

P. LEFFEVRE

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DES VARIATIONS SAISONIÈRES
DEVANT POINTE-NOIRE

CRITIQUE DES MESURES
HYDROLOGIQUES SOUMISES
A DES VARIATIONS
DE COURTE PÉRIODE



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

DOCUMENTS SCIENTIFIQUES DU CENTRE DE POINTE-NOIRE

Nouvelle Série N° 43.



Décembre 1975

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES VARIATIONS SAISONNIERES

DEVANT POINTE-NOIRE.

CRITIQUE DES MESURES HYDROLOGIQUES SOUMISES A DES

VARIATIONS DE COURTE PERIODE.

LEFEUVRE Patrick

Centre ORSTOM de Pointe-Noire

Document N° 43 N.S.
Décembre 1975

I N T R O D U C T I O N

En 1958 G.R. BERRIT décrivait les saisons marines à Pointe-Noire. Cette étude à la côte était prolongée grâce aux relevés effectués en surface par les navires de commerce sillonnant le Golfe de Guinée et par une série d'études sur les périodes de transition. Une série de radiales mensuelles effectuées depuis janvier 1973 par J.M. GUILLERM jusqu'aux fonds de 500 m dans les 240 de Pointe-Noire autorise un découpage systématique d'une année marine au large de Pointe-Noire. Les variations spatiales venant s'ajouter aux variations saisonnières.

Un point fixe effectué en mai 1975 mettant en évidence des variations à courte période permet une critique de ces mesures, perturbées par un va-et-vient amplifié par les accores. Les mesures effectuées au fond sont les plus affectées par ce phénomène. Il est nécessaire de pouvoir déterminer quel est l'intervalle de fiabilité ainsi que la profondeur jusqu'à laquelle des variations saisonnières peuvent être prises en considération (plus de 120 m selon J. MERLE, 1972). Ce sont ces variations, principalement au fond, qui intéressent le plus les biologistes.

I - DECOUPAGE SAISONNIER

a) Répartition des différentes masses d'eau.

Les quatre saisons marines sont déterminées par la succession des différentes masses d'eau. Cependant l'apport d'eaux continentales (Kouilou toujours près de la côte et le fleuve Congo) occasionnent des dessalures en surface et obligent à tenir compte en premier lieu des valeurs trouvées à 10 et 20 m de profondeur.

Pendant la grande saison chaude (GSC), centrée en février-mars, les eaux rencontrées de la surface à 25-40 m sont chaudes et leur salinité est inférieure à 35 ‰ ; ce sont des eaux équatoriales. G.R. BERRIT, pour faciliter la différenciation saisonnière, les nomme eaux guinéennes, par rapport aux eaux tropicales "au sens de BERRIT" dont la salinité est supérieure à 35 ‰.

Pendant cette période, la température à 15-20 m reste supérieure à 24°.

Cette grande saison chaude qui dure environ quatre mois est suivie d'une grande saison froide (GSF). La température devient alors inférieure à 24° et la salinité dépasse 35 ‰. Les eaux considérées sont alors des eaux de la thermocline. Nous sommes en présence d'eaux benguéléennes "au sens de BERRIT". Au sens général, il s'agit d'eaux subtropicales recouvrant les eaux centrales.

La couche d'eaux guinéennes qui recouvrait les eaux benguéléennes en saison chaude est remontée vers le Nord.

La petite saison chaude (PSC) qui suit la grande saison froide correspond à un retour fugace des eaux guinéennes ($T > 24^{\circ}$; $S < 35 \text{ ‰}$). Son absence est possible.

La petite saison froide (PSF) qui termine le cycle, est caractérisée par un retour des eaux benguéléennes. C'est encore à 15-20 m qu'il faut se référer, car les eaux guinéennes peuvent subsister en surface et persister jusqu'au retour de la grande saison chaude.

Pour bien séparer les saisons marines, il est nécessaire de déterminer les périodes de transition, qui ne sont pas des variations continues entre une saison chaude et une saison froide, mais des périodes d'alternances. Les eaux guinéennes effectuent un va-et-vient au-dessus des eaux benguéléennes avant de s'établir complètement ou disparaître pendant plusieurs mois. Il se peut que la petite saison chaude ne soit qu'une période de transition. L'absence de thermocline en fin de grande saison froide favorise le mélange entre les masses d'eaux mises en contact lors des alternances rendant ainsi difficile la détermination des établissements des petites saisons.

b) Observations et analyses

Pour le découpage saisonnier trois points ont été choisis : l'extrémité du wharf des Potasses (sonde 17, $04^{\circ}50'S$; $11^{\circ}50'E$), une station à la sonde de 50 m ($04^{\circ}50'S$; $11^{\circ}44'E$) et une station à la sonde de 500 m c'est-à-dire aux accores ($05^{\circ}06'S$; $11^{\circ}21'E$). Ces trois points sont alignés dans la direction 240° .

La grande saison chaude, la grande saison froide et la petite saison chaude apparaissent à l'observation des isothermes (fig. 1 et fig. 3), tandis que la petite saison froide et les périodes de transition ne sont visibles que si l'on superpose l'isotherme 24° à l'isotherme 35% (fig. 2, 4, 6). L'analyse se poursuit en termes de masse d'eau. Sur les fonds de 50 m (fig. 2) les deux saisons chaudes et la grande saison froide sont positionnées avec exactitude. De janvier à juin 1973 l'isotherme 24° et l'isotherme 35% coïncident, ce qui prouve le bien fondé des valeurs de référence proposées par G.R. BERRIT (alors que SVERDRUP propose 25° pour limite inférieure de la température des eaux de type équatorial).

Sur les fonds de 50 m, la transition entre les deux grandes saisons est brutale. L'existence d'une pycnocline bien marquée explique cette absence de mélange. L'absence de pycnocline en fin de grande saison froide permet le mélange entre les eaux benguéléennes et les eaux guinéennes qui apparaissent alors en surface. Le plateau continental créant des turbulences. On assiste à la naissance d'une masse d'eau que

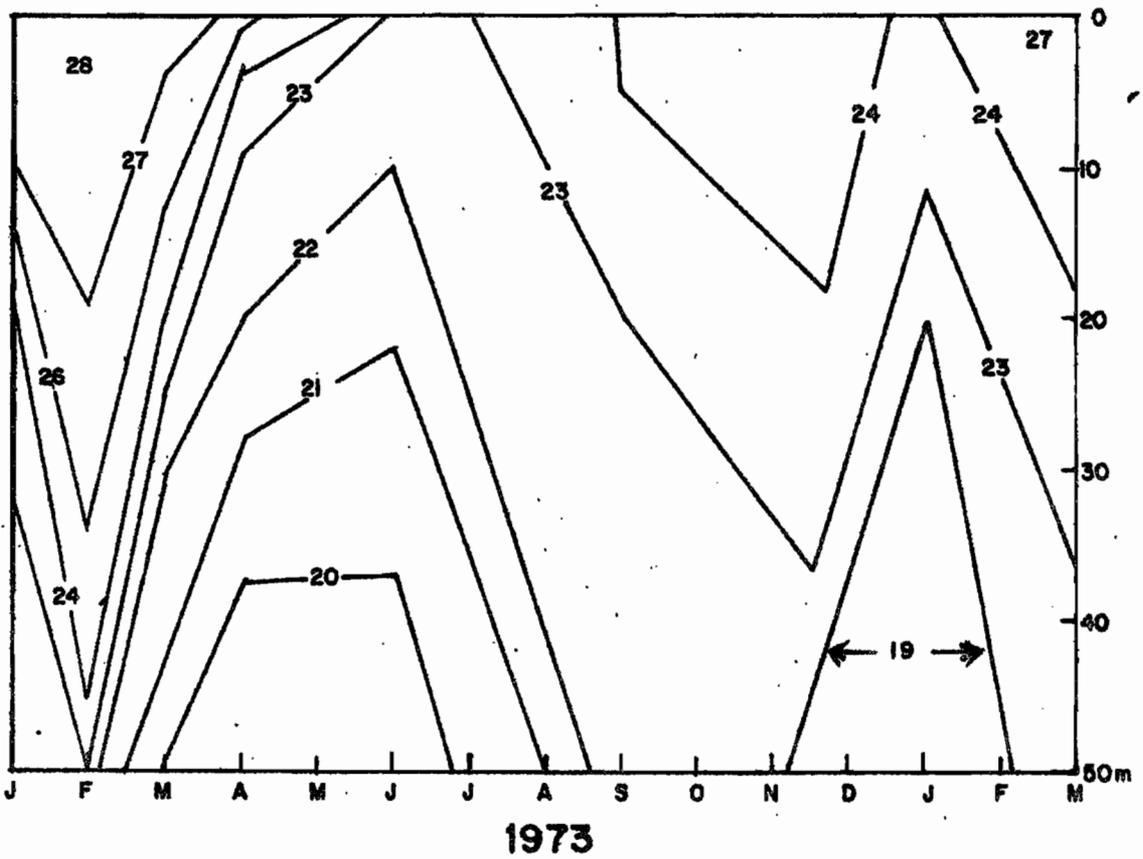


Fig.1- Variation de la température sur les fonds de 50 m.

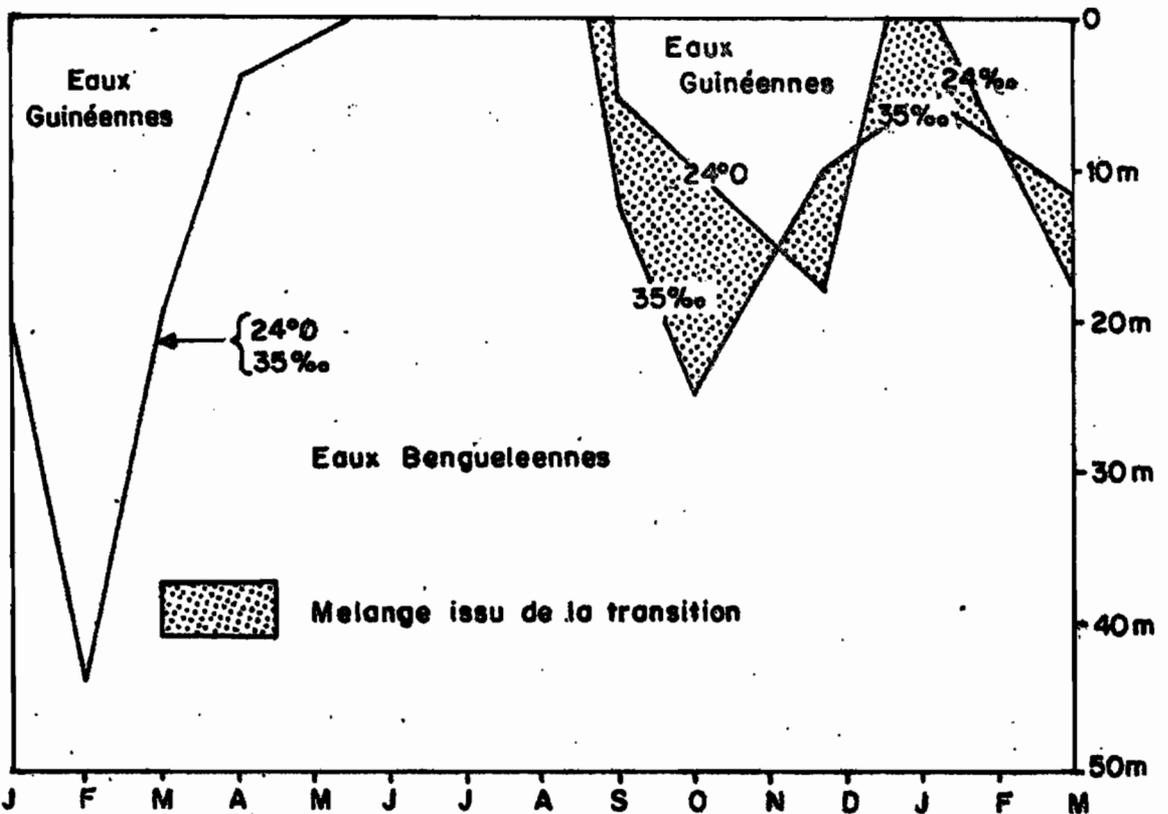


Fig.2 - Masses d'eau sur les fonds de 50 m.

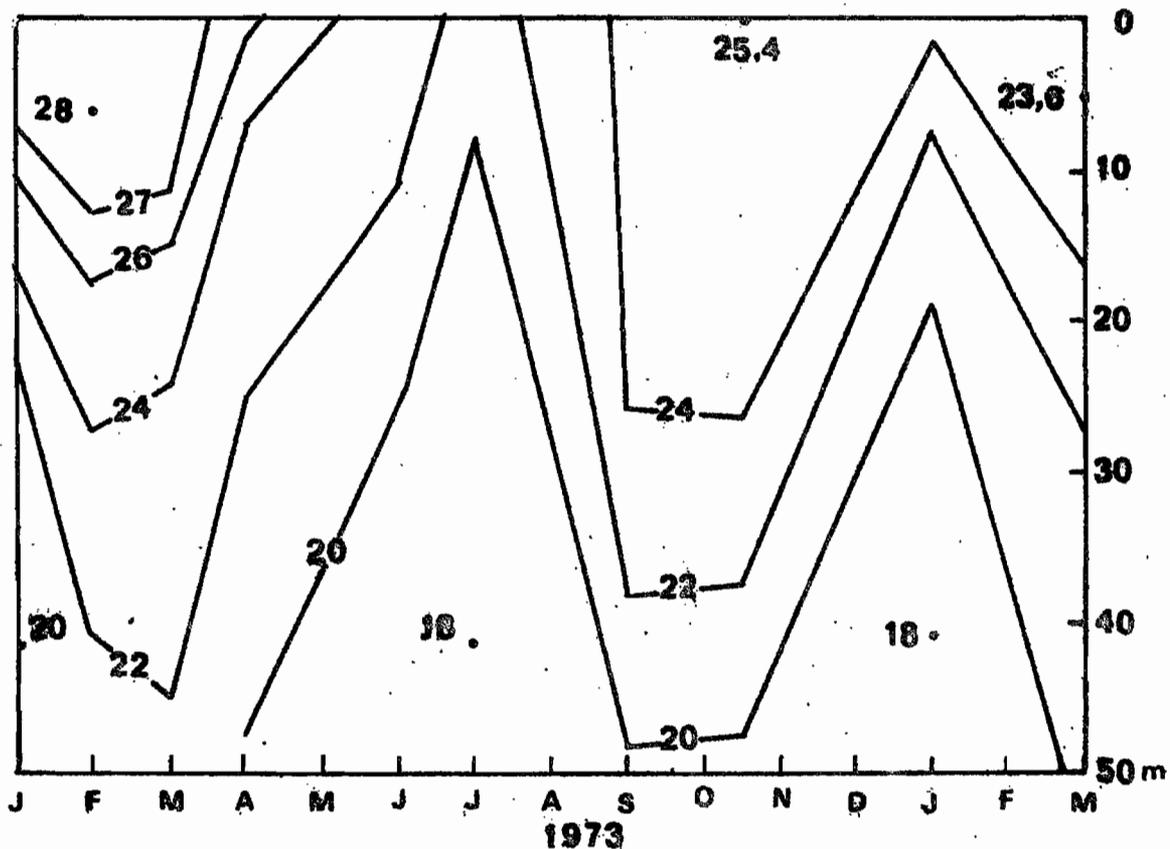


Fig.3—Variation de la température de la couche superficielle sur les fonds de 500 m.

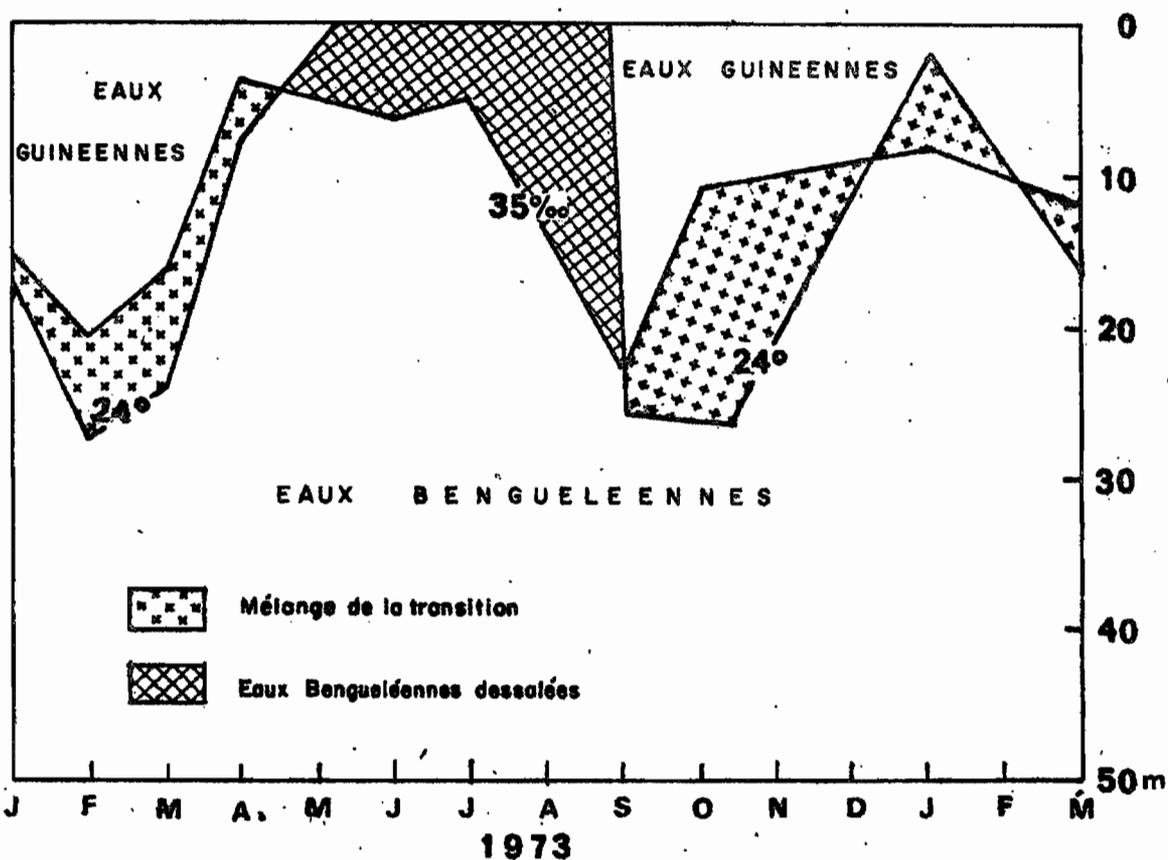


Fig.4—Masses d'eau de la couche superficielle sur les fonds de 500 m.

G.R. BERRIT appelle "eaux froides dessalées", qui ne correspond cependant au concept de masse d'eau puisqu'elle ne possède pas une origine déterminée. Sur le diagramme TS (fig. 5) les prélèvements effectués à 10 m en septembre et à 20 m en octobre entrent dans cette catégorie. En ce qui concerne septembre à 10 m, il s'agit typiquement d'un mélange de transition.

Par contre en octobre la brusque dessalure, accompagnée d'une faible augmentation de la température, est due à l'apport d'eaux continentales. La position du mois d'octobre 10 m dans la zone grisée au-dessous du quadrant eaux guinéennes du diagramme TS, confirme cette hypothèse. Les causes multiples de formation d'eaux froides dessalées obligent à les considérer comme eaux de transition. Cependant leur existence continuelle en surface pendant toute la saison froide sur les fonds 500 m (fig. 4) montre leur double origine : en admettant les eaux benguéléennes comme eaux origine, les eaux froides dessalées sont issues du mélange avec l'eau continentale, soit avec l'eau guinéenne (période de transition), soit par combinaison des deux apports.

Alors qu'en janvier 1973, les eaux guinéennes marquant la grande saison chaude étaient présentes jusqu'à 20 m de profondeur, la surface est recouverte en janvier 1974 par des eaux de mélange ($T < 24^\circ$, $S < 35 \text{ ‰}$). Cependant à 10 m et 20 m les mesures effectuées caractérisent une saison froide puisque sur le diagramme TS (fig. 5) elles avoisinent juin et juillet. L'eau de surface est dessalée par les apports continentaux : décembre et janvier sont les mois où le fleuve Congo a son plus fort débit.

Les figures 3 et 4 relatives aux fonds de 500 m se distinguent des précédentes par une zone de mélange plus longue et plus profonde en début d'année jusqu'en mai. Les eaux placées au-dessus de l'isotherme 24° ont une salinité supérieure à 35 ‰ sur une couche d'environ 5 m.

Alors que l'on pourrait s'attendre à une dessalure de la couche supérieure des eaux benguéléennes par l'extension des eaux du fleuve Congo, celles-ci restent en surface, ne dépassant pas 10 m d'épaisseur. Leur faible densité les oblige à rester en surface et empêche leur mélange aux eaux guinéennes. Par contre le brassage occasionné par la

Diagramme T S au cours de 1973 sur les fonds de 50m.

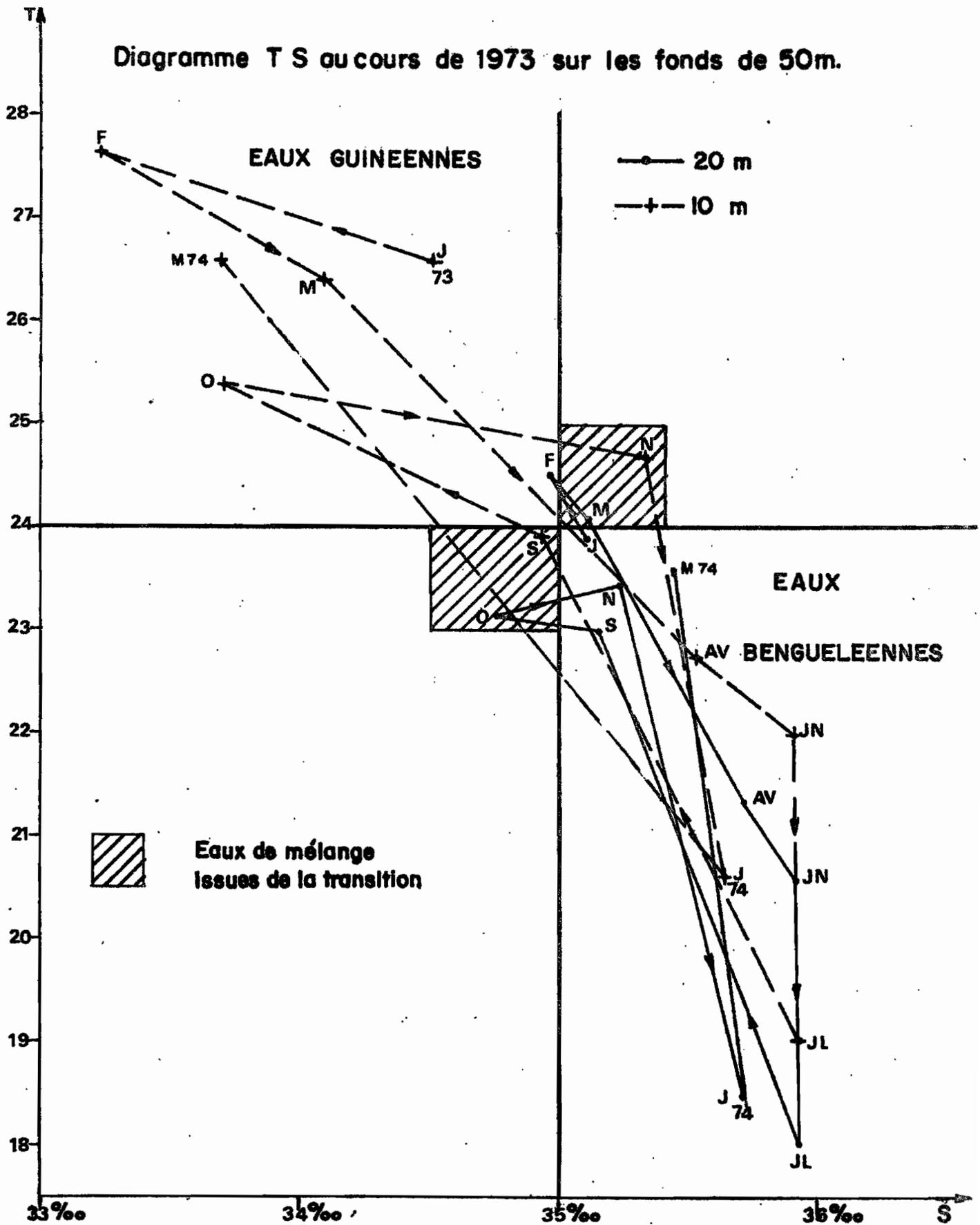


Fig. 5

vitesse importante du courant et les accores crée un mélange entre les eaux guinéennes et les eaux benguéléennes très salées dans cette zone (plus de 36 ‰). Comme la température est très élevée à cause de l'ensoleillement, on assiste à la naissance d'eaux chaudes salées que l'on ne peut comparer aux eaux tropicales "au sens de BERRIT" cette interprétation est confirmée en GSF puisque la dessalure de surface n'excède pas 5 m prouvant que l'influence des eaux du fleuve Congo n'excède pas cette profondeur.

Le mélange obtenu à partir d'août est un mélange tertiaire. Ce sont des eaux de transition dessalées. Comme il n'y a pas eu de mesures effectuées en août, nous n'avons pas de points sur notre diagramme TS. Il est probable qu'ils seraient déportés sur la gauche. Septembre marque le retour des eaux guinéennes et comme pour la grande saison chaude, des eaux chaudes et salées présentes à 20 m en octobre et certainement en novembre confirment la salure due au courant du Benguela et le caractère superficiel des eaux continentales.

En janvier, malgré la pellicule d'eaux guinéennes qui subsiste (2 m) la petite saison froide est effective. La dessalure effective jusqu'à 10 m prouve la présence continue des eaux continentales en surface amplifiée cette fois par la crue du Congo.

La similitude des valeurs en janvier 1973 et mars 1974, en particulier à 20 m (fig. 7), démontrant la fermeture du cycle, permet de déduire que l'année marine 1973 a duré 14 mois.

Les observations effectuées à la station côtière (Wharf des Potasses du Congo) montrent une absence quasi générale de stratification. La faible profondeur de la station (17 m) et l'absence de mélange des masses d'eau l'expliquent parfaitement.

Seules les petites saisons qui conservent un caractère transitoire connaissent une légère stratification et favorisent des zones de mélange. Cependant l'épaisseur du mélange n'excède 10 m que très rarement. La présence des eaux mélangées est très éphémère.

Comme pour la station effectuée sur les fonds de 500 m, le cycle se termine courant mars 1974 puisque le 18 mars les eaux guinéennes réapparaissent sur toute l'épaisseur d'eau.

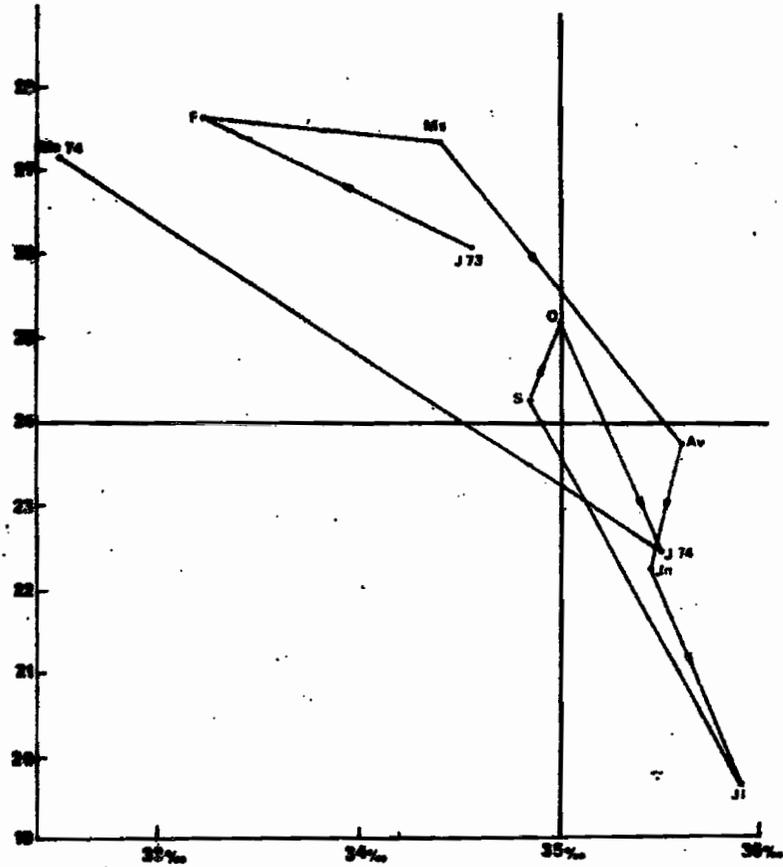


Fig. 7- Diagramme TS annuel à 10m de profondeur sur les fonds de 500

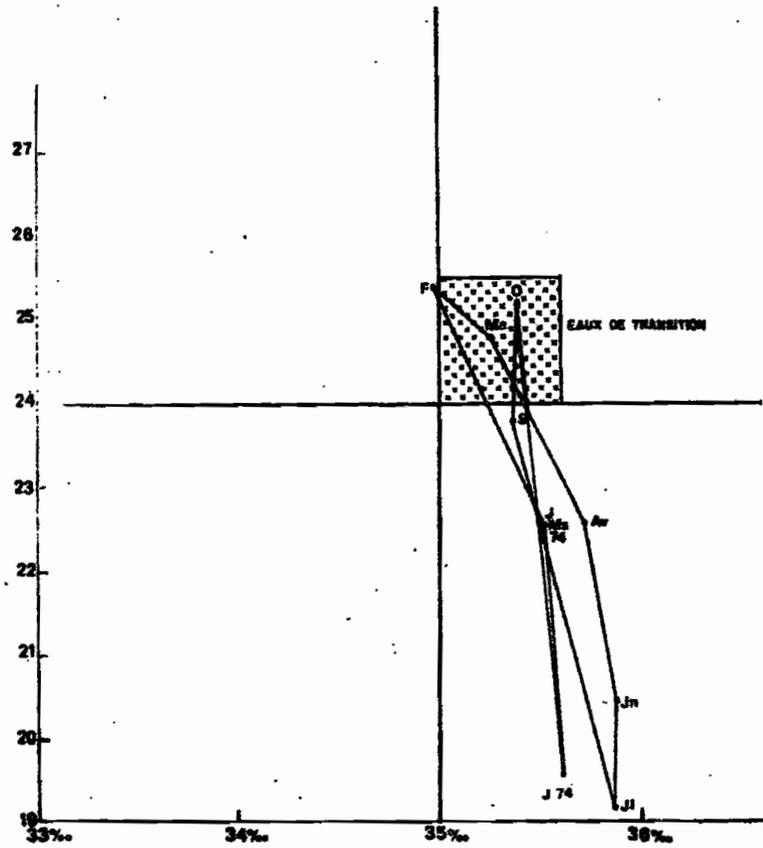


Fig. 7- Diagramme TS annuel à 20m de profondeur sur les fonds de 500m.

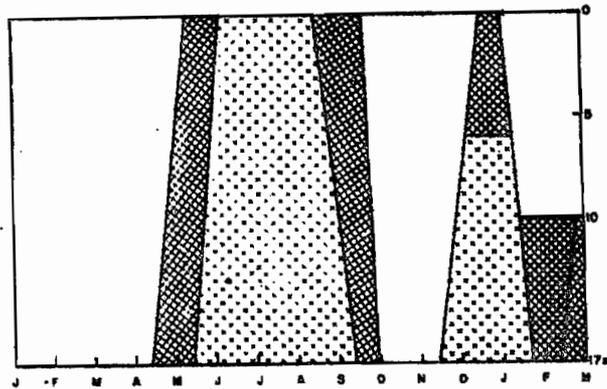
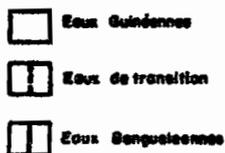
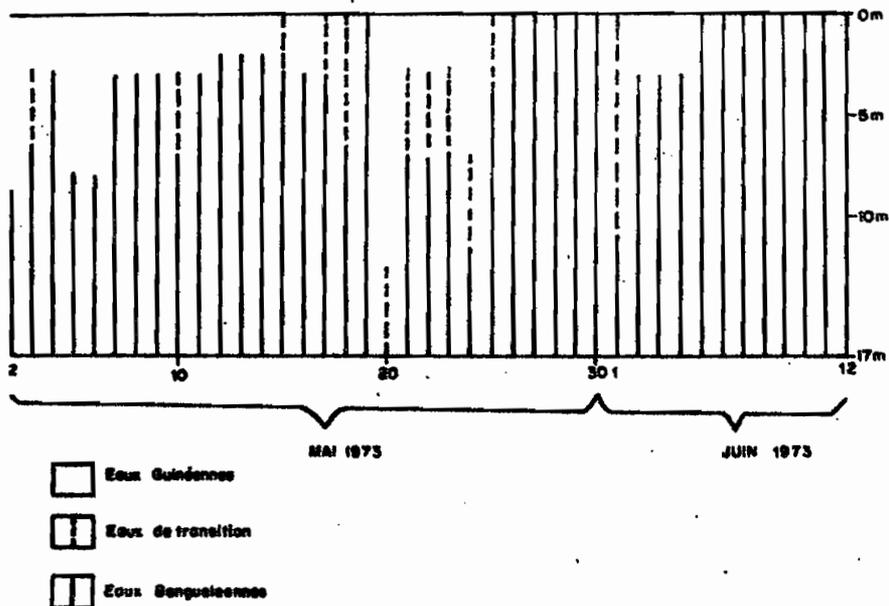


Fig.6-Nature des masses d'eaux au cours de 1973 au Wharf



Fig.8- Variation quotidienne de la masse d'eau au wharf entre la grande saison chaude et la grande saison froide



Les mesures sont effectuées quotidiennement au wharf, si bien que l'alternance caractéristique de la période de transition a pu être observée (fig. 8). Il apparaît très clairement que les eaux de mélange sont rares et ne se trouvent jamais sur toute l'épaisseur de la couche, ce qui confirme le caractère alterné et non progressif de la période de transition.

c) Découpage spatio-temporel (fig. 10).

Quelque soit la station, les eaux guinéennes quittent la surface à la mi-mai. La durée de la période de transition varie suivant le lieu et la profondeur.

L'arrivée des eaux benguéléennes (GSF) se fait plus tôt sur les fonds de 50 m et 500 m qu'au wharf. La dessalure des eaux benguéléennes jusqu'à 25 m de profondeur en août, sur les fonds de 500 m représente en réalité un mélange tertiaire. La transition dure 2 mois au wharf, 11 mois sur les fonds de 50 m, 15 jours sur les fonds de 500 m.

Au wharf, l'apparition des eaux guinéennes (PSC) n'a lieu qu'à mi-septembre c'est-à-dire avec un mois de retard par rapport aux stations plus au large en décembre. La couche d'eaux guinéennes ne disparaît pas d'abord brutalement mais s'amincit pour ne disparaître de la surface que le 15 décembre, sans qu'il y ait mélange.

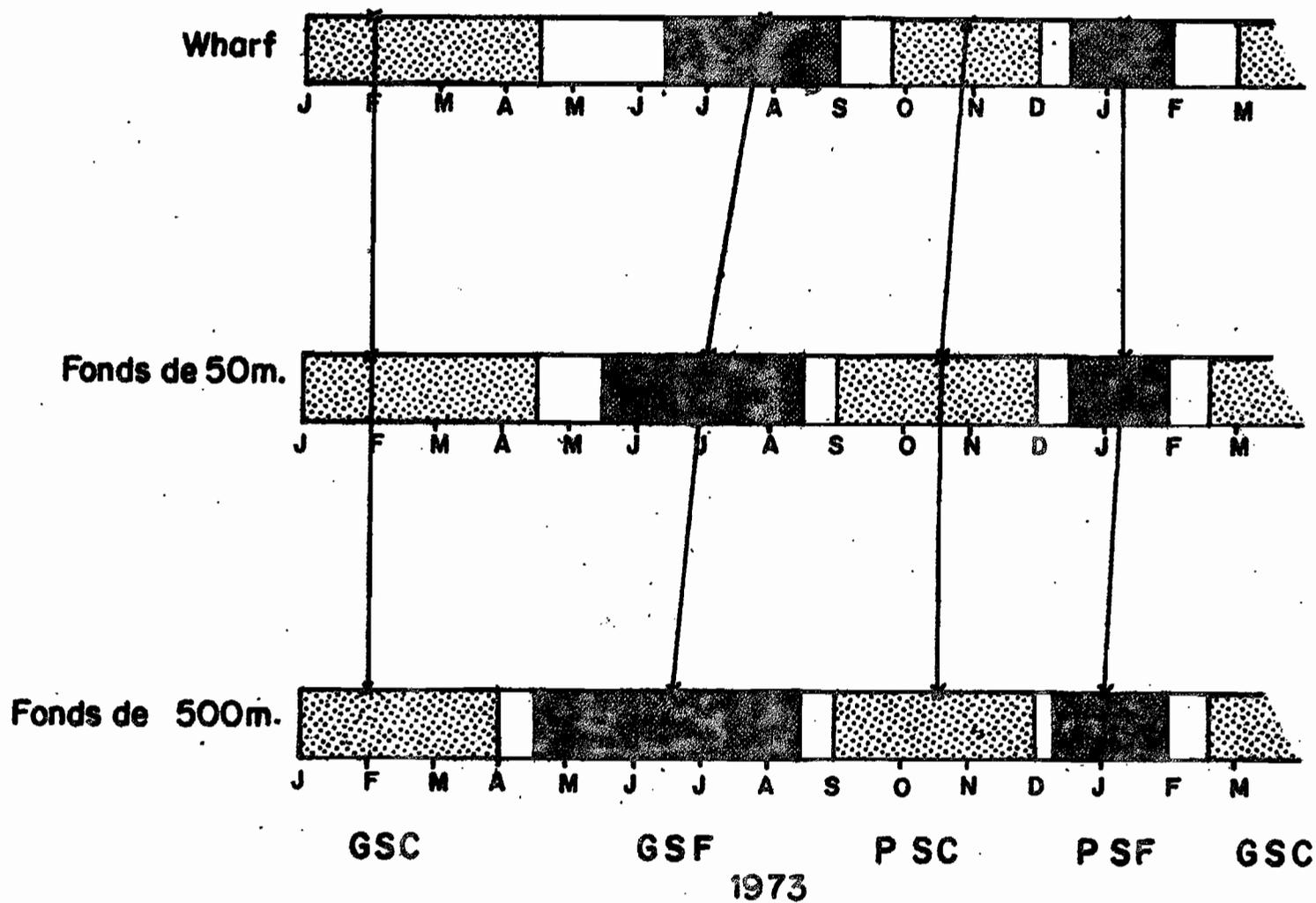
Pendant la petite saison froide les eaux guinéennes persistent en surface alors qu'elles ont disparu depuis longtemps de 10 à 20 m. On devra donc centrer la PSF sur la base des diagrammes T-S.

En ce qui concerne la petite saison froide et le retour de la grande saison chaude, les 3 points concordent en date et en amplitude.

d) Rôle du régime des courants.

Ce régime est saisonnier et induit principalement par le comportement du courant du Benguela ; les conditions locales expliquent quelques anomalies.

Fig.10—Durée et centre des saisons



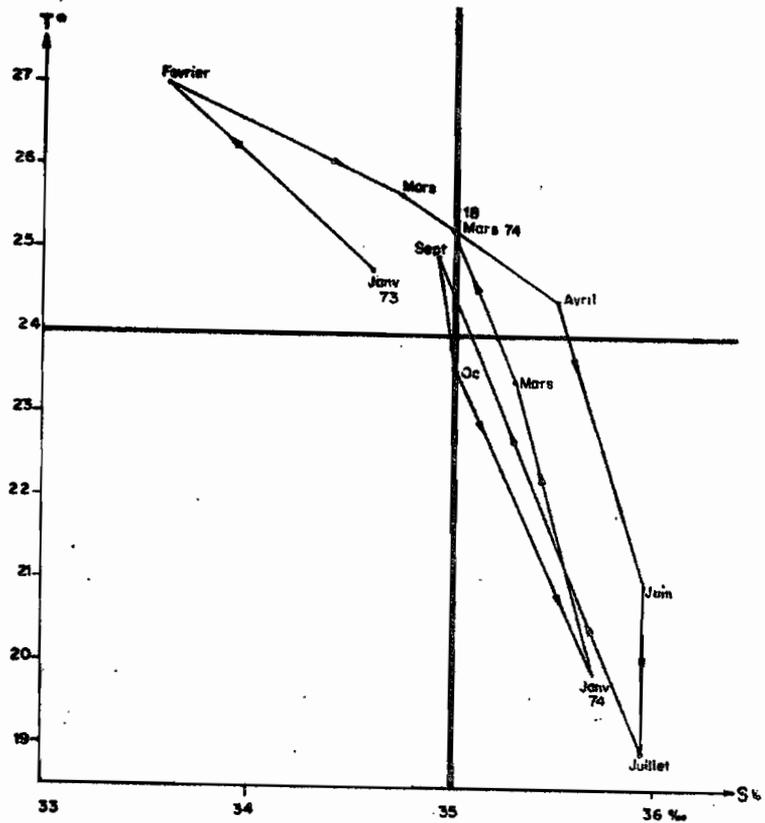
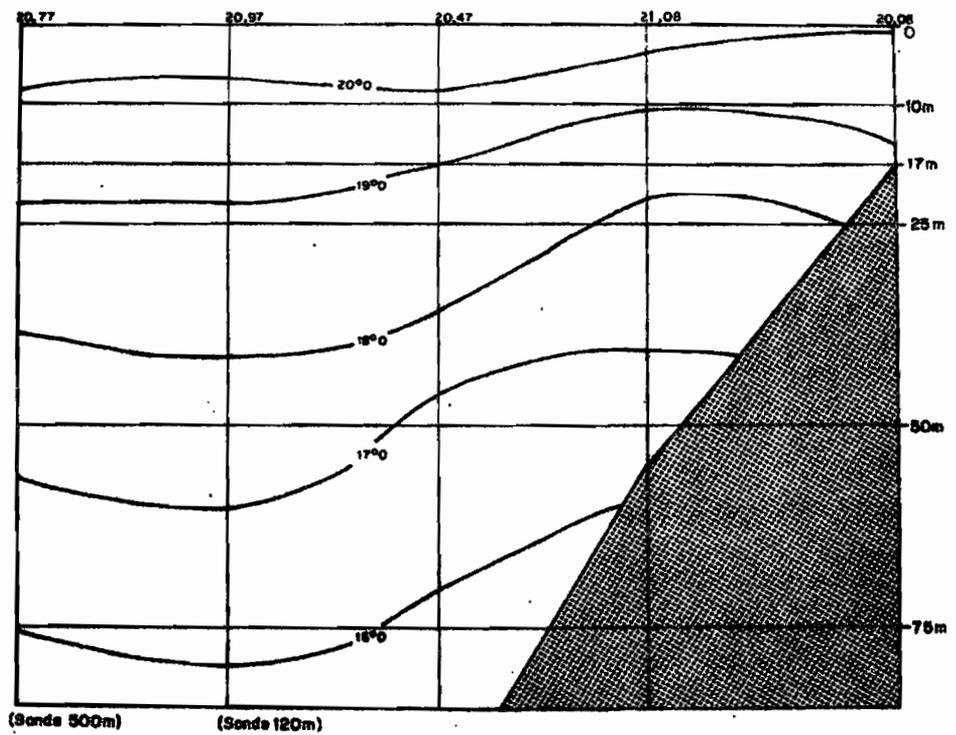


Fig.11- Coupe de la temperature au minimum de la saison froide (mi Juillet 1975)



Le courant du Benguela, remontant du Sud, s'incurve pour devenir Ouest au niveau de l'Equateur. Son régime est perturbé en saison chaude par le Dôme d'Angola centré par 12°S , qui induit une circulation anti-cyclonique. Les eaux guinéennes vont être entraînées dans l'espace libre par la suite du contre-courant Nord équatorial qui longe la côte du Golfe de Guinée et franchit l'Equateur en cette saison où le front du Cap Lopez a disparu. C'est l'effondrement du Dôme d'Angola en fin de saison chaude qui permet au courant du Benguela de se rapprocher de la côte et de chasser les eaux guinéennes.

Les eaux guinéennes disparaissent d'abord au large et en dernier à la côte (cf. fig. 10). En saison froide, le courant portant nord empêche les eaux guinéennes de passer au Sud du Cap Lopez. Le front résultant est également une conséquence du relief et de la terminaison du courant de Lomonossov.

: Il est peu probable que la petite saison chaude soit consécutive à une résurgence éphémère du Dôme d'Angola. Par contre un renforcement sensible du vent de Sud quasi permanent toute l'année ($2 - 3 \text{ m/s}$ à $5 - 7 \text{ m/s}$) déporte le courant du Benguela vers l'Ouest en le renforçant.

Les eaux guinéennes peuvent alors repasser le Cap Lopez d'autant plus facilement que le renforcement du courant du Benguela induit par frottement une circulation de style tourbillonnaire. Les structures thermiques (fig. 12 - 13) relevées en période de transition (septembre 1975) entre 1°S et 3°S , alors que le front du Cap Lopez a disparu montrent une zone frontale prouvant une double circulation Nord - Sud.

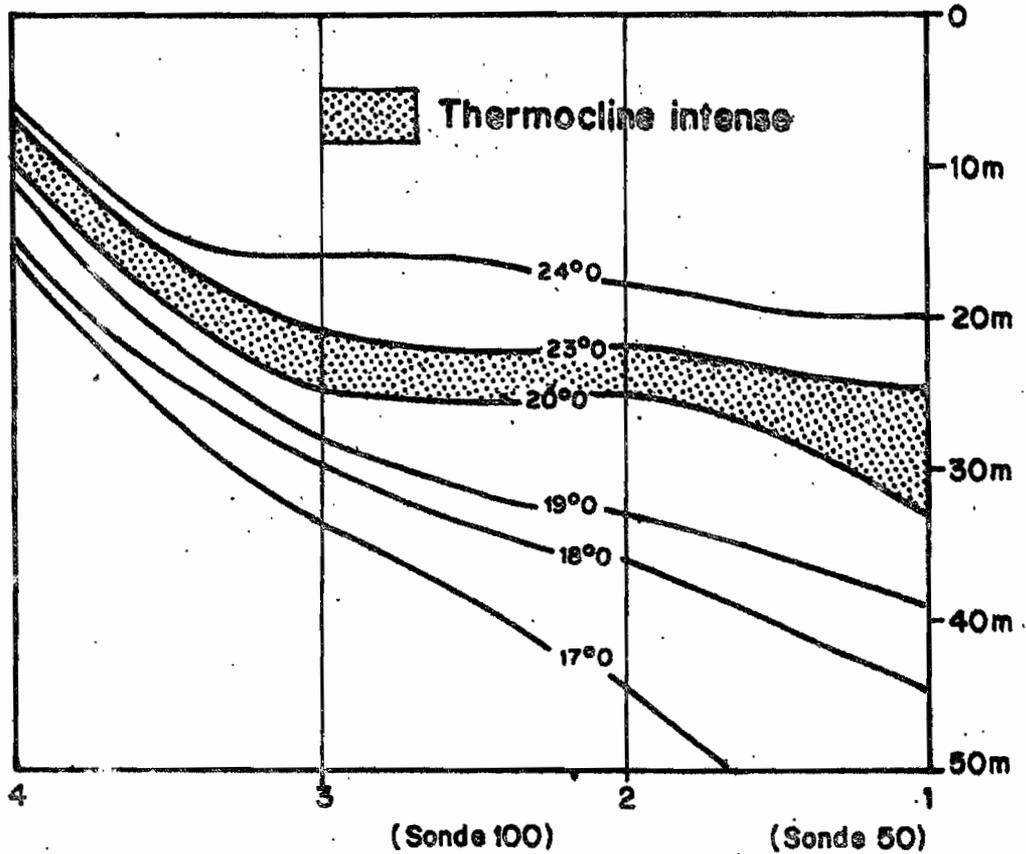
Cette situation anticipe d'un mois celle de la zone Ponténégrine.

G.R. BERRIT note l'absence de la petite saison chaude en 1973. On peut en déduire une irrégularité dans le renforcement du vent cette année là. Lorsque ce renforcement disparaît, le courant du Benguela refait sentir son influence à la côte et les eaux guinéennes sont à nouveau refoulées au Nord.

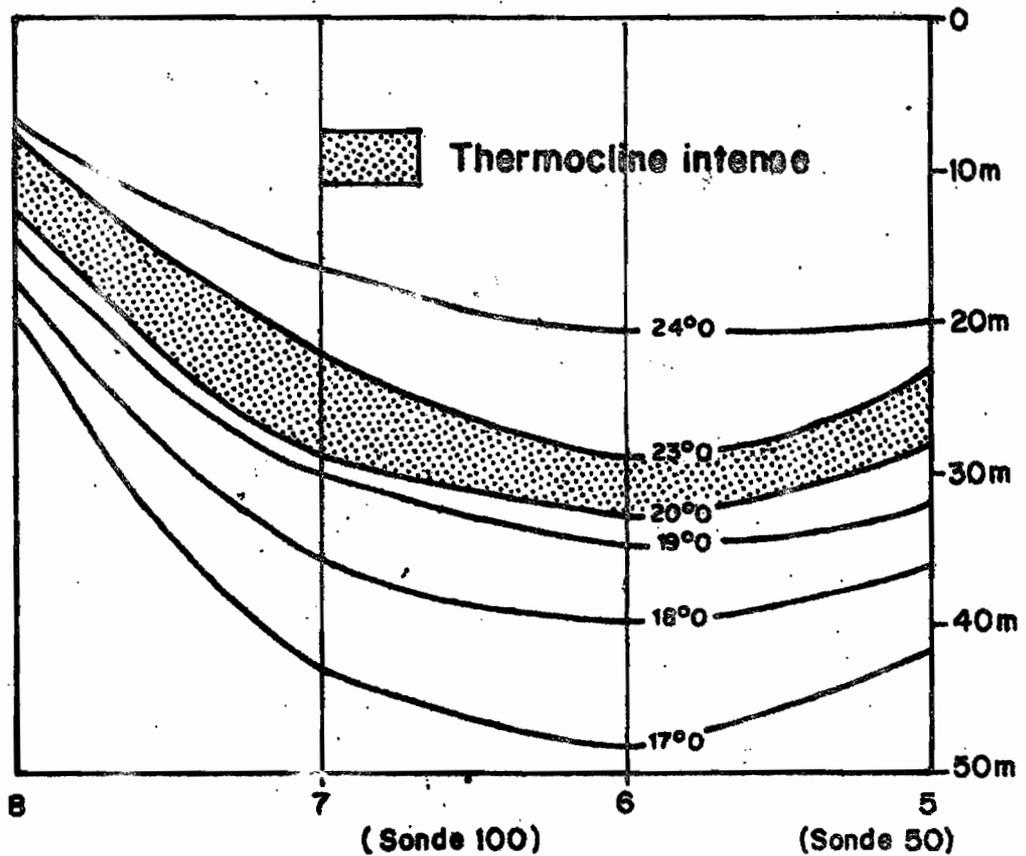
En surface, une mince couche d'eau guinéenne persiste et effectue un mouvement de va-et-vient. Ceci est surtout dû à la température importante (l'eau n'a pas en un mois le temps de se refroidir) et à

5 - Coupes de temperature perpendiculaires aux isobathes
à partir des BT

1) En face de la pointe PEDRAS (7 Septembre 1975)



2) En face de la pointe KOUMANDJI (8 Septembre 1975)



l'influence des eaux fluviales. Au-dessous de 5 à 10 m, l'eau est très froide et sa salinité dépasse 35,5 ‰.

La formation du Dôme d'Angola dès le début de l'été austral au niveau du tropique rétablit la circulation qui permet à l'eau guinéenne de s'étendre jusqu'à la latitude de Pointe-Noire.

Le minimum de salinité (souvent moins de 30 ‰) observé alors à Pointe-Noire est dû aux eaux du Kouilou apportées par le courant portant Sud en saison chaude. Ce courant résulte de la circulation générale amplifiée par un léger vent du Nord à la côte.

G.R. BERRIT a observé en 1962 les déplacements du maximum de salinité (36 ‰). Alors qu'en saison chaude ce maximum ne dépasse pas les accores, en saison froide il atteint les fonds de 50 m.

Toujours d'après G.R. BERRIT les eaux situées en surface au-dessus des fonds de 1500 m en GSF, se trouvaient en GSC à 30 m d'immersion sur les fonds de 500 m. De la même manière les eaux qui en GSC se trouvaient à 50 m d'immersion sur ces mêmes fonds se trouvent en GSF en surface sur les fonds de 180 m.

Il en conclut que ces eaux ont remonté le talus continental pour être ensuite éloignées de la côte selon le mécanisme classique de l'upwelling dû au vent.

Cependant on n'observe pas de renforcement du vent à la surface de la mer en cette saison. De plus, une coupe de température effectuée en milieu de GSF (fig. 11) laisse apparaître uniquement une légère divergence au-dessus des fonds de 50 m. S'il existait un upwelling permanent d'une telle intensité, les isothermes créveraient la surface.

En réalité les eaux très denses du courant du Benguela se rapprochent de la côte et chassent les eaux légères vers le Nord et au large où elles rejoignent les eaux dessalées issues du fleuve Congo qui possèdent les mêmes caractéristiques (température, salinité). Cette hypothèse est confirmée par les planctonologues (D. PETIT, A. DESSIER, BINET) qui affirment que la faune recueillie dans cette zone ne peut être "upwellée".

Diagramme TO2 sur les fonds de 50m. à 10m.

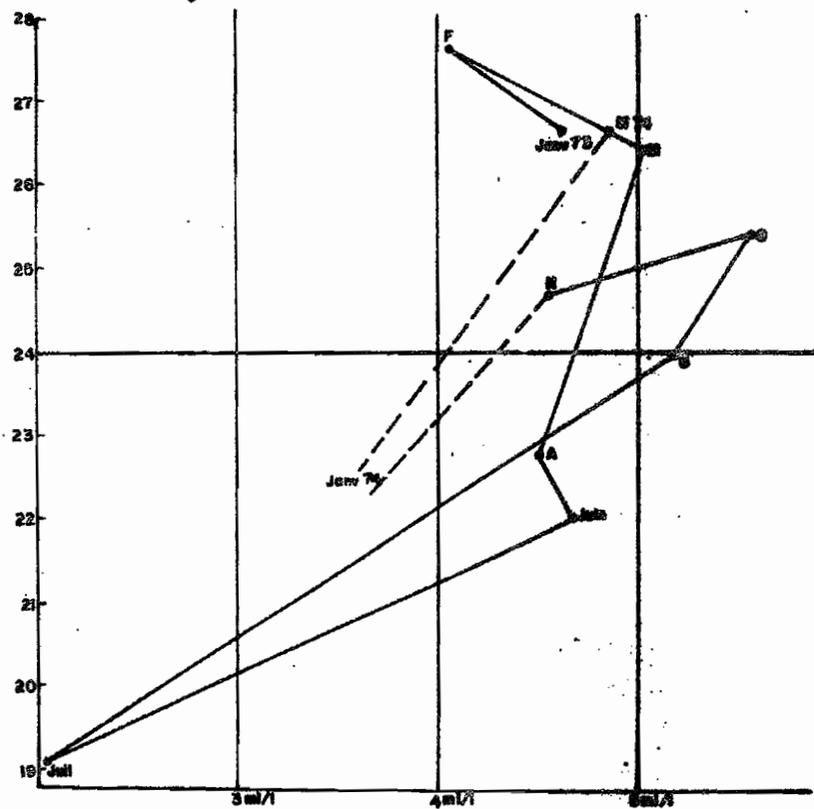


Fig. 14

Diagramme TO2 sur les fonds de 50m. à 20m.

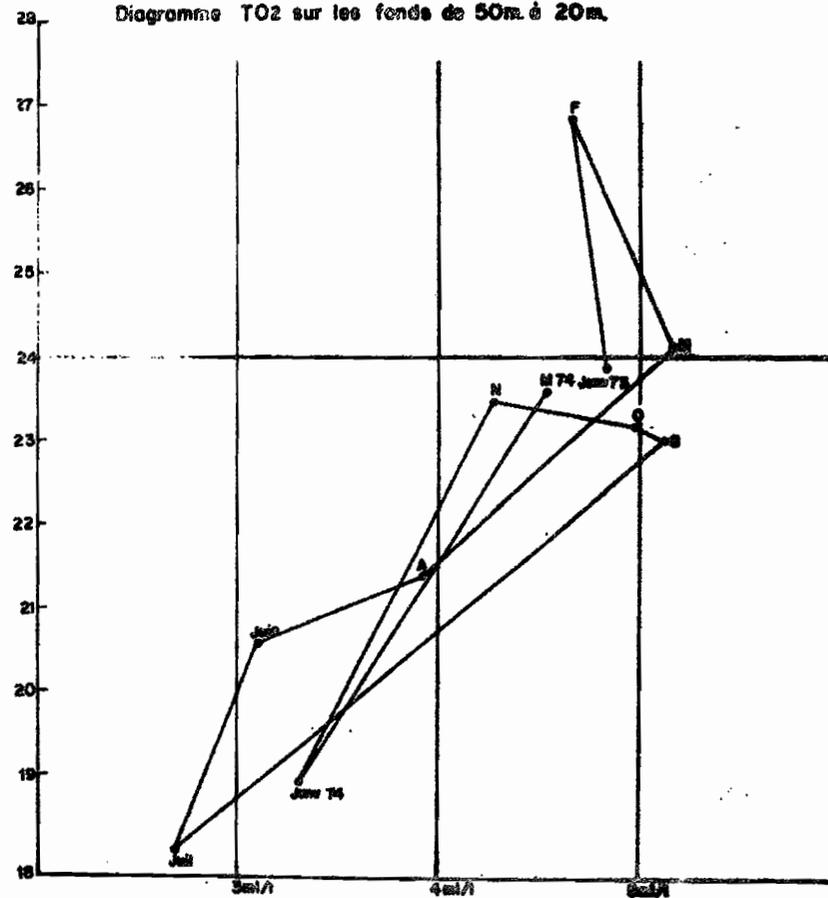


Fig. 15

Les diagrammes TO_2 (fig. 14-15) indiquent la provenance des masses d'eau pendant les saison froides. Ces eaux recueillies près de la surface sur les fonds de 50 m anormalement pauvres en oxygène proviennent du courant du Benguela.

Selon SVERDRUP, le courant du Benguela charrie une quantité importante de détritrus dont l'oxydation diminue nettement la teneur en oxygène non compensée puisque l'ensoleillement est faible en saison froide et les eaux de surface restent troubles.

De ces diagrammes TO_2 nous pouvons déduire qu'une bande autour de 4 ml/l constitue une frontière entre les eaux benguéléennes et guinéennes.

La position des mois de septembre et octobre prouvent qu'en période de transition, la teneur en oxygène augmente rapidement, alors qu'un renforcement du vent a lieu, ce qui prouve l'absence d'upwelling dans cette zone.

Comme il n'y a pas eu de récolte d'oxygène à 10 m en janvier 1974, les traits pointillés indiquent approximativement la position du point sur le diagramme.

II - VARIATIONS A COURTE PERIODE

Nous utilisons les résultats d'un point fixe effectué en mai 1975 sur les fonds de 900 m de la même radiale pendant 12 heures consécutives. Plutôt que de dire qu'un paramètre varie à une profondeur déterminée, il est préférable de considérer qu'un élément d'eau caractérisé par ses paramètres et sa densité possède un mouvement vertical périodique. La coupe de variation de la densité (fig. 16) est à ce sujet la plus explicite. Les lignes $T = 25$ et $T = 25,5$ illustrent le caractère périodique du phénomène dont l'amplitude apparaît clairement. On remarque aussi l'accroissement de l'amplitude avec la profondeur.

Sur la coupe de variation de la densité au voisinage de 500 m (fig. 17) on s'aperçoit que la période est supérieure à 10 heures, ce qui restreint notre champ d'étude. Cependant l'écart entre deux extrêmes, qui atteint 50 m, donne un ordre de grandeur minimum. Pour l'étude qui nous intéresse, nous ne considérerons pas l'amplitude, mais l'écart maximum, supposé être égal au double de l'amplitude de l'onde pure. Celle-ci n'apparaît jamais entièrement sur les coupes résultant du point fixe.

En raison de la conservation de la masse d'eau, les accores amplifient les effets de l'onde interne, surtout au niveau du fond. Les modèles de H. Iida et K. Kajiura nous permettent de calculer théoriquement cette amplification. Cependant ces modèles considèrent un fond en escalier (non conforme au plateau continental qui est en pente douce) d'où la nécessité d'une vérification.

Faute de moyens, cette vérification n'a pu être effectuée. Nous ne pouvons donc admettre qu'un ordre de grandeur qualitatif du coefficient multiplicatif de l'écart observé sur les fonds de 900 m (lieu où le point fixe a été effectué) : 1 pour les fonds de 500 m, 1,1 pour les fonds de 50 m et 1,2 au wharf.

Résultats

Les deux tableaux suivants résument les variations saisonnières des paramètres avant et après discussion. Chaque saison a été rapportée à son point central pour mieux permettre de juger l'écart.

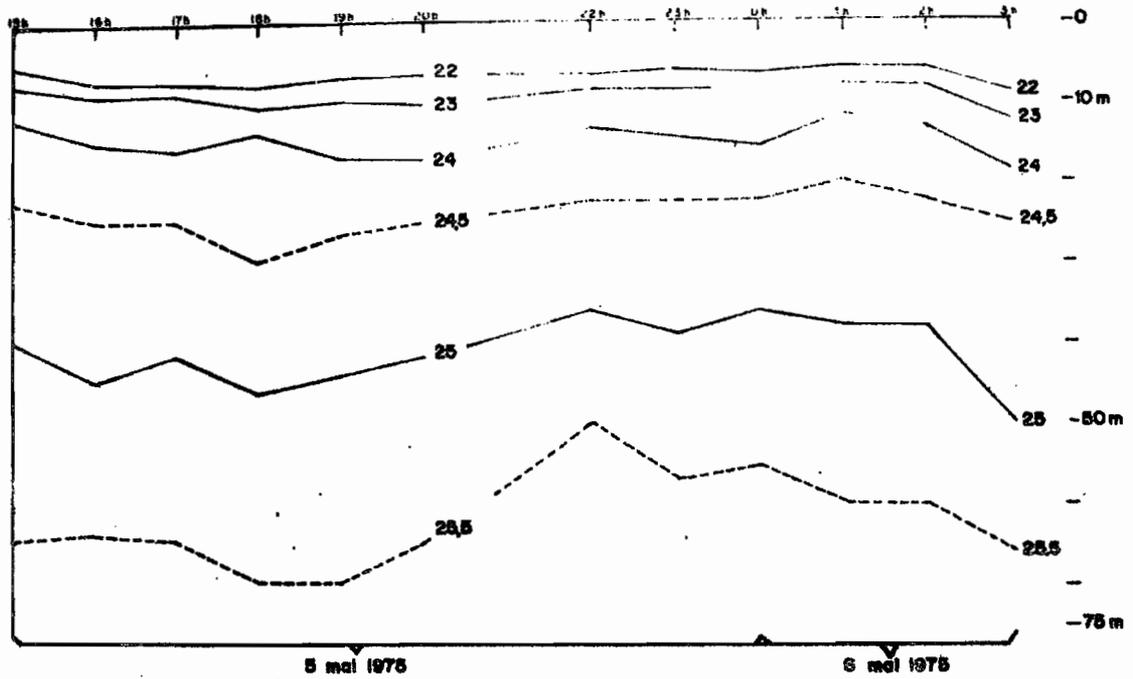
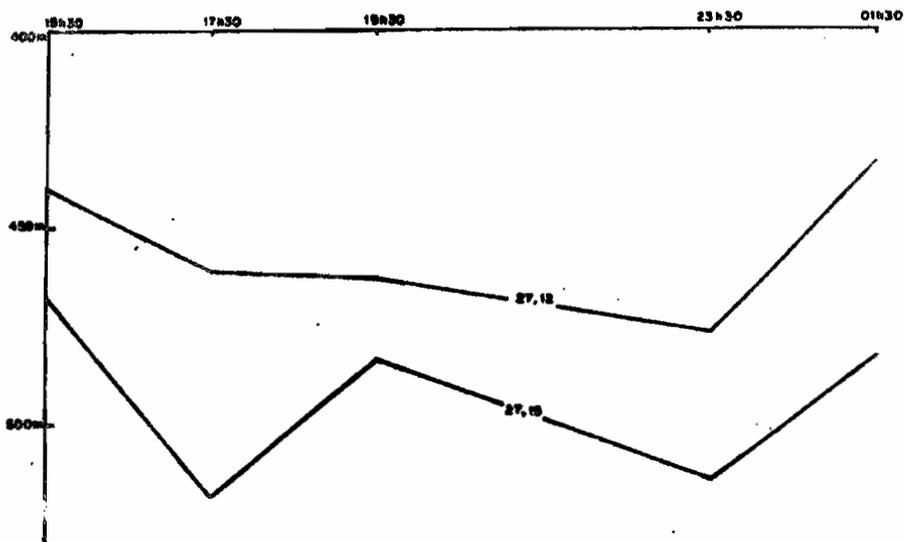


Fig. 16 - COUPE DE VARIATION DE LA DENSITE EN FONCTION DU TEMPS



Variation de la densité en fonction du temps au dessous de la thermocline profonde

Fig. 17

a) Valeurs au fond au centre de chaque saison.

		GSC	GSF	PSC	PSF
50 m	T°C	23	20	19 (22° en sept.)	17,7
	S‰	35,5	35,96	35,7	35,74
	O ₂	2,7	3	1,9	< 2
95 m	T°C	18,1	17	16,5	16,8
	S‰	35,75	35,75	35,72	35,70
	O ₂	2,6	2,5	< 2	2
120 m	T°C	16,4	15,5	15,7	16
	S‰	35,85	35,67	35,63	35,62
	O ₂	2,6	2,6	2	< 2
500 m	T°C	7,9	6,8	8	7,3
	S‰	34,72	34,70	34,74	34,70
	O ₂	- environ 1,5 µl/l			

b) Discussion des mesures hydrologiques

Les mesures ont été perturbées puisque effectuées à un moment aléatoire, elles ne sont pas en phase dans le temps ni dans l'espace.

Certaines ont été, dans le plus mauvais des cas, effectuées à l'apogée de l'onde et l'autre à son périégée : une mesure effectuée à la profondeur Z peut correspondre à Z + E ou à Z - E. Ainsi les mesures effectuées à 50 m peuvent fort bien correspondre à une profondeur de 25 m ou de 80 m dans les cas extrêmes. Le brusque enfouissement de la thermocline en février par rapport à janvier et mars peut être expliqué ainsi, car la différence de phase entre les mesures est alors importante ; cependant

il serait incorrect de considérer qu'elles ont été effectuées en opposition de phase : la variation saisonnière très nette le prouve. Il serait donc judicieux de considérer que la température de 23° mesurée en février correspond en réalité à un intervalle compris entre 22 et 24°. Le tableau précédent peut donc être corrigé comme suit (a) :

		GSC	GSF	PSC	PSF	
50 m	T°	22 à 24°	-2°	+ 1°	-2°	
	S‰	35,5 % + 0,1	+ 0,5 %	- 0,5 %	+ 0,25 %	
	O ₂	1,3 µl/l + 0,5	+ 1 µl/l	- 2 µl/l	pas de changement	
95 m	T°	18,5 à 19,5	- 1,5°	-1°	pas de changement	
	S‰	35,75 % + 0,1	pas de changement	pas de changement	35,70	
	O ₂	2,5 µl/l	pas de changement	-0,5 µl/l	-0,5 µl/l	
120 m	T°	15,5 à 17	- 0,5°	+ 0,25	pas de changement	(b)
	S‰	35,6 à 35,7	pas de changement	pas de changement	-id-	
	O ₂	2,5 à 2,7	-id-	2 à 2,3	pas de mesure	
500 m	T°	7,5 à 8,5	-1°	+ 1,5°	-1°	(b)
	S‰	34,5 à 34,7	pas de changement			
	O ₂	environ 1,5 µl/l				

(a) Les variations sont indiquées par rapport à la colonne précédente.

(b) Les variations saisonnières apparaissent sur les coupes mais à ces profondeurs, l'importance des écarts risque de nous induire en erreur.

c) Tableau récapitulatif des facteurs saisonniers.

: Nous avons vu que la variation globale des températures et salinités résulte des déplacements des masses d'eau. Cependant la présence continue des eaux benguéléennes à partir de 40 m de profondeur, n'explique pas les variations saisonnières observées au fond. La variation de la température est fortement influencée par l'ensoleillement bien que la disparition de la thermocline en saison froide atténue les contrastes.

1°/ Sur les fonds de 50 m les eaux guinéennes en surface sont réchauffées par l'ensoleillement, et par effet de conductivité thermique, cet échauffement est sensible jusqu'au fond. En petite saison chaude, l'ensoleillement dure moins longtemps si bien que le maximum de température est moins élevé.

En ce qui concerne la salinité, les eaux présentes en saison froide au fond se trouvaient en saison chaude à 80 m sur les fonds de 100 m. Ce qu'explique l'observation du maximum de salinité (35,96 ‰).

La variation de la teneur en oxygène est induite de la même manière que la variation de la salinité.

2°/ Sur les fonds de 95 et 120 m, la Grande Saison Chaude se fait sentir jusqu'au fond. Un retard de deux mois à 120 m de profondeur est le temps mis par l'échauffement pour atteindre cette profondeur.

La Petite Saison Chaude n'est pas assez ensoleillée pour que l'on puisse observer une variation à 95 m et à 120 m par rapport à la Grande Saison Froide.

Les coupes de variation de la salinité à ces deux sondes montrent la variation du maximum de salinité en fonction du va-et-vient des masses d'eaux.

Les variations saisonnières globales sont perturbées soit par des renforcements passagers du vent faisant remonter le maximum de salinité à la côte soit par une onde interne à grande période (60 jours) selon l'hypothèse de Phillander.

Les coupes d'oxygène épousent les coupes de salinité avec des variations inverses.

3°/ Sur les fonds de 500 m, les variations sont induites par les oscillations de la thermocline profonde.

La présence des eaux centrales à partir de 200 m de profondeur modifie le champ d'étude saisonnier.

Le faible écart des variations au cours de l'année ne permet pas de déduire si une influence saisonnière vient se superposer aux oscillations à courte période.

C O N C L U S I O N

Jusqu'au fonds de 120 m, le mécanisme des variations saisonnières est explicable. Dès que l'on pénètre dans les eaux centrales, les mouvements de la thermocline profonde viennent perturber les conditions hydrologiques si bien que l'on ne peut les rattacher aux conditions de surface.

Ces variations saisonnières ne peuvent être retenues que d'une manière qualitative à cause des variations à courte période. La durée de la station entre en jeu et à plus forte raison l'espacement entre 2 stations.

Au cours d'une même radiale, l'intervalle de temps entre deux stations peut être égal à la demi période. Les mesures sont donc effectuées en opposition de phase. De la même manière, deux stations effectuées au même endroit à un mois d'intervalle sont susceptibles d'être en opposition de phase.

Il serait donc nécessaire de pouvoir filtrer l'onde interne. Une étude de la profondeur de la thermocline (pour cela le bathythermogramme donne une réponse) permettrait de dater hydrologiquement la station et par conséquent de corriger les mesures.

Une étude de l'onde interne depuis la surface jusqu'à 500 m permettrait de connaître la variation de l'amplitude avec la profondeur qui influence aussi les phases.

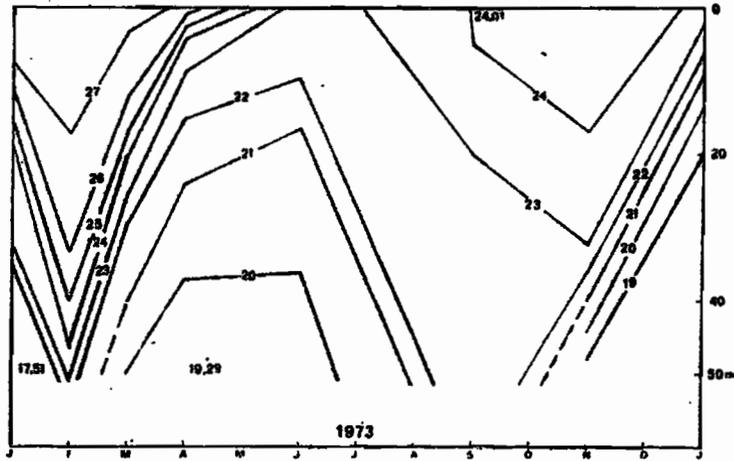
Le phénomène d'onde interne ne vient pas perturber les valeurs de surface. Par contre les précipitations et l'irrégularité de l'ensoleillement empêchent la construction d'un modèle prévisionnel perturbé par les oscillations des courants porteurs d'eau d'origine continentale. Nous ne pouvons déduire qu'un modèle de circulation global en accord avec les premiers résultats courantométriques de J.M. GUILLERM obtenus le long de cette même radiale. L'absence d'upwelling vecteur de sels nutritifs est confirmée.

Cette étude possède un prolongement biologique puisque les communautés benthiques et pélagiques profondes subissent l'effet de ces variations hydrologiques. Nous concluons donc à la nécessité d'une étude approfondie des ondes internes devant Pointe-Noire ainsi qu'à la poursuite de l'étude hydrologique en cours.

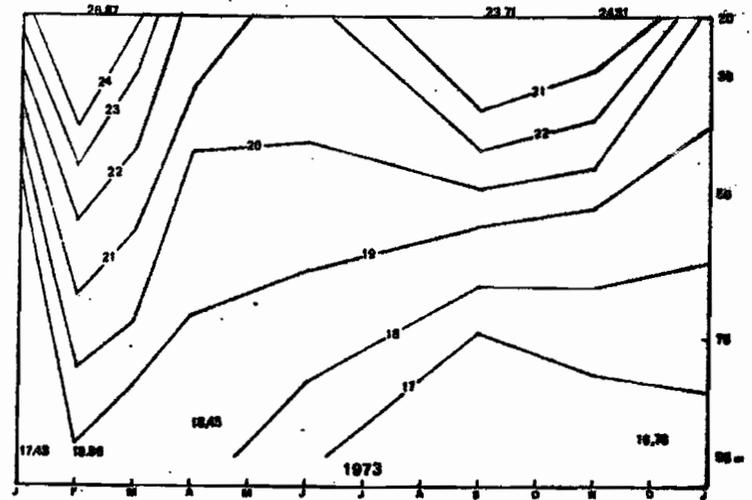
B I B L I O G R A P H I E

- BERRIT (G.R.), 1958 - Les saisons marines à Pointe-Noire. Bull. CCOEC, X, pp. 335-360, 1958.
- BERRIT (G.R.) - Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le Golfe de Guinée. Observations le long des lignes de navigation.
- Première partie : Bull. CCOEC, XIII, 10, pp. 715-727, 1961.
 - Deuxième partie : Bull. CCOEC, XIV, 9, pp. 633-643, 1962.
 - Deuxième partie (fin) : Bull. CCOEC, XIV, 10, pp. 719-729, 1962.
- BERRIT (G.R.) et DONGUY (J.R.), 1962 - Evolution des conditions hydrologiques au dessus et aux accores du plateau continental au large de Pointe-Noire lors du passage de la saison chaude à la saison froide; mise en évidence d'un upwelling. Doc. Centre ORSTOM Pointe-Noire n° 123, 1962.
- GUILLERM (J.M.), 1975 - Variations saisonnières des transports côtiers dans le Sud Est du Golfe de Guinée. (non publié). 1975.
- IZDA (H.), 1975 - Remarks on the classification of long waves propagating in the marginal sea in a uni formly rotating two-layered ocean. The Oceanographical Magazine , vol. 25, 2, pp. 89-100. 1975.
- KAJIURA (K.), 1975 - Effects of Stratification long period tropped waves on the shelf. Journal of the Oceanographical Society of Japan, vol. 30, pp. 271-281. 1975.
- LE FLOCH (J.), 1974. Cours d'Océanographie Physique. (non publié).
- MERLE (J.), 1972 - Conditions hydrologiques saisonnières de la marge continentale du Gabon et du Congo (de 1°N à 6°S). Etude descriptive. Doc. Centre ORSTOM Pointe-Noire, n° 27 N.S., 1er septembre 1972.
- SVERDRUP (H.U.), JOHNSON (H.W.), FLEMING (R.H.) - The Ocean Prentice Hall. Inc. Englewoods Cliffs NS, 1087 p.

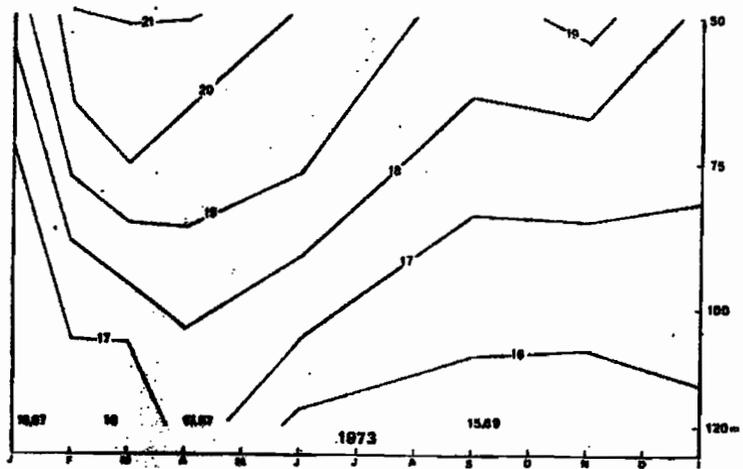
TEMPÉRATURES A LA SONDE DE 60m



TEMPÉRATURES A LA SONDE DE 95 m



TEMPÉRATURES A LA SONDE DE 120m



TEMPÉRATURES A LA SONDE DE 500m

