

J.P. REBERT

**OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
OUTRE-MER**

CENTRE DE POINTE-NOIRE

OCEANOGRAPHIE

CONDITIONS HYDROLOGIQUES AU SUD DE
POINTE-NOIRE EN DEBUT DE SAISON
FROIDE - APERÇU SUR LA TRANSITION.

CONDITIONS HYDROLOGIQUES AU SUD DE
POINTE-NOIRE EN DEBUT DE SAISON
FROIDE - APERÇU SUR LA TRANSITION

par

J.P. REBERT

Centre ORSTOM de Pointe-Noire



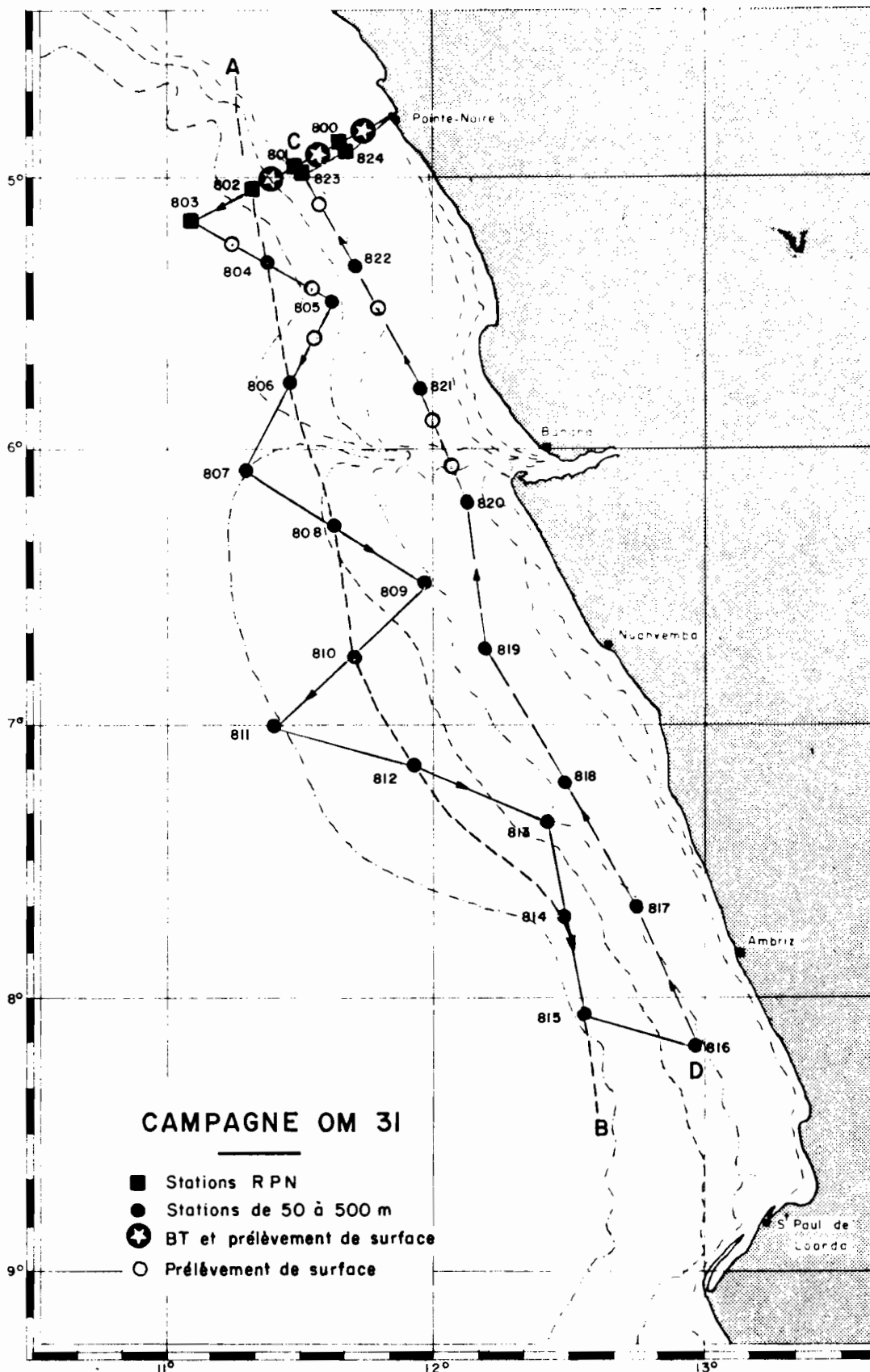
Avant-propos

L'objet de la présente étude est la description des conditions hydrologiques rencontrées au cours de la campagne OM 31. Cette campagne initialement prévue pour la fin de la saison chaude 1966 faisait partie du programme d'étude de l'hydrologie du bassin angolais entrepris par le centre de Pointe-Noire depuis plusieurs années. Elle devait ainsi compléter les résultats des trois campagnes OM 9, OM 14, OM 28 effectuées respectivement en octobre 1959, février-avril 1961 et novembre 1965.

En fait par suite de retards et de contingences diverses la campagne s'est trouvée reportée en début de saison froide et restreinte à des dimensions régionales. D'autre part la situation hydrologique dont on va rendre compte est tout à fait particulière puisqu'il s'agit essentiellement de phénomènes transitoires.

Plutôt que d'alourdir l'étude générale du bassin angolais nous avons donc préféré consigner les résultats de cette petite campagne dans un document séparé auquel on pourra le cas échéant se référer.

.../...



I - Campagne OM 31

Commencée le 30 mai elle a duré cinq jours. Vu la rapidité de l'évolution des conditions hydrologiques on s'est limité aux accores vers le large et au 8ème parallèle au sud en suivant un trajet en dents de scie ce qui assure la meilleure densité de stations pendant le minimum de temps et permet en outre de rendre compte des phénomènes longitudinaux aussi bien que transversaux (cf. carte du trajet). On n'a enregistré ainsi qu'une très légère distorsion entre des stations identiques effectuées en début et fin de campagne.

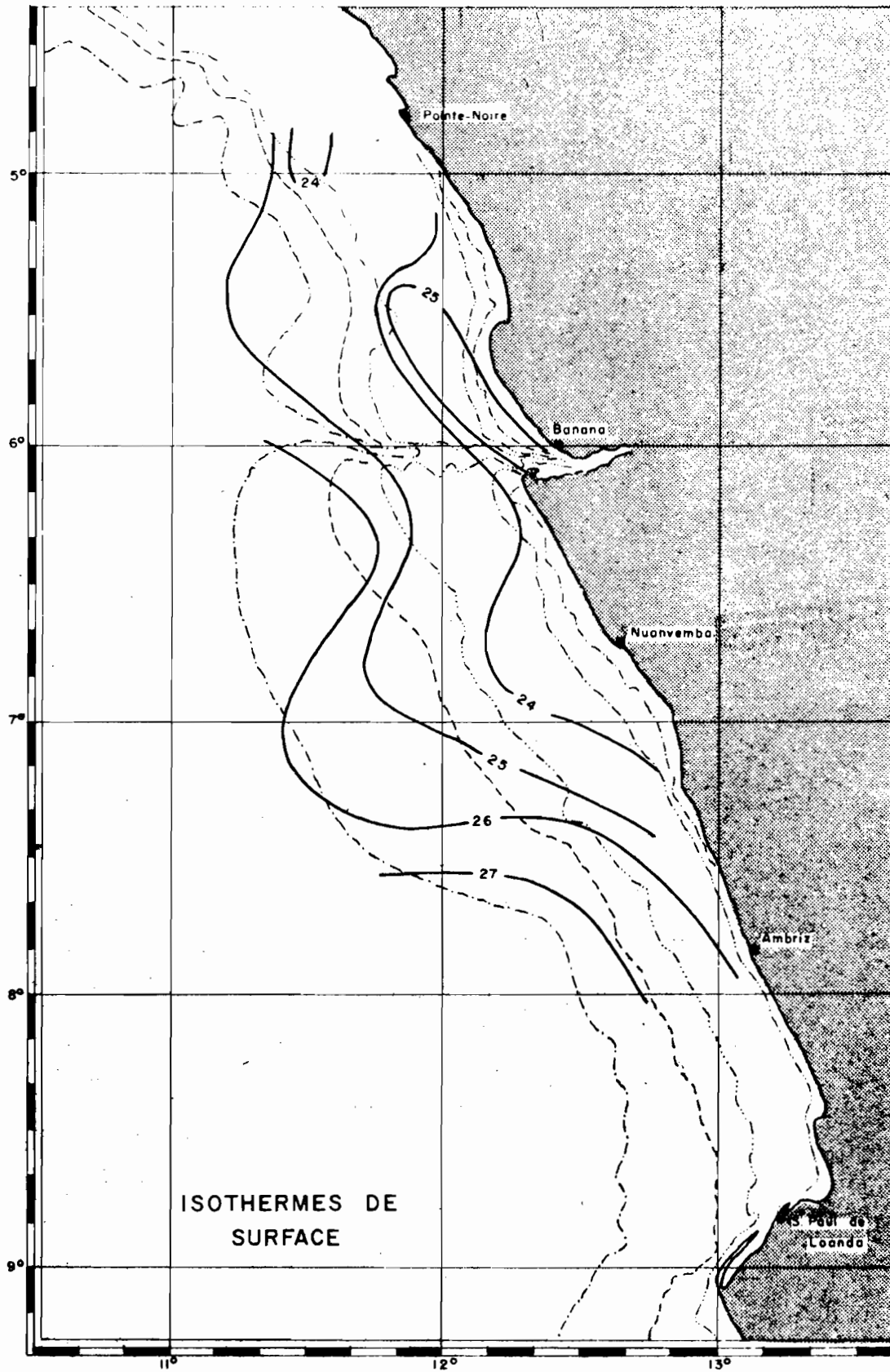
Les résultats bruts des stations hydrologiques figurent dans le compte-rendu de campagne (document n° 324 du centre de Pointe-Noire), les profondeurs des valeurs rondes des températures, salinités, densités, teneurs en oxygène et phosphates dissous sont consignées en annexe du présent rapport.

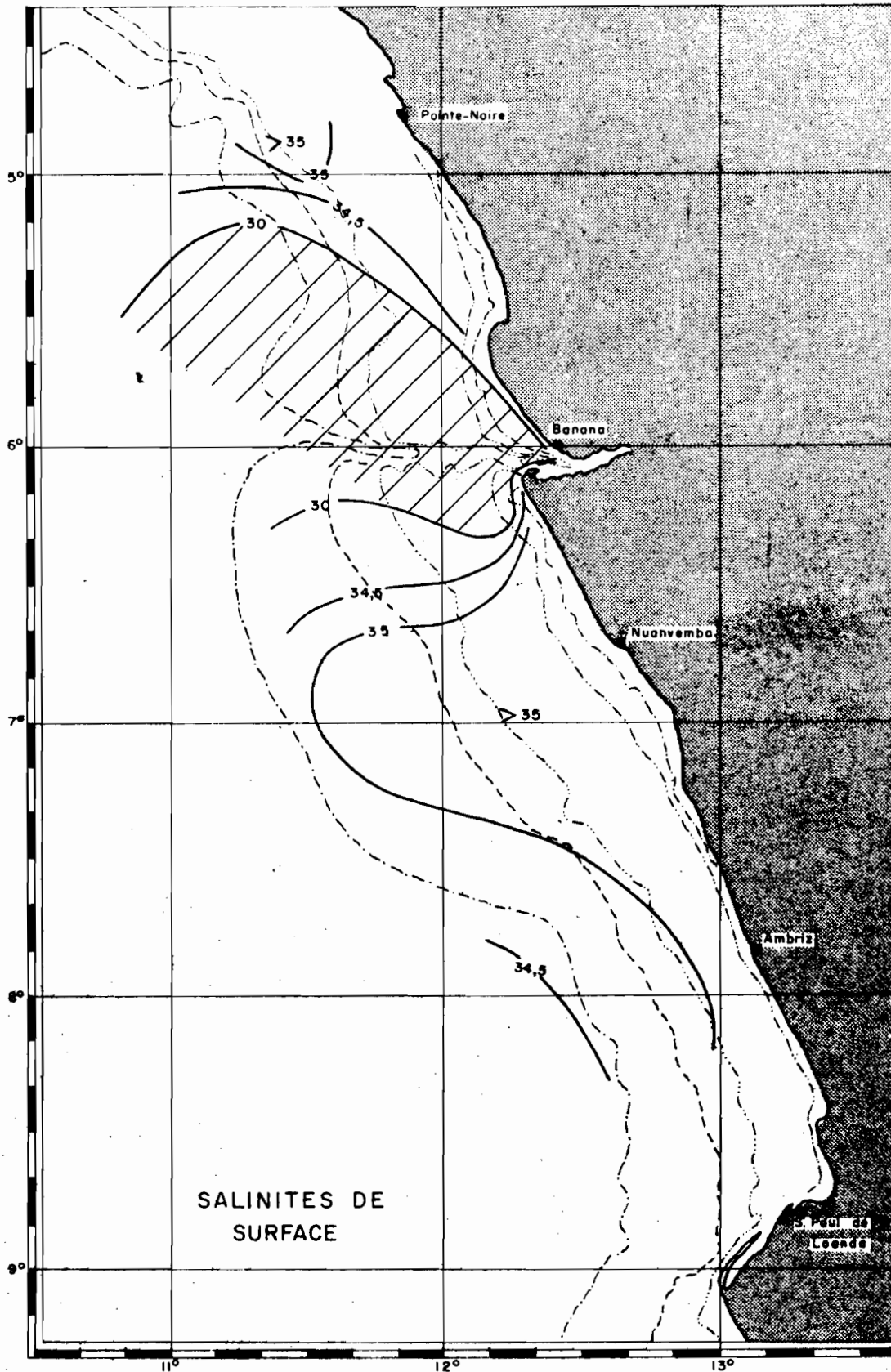
II - Situation côtière

Le relevé quotidien des températures et des salinités effectué au port de Pointe-Noire indique que la saison chaude s'est prolongée au-delà de la normale, cependant la situation est instable depuis quelques temps. Les salinités ont commencé à augmenter le 23 mai, la température restant toujours élevée. Le jour du départ la température jusque là supérieure à 25° a décru. On note au port 24° pour une salinité de 35,14. En quatre jours la température va tomber à 22°6 et la salinité passer à 35,62. Par la suite la température ne cessera de décroître. La campagne a donc été réalisée juste en début de saison froide.

III - Températures de surface

Le changement de saison marine à Pointe-Noire est interprété classiquement par le passage d'une zone frontale séparant deux régimes distincts, les eaux guinéennes faisant place aux eaux froides du courant de Benguela. On pouvait donc





s'attendre en descendant vers le sud à rencontrer le front dont les limites peuvent être fixées aux isothermes 21° et 24°.

En fait à aucun moment de la campagne la température n'est descendue au-dessous de 23°. Au contraire les températures les plus basses sont enregistrées devant Pointe-Noire. Elles ne cessent d'augmenter vers le sud et dépassent 27° pour les stations extrêmes situées vers 8° sud (cf. carte des températures de surface). Au cours du trajet retour plus proche de la côte, puisque effectué sur les fonds de 100 m à 50 m, on rencontre des eaux plus froides se maintenant toutefois au-dessus de 23°. L'influence des eaux du Congo sans être aussi manifeste que sur les salinités est perceptible en surface par la présence d'une langue d'eau chaude de 25 à 26° - le Congo ayant lui-même à cette époque une température de 29° environ.

IV - Salinités de surface

Les salinités diminuent graduellement sur la radiale. La station 100 m fait exception; l'eau de surface y est froide et salée. La zone d'étalement des eaux du Congo a été délimitée sur la carte des salinités de surface par l'isohalines 30 ‰ ce qui nous donne la forme en croissant habituelle du flux d'eau dessalée.

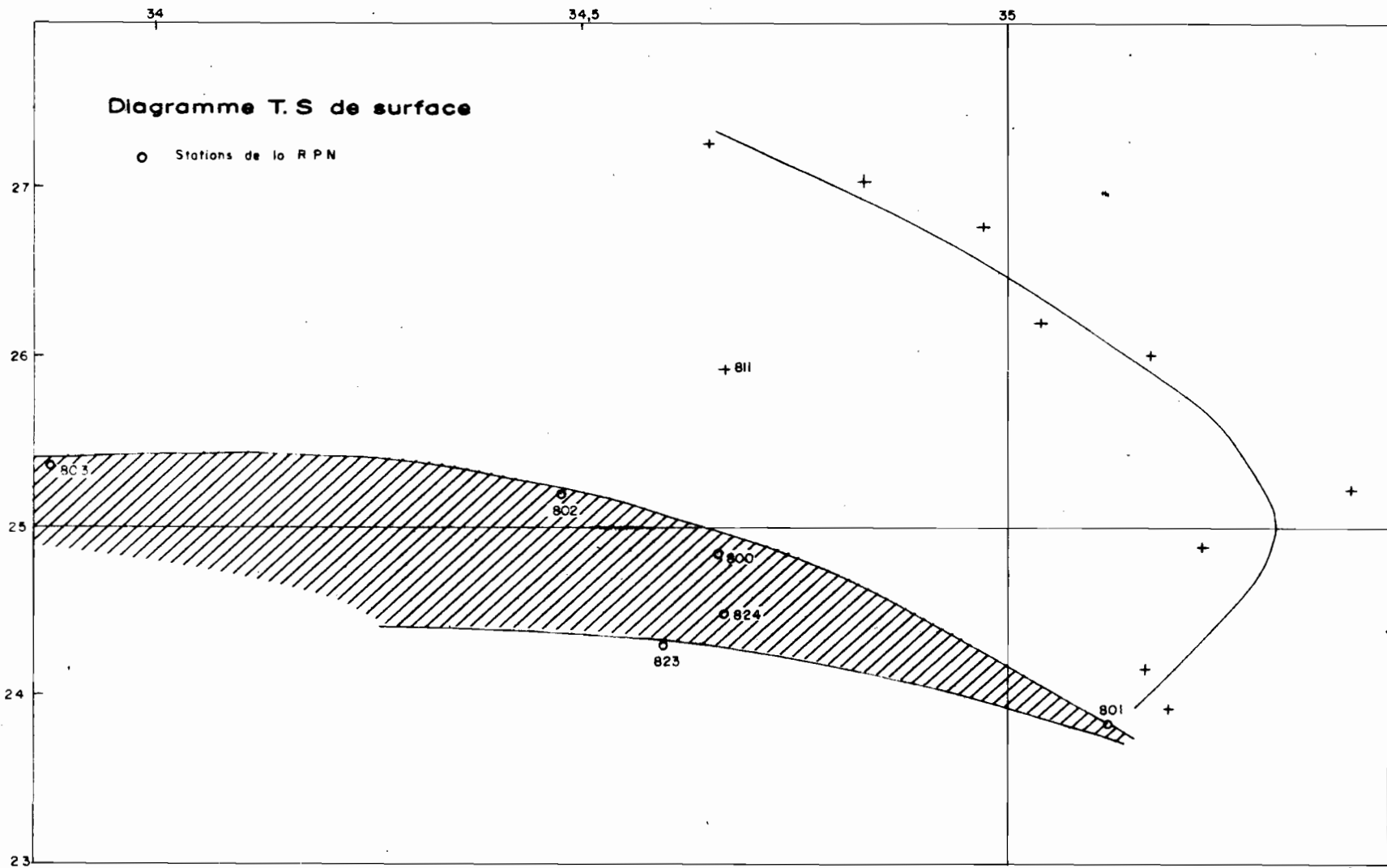
En fait ainsi qu'on le verra par la suite l'influence du Congo se fait sentir bien au-delà de cette limite, l'isohaline 34,5 ‰ étant encore représentative d'une dessalure due aux eaux du fleuve.

Au sud du Congo on relève des salinités supérieures à 35 ‰ dans une zone qui va s'étrécissant vers le sud. Les salinités des eaux du large diminuent régulièrement en corrélation avec l'augmentation de température.

V - Distribution des eaux de surface

En portant sur un diagramme les couples T-S des eaux de surface (cf. figure : diagramme T-S de surface) on observe,

.../...



malgré le nombre relativement réduit de points mis en jeu, que ceux-ci se répartissent autour d'une courbe dont l'allure coudée est caractéristique de la présence des trois masses d'eaux. En les séparant arbitrairement par les axes $S = 35 \text{ ‰}$, $T = 25^\circ$ on aura des eaux dont les qualifications traditionnelles sont pour cette région :

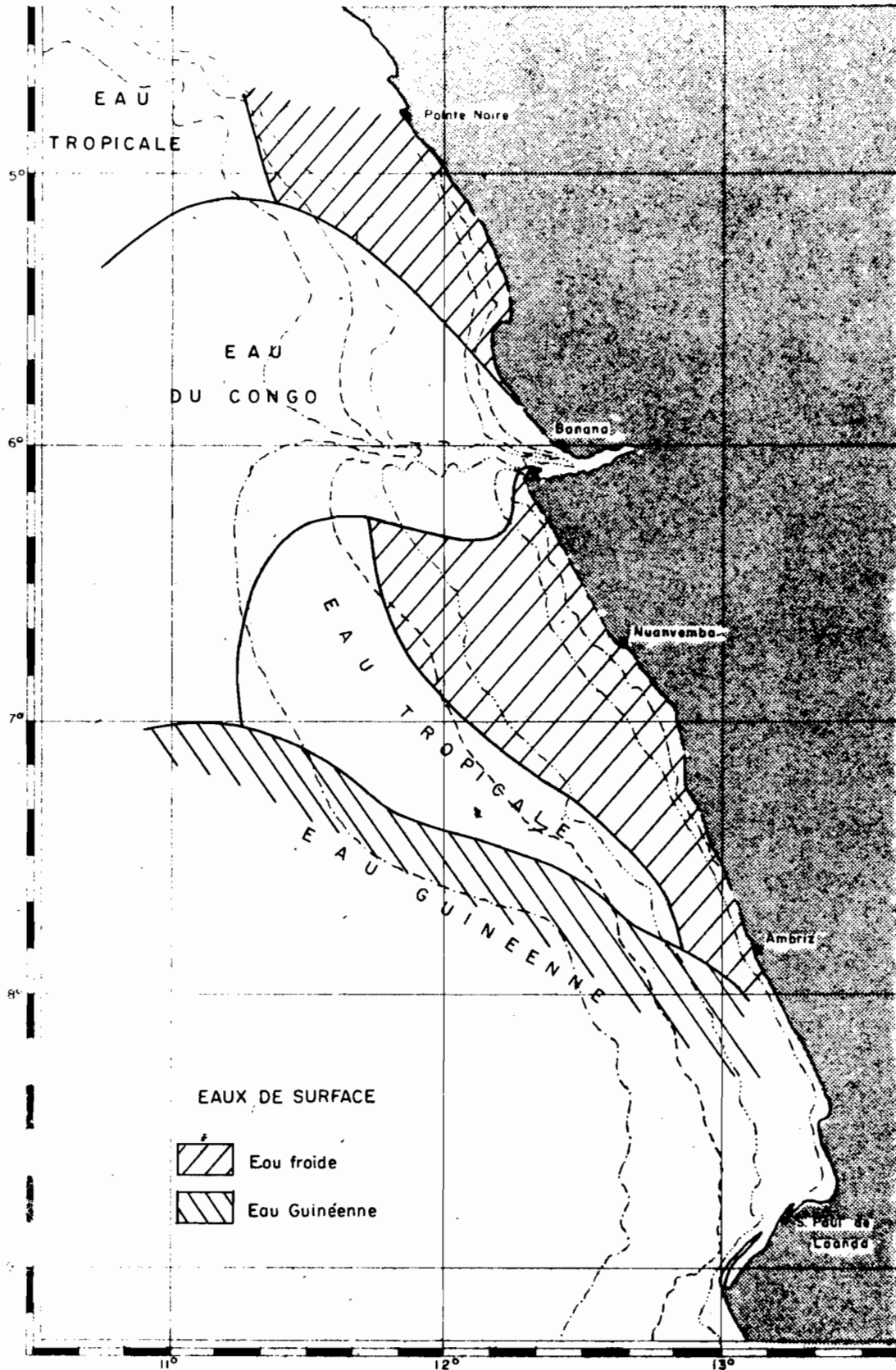
$S < 35 \text{ ‰}$	$T > 25^\circ$	Eau guinéenne
$S > 35 \text{ ‰}$	$T > 25^\circ$	Eau tropicale
$S > 35 \text{ ‰}$	$T < 25^\circ$	Eau froide du Benguela.

Le diagramme étant à peu près linéaire, il s'ensuit que le passage des eaux guinéennes aux eaux froides s'effectue par l'intermédiaire des eaux tropicales, les deux premières ne se trouvant nulle part en contact.

La station 811 semble faire exception puisqu'elle est située sur l'axe eau guinéenne - eau froide. Cependant, vu sa situation géographique, il est plus vraisemblable qu'on se trouve en ce point à la limite de perception des eaux du Congo. En négligeant la variation de température due aux eaux du fleuve - approximation légitime puisqu'une variation de $0,50 \text{ ‰}$ sur une différence de 35 ‰ correspond à une variation de température de $0,1^\circ\text{C}$ sur 5° , différence maximum entre la température du fleuve et de l'océan - donc par un transfert horizontal sur la courbe T-S on définit en ce point une eau tropicale.

Toutes les stations effectuées sur la radiale de Pointe-Noire se trouvent dans la zone hachurée. Il en ressort que l'influence du Congo est donc considérable jusqu'au voisinage de la côte, puisqu'en appliquant le raisonnement précédent on observe aux stations 50 m une dessalure de $0,70 \text{ ‰}$ environ. On observe donc devant Pointe-Noire des eaux froides jusqu'aux fonds de 200 m, puis l'eau tropicale très dessalée, ce qui correspond bien par continuité à la situation relevée au sud du Congo.

.../...



Il est à noter que si la dessalure augmente bien vers le large, il se maintient sur les fonds de 100 m une lentille d'eau froide et salée qui aura disparu au retour (stations 801 et 823).

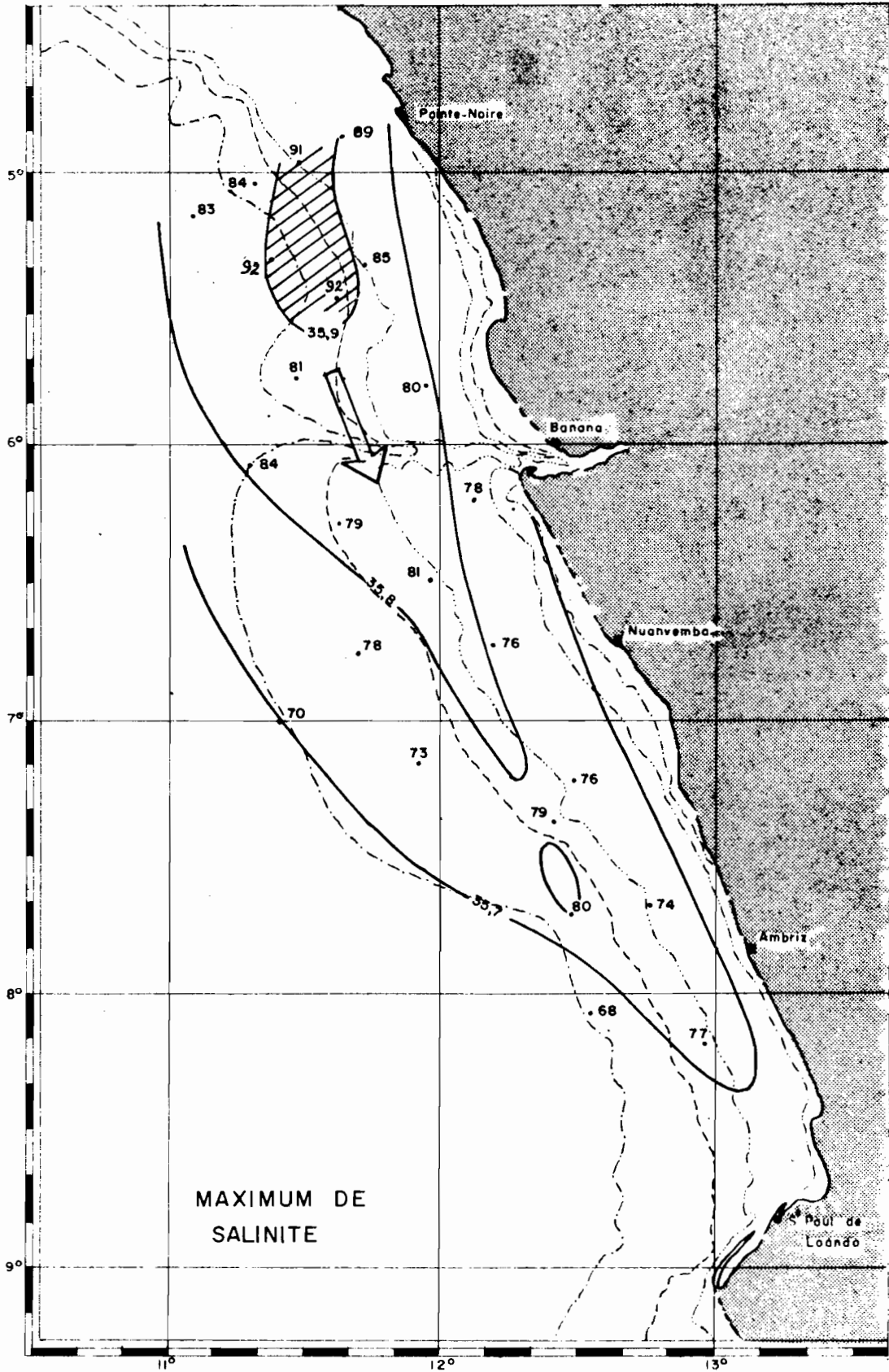
En période de transition les eaux du Congo peuvent donc se trouver par le jeu des courants rabattues à proximité de la côte et les inclusions d'eau froide contenues dans ses méandres sont responsables des variations brutales de salinité observées au port de Pointe-Noire. Ceci explique également la présence à la côte d'eaux froides et dessalées. En situation stable le flux principal passe au-delà des fonds de 500 m, la transition avec les eaux océaniques étant nettement délimitée par un gradient important de salinité.

On a représenté la position des différentes eaux sur la figure "Eaux de surface". On a donc en gros des eaux froides sur le plateau continental, des eaux tropicales sur le talus et l'eau guinéenne au large; cette dernière toutefois rejoint les petits fonds au sud.

VI - Structure thermique des eaux

La configuration générale des eaux en profondeur est celle de saison froide. Jusqu'à la latitude 7°S on n'observe pratiquement pas de couche isotherme de surface. La température décroît brutalement, la thermocline se plaçant dans les premiers mètres. Décroissance régulière ensuite jusqu'à une profondeur de 50 à 75 m où elle subit un décrochement qui se traduit par un point anguleux sur les bathythermogrammes. La seconde thermocline est très bien marquée à toutes les stations profondes où elle apparaît vers 200 m. Elle se dégrade aux stations effectuées sur le talus continental par suite sans doute de mouvements ascendants dûs à la proximité du fond.

.../...



Au sud apparaît en surface une couche d'eau guinéenne dont l'épaisseur atteint 15 m à la station 815. C'est en ce point également que l'eau est la plus claire - transparence secchi 22 m - autre caractéristique des eaux guinéennes.

Ces eaux légères placées en coin sur des eaux plus denses doivent donc d'après les règles de la topographie dynamique se déplacer vers la gauche par rapport aux eaux froides et salées c'est-à-dire approximativement vers le nord-ouest.

Notons que pendant toute la campagne on a relevé des courants, estimés d'après la dérive du navire portant dans le quartier ouest à nord, courants dont la vitesse a été de l'ordre du noeud. Aucune mesure directe n'ayant été effectuée, on ne peut donc en déduire qu'un transport d'ensemble vers le nord-ouest pour les eaux de surface.

VII - Maximum de salinité

L'évolution du maximum de salinité est mise en évidence sur la figure ci-contre. Les chiffres indiquent l'excès en centième de S ‰ sur 35 ‰. La dessalure est très importante, le maximum diminuant de 2 ‰ sur 200 milles de latitude. Sa profondeur moyenne est de 40 m et son épaisseur prise entre les deux isohalines 35,7 ‰ de 40 m environ.

L'extension verticale de ce maximum est toutefois beaucoup plus importante devant Pointe-Noire (cf sections AB et CD des isohalines) et augmente encore au cours de la campagne. Sur les fonds de 100 m de la radiale on observe le 30 mai 80 m d'eau à salinité supérieure à 35,70 ‰ et au retour toute la hauteur d'eau à partir de 10 m dépasse cette valeur. Il s'est donc produit une véritable accumulation d'eau intermédiaire en quelques jours.

L'allure générale des isolignes du maximum indique un transport parallèle à la côte et vers le sud. On a donc ici la situation inverse de celle qui est habituellement

observée, notamment par BERRIT en 1959 (Campagne 6 de l'Ombango - Conditions hydrologiques en fin de saison chaude de Pointe-Noire à Loanda). Ces valeurs du maximum sont toutefois analogues et la plus grande rapidité de la dessalure dans le cas présent est due sans doute à l'absence de stratification stable, le mouvement étant ainsi rendu plus turbulent.

L'origine de ces eaux intermédiaires étant supposée identique, à savoir les eaux tropicales du centre de l'Atlantique sud, dans le sud-ouest de Pointe-Noire, il faut donc admettre que ces eaux arrivant au voisinage de la côte peuvent adopter alternativement deux sens d'écoulement inverses suivant les conditions rencontrées.

Il est à noter également que d'après les diagrammes T-S verticaux le raccord entre l'eau du maximum de salinité et l'eau centrale ne se fait pas progressivement. On observe en effet un palier et même une légère inversion (jusqu'à 0,05 ‰) de salinité à une profondeur variant de 60 à 80 m, profondeur en concordance remarquable avec le point anguleux observé sur les bathythermogrammes. En l'absence d'autre information on peut donc adopter cette profondeur comme limite du mouvement de cette couche d'eau intermédiaire, profondeur également admise par BERRIT au cours de travaux précédents. Quant à sa limite supérieure qui doit se trouver sous la thermocline elle est donc presque en surface au nord et s'enfonce progressivement jusqu'à 20 mètres vers le sud.

L'existence de ce point d'inflexion halin peut également ouvrir la voie à de nouvelles recherches sur l'origine exacte du maximum de salinité, l'eau du maximum n'étant plus alors considérée comme une eau-type mais comme une masse d'eau ayant un mode de formation analogue à celui de l'eau centrale. Il peut également s'agir d'une eau d'origine différente intercalée entre le maximum et l'eau centrale.

Dans notre cas l'espacement des prélèvements et la précision de la détermination de la salinité d'après la méthode de Knudsen ne permettent guère de tirer de conclusion sur une structure aussi fine. Apparemment on a bien un mélange dans le sens sud-nord, les caractéristiques T-S de ce minimum intermédiaire variant de $T = 16^{\circ}5$, $S = 35,60$ (Station 814) à $T = 17^{\circ}5$, $S = 35,72$ (Station 802). En fait pour réaliser une étude vraiment précise sur ce sujet il faudrait disposer d'une sonde enregistreuse continue de salinité de précision 0,01 ‰.

VIII - Oxygène dissous

Les eaux de surface ont des taux d'oxygène dissous variables sans relation manifeste avec les types d'eaux concernés. Les teneurs varient de 4,5 à 6 ml/l. Si l'on rapporte ces valeurs au taux de saturation on constate en surface une légère sursaturation de 0 à 6 ‰. Les taux sont plus variables dans la région de déversement des eaux du Congo. La valeur de 6,84 ml/l observée à la station 622 qui conduit à une sursaturation de 40 ‰ est fortement suspecte.

Des valeurs élevées sont également observées aux stations 818 et 819, respectivement 5,26 et 5,86 ml/l soit 12 ‰ et 26 ‰ de sursaturation. Or les stations sont celles où se rencontrent les eaux froides les plus caractéristiques. Les conditions météorologiques n'ayant d'autre part pratiquement pas varié au cours de la campagne (vent et mer très faibles, de 0 à 3 Beaufort). Une telle sursaturation ne peut donc s'expliquer que par une activité photosynthétique propre à ces eaux.

La structure verticale suit celle des eaux. On note une décroissance rapide en surface suivi d'un palier dans la région du maximum de salinité où les valeurs oscillent autour

.../...

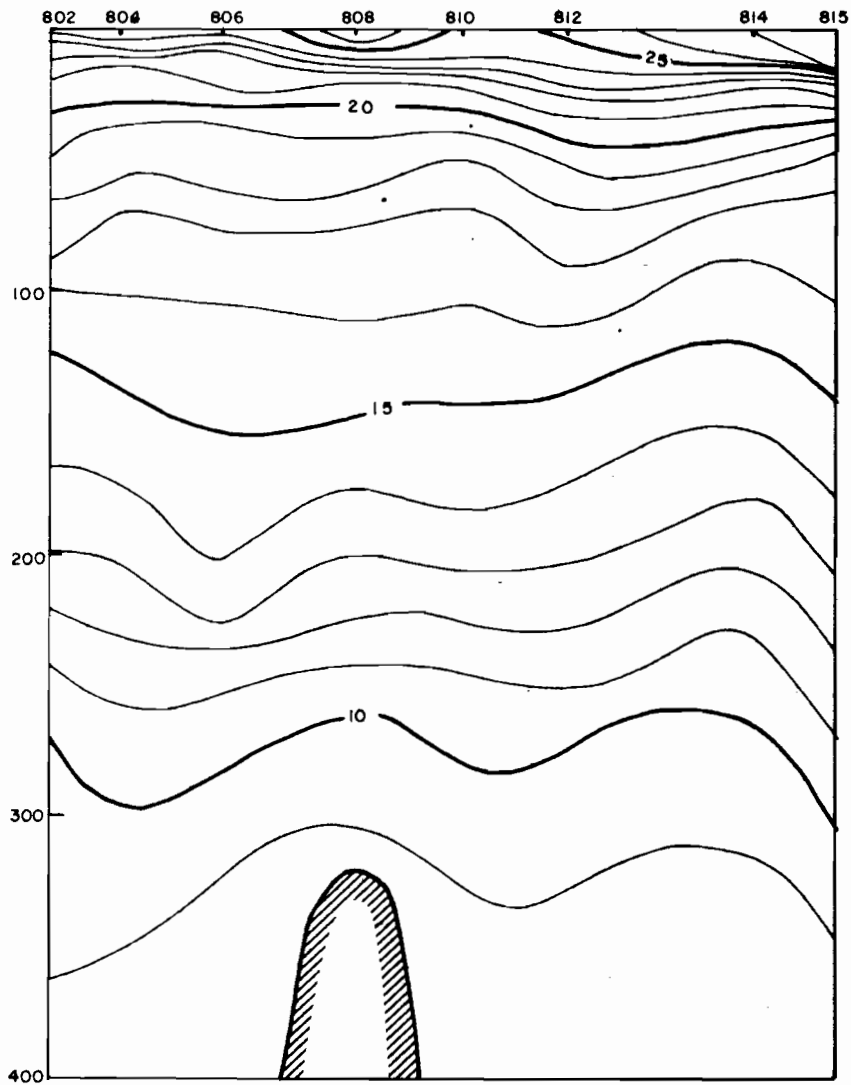
de 3 ml/l. La décroissance reprend à une profondeur coïncidant avec celle de la baie des eaux du maximum soit vers 75 m. Le minimum d'oxygène dissous est observé au large vers 300 m de profondeur. Il remonte au voisinage du plateau continental. Sur la coupe effectuée le long du talus, sa profondeur moyenne est 280 m.

- maximum d'oxygène -

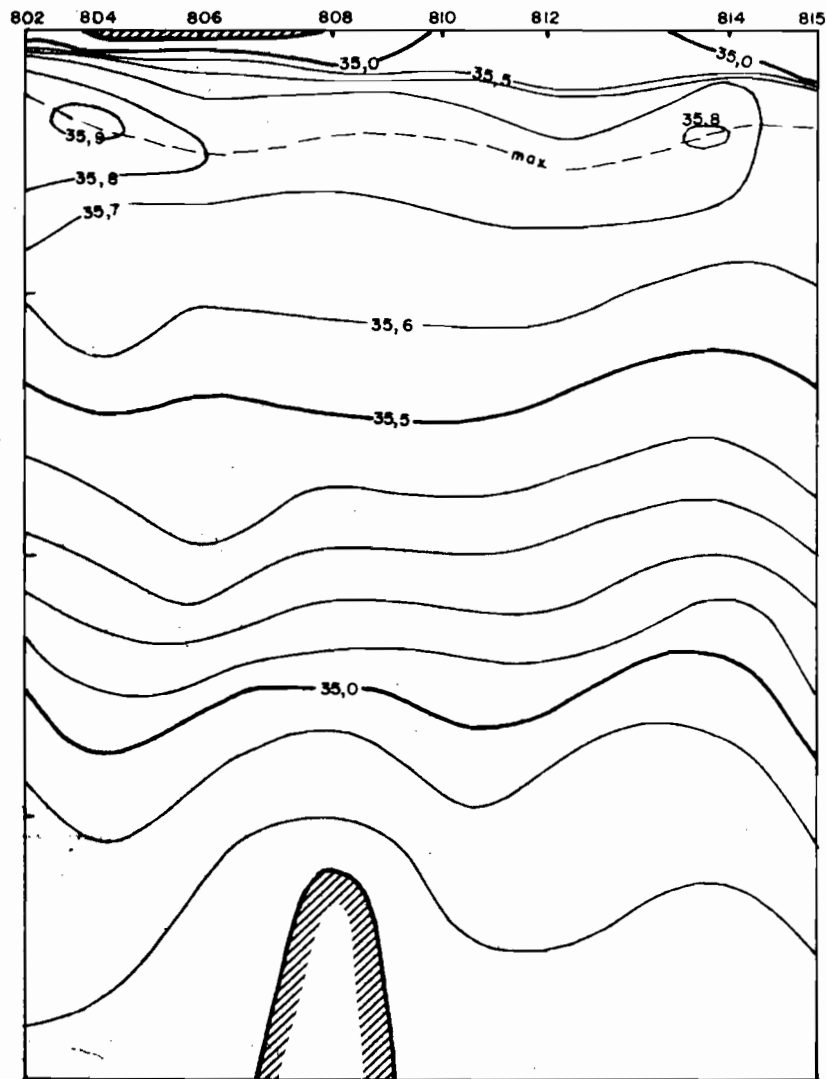
On remarque que dans la partie sud les valeurs de surface à peu près constantes dans la couche d'eau guinéenne ou tropicale accusent un maximum dans les eaux sous-jacentes. Un tel maximum a déjà été observé au cours de la campagne OM 28 vers 10°S. On peut être tenté de lier l'existence de ce maximum à celle de la pycnocline dont le fort gradient de densité créerait des conditions de stabilité causant une accumulation de pigments photosynthétiques. Il est cependant à remarquer qu'un tel maximum n'a jamais été observé à Pointe-Noire au cours de la saison chaude, époque à laquelle la stabilité à l'interface des eaux guinéennes et des eaux froides est maximum. Dans le cas présent, de plus, les valeurs du maximum d'oxygène ne sont fonction ni de la grandeur ni de la position du maximum de gradient de densité. Il est par contre manifeste que ce maximum se situe à proximité des stations 818 et 819 où ont été observées les hautes teneurs de surface et qu'il diminue d'intensité tant en valeur absolue qu'en pourcentage de saturation à mesure qu'on s'éloigne de ces stations.

Il est donc plus vraisemblablement qu'on observe en ces points une eau d'origine différente, en provenance des eaux froides de surface qui coulent en s'insérant entre les eaux chaudes et légères de surface et les eaux denses du maximum de salinité jusqu'à atteindre l'équilibre hydrostatique. Les eaux s'épandent principalement vers le nord-ouest mais aussi vers le sud ainsi que le suggère la forme des isolignes sur la section CD, direction dans laquelle elles peuvent être entraînées par friction avec les eaux sous-jacentes.

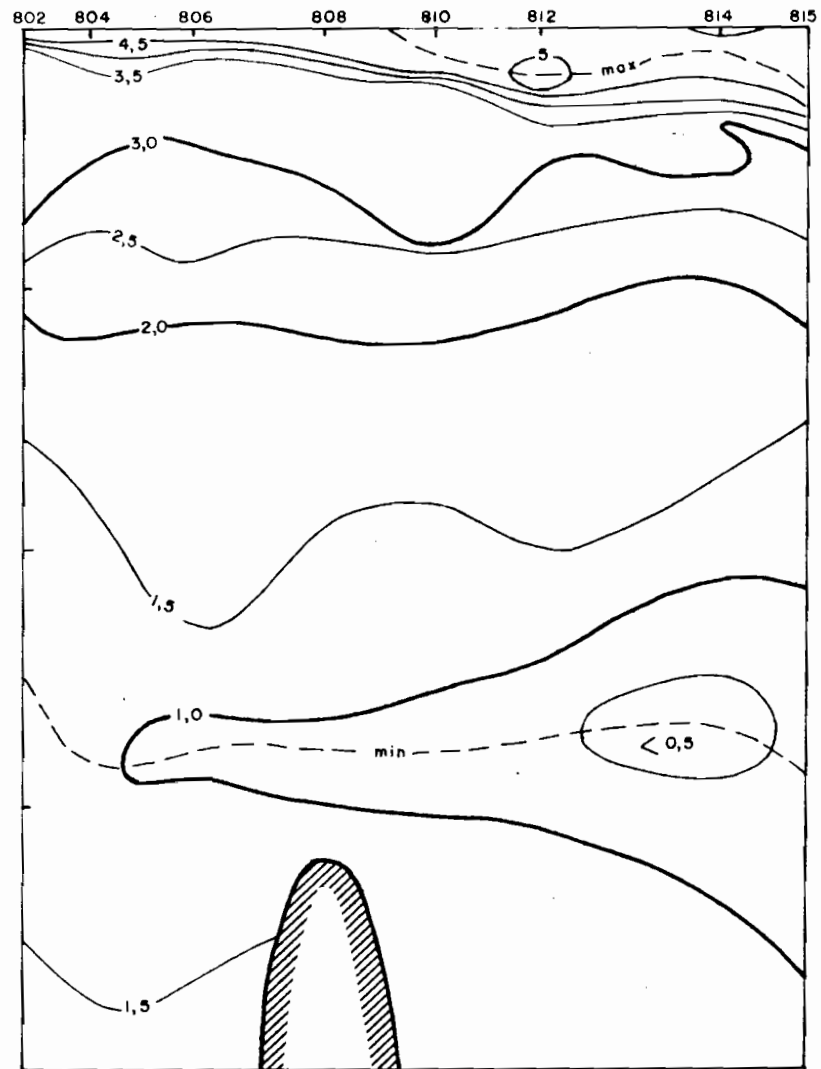
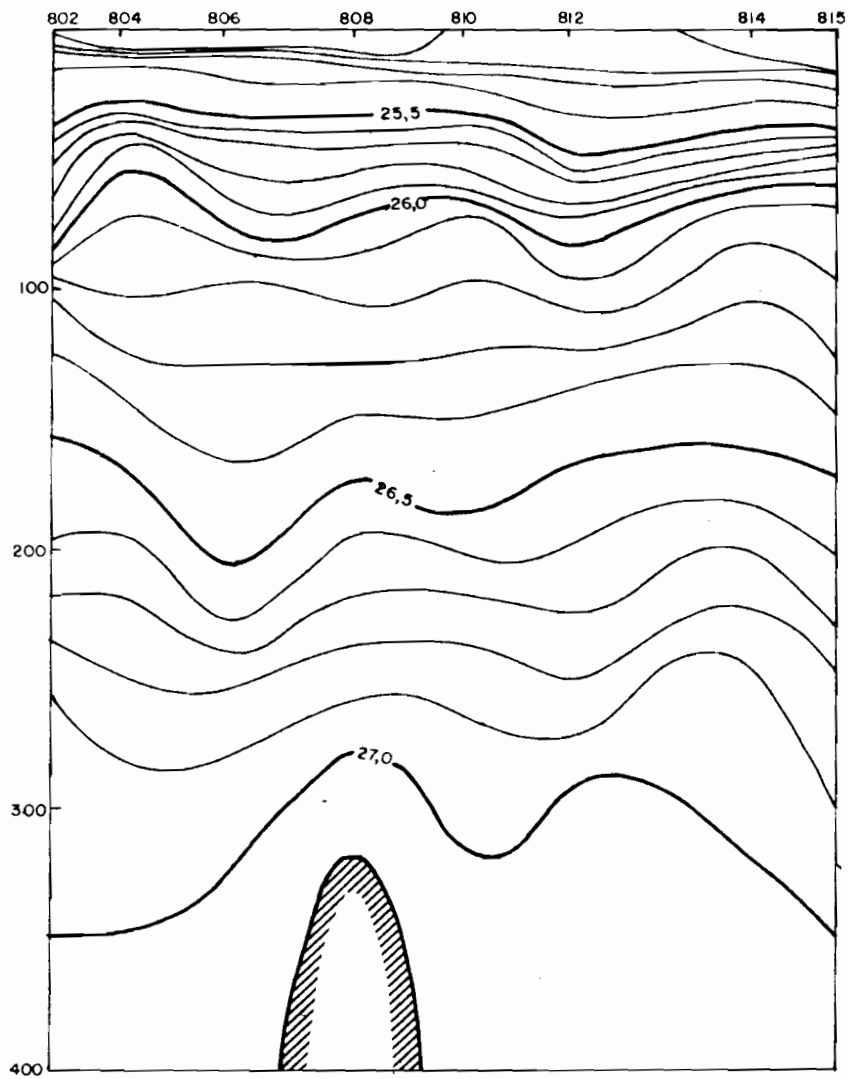
.../...

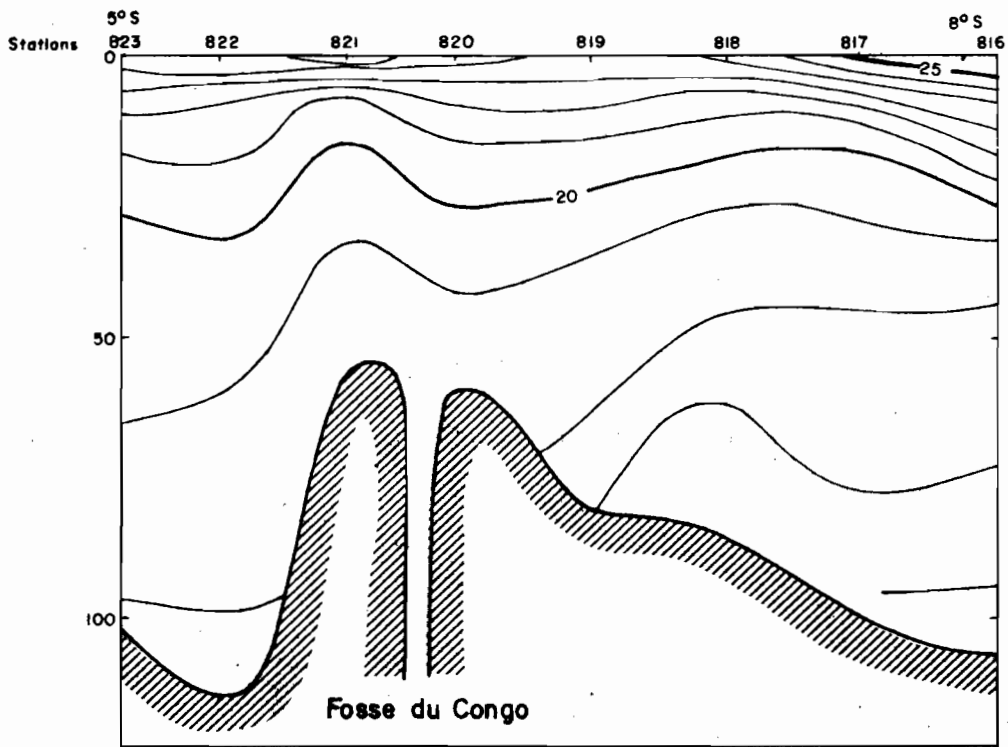


OM 31
ISOTHERMES - Section AB

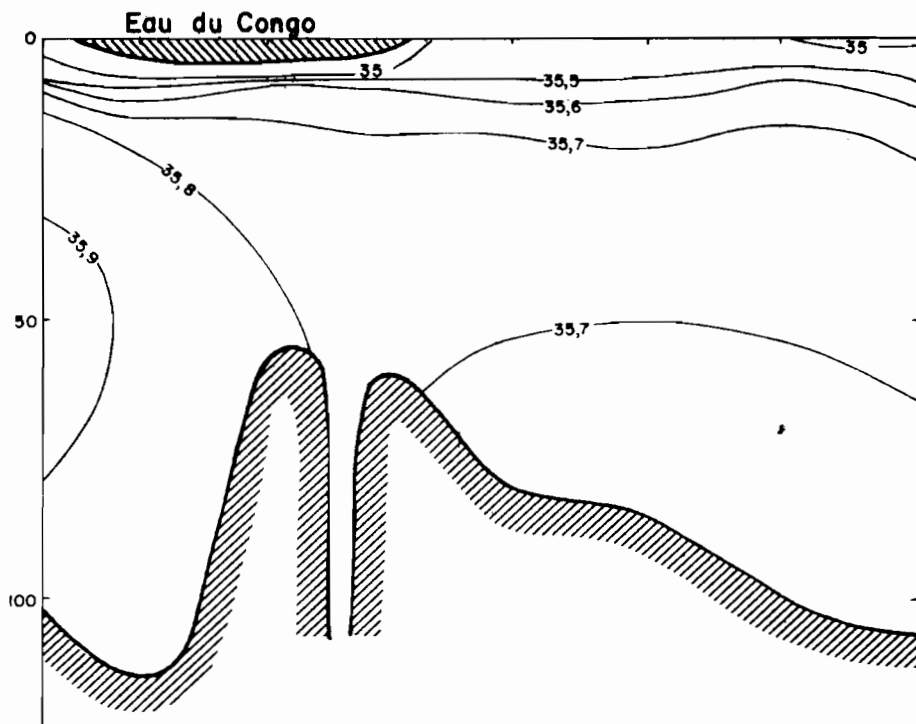


OM 31
ISOHALINES - Section AB

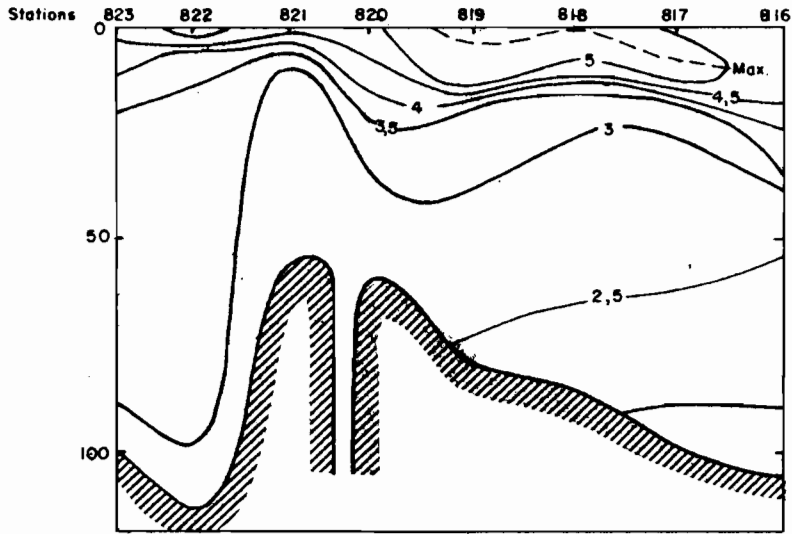




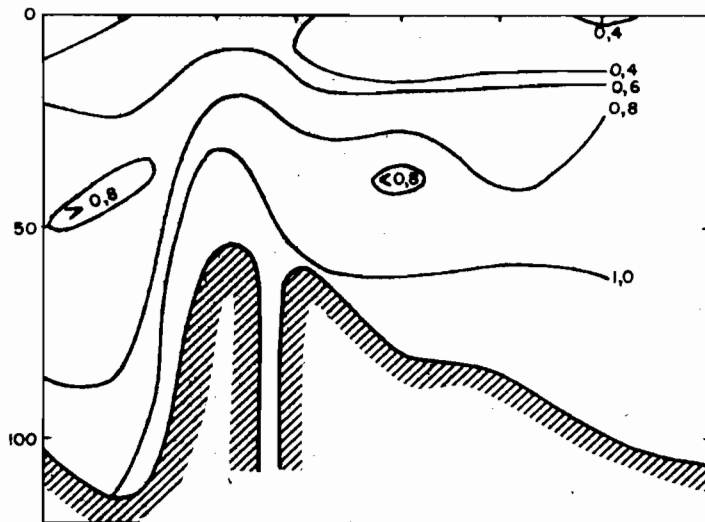
OM 31 - Isothermes - Section C D



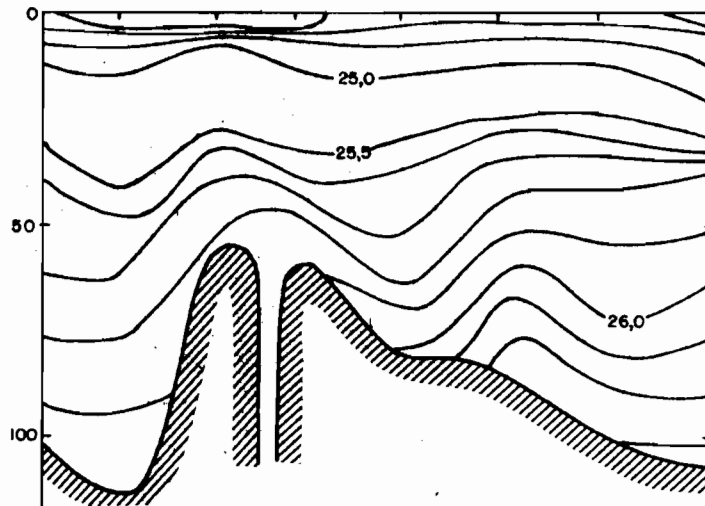
OM 31 - Isohalines - Section C D



OM-31 - Oxygène dissous (ml/l) Section CD



OM 31 - Phosphates dissous (μ atg- PO_4 -P/l)
Section CD



OM 31 - Isopycnes - Section CD

Aux valeurs du maximum correspondent des températures de 23° à 24° et une salinité de 35,5 ‰ environ; les eaux s'écoulent donc entre les surfaces $\sigma_t = 24$ et $\sigma_t = 24,5$.

IX - Phosphates dissous

Les prélèvements ont été faits sur tout le trajet retour effectué sur les petits fonds. L'évolution des teneurs en phosphates dissous est représentée sur la section CD. La concordance entre l'allure générale des isolignes de phosphate et celles des taux d'oxygène dissous est remarquable. Leur variation se font en sens inverse. On a un minimum de 0,2 à 0,4 μ atg/l en surface. Les taux croissent avec la profondeur et se stabilisent dans la région du maximum de salinité autour d'une valeur moyenne de 0,8 μ atg/l.

X - Sections verticales

On a représenté la variation de principales caractéristiques physico-chimiques des eaux suivant deux coupes verticales longitudinales approximativement parallèles à la côte, la section AB sur les fonds de 500 m du talus continental et la section CD sur le plateau continental.

Sur ces figures de la section AB en dehors des phénomènes de surface et de l'évolution très nette du maximum de salinité, les conditions en profondeur sont uniformes. En ce qui concerne le minimum d'oxygène dissous, il apparaît à une profondeur où le mouvement des eaux ne peut se faire que dans le sens d'un appauvrissement en oxygène. Il semble donc d'après la coupe verticale que les eaux vers 300 m de profondeur soient animées d'un mouvement vers le sud. Or ces eaux sont constituées par l'eau centrale Sud-Atlantique. Un tel mouvement est donc peu vraisemblable, la circulation généralement admise étant dirigée vers le nord. D'autre part l'appauvrissement considéré comme dû uniquement à une consommation d'oxygène est beaucoup trop rapide pour une distance de cet ordre.

En fait le problème du minimum d'oxygène est encore assez obscur si l'on consulte les résultats des campagnes Equalant effectuées dans ces parages on s'aperçoit que ce minimum est sujet à des variations locales très importantes. Il n'est donc pas permis de tirer de conclusions sur le mouvement des eaux d'après une étude aussi restreinte.

Sur la section CD on remarquera surtout la remontée générale des eaux dans le voisinage de la fosse du Congo. Ce phénomène n'est pas dû uniquement à la topographie du fond. L'écoulement des eaux du Congo crée en effet en surface une force tangentielle entraînant les eaux vers le large d'où création d'un upwelling associé à un courant de compensation (cf. DEFANT Physical Oceanography). Le point le plus haut est bien trouvé ici à la station 811 où l'on observe un maximum de dessalure superficielle ($S = 17 \text{ ‰}$ soit 50 % de dessalure) donc approximativement le centre du courant.

XI - La transition

Au vu des résultats de cette campagne il est évident qu'en période de transition l'évolution des masses d'eau devant Pointe-Noire n'obéit pas à une règle simple de transport sud-nord. Ces deux dernières années on a noté entre l'apparition des températures 24° et 21° au port une durée de 17 jours, ce qui à une vitesse moyenne de un noeud pour les courants de surface donnerait une distance de 400 milles environ entre ces deux isothermes. Cette distance est nettement trop forte. Le front observé au cours de précédentes campagnes en période stable lorsqu'il atteint sa position extrême sud présente un tel gradient sur une distance inférieure à 60 milles. Le mouvement ne peut donc être uniforme, ce qui ressort clairement aussi des fluctuations importantes de température et de salinité observées au cours de la transition.

.../...

D'autre part ce front se présente sous une forme tourmentée, une langue d'eau chaude se trouvant comprise entre deux masses d'eau froide, l'une à la côte et l'autre au large. Il suffirait donc lors du passage à Pointe-Noire d'oscillations latérales pour provoquer ces fluctuations que renforce la présence d'eau dessalée due aux eaux du Congo.

Dans le cas présent la transition a débuté par une première arrivée d'eau tropicale en provenance du centre de l'Atlantique; suit une remontée des eaux froides le long du plateau continental qui combinée avec le mouvement précédent arrive ainsi à isoler au large une masse d'eau guinéenne dont on ne retrouvera plus trace à Pointe-Noire. Les eaux froides sont bien celles du courant de Benguela et non des remontées d'eau ce qui conduirait en surface à des salinités plus élevées et de faibles teneurs en phosphate dissous. Par contre, dans les eaux à température inférieure à 22° et à forte salinité observées à Pointe-Noire pendant et juste après la campagne et qui ne pouvaient donc se trouver que dans une zone étroitement côtière ayant échappé à nos investigations, la part de l'upwelling est certainement prépondérante.

La situation à Pointe-Noire est donc peu représentative de l'évolution réelle des conditions au large. La saison froide en particulier est en avance à la côte par rapport aux eaux océaniques d'une durée qu'on ne peut malheureusement évaluer faute de mesures rapprochées au large.

T A B L E A U X A N N E X E S



I M M E R S I O N S

D E S

I S O L I G N E S



PROFONDEUR DES ISOTHERMES

ST. T°C	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	
27	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	2!	15!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
26	!	!	!	!	!	!	!	1!	5!	!	!	!	!	!	1!	11!	16!	4!	1!	!	!	!	!	!	!	!
25	!	!	!	0!	6!	!	!	3!	9!	!	!	5!	4!	9!	14!	17!	6!	3!	!	!	!	!	1!	!	!	!
24	!	1!	!	1!	7!	4!	!	2!	6!	11!	1!	10!	10!	15!	11!	16!	19!	9!	5!	1!	!	2!	2!	3!	2!	2!
23	!	2!	3!	4!	9!	8!	3!	5!	9!	13!	6!	14!	15!	20!	15!	18!	21!	13!	7!	4!	4!	5!	4!	5!	6!	4!
22	!	3!	6!	11!	13!	11!	7!	9!	15!	16!	11!	17!	19!	26!	19!	22!	26!	17!	9!	6!	9!	8!	5!	8!	10!	7!
21	!	15!	10!	19!	18!	14!	13!	24!	18!	20!	14!	21!	24!	34!	24!	29!	30!	22!	12!	11!	15!	15!	7!	19!	17!	13!
20	!	27!	20!	31!	32!	27!	27!	29!	38!	28!	27!	30!	29!	44!	31!	37!	34!	27!	17!	18!	23!	26!	15!	32!	28!	42!
19	!	42!	54!	49!	46!	37!	37!	37!	49!	42!	40!	38!	33!	53!	42!	46!	38!	33!	29!	27!	36!	41!	33!	60!	64!	!
18	!	!	71!	64!	70!	56!	54!	62!	61!	61!	59!	50!	37!	68!	58!	56!	47!	44!	46!	46!	63!	!	!	99!	96!	!
17	!	!	87!	87!	86!	69!	69!	77!	72!	76!	88!	67!	56!	89!	76!	66!	61!	73!	77!	63!	!	!	!	!	!	!
16	!	!	100!	99!	127!	101!	87!	104!	109!	111!	!	105!	101!	114!	!	90!	104!	94!	!	!	!	!	!	!	!	!
15	!	!	!	124!	157!	142!	!	154!	152!	146!	!	142!	134!	138!	!	122!	143!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
14	!	!	!	167!	192!	176!	!	203!	189!	176!	!	184!	182!	173!	!	153!	178!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
13	!	!	!	200!	228!	205!	!	226!	220!	202!	!	206!	212!	203!	!	189!	207!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
12	!	!	!	221!	249!	232!	!	238!	247!	225!	!	226!	235!	228!	!	208!	237!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
11	!	!	!	242!	272!	260!	!	254!	273!	244!	!	246!	263!	251!	!	232!	270!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
10	!	!	!	271!	314!	297!	!	283!	302!	262!	!	282!	301!	274!	!	268!	306!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
9	!	!	!	363!	364!	352!	!	322!	343!	!	!	328!	352!	!	!	315!	347!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
8	!	!	!	451!	430!	441!	!	377!	407!	!	!	!	419!	!	!	!	409!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
7	!	!	!	!	521!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
6	!	!	!	!	638!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
5	!	!	!	!	792!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!

PROFONDEUR DES ISOHALINES

ST. s ‰	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814
34.5			1!		7!	6!		4!	8!	0!					
34.6			1!	!562	7!	6!		4!	9!	3!					
34.7	1!		2!475	!454	7!450	6!	!371	4!410	10!	5!		1!	427		
34.8	1!		2!380	!385	5!370	6!	!321	4!345	11!	6!	!338	2!	352		
34.9	2!		2!287	!331	8!310	7!	!284	5!310	12!267	6!	!291	3!	303	!280	6!273
35	2!		3!253	!293	8!276	7!	7!260	5!284	12!253	6!	!263	4!	269	!261	11!243
35.1	3!		3!233	!264	9!251	7!	7!246	5!261	13!237	7!	!239	6!	244	!242	13!219
35.2	3!	2!	4!214	!242	9!229	7!	8!233	5!239	13!218	7!	!220	9!	224	!221	4!
35.3	3!	3!	5!193	!220	9!204	8!	8!218	6!214	14!198	8!	11!200	11!	205	!196	11!
35.4	4!	4!	6!164	10!196	10!175	8!	9!196	6!186	15!174	8!	15!179	14!	182	10!172	14!
35.5	4!	5!	7!135	11!168	10!149	9!	10!140	7!156	16!147	9!	16!150	16!	149	20!143	17!
35.6	4!	5!99	8!104	19!112	10!126	10!91	14!107	10!118	18!111	11!	18!113	17!75-100	23!113	21!	18!89
35.7	4!	6!89	10!84	26!69	13!69	13!70	26!65	13!57	23!62	16!84	27!49	49!	42!75	27!67	19!62
35.8	5!50	8!75	16!60	34!45	23!55	19!50	42!52	18!42	!	38!47					
35.9		25!50			32!42	33!43									
max.	35,89 20 m	35,91 35 m	35,84 25 m	35,81 40 m	35,92 37 m	35,92 38 m	35,81 48 m	35,84 25 m	35,79 40 m	35,81 43 m	35,79 39 m	35,70 49 m	35,73 53 m	35,79 38 m	35,80 39 m

PROFONDEUR DES ISOHALINES (suite)

ST. S ‰	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824
34.5										
34.6									0!	
34.7	14!415								1!	1!
34.8	16!352								1!	1!
34.9	18!312								2!	2!
35.0	19!281	1!				6!	6!	7!	3!	3!
35.1	19!253	2!	1!			6!	6!	7!	3!	4!
35.2	19!220	3!	2!	1!	0!	6!	7!	7!	4!	4!
35.3	19!200	4!	3!	3!	2!	6!	7!	8!	5!	5!
35.4	19!150	6!	4!	5!	5!	7!	7!	8!	6!	6!
35.5	20!146	8!	5!	7!	7!	7!	7!	9!	7!	6!
35.6	20! 97	13!102	7!	11!	11!	9!	8!	11!	8!	7!
35.7		21!65	15! 54	20! 50	17! 53	17!	14!	14!	9!	8!
35.8							41!	20!	13!	9!
35.9									32! 79	26! 40
max.	35,68 27 m	35,77 35 m	35,74 29 m	35,76 31 m	35,76 41 m	35,78 40 m	35,80 41 m	35,85 75 m	35,91 38 m	35,92 34 m

PROFONDEUR DES ISOPYCNES

ISOPYCNES	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824
23			1		8	6	7	8	9			2			11	15	2				4	3	4		
24	1	4	6	9	9	7	8	9	12	6	12	12	15	13	15	17	9	2	2	2	5	4	5	4	4
24,5	2	7	8	13	10	8	9	10	14	9	16	17	21	17	17	23	14	6	5	7	6	5	8	7	6
25	4	12	15	20	14	13	19	21	20	14	21	24	33	24	27	29	21	12	11	14	14	7	15	13	10
25,5	29	23	37	36	30	29	33	42	33	35	33	33	50	34	40	38	30	24	24	30	33	27	41	31	44
25,6	35	36	43	43	33	31	37	48	39	38	36	35	54	39	44	41	32	29	27	36	39	32	49	39	
25,7	45	54	52	53	36	34	43	54	46	43	44	37	59	46	49	44	34	34	35	52	43	40	62	61	
25,8		65	66	58	40	45	55	59	54	52	54	38	68	54	53	48	38	42	43	63	48		77	77	
25,9		75	78	63	45	55	67	65	63	70	61	41	73	62	57	53	50	55	52	70			95	93	
26,0		85	85	78	55	63	75	71	73	85	66	50	84	71	62	59	64	72	60						
26,1		93	90	112	72	71	83	80	86	98	72	68	96	82	69	69	76	81	68						
26,2		99	95	128	103	82	98	100	106		96	91	110		81	98	90	88							
26,3			104	144	123	94	129	123	128		123	112	123		103	126	102								
26,4			125	162	143		166	160	149		150	134	139		128	148									
26,5			157	186	169		207	186	172		187	178	167		161	172									
26,6			196	214	195		227	209	195		203	205	198		184	203									
26,7			219	238	219		241	232	218		219	230	226		202	230									
26,8			236	264	248		256	264	238		238	260	251		225	259									
26,9			259	299	285		281	297	259		266	304	274		257	300									
27,0			350	350	350		328	344	279		316	363	293		322	350									
27,1			463	435			454					452													
27,2				592																					
27,3				690																					
27,4				920																					

VALEURS RONDES d'OXYGENE DISSOUS

ST. ml/l	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814
5				1				4					12-25	12-21	
4,5			5	8	5	1	5	8	11	8	17	17	27	23	3-19
4	6	3	6	15	10	4	6	15	12	11	18	25	30	25	28
3,5	17	26	7	19	16	10	11	22	18	16	21	31	37	28	32
3	35-47	81	77	71	53	55	64	58	60	48	84	39	52	40	37-41-58
2,5		98	92	90-580	77	75	89	78	81	102	86	64	79	76	72
2			108	113-514	120	95	114	97	119		122	85	111		99
1,5			157-351	202-455	183-377		229-366	213-431	192		184	219	202		171
1			268-348				262-288	284-359	268		255-303	249-329	247		214
0,5															249-290
max.	4,45 0 m	4,49 0 m	4,89 0 m	4,59 0 m	4,59 0 m	4,60 0 m	4,66 0 m	5,06 0 m	4,86 0 m	4,91 0 m	4,88 10 m	4,79 10 m	5,16 18 m	5,52 18 m	4,53 10 m
min.			1,10 250 m	1,04 285 m	1,04 285 m		0,95 275 m	0,86 315 m		270 m	0,95 280 m	0,89 275 m	0,94 ? 270 m		0,43 ? 270 m

VALEURS RONDES d'OXYGENE DISSOUS (suite)

ST. ml/l	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824
5			2-13	8	14			3		
4,5	32	18	15	12	16	8	1	4	3	1
4	35	24	16	13	17	15	3	5	11	8
3,5	39	26	18	16	19	22	6	14	20	19
3	49	39	36	26	38	37	10	99	89	45
2,5	82	54	64	65	71					
2	115	89	89							
1,5	159-445									
1	216-369									
0,5										
max.	4,85 25 m	4,94 10 m	5,44 10 m	5,26 0 m	5,89 0 m	4,95 0 m	4,73 0 m	6,84 0 m	4,65 0 m	4,56 0 m
min.	0,75 290 m									

VALEURS RONDES DE PHOSPHATES DISSOUS

ST. µatg/l	800	801	802	803	817	818	819	820	821	822	823	824
0,2					3							
0,4	1	3	10	12	14	14	15	5-10		1	10	4
0,6	6-15-25	9	18	17	16	17	18	16	8	24	22	18
0,8	49	65	32-40-74	46	24	41	27-36-42	28	20	36-44-84	49-50-86	45
1,0			87	85	62	58	62		32			
1,2			98	149								
1,4			187	212								
1,6			330	244-454-531								
1,8			420	281-395								
2,0				588-892								
2,2				666-855								
2,4				767-799								