette pointe d'eau douce ne se fait pas exactement en surface. Ceci est du, je pense, au fait qu'entre les points 4 et 5, la surface des eaux est agitée par le vent canalisé entre les édifices des deux rives, et il est assez fort pour pousser des vagues d'eau salée audessus des eaux douces, de faible débit.

Étude des variations de la salinité aux divers points

# I - Pont Giratoire: graphique n.º 5

C'est le lieu que l'on peut considérer comme étant la véritable embouchure du fleuve, puisque dans le port les eaux se maintiennent toujours très salées.

- En surface la salinité varie beaucoup selon la marée et le lieu des prélèvements, de 25 à  $35^{\circ}/_{00}$ . Au fond, l'amplitude des variations est plus faible et varie entre 31 et 37º/00.

# II - Pont Isabelle: graphique n.º 6

C'est l'endroit où l'on entre franchement dans le fleuve, après avoir

quitté les bassins et les bras de la zone portuaire.

– Pendant le flux, la salinité augmente régulièrement de 20 à 37º/00. Au reflux, des modifications importantes s'observent près de la marée basse, elles sont dues au brassage des eaux par le vent violent en cet endroit.

## III - Gazomètre: graphique n.º .7

Dans la courbe à angle droit que décrit le fleuve à cet endroit, il se trouve un trou de 6 à 7 m de profondeur, creusé sans doute par le mouvement hélicoïdal de l'eau dans cette boucle.

- Lors du flux, nous observons une augmentation régulière de la salinité en surface de 13 à 35º/00. A un mètre de profondeur, variations analogues avec courbe parallèle à celle de la surface. Par contre au fond, où les eaux salées s'accumulent, la variation est beaucoup plus faible presque négligeable, entre 33 et 34º/00. Au reflux, les variations au fond ont un peu plus d'amplitude: 27 à 35°/00.

## IV - Dragues: graphique n.º 8

Nous avons choisi cet autre emplacement bien que sans cesse perturbé par les dragages, pour diverses raisons:

- c'est la fin des larges plans d'eau,

- c'est aussi la fin de la zone "maritime", c'est à dire là où l'on rencontre la faune "marine" ou du moins d'eau très salée. En amont, la faune marine a à peu près disparu.

- Variation régulière de la salinité en surface, très irrégulière au fond du trou, sans doute par suite de l'eau salée résiduelle. Amplitude de varation de 10 à 33°/00 en surface. C'est le maximum observé dans le fleuve, et cela explique sans doute le changement de faune en amont.

## V - Pont de Torre: graphique n.º 9

Ici par suite de la faible profondeur et du brassage des eaux par le courant, il y a très peu de variation entre la surface et le fond. — Grande variation de salinité entre 6 et  $25^{\circ}/_{00}$ .

VI — Ile: graphique n.º 10

En ce point situé à environ 10 km du port, la salinité diminue beaucoup et varie entre 3 et  $13^{\circ}/_{00}$ . Par suite de la profondeur, on retrouve une stratification des eaux, les salées restant au fond avec 10 à  $18^{\circ}/_{00}$ de sel. Mais cette stratification est souvent perturbée par le courant, par des tourbillons qui se déplacent dans cette courbe, et par les remous dus à la division du fleuve en deux bras de chaque côté de l'île.

Dosages du Na, Ca, Mg et SO,

Ces dosages ont été faits au Laboratoire d'hydrogéologie sous la direction de E. STRETTA. Ils sont groupés dans le tableau n.º 1 et représentés sur le graphique n.º 2 bis. Ils sont liés directement à la salinité, et les courbes montrent une parfaite similitude. Ceci prouve que les eaux douces du fleuve, particulièrement acides et dépourvues de calcaire, n'influent pas du tout sur les rapports de ces composants, qui sont essentiellement d'origine marine.

## II – LES VARIATIONS DU 19H ET DE L'OXYGENE

L'oxygène a été dosé après fixation, par la méthode de Winkler. Il a été représenté en % de saturation en tenant compte de la température élevée (27 à 30°) et de la grande variation de la salinité d'après les tables de C.J. FOX (1907).

L'examen des divers graphiques montre une grande similitude de variation entre l'oxygène et le pH. C'est pourquoi nous les étudierons ensemble.

Tout d'abord notons sur le graphique n.º 2, l'augmentation du pH et de l'oxygène dissous en face du Pont Isabelle, ce qui correspond semble-t-il au débouché des nombreux égouts du centre de la ville. Ensuite dans le vaste plan d'eau, qui va du gazomètre aux dragues, il

y a une nette augmentation du pH et de l'oxygène.

Dans la zone "fluviale", là où le fleuve est le plus étroit, avec de forts courants, le pH et l'oxygène diminuent à marée haute et augmentent à marée basse.

Dans la zone de l'île et Poço, aux salinités extrêmement faibles, le phénomène est exactement le contraire. L'oxygène dissous a été représenté en courbes de pourcentages égaux sur les graphiques n.º 4, et 4 bis. Nous voyons que les valeurs importantes de l'oxygène se

situent presque toujours vers le milieu du flot ou du jusant. Or, nous avons toujours commencé nos observations le matin, généralement entre 7 et 9 heures, en terminant vers 13 ou 15 heures. Les valeurs maximum de l'oxygène correspondent donc aux environs de midi, c'est à dire aux heures les plus chaudes de la journée, et surtout au maximum d'insolation. En effet en été, sous cette latidude faible: 8°S, le soleil se lève tôt, la chaleur est maximum de 11 h à 13 h, et l'après-midi est généralement nuageux, ce qui réduit beaucoup l'insolation; la nuit tombe brutalement vers 17,30 h à 18 h.

Nous retrouvons cette amplitude maximum de l'oxygène, en fonction des heures d'insolation sur de nombreux graphiques de stations

fixes (graphiques n. 05 à 10).

L'examen des graphiques n.º 4 et 14 bis, montre bien que cette variation de l'oxygène, qui est intimement liée à celle du pH, n'est pas fonction de la salinité, mais que les amplitudes maximum sont localisées dans les grands plans d'eau avec faible courant, lorsque l'insolation est maximum. Bien entendu, l'insolation n'agit que par l'intermédiaire de la vie dont elle favorise l'activité. C'est la prolifération des micro-organismes qui en définitive, semble être le facteur essentiel qui régit ces mod fications et déplacements de pourcentages d'oxygène et variation du pH.

L'examen de la turbidité montre l'extraordinaire abondance des diatomées et des algues vertes (certains papiers filtres étaient tout vert après le filtrage d'un litre d'eau), dans les eaux du Capibaribe. Ainsi, cet enrichissement en oxygène serait du à l'assimilation chlorophylienne, en été du moins, quand les eaux sont claires (1). En effet, nous savons que l'assimilation chlorophylienne durant le jour produit de l'oxygène qui se dissoudra dans l'eau, ce qui conduit à une nette sursituration (150 à 170%) pour une salinité et température données. D'autre part, il y a pendant la journée consommation de CO<sub>2</sub>. Cette diminution du CO<sub>2</sub> entraine une augmentation du pH ce que les graphiques 5 à 10 traduisent particulièrement bien.

Nous voyons ainsi que l'assimilation chlorophylienne régit donc simultanément ces deux facteurs, pH et oxygène dissous qui varient dans le même sens: augmentation pendant le maximum de l'insolation.

diminution pendant la soirée et la nuit.

Ce problème fondamental de l'activité biologique dans nos eaux chaudes sera repris au cours de l'été prochain. Nous ferons une étude systématique de ces variations en fontion de l'alcalinité, du CO<sub>2</sub> en particulier et des sels nutritifs dont la consommation nous renseignera sur l'importance de l'activité biologique.

Variations de l'oxygène aux différentes stations

Pont Giratoire: La teneur en oxygène dissous augmente au cours du flot

<sup>(1) —</sup> En hiver les eaux boueuses sont dépouvues de diatomées et d'algues vertes. Les filtrats ne montrent que la présence d'argile.

comme du jusant, mais elle est maximum lors du jusant parce que les eaux du large déjà riches en oxygène pénètrent jusque lá, à marée haute. Ensuite l'insolation et l'activité cholorophylienne continuent à en élever la teneur.

Pont Isabelle: Nous retrouvons ce même accroissement en fonction de l'insolation, quelque soit la marée. Notons aussi la très haute teneur à marée basse, où sous l'influence de l'insolation et des égouts on obtient vers midi 175% de saturation.

Gazomètre: Remarquons la parfaite similitude entre les modifications

du pH, l'oxygène dissous et la brusque chute peu après midi.

Dragues: Les prélèvements ayant eu lieu le même jour qu'au gazomètre, à 10 minutes d'intervalle, nous retrouvons des phénomènes analogues: similitude parfaite du pH, de l'oxygène dissous et chute après midi.

Dans ces deux stations, notons des pourcentages élevés d'oxygène

supérieurs à 150%.

Pont de Torre: Même phénomène que précédemment, chute du pH et de l'oxygène dissous après midi, toujours pendant le flot. La teneur maximum reste à 130%.

#### Conclusions

L'étude de ces graphiques nous montre le rôle primordial de l'insolation pour le développement des micro-organismes; végétaux en particulier, dont l'assimilation chlorophylienne enrichit le milieu en oxygène, tandis qu'elle consomme du gaz carbonique, ce qui entraine une élévation du pH qui se manifeste parallèlement à l'augmentation de l'oxygène dissous.

### III - ETUDE DE LA TUBIDITE

## I - Méthode optique

La turbidité a été d'abord étudiée par la méthode optique, au moyen du photocolorimètre METROHM, équipé d'une cellule photoélectrique appropriée. Les résultats des graphiques sont ainsi donnés

en fonction des graduations de l'appareil.

De nombreuses études ont montré l'inconvénient de cette méthode, car les résultats sont fonction de la nature du matériel en suspension. Quelques soient les imperfections de cette méthode, elle est très commode et montre très bien les variations relatives de turbidité, surtout en ce qui concerne les éléments minéraux en suspension, argiles et silts en particulier.

### II - Méthode pondérale: résidus secs

A titre de comparaison, nous avons étudié sur papier filtre dessé-

ché à 110°, les résidus secs de 35 échantillons d'eau du Capibaribe. Des résultats extrêmement variables nous ont beaucoup surpris, vu l'importance de certains résidus dans des eaux très claires en apparence.

L'examen des filtrats nous a renseigné tout de suite: certains échantillons contenaient des milliers de diatomées par litre. La présence de ces diatomées transparentes ne parait pas être décelée par la méthode optique, puisque les échantillons les plus riches en diatomées n'ont généralement que de faibles turbidités optiques. Au contraire la présence d'argiles donne de fortes turbidités optiques.

#### Examen des résidus secs

Les résidus secs ont été observés sur le papier filtre, à la loupe binoculaire (entre x20 et x160). Il n'est pas possible de décrire ici séparément chacun des résidus secs. Aussi donnerons-nous les caractéristiques générales résumées dans le Tableau n.º 2.

## Sédiments détritiques

Sable: Tout d'àbord peu de sable, sauf dans quelques échantillons. Généralement quelques grains de diamètre faible, voisin de 0,1 mm. généralement homogènes avec quelques grains atteignant 0,5 mm. Quelques paillettes de micas dans certains échantillons (généralement ceux qui sont riches en argile). Quelques fragments bruns rougeâtres, sans doute des oxydes de fer. Notons aussi quelques minéraux lourds, de très petite taille.

Argiles: Les argiles sont généralement toujours fréquentes en plus ou moins grande abondance; mais il faut distinguer celles qui sont en particules libres, régulièrement dispersées sur le filtre, des autres réunies en agrégats ou flocons de grande dimension (souvent de 0,1 à 0,5 mm), et qui semblent avoir floculé dans l'eau, avant de se déposer.

## Matériel organique

Tout d'abord, se sont les diatomées en très grande quantité, quelquefois chargées d'algues vertes. Ce sont des diatomées circulaires finement perforées, du type "Cosninodiscus" (1). Quelques rares organismes, tels les ostracodes dans la zone très salée, parfois un petit foraminifère (Rotalidé), quelques larves. Des fibres végétales très abon-

<sup>(1) —</sup> Détermination exacte due à l'obligeance de M. Manfreid VOGT, que nous remercions beaucoup: Cosninodiscus deucereus A. SCH-NEIDER. Nota: Il n'y a qu'une seule espèce, extraordinairement abondante.

dantes et quelquefois des petites graines. Mais on trouve de très nombreux boudins, bruns jaunâtres, agglomérés, qui me semblent être des coprolites (poissons ou organismes vasicoles?).

## Importance des flocons

La présence d'agrégats ou de flocons est le trait le plus caractéristique dans certains échantillons d'eau. Ces flocons semblent être soit des agrégats d'argiles floculées, soit des flocons mixtes minéraux et organiques (vase, diatomées, sable et matière organique), tout à fait analogues à ceux qu'a décrit J. BOURCART dans l'embouchure de la Seine (voir La Vase — Hermann et Cie — 1942). C'est la réunion de diverses particules en suspension pour former un agrégat plus lourd, favorisant la sédimentation. C'est donc un facteur essentiel pour la sédimentation.

#### Variation de la turbidité

Le turbidité optique est très variable et semble en outre très désordonnée. Toutefois, nous voyons qu'elle est généralement plus forte au fond qu'en surface, ce qui était à prévoir. En outre, nous avons toujours une légère augmentation au niveau du Pont Isabelle, par suite des égouts

dont l'apport est loin d'être négligeable!
Sur le graphique n.º 2 nous voyons en outre que sur le profil longitudinal du fleuve apparait une zone de concentration de la matière en suspension, qui se déplace vers l'aval à marée basse, et vers l'amont à marée haute entre les Dragues et le Pont de Torre. Cette augmentation de la turbidité correspond chaque fois à une brusque chute du pH, et nous avons lieu de penser qu'il s'agit là d'un phénomène physicochimique, par exemple la floculation des argiles au contact des eaux salées. Cette région correspond en effet à une zone où la salinité augmente brusquement à marée basse surtout. Peut-être s'agit-il d'un phénomène dynamique, comme le "bouchon vaseux" de la Gironde que L. GLANGEAUD a décrit? Ceci est encore à étudier.

Quelle qu'en soit l'origine, la présence de cette concentration de troubles en suspension, se déplaçant avec la marée provoque le dépôt de bancs de vase importants, et correspond géographiquement à la zone de changement des faunes: faune abondante de type marin (1), en aval, tandis qu'en amont des bancs de vase on ne rencontre plus qu'une faune extrêmement réduite d'eau douce ou très peu salée, où les Cor-

bules dominent sans zone de transition.

<sup>(1) —</sup> Faune marine réduite à quelques espèces abondantes: Tagelus, Lucina, Ostrea associées localement à de grandes quantités de Corbules. Détermination de K. BEURLEN que nous remercions pour sa collaboration.

Les	] 		ÉE F		uT	E		M	ARÉ (Su	E HAUTE perficie)			MAR	ÉE BAS	SE		
résultats so	cc/1	in situ	* SO <sub>4</sub>	× Za	·* Mg	* Ca		cc/l	in situ	* * * * Ca * * Na * SO		cc/1	in situ	* SO N	* * Ca		
sont exprimés	4,64	8,20	2460	11060	1494	469	DATE 23.1	4,64	8,05	1384 12800 19630 2612	DATE 23.1	3,52	7,95	7628 13520 1692	319 <b>-</b> 941	DATE 24.10.58 de 8	Pont Gira- toire
en $mg/1$ .	4,46	8,15	1.1	1	-	1	10.58 de 13	4,30	8,15	450 1360 10850 19740 2280	10.58 de 1	3,22	8,05	7120 12970 1512	309 904		Buarque Macêdo
. Les résultats	4,47	8,25	2328	10670	1358	450	13,30 à 15 h.	4,51	8,30	459 1365 10750 19430 2892	13,30 à 15 h.	4,66	8,20	6190 11360 1284	272 803	h. à 9,30 h.	Palais du Gouverneur
ats marqués	4,46	8,15	2400	10625	1315	445		4,54	8,40	429 1256 10302 18250 2724		4,10	8,15	6080 10950 1476	260 741		Pont Isabelle
	4,82	8,30	2700	11000	1343	456	24.	5,03	8,20	441 1323 9950 18970 2772	24.	2,77	7,75	6380 11450 1728	272 806	28.	Pont 6 de março
d'un astérique ont	5,15	8,35	2616	10490	1310	453	10.58 de 1	5,81	8,35	399 1158 9710 16550 2352	24.10.58 de	3,54	8,00	3550 6570 916	160 463	10.58 de 1	Gazomê- tre
été faits a	4,96	8,25	2448	9400	1208	405	4 h. à 15	6,14	8,35	393 1102 8710 15730 2172	14 h. à 15	4,14	8,00	2055 3810 542	102 275	10 h. à 11 l	Dragues
au Labo.	4,73	7,85	2160	7740	1045	345	h.	4,22	7,80	311 875 8995 12530 1788	h.	2,79	8,05	2620 4060 588	134 292	h.	Pont du Derbi
d'Hydrogéologie de l'Université	4,19	7,90	1692	6195	790	262	2	4,36	7,90	255 743 5810 10360 1560	29	3,72	8,15	2050 2920 456	106	29	Pont de Torre
gie de l'U	4,72	7,95	1364	5450	708	243	27.10.58 de	4,60	7,95	225 662 5310 9420 1335	29.10.58 de	3,65	7,90	1725 2370 396	79 174	.10.58 de.	Radio
Jniversité de	6,44	8,30	845	3390	415	163	15 à 17 h.	6,67	8,35	131 287 220 3960 576	15,40 à 17	1,31	7,50	416 820 115	66	29.10.58 de. 10,45 à 12	Ile
le Recife			,								h.	1,17	7,30	150 86	48	h.	Poço

(Prof. E. STRETTA) les autres au Labo, de Chimie de l'Institut d'Océanographie.

Property		, ,	×	"		» Lic	Пo	3	;	TOTTE	Tomo	Pont de	Derbi		*	"	. ,	3	•	*	8		:	<b>»</b> .		÷	:	¥0	Dragues	ä		•	×	3	8		8	, ,	Gazometre		" " "	[sahe]e	Pont	×	Giratoire	Pont		sı	TU	JA	TI	ON	ī	
HHM BBB BBB BBB BBB BBB BBB BBB BBB BBB	3 3	3	3	26/12		27/10	29/10	"	*	71/02	26/13		29/10		*	×	"		:	**	×	:	:	*		•	2/14	9/13	3/12	"		•	*	*		8	. :	-	9/12	0 30	", ",	31/10		"	3/10			D	ΑT	Έ	19	958		
PROF. en métrom (2)  PARTIE MINDERALE  MINDERALE  PARTIE MINDERALE  P	16	1 1	13	12	77	1 2	3	15	13	17	13		10	15	1 6	13	12	112	11	11	10	10	10	10	9	9		9	14	14	13	77	5 :	- :	= :		10	9	9	5	12	.13		-15	12			- ]	HE	EU	RE	S		
Echelle Metrohm (2)  51  52  53  55  55  55  55  55  55  55  55	ΤП	11	_	3	5	J 6	<b>D</b>	<b>Z</b>	æ	<i>j</i> t	ਰ -		В	M/H	7 / 7 /	<	_ 	<u>`</u> ≤	ָל יָל	٥. <sup>١</sup>	<b>ઝ</b>		ָ ט	ים	<del>Б</del>	5	ן ל	R R	<del></del>	H	I	171	<u> </u>	7:	≤;	<b>Z</b>	В	t	של		<del></del>	<del></del>		B/M	В			M.	AF	łÉ.	È	(1	)	
Metrohm (2)  Metrohm (2)  Résidu sec mg/1 (3)  3.55 5.55 5.55 5.55 5.55 5.55 5.55 6.4 44 75 5.55 6.4 44 75 5.55 6.4 44 75 5.55 6.4 44 75 5.55 6.4 44 75 6.55 6.55 6.4 44 75 6.55 6.55 6.55 6.55 6.55 6.55 6.55 6	00	> 0	0	0	U	ن ن		0	0	0	>		2,5	0	> <	<b>У</b>	_	0	o c	> '	л.	_		> '	S	_	٠ ,	0	0	4	4	٠ (	> -	٠ ـ	_ ,	0	0	w	· <b>-</b>	٠ ,	> +	_		w	W,		P	RO	F.	er	i m	étı	es	S
### ### ### ### ### ### ### ### ### ##	6.5	J (	6	7	0,0	2 0	ρ n	5.5	.7	1,5	Л		10,5	<b>S</b>	ی ر	00	6	4	4,/)	7 7 7	4.5	5,5	1 4	Δ.	7	6	, ,	ハ、	ى 3,5	5,25	5,/5	1 6	υ. •	4 2,7	יי נינ	2,5	4	4	4,4	<u>-</u> -	14	6		13,5	5,5			Me	etro	oh	m		TURB	
######################################	30	2			26	3 6	70 -	. 36		- ' ' '	71		55	1		186	35	5/	7 1 0	7,2	64	44	10	23	1114	84	02	67	31	116	154	1 (	20	176		33	48	55	; ‡	44	88	206		262	219				sec	C			IDITÉ	
# * * * * * * * * * * * * * * * * * * *						¥ 1							*		*	*	*			*	*	*			*					* *	4	÷	*								*	* * *		*	**			S	ab!	le		PARTI		
* * * * * * * * * * * * * * * * * * *	* *	***	**	4		*	*	* * *	4 4 4	* * *	*		**		*	**	*		* *	*.	*	ð	•	*	*	•	W-	*	*	*		*	*	*	**	•	*	3		*	*			* *	* *			A	rgi	ile				
* * * * * * * * * * * * * * * * * * *	*		**		•			•	•				*						÷ •	*									*				*	*				**		*	*							Αę	ŗré (4)	ga )	its	RALE		SCRI
*	* * *	*	**	**	4	+	*	* *	**	. ·	**			•	W-	* *	**	. 4	+	*	*	**		***	***	9 9	* * *	***	* *		*	*	*	* * *	*		***	** ** **		*							I	)ia	.to	mέ	ées	ORC	1	PTI
*						+																			*					*	* *	ė ė						**			*		*				(	Cop	orc	olif	tes	ANISME		0 2
* * * * * * * * * * * * * * * * * * *																										•	Ne Ne			•	3 4	K- K-	*					4									0	str	ac	od	es			
(1) Marée: BASSE MOYENNE HAUTE  (2) Echelle de METROHM turbidité op (3) Résidu sec séchés à 11 (4) Agrégats gineux.				*	*	*			*	**	(	<b>(</b> 1)	,	*						*							*				*	*	**						k		*	*					F	ibı	res	; V	ég.		-	
Marée : BASSE MOYENNE HAUTE Echelle de METROHM turbidité op Résidu sec séchés à 11 Agrégats gineux.	. ,																														( )	(4)			(3)				(£)	9														
														•																guicus.	dinone.	Agrégats		séchés à	Résidu se		turbidite c	METROM	A EMBOUR			HAUTE	MOYENNI	BASSE	Marée:									
= B = H = l'appareil [ donnant la ptique.  des filtrats 10.°  argilo-ferru-																															0	argilo-fe		110.°			ptique.	AT COLLINA	don I am					11							•			

. - Imperior IN. 2

I CHIDIDITE -

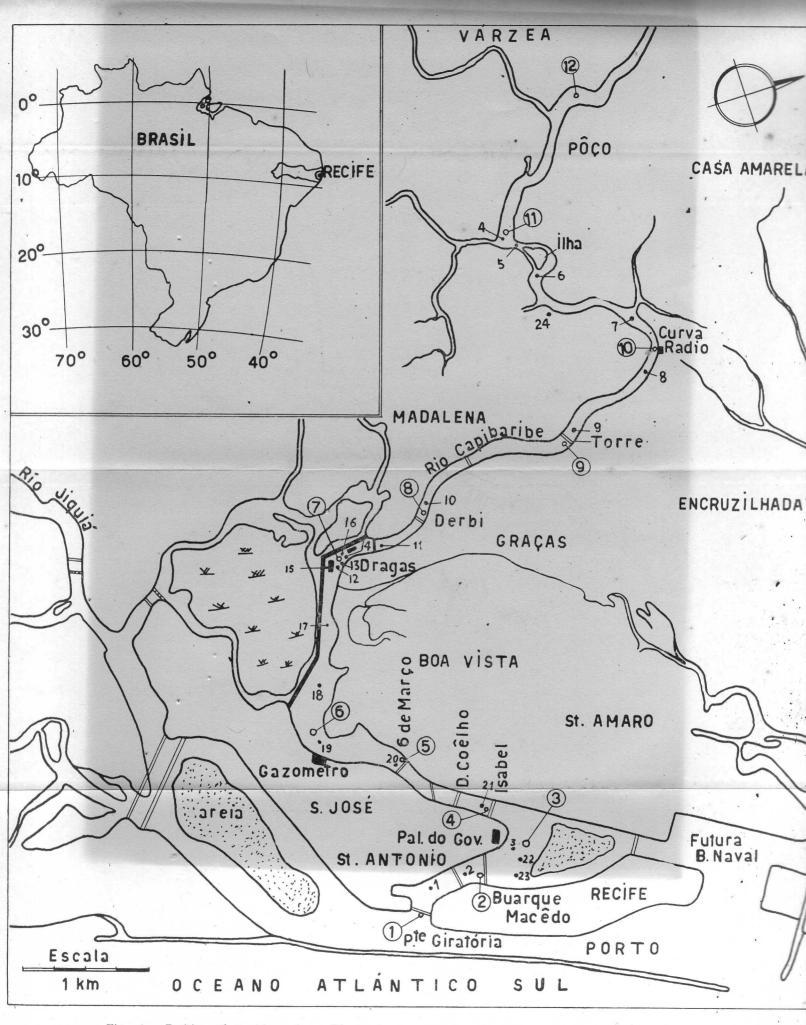
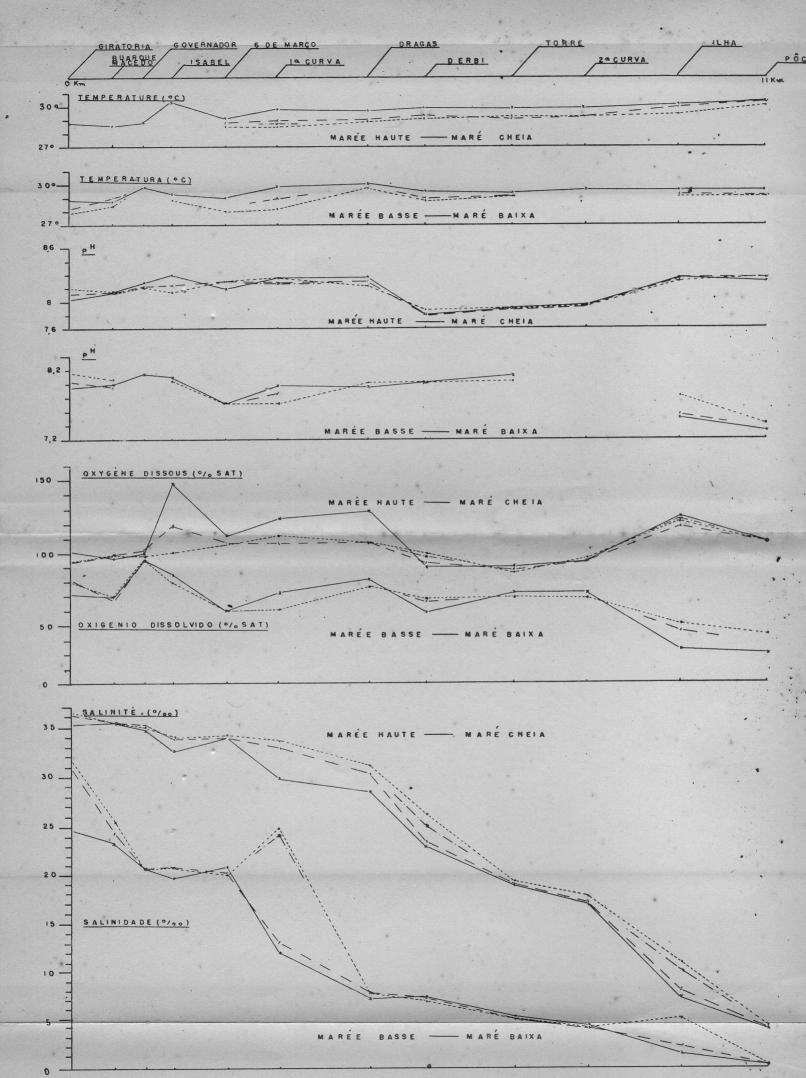
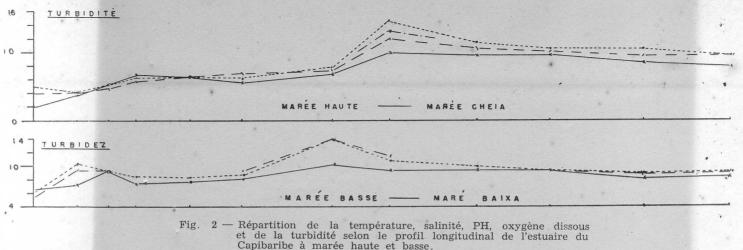


Fig. 1 — Position géographique des prélèvements Posição geográfica dos pontos de coleta. Geographical location of sampling.





Repartição da temperatura, salinidade, PH, oxigênio dissolvido segundo o corte longitudinal no estuário do rio Capibaribe a

maré baixa e a maré cheia.

Representation of temperature, salinity, PH, dissolved oxygen

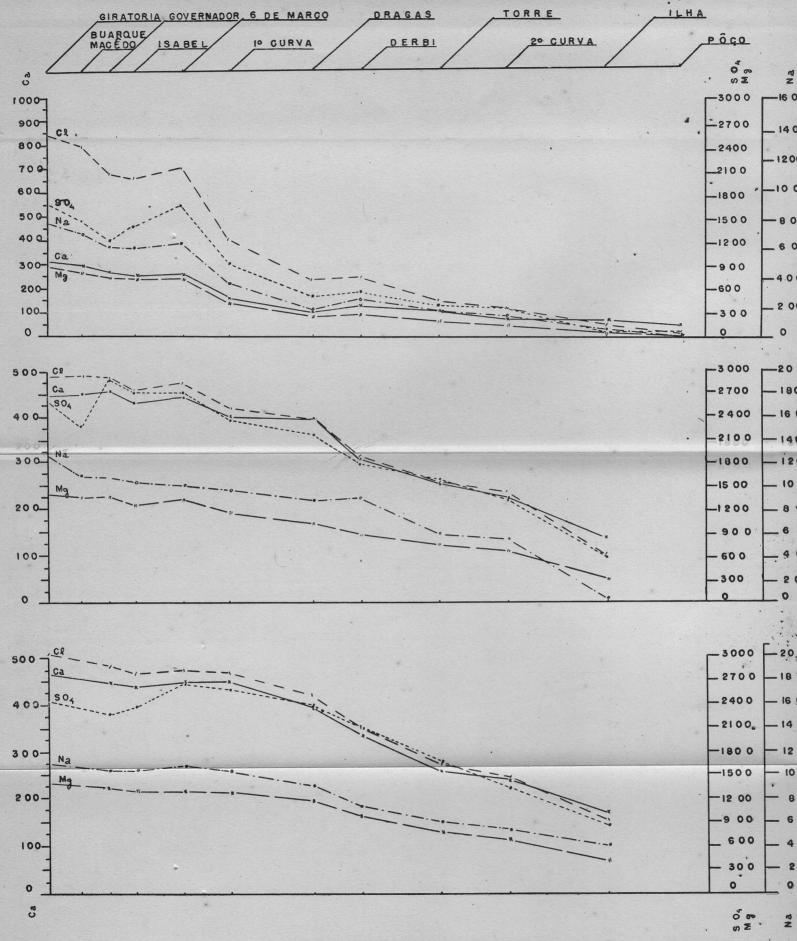
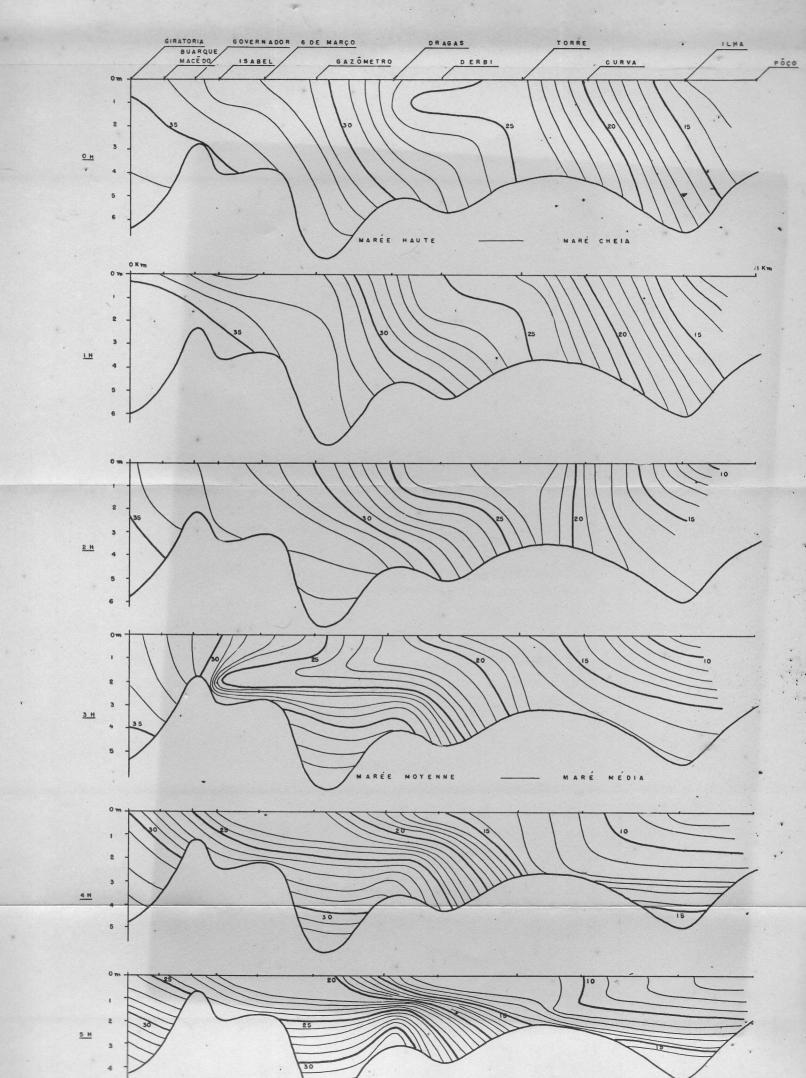


Fig. 2 bis — VARIATIONS DE Cl, So4, Ca, Mg.

<sup>1 —</sup> Marée Basse —

<sup>2 —</sup> Marée Haute — Surface

<sup>3 —</sup> Marée Haute — Fond



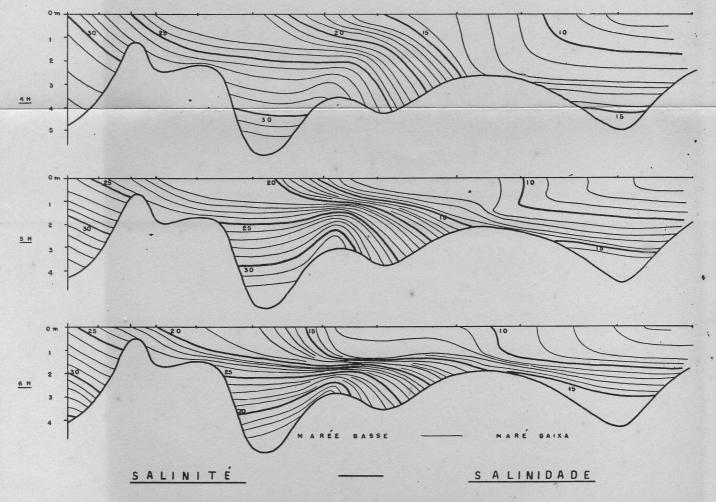
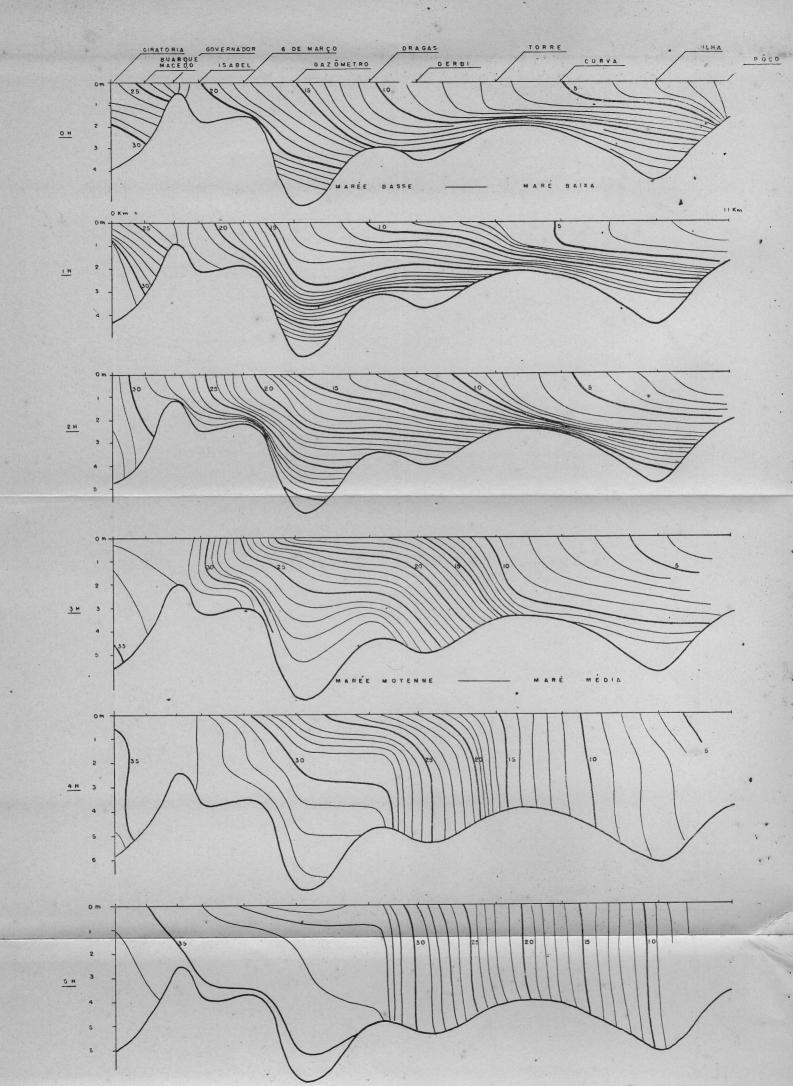


Fig. 3 — Courbes isohalines pendant le flux.

— Curvas isohalines durante a maré enchente.

— isohalines curves during low to high tide.



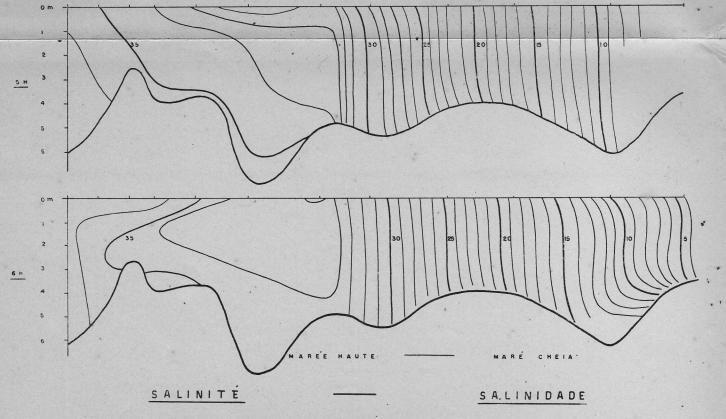
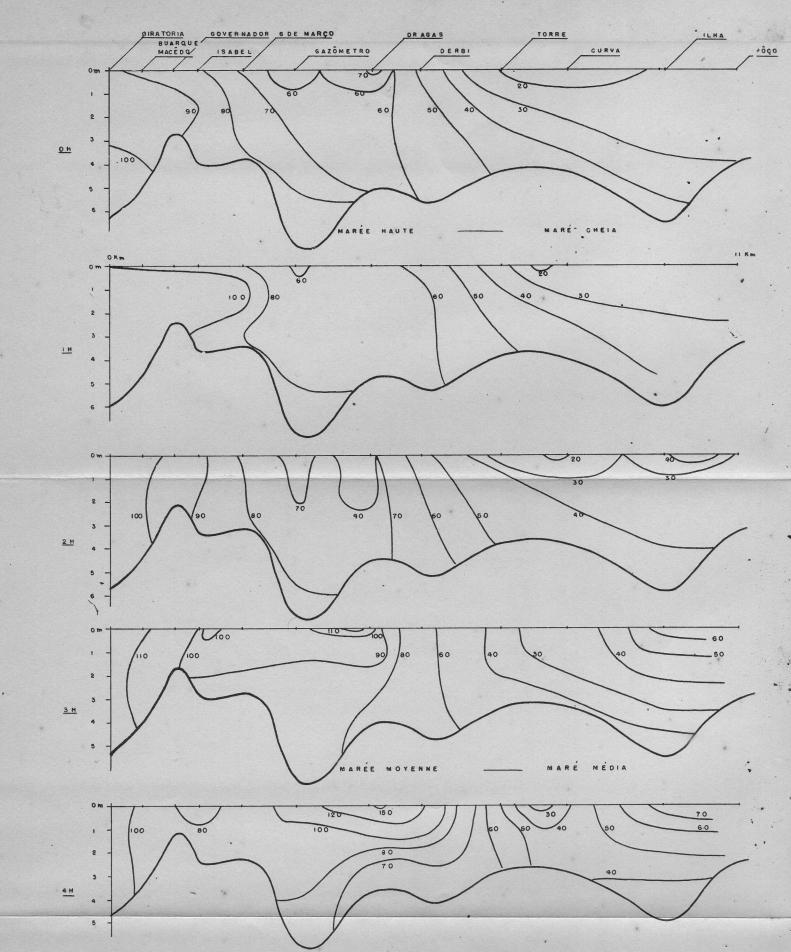


Fig. 3 bis — Courbes isohalines pendant le reflux.

- Curvas isohalines durante a maré vazante.
- Isohalines curves during high to low tide.



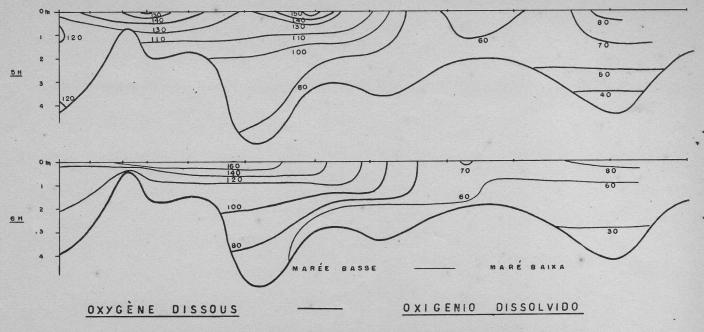
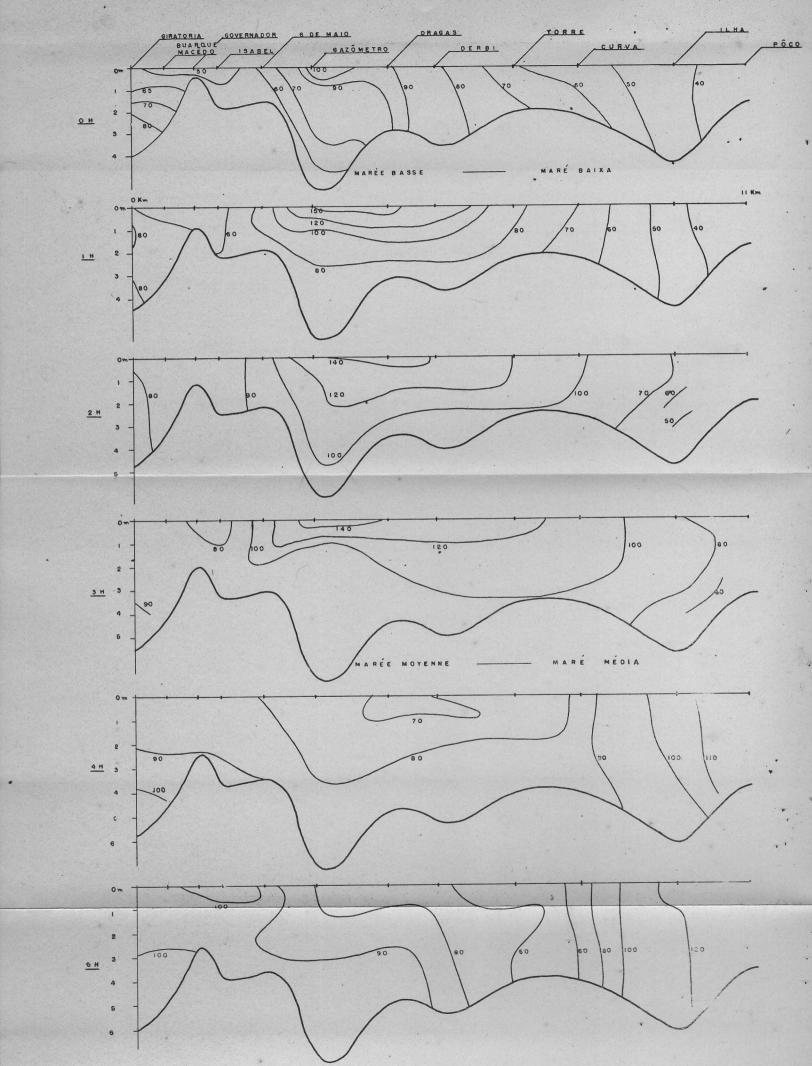


Fig. 4 — Courbes montrant la répartition de l'oxygène dissous pendant le flux.

- Curvas mostrando a repartição de oxigênio dissolvido durante a maré enchente.
- Curves showing dissoved oxygen during low to high tide.



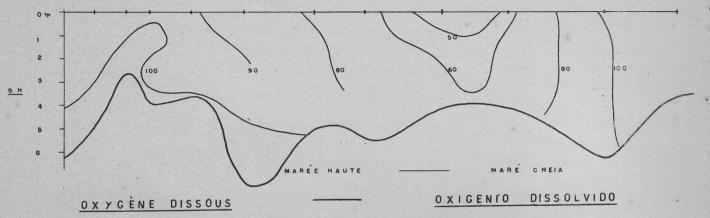
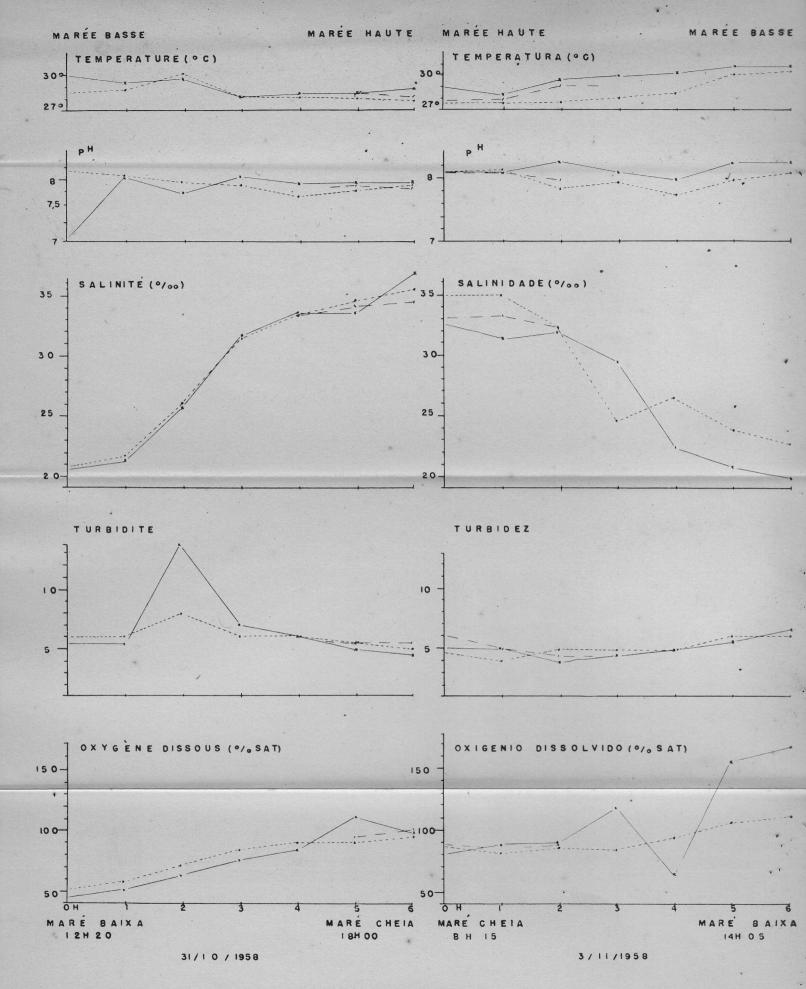


Fig. 4 bis — Courbes montrant la répartition de l'oxygène dissous pendant le reflux.

— Curvas mostrando a repartição do oxigênio dissolvido durante a maré vazante.

- Curves showing dissolved oxygen during high to low tide.



#### PONTE SANTA ISABEL

Fig. 6 — Idem — Ponte Isabel — Pont Isabelle — Isabel Bridge.

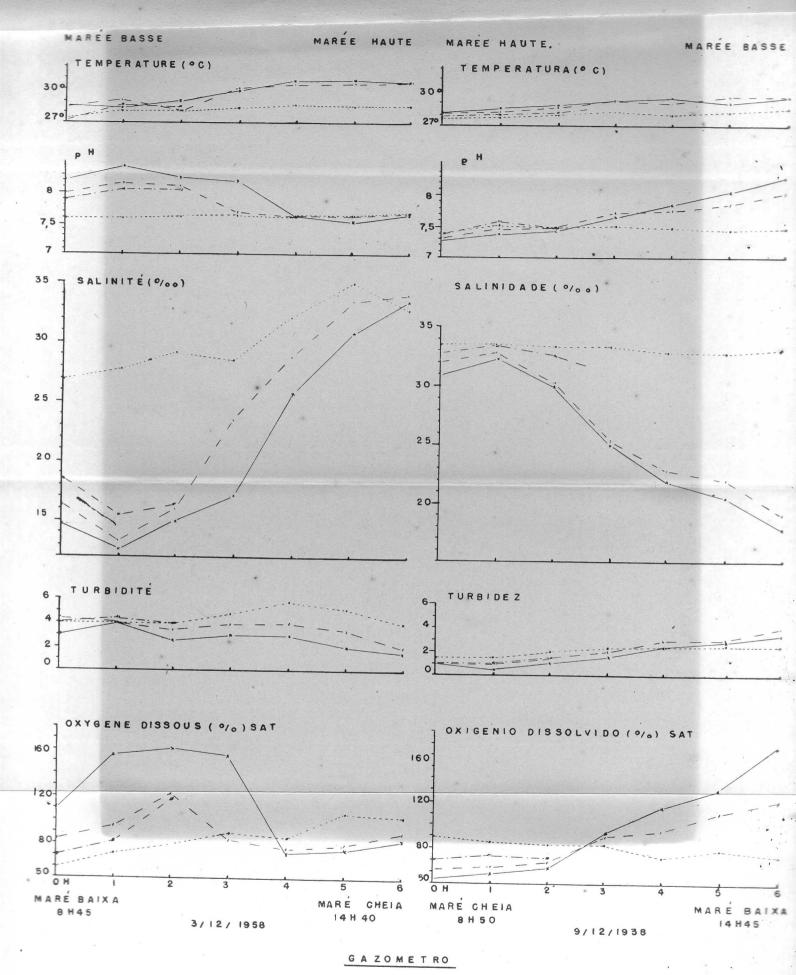


Fig. 7 — Idem — Gazometre — Gazômetro

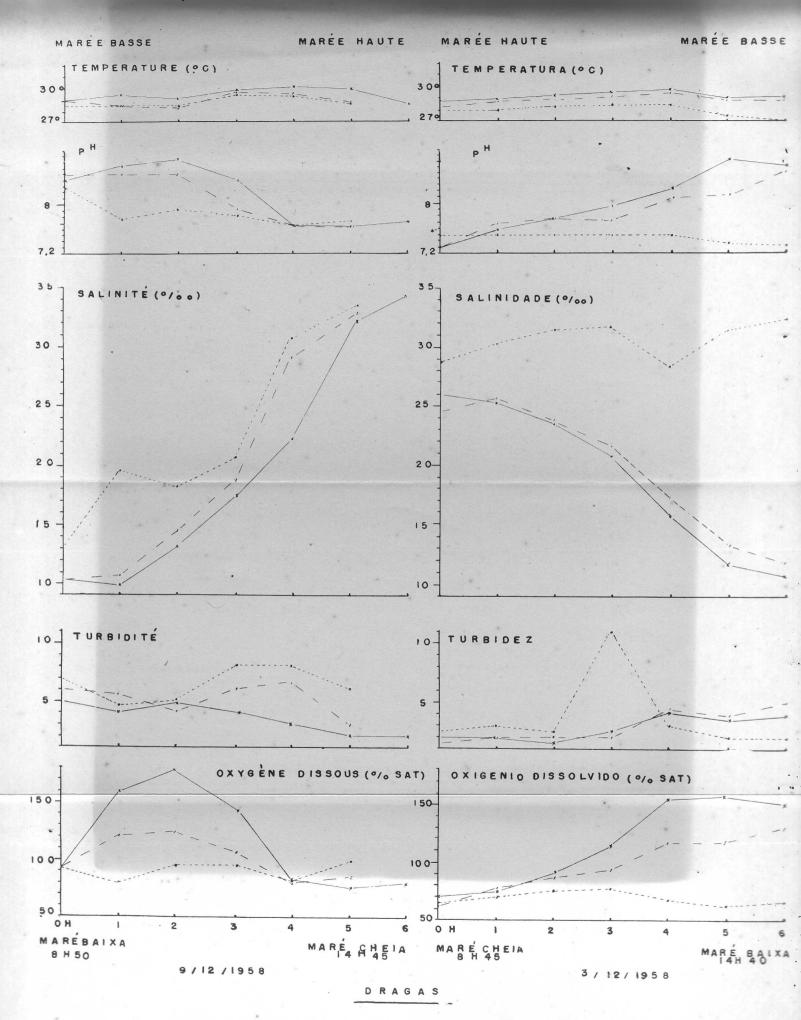


Fig. 8 — Idem — Dragues — Dragas — Dredges.

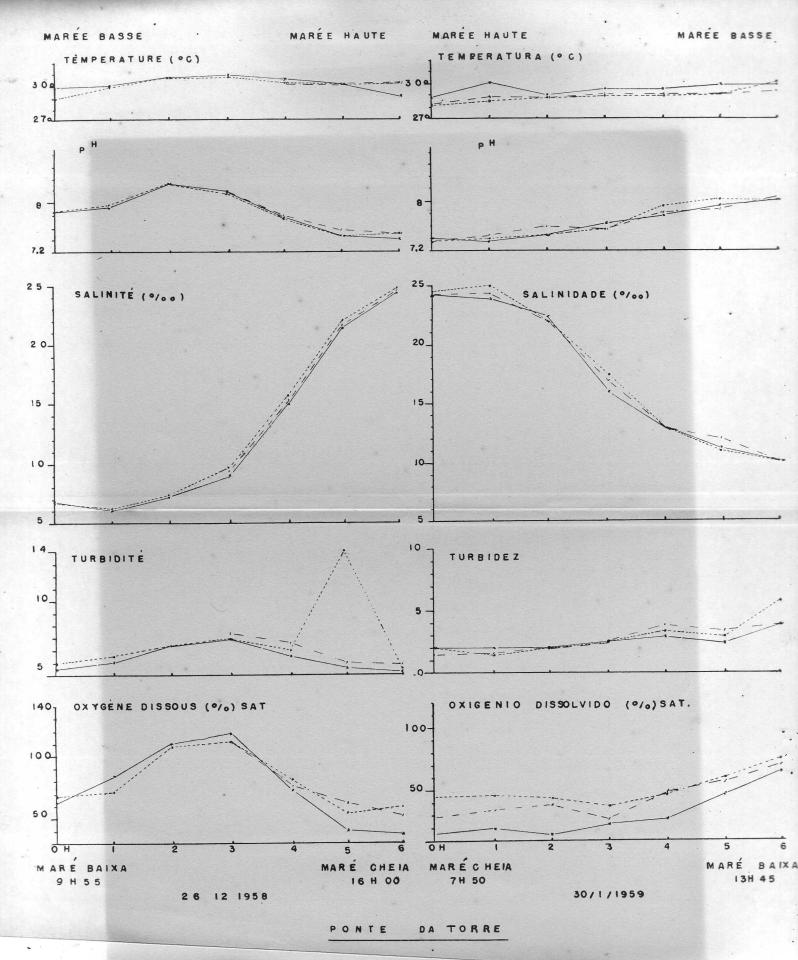
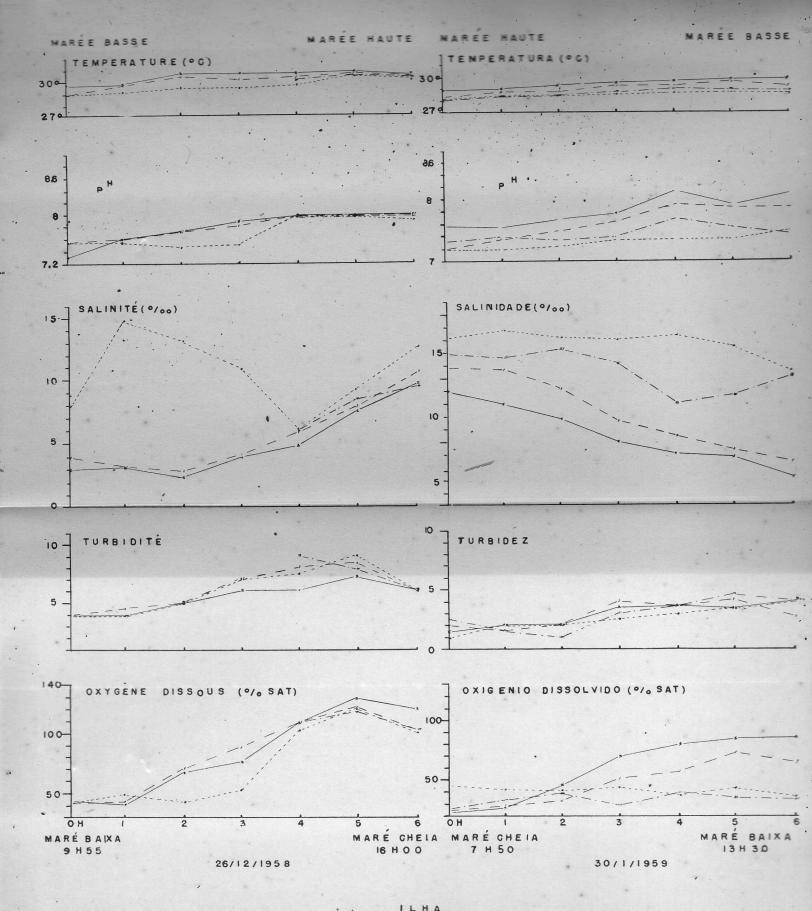


Fig. 9 - Idem - Ponte da Torre - Pont de Torre - Torre Bridge.



Resumo:

# ESTUDO DA SALINIDADE NA EMBOCADURA DO RIO CABIBARIBE

Esse estudo mostra a penetração da salinidade na embocadura do Capibaribe, a estratificação das águas e o deslocamento das curvas isohalinas. Por outro lado, o estudo químico mostra um constante paralelismo entre as variações do pH e do oxigênio dissolvido. As mesmas não estão, todavia, ligadas às variações da salinidade, mas à influência da insolação, que favorece o desenvolvimento dos microorganismos, cujo papel fundamental é a assimilação clorofiliana das algas verdes microscópicas, inumeráveis em nossas águas quentes.

O estudo da turbidez, mostra o extraordinário desenvolvimento das diatomáceas (com simbiose de algas verdes), a existência de uma grande quantidade de argilas geralmente em agregados e a extrema pobreza

da microfauna.

Abstract:

# STUDY OF SALINITY IN THE ESTUARY OF CAPIBARIBE RIVER

This study shows the penetration of salinity at the mouth of the Capibaribe river, the stratification of the water and dislocation of the isohalines curves.

The chemical study shows constant parallelism between variations of pH and dissolved oxygen. The variations are not linked to the saline variations, but to the influence of the sun which favors the development of microorganisms, whose fundamental work is the chlorophylous assimilation of green algaes which are quite common in warm water.

The study of the turbidity of the water shows an extraordinary development of diatoms (in simbiosis with green algaes), the existence of clay, usually in aggregates and the extreme poverty of microfauna.