

LA CIRCULATION SUPERFICIELLE DANS LA PARTIE OCCIDENTALE  
DU GOLFE DE GUINEE

---

par

Ph. HISARD\*

R E S U M E

La connaissance de la circulation superficielle dans le golfe de Guinée a évolué ces dix dernières années grâce à la réalisation de plusieurs campagnes où furent effectuées des observations instrumentales sur les courants. Ces mesures ont révélé en particulier l'importance dans le golfe de Guinée de la circulation méridienne qui donne au champ général des courants un caractère de circulation anticyclonique. Le caractère saisonnier de cette circulation est étudié par l'intermédiaire du champ des courants géostrophiques, établi pour chaque trimestre à partir des données océanographiques centralisées par le N.O.D.C. L'importance de cette circulation sur les distributions biologiques est révélée par les études effectuées par l'Atlant-NIRO d'une part, et par le C.R.O. d'Abidjan d'autre part.

A B S T R A C T

The circulation in the upper layer of the western part of the Gulf of Guinea.

-----

The direct current measurements that have been prosecuted since ten years in the Gulf of Guinea clearly evidence the importance of the transverse circulation. The general pattern of currents is characterized by an anticyclonic gyre. The seasonal variations of this circulation is apprehended through the study of the three-monthly averaged geostrophic currents. The biological consequences of such a circulation are outlined owing to the studies of the AtlantNIRO and C.R.O. research laboratories.

---

\* Océanographe de l'ORSTOM C.R.O. - B.P. V 18 - ABIDJAN - (Côte d'Ivoire)

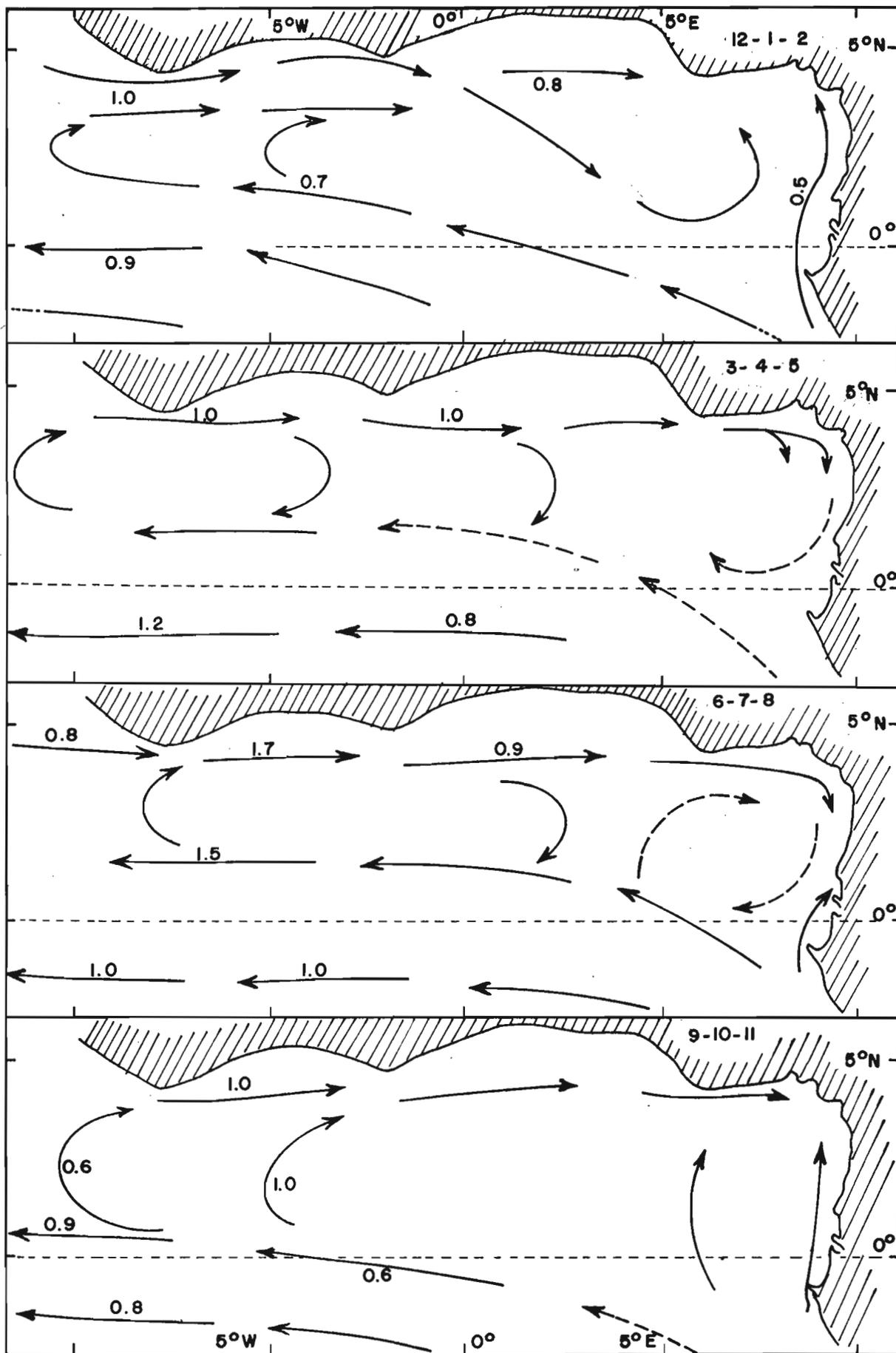


Fig. 1 : Courants de surface, par trimestre. D'après les Pilot Charts (nœuds)

## 1.- SCHEMA GENERAL DE LA CIRCULATION

Les grands traits de la circulation superficielle dans le golfe de Guinée sont représentés de façon assez détaillée dans les Pilot Charts (ANONYME, 1955; Fig.1). Deux courants principaux déterminent cette circulation : au nord, le courant de Guinée coule vers l'Est le long de la côte d'Afrique, au sud, la branche nord du Courant Equatorial Sud coule vers l'Ouest; le courant de Guinée, assez étroit et peu profond, est un courant relativement rapide dont la vitesse peut atteindre 1,5 noeuds en été boréal; on considère généralement qu'il constitue l'extension du Contre-Courant Equatorial Nord et du Courant des Canaries, cependant il semble se différencier nettement de ces deux courants à l'Est du Cap des Palmes où il s'intensifie. Sous-jacent au Courant de Guinée, on observe sur le plateau continental, le flux Ouest du Sous-Courant Ivoirien (LEMASSON et REBERT, 1968 et 1973a); plus au large il existe une deuxième veine de flux Ouest sous le Courant de Guinée qui représente un flux de retour du Courant de Lomonosov (HISARD et MORLIERE, 1973). La branche nord du Courant Equatorial Sud qui a une épaisseur moyenne d'environ 100 m est séparée de la veine principale du Courant Equatorial Sud par le Courant de Lomonosov (DOUBRAVIN, 1970).

Les eaux transportées par ces deux courants ont des caractéristiques très variables au cours de l'année; on note sur le tableau 1, l'alternance d'une saison "chaude" en hiver-printemps boréals où les températures sont supérieures à 26°C, et d'une saison froide en été boréal où les températures sont inférieures à 24°C; il existe un parallélisme certain entre la saison froide littorale qui affecte les eaux du Courant de Guinée (MORLIERE, 1970) et la saison froide équatoriale qui affecte les eaux du Courant Equatorial Sud; cette corrélation entre les deux hydroclimats a été mise en évidence par CEDIR et LOUTOCHKINA (1971) à partir des données des campagnes du "Zvezda", des données de la station côtière d'Abidjan et des travaux de VARLET (1958), BERRIT (1961 et 1962), DONGUY et PRIVE (1964); il existe cependant des différences notables dans la salinité des eaux des deux zones car la région côtière est soumise à un important ruissellement continental en juin et d'octobre à décembre; les eaux de la branche nord du Courant Equatorial Sud sont les plus salées en novembre (35,6‰).

	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
4°50'N	26,2	27,0	27,2	28,2	28,1	26,9	24,4	21,8	22,2	24,9	28,1	27,7
4°00'-4°30'N	28,0	27,9	28,4	28,7	28,5	26,9	24,7	24,1	23,9	25,7	28,0	28,2
3°00'-4°00'N	<u>28,7</u>	28,7	28,9	29,1	28,7	27,7	27,1	25,8	25,5	26,3	<u>27,6</u>	<u>26,8</u>
2°00'-3°00'N	<u>28,8</u>	28,3	29,0	<u>29,0</u>	<u>29,3</u>	27,4	<u>26,6</u>	26,3	25,3	26,8	27,1	26,7
1°00'-2°00'N	<u>28,6</u>	<u>28,4</u>	28,7	<u>28,9</u>	29,0	27,0	26,8	26,0	25,1	26,3	26,5	26,5
0°00'-1°00'N	<u>28,4</u>	<u>27,5</u>	28,9	29,0	28,6	26,8	<u>26,2</u>	25,6	24,9	26,4	26,2	25,4
1°00'S-0°00'			28,7	27,9	28,6	<u>26,9</u>	<u>23,9</u>	24,6	23,3	<u>25,3</u>	<u>25,6</u>	24,8
4°50'N	34,8	35,0	35,1	34,9	34,6	32,9	33,3	35,1	34,8	33,2	32,7	33,9
4°00'-4°30'N	34,3	34,6	34,9	34,8	34,5	34,2	34,6	34,9	35,1	34,3	34,2	34,0
3°00'-4°00'N	<u>34,2</u>	34,3	34,6	34,8	34,6	34,7	34,6	35,0	34,8	34,2	<u>34,6</u>	<u>34,5</u>
2°00'-3°00'N	<u>34,3</u>	34,4	34,0	34,5	<u>34,3</u>	34,5	<u>34,8</u>	34,8	35,2	35,0	35,2	35,2
1°00'-2°00'N	<u>34,1</u>	<u>34,6</u>	34,5	<u>34,3</u>	34,2	34,1	34,5	34,9	35,2	35,2	35,6	35,3
0°00'-1°00'N	<u>34,1</u>	<u>35,0</u>	34,4	34,3	34,5	34,6	<u>34,7</u>	34,6	35,3	35,2	35,6	35,4
1°00'S-0°00'			35,1	35,0	34,1	<u>35,1</u>	<u>34,9</u>	34,6	35,3	<u>35,4</u>	<u>35,7</u>	35,5

TABLEAU 1: - Température et salinité moyennes des eaux de surface dans la bande méridienne 4°W-6°W. Les valeurs soulignées sont des moyennes de nombre d'observation inférieur à 5.  
Origine des données : N.O.D.C.

En subsurface, à la profondeur de la pycnocline, la nature des eaux transportées change avec la présence du maximum de salinité subtropicale qui est distribué à l'ensemble de la région à partir de la source unique du Courant de Lomonosov; à l'équateur, à 5°W, ce maximum de salinité varie entre 36,30-36,40‰ au printemps et 35,80-35,90‰ en été-automne (HISARD, 1973).

## 2.- OBSERVATIONS INSTRUMENTALES DES COURANTS

Si l'on connaît assez bien les grands traits de la circulation superficielle, on connaît mal en revanche les variations des courants; cependant ces dix dernières années, des campagnes d'observations instrumentales des courants ont été effectuées. Ces mesures ont été faites, sur le plateau

continental, soit à partir d'un bateau ancré ou bien par référence à une bouée-radar mouillée (campagnes de "la Reine Pokou"); au large, elles ont été exécutées à partir d'un bateau en dérive, en estimant le mouvement du bateau par la mesure du courant apparent dans une couche profonde supposée immobile (mesures du "Zvezda" et du "Capricorne") ou par l'intermédiaire d'aides électroniques à la navigation (mesures du "Jean Charcot"); certaines de ces mesures ont été effectuées avec des bouées-parachutes (mesures du "Géronimo"); très peu de mesures ont été effectuées de manière absolue, au moyen de courantomètres suspendus à un système de bouées mouillées.

Le tableau 2 présente chronologiquement les campagnes que nous avons répertoriées et mentionne les références des articles qui y ont été consacrés.

Date	Navire	Institut	Références
4 à 7-1964	"Prof. Penck"	Waznemünde, R.D.A.	Sturm et Voigt, 1966 Schemainda, 1967 Doubravin, 1971
9-1964	"Géronimo"	Nat.Mar.Fish.Serv. U.S.A.	Gerard et al., 1965
12-1963	"Zvezda"	AtlantNIRO, URSS	Cédir, 1967
2-3-1965	"Zvezda"	AtlantNIRO, URSS	Doubravin, 1970
8-1965	"Zvezda"	AtlantNIRO, URSS	Cédir et Loutochkina, 1971
12-1967	"Reine Pokou"	C.R.O., Abidjan	Lemasson et Rébert, 1968
1-1968	"Reine Pokou"	C.R.O., Abidjan	Lemasson et Rébert, 1968
5 à 6-1968	"Jean Charcot"	O.R.S.T.O.M. et C.R.O., Abidjan	Lemasson et al., 1969 Le Floch, 1970a et 1970b Hisard et Morlière, 1973
1968-69-70	"Reine Pokou"	C.R.O., Abidjan	Lemasson et Rébert, 1973a
11-1971	"Capricorne"	O.R.S.T.O.M. et C.R.O., Abidjan	Lemasson et Rébert, 1973b
5-1972	"Capricorne"	O.R.S.T.O.M. et C.R.O., Abidjan	Lemasson et Rébert, 1973c

TABLEAU 2

Le trait principal que ces mesures directes de courant met en évidence est l'importance de la circulation méridienne entre une zone littorale étroite où le Courant de Guinée coule vers l'Est et la branche nord du Courant Equatorial Sud; entre ces deux courants existe en effet une importante zone de convergence dans laquelle on observe parfois des courants assez forts ( $\approx 1$  noeud), dirigés vers le nord ou vers le sud. Cette circulation méridienne était déjà apparente sur les Pilot Charts (cf. Fig. 1) et les mesures directes de courant n'ont fait que préciser l'existence d'une vaste cellule de circulation anticyclonique entre la zone équatoriale et la côte d'Afrique.

La caractéristique anticyclonique de la circulation avait déjà été mise en évidence par la topographie de la thermocline et la profondeur de l'isotherme  $24^{\circ}\text{C}$  dès les premières études effectuées par le C.R.O. d'Abidjan (BERRIT, 1966), mais c'est grâce aux campagnes du "Zvezda" (AtlantNIRD) que cette circulation a pu être réellement décrite (CEDIR, 1967) (l'étude des vecteurs courants "suggère l'existence dans les eaux de la couche superficielle du golfe de Guinée d'une circulation s'effectuant dans le sens horaire"); les mesures qu'effectua ensuite le "Géronimo" confirmèrent cette rotation des vecteurs courants dans le sens horaire (GERARD et al., 1965). Cependant ces premières observations laissent suggérer que le caractère anticyclonique de la circulation n'apparaissait qu'en hiver boréal (DOUBRAVIN, 1970 et 1971).

Les seules séquences d'observations directes des courants dont on dispose sur plusieurs années sont celles qui ont été exécutées par le C.R.O. d'Abidjan dans le Courant de Guinée, de 1967 à 1970 (LEMASSON et REBERT, 1973a); elles confirment l'intensification du Courant de Guinée en été boréal et révèlent l'existence en juin-juillet d'un maximum de composante méridienne du courant, dirigée vers le sud ( $30$  cm/s) au large de la Côte d'Ivoire.

Une importante campagne océanographique de couverture du golfe de Guinée fut exécutée en mai-juin 1968 par le "Jean Charcot" (O.R.S.T.O.M. et C.R.O. d'Abidjan; LEMASSON et al., 1969); au cours de la première partie de la campagne une étude détaillée de la circulation permit d'apprécier l'importance de la circulation méridienne qui donnait à l'ensemble de la circu-

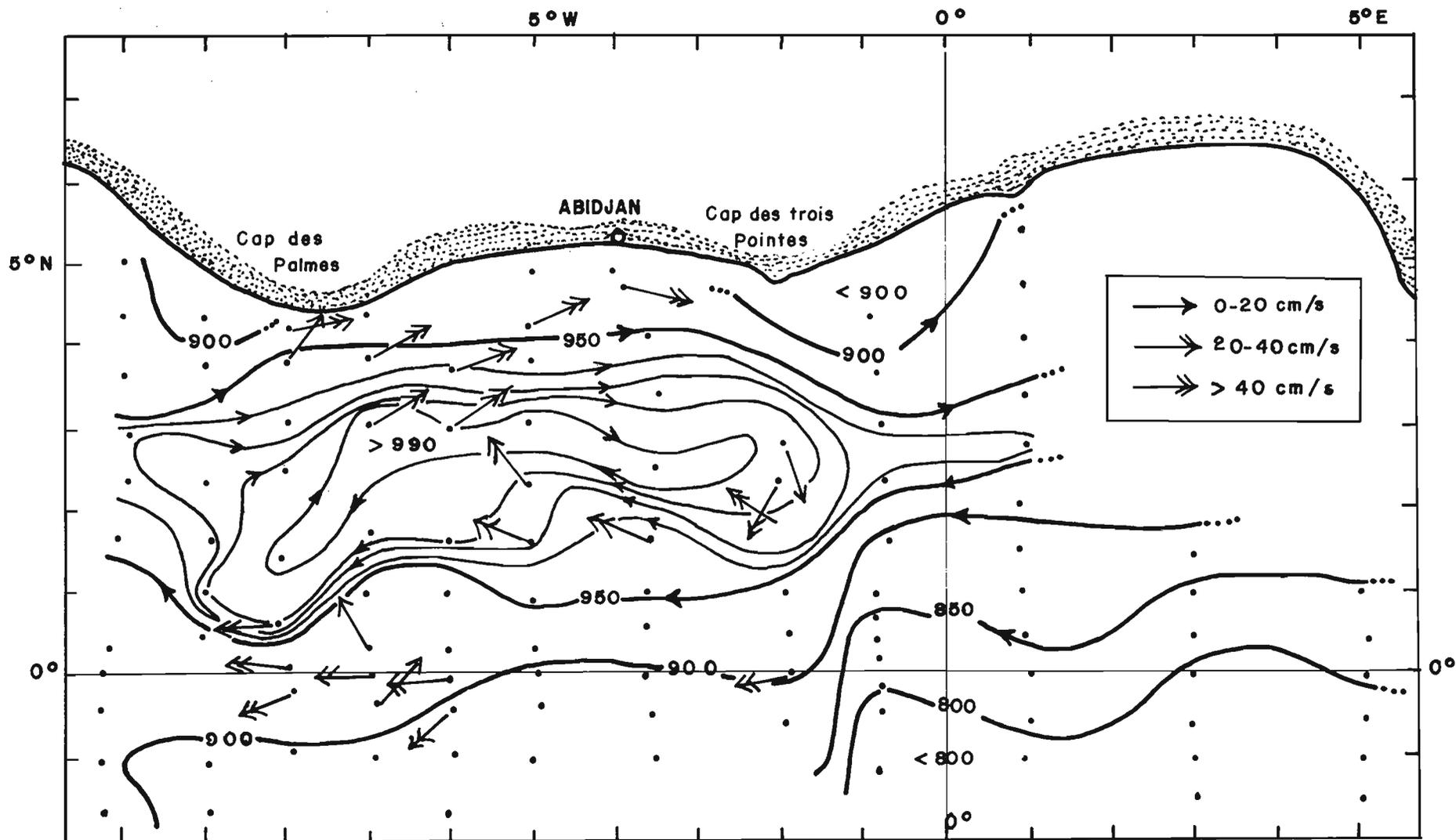


Fig. 2 - Topographie dynamique de la surface de la mer par rapport à 600 db (en mm.dyn) en mai-juin 1968 et vecteurs courants observés.

lation vers 3°N, l'aspect d'un système tourbillonnaire ayant un déplacement moyen vers l'ouest (LE FLOCH, 1970a). Les données de la campagne de couverture illustrent très clairement l'aspect anticyclonique de la circulation qui est confirmé par la topographie dynamique de la surface de la mer (Fig.2). Pendant cette campagne, le vent en moyenne soufflait du 140-160° avec une intensité de 6 à 10 m/s entre l'équateur et 3°N, plus au nord, le vent faiblissait à 5 m/s, soufflant du sud puis il soufflait du sud-ouest au voisinage de la côte.

### 3.- CARACTERE SAISONNIER DE LA CIRCULATION

Les mesures directes de courant ne sont pas assez nombreuses pour que l'on puisse, grâce à elles, préciser le caractère saisonnier de la circulation; d'après les Pilot Charts (cf. Fig.1) on remarque que le caractère saisonnier est principalement marqué par un élargissement plus ou moins grand de la zone de transition entre le Courant de Guinée et le Courant Equatorial Sud; c'est en automne que cette zone est la plus large alors qu'en hiver elle est beaucoup plus étroite mais ces cartes ne permettent pas d'affirmer avec DOUBRAVIN (1970) le caractère anticyclonique de la circulation en été boréal. Pour pallier cette insuffisance et dans la mesure où il existe une assez forte densité de stations hydrologiques ayant une répartition satisfaisante au cours de l'année, on peut étudier les variations de la circulation géostrophique; cependant la circulation géostrophique ne rend compte de la circulation superficielle liée au vent que dans la mesure où l'influence de celui-ci a été suffisamment longue pour avoir modifié le champ de masse. On peut aussi déduire la circulation de la topographie des surfaces isopycnes. Cette dernière méthode a été utilisée à partir des données des campagnes "Equalant" et a permis d'illustrer clairement l'existence tant au cours de la saison chaude (hiver-printemps boréals) que de la saison froide (été boréal), d'une circulation subsuperficielle anticyclonique au large de la Côte d'Ivoire (Fig. 3A et 3B) (MAZEIKA, non publié).

A partir de l'ensemble des données centralisées par le N.O.D.C. nous avons tenté une représentation de la circulation géostrophique moyenne

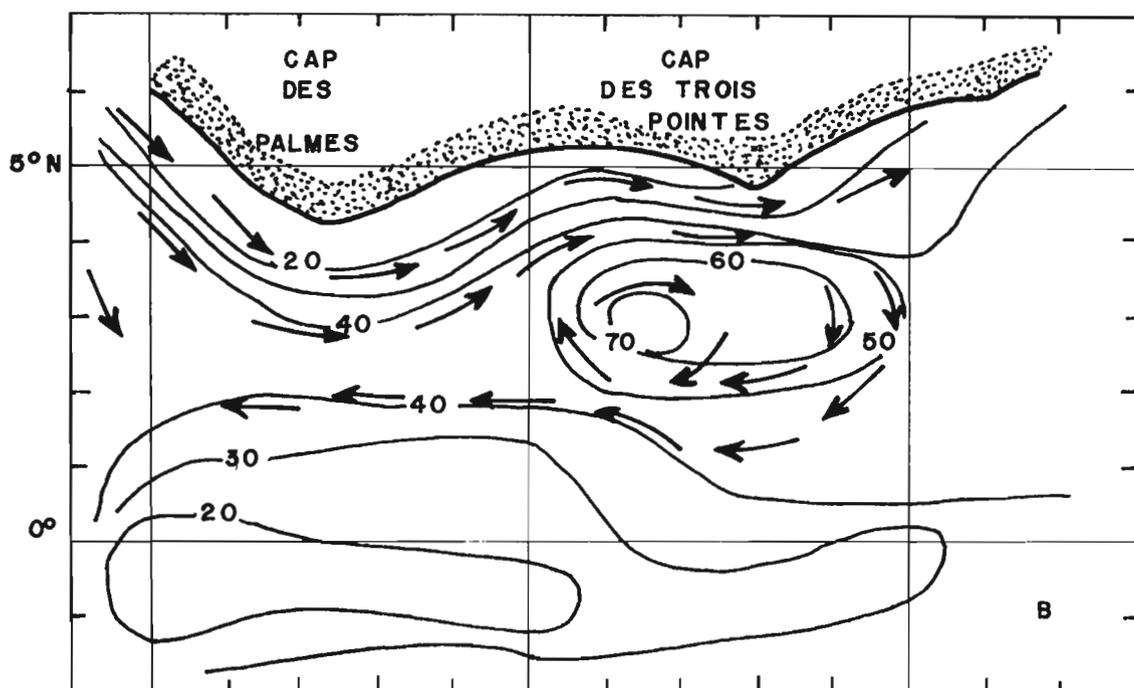
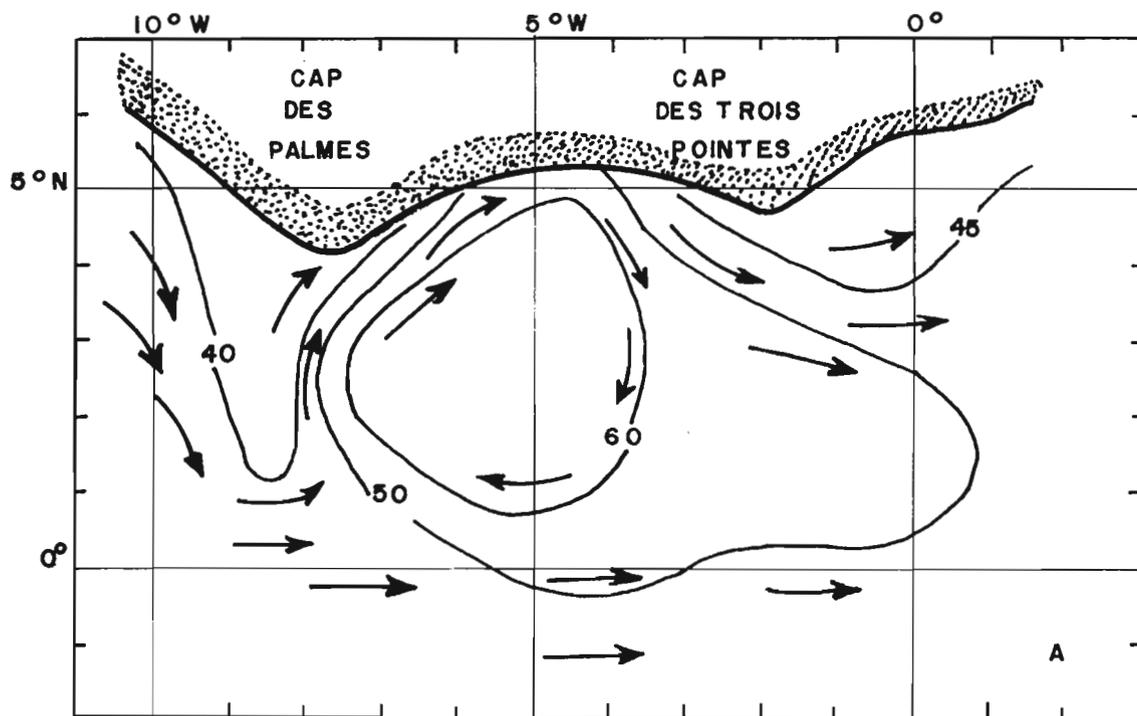


Fig.3 - Topographie de la surface isopycne 25,0 au printemps (A) et en été boréal (B); d'après Mazeïka. (en mètres) -

entre la Côte d'Ivoire et la zone équatoriale, pour chaque trimestre; pour cela nous avons déterminé la valeur moyenne de la hauteur dynamique de la surface de la mer par rapport à 600 db, par tranche de 1/2 degré de latitude et cela dans trois bandes méridiennes : une bande centrale entre les méridiens 3°W et 6°W et deux bandes latérales entre les méridiens 1°E et 3°W et les méridiens 6°W et 11°W respectivement; le choix de la profondeur de référence est justifié par les études effectuées par DOUBRAVIN (1971) qui a montré par différentes méthodes que la profondeur de la couche de mouvement minimum, dans le golfe de Guinée, se trouvait entre 350 et 700 m de profondeur. La grande majorité des données que nous avons utilisées provient des nombreuses radiales effectuées d'une part par la "Reine Pokou" du C.R.O. d'Abidjan et d'autre part par le "Zvezda" de l'AtlantNIRO (KALININGRAD).

La topographie dynamique de la surface de la mer révèle qu'il existe pratiquement à chaque trimestre une circulation anticyclonique entre le courant de Guinée et le Courant Equatorial Sud; c'est en été et en automne boréals que le vortex anticyclonique est le plus net (Fig.4).

#### 4.- INFLUENCE DE LA CIRCULATION SUR LA REPARTITION: DE QUELQUES PARAMETRES BIOLOGIQUES

L'existence d'une circulation méridienne importante entre le Courant de Guinée et le Courant Equatorial Sud permet de penser qu'il doit y avoir des interactions directes importantes entre les deux courants. Cette circulation méridienne permet en effet aux eaux côtières dessalées d'atteindre la zone équatoriale ce dont témoigne la présence d'algues néritiques dans la région équatoriale presque en toutes saisons (CEDIR et LOUTOCHKINA, 1971; VINOGRADOVA, 1971); elle est sans doute aussi responsable de la différence que l'on observe entre la biomasse du plancton sensiblement plus élevée le long du méridien 10°W que le long du méridien 5°W (CEDIR, 1967); on observait une semblable différence de richesse en avril-mai 1963 sur la biomasse des formes bathypélagiques du zooplancton et la biomasse du zooplancton (GROUZOV, 1971; VINOGRADOVA, 1971).

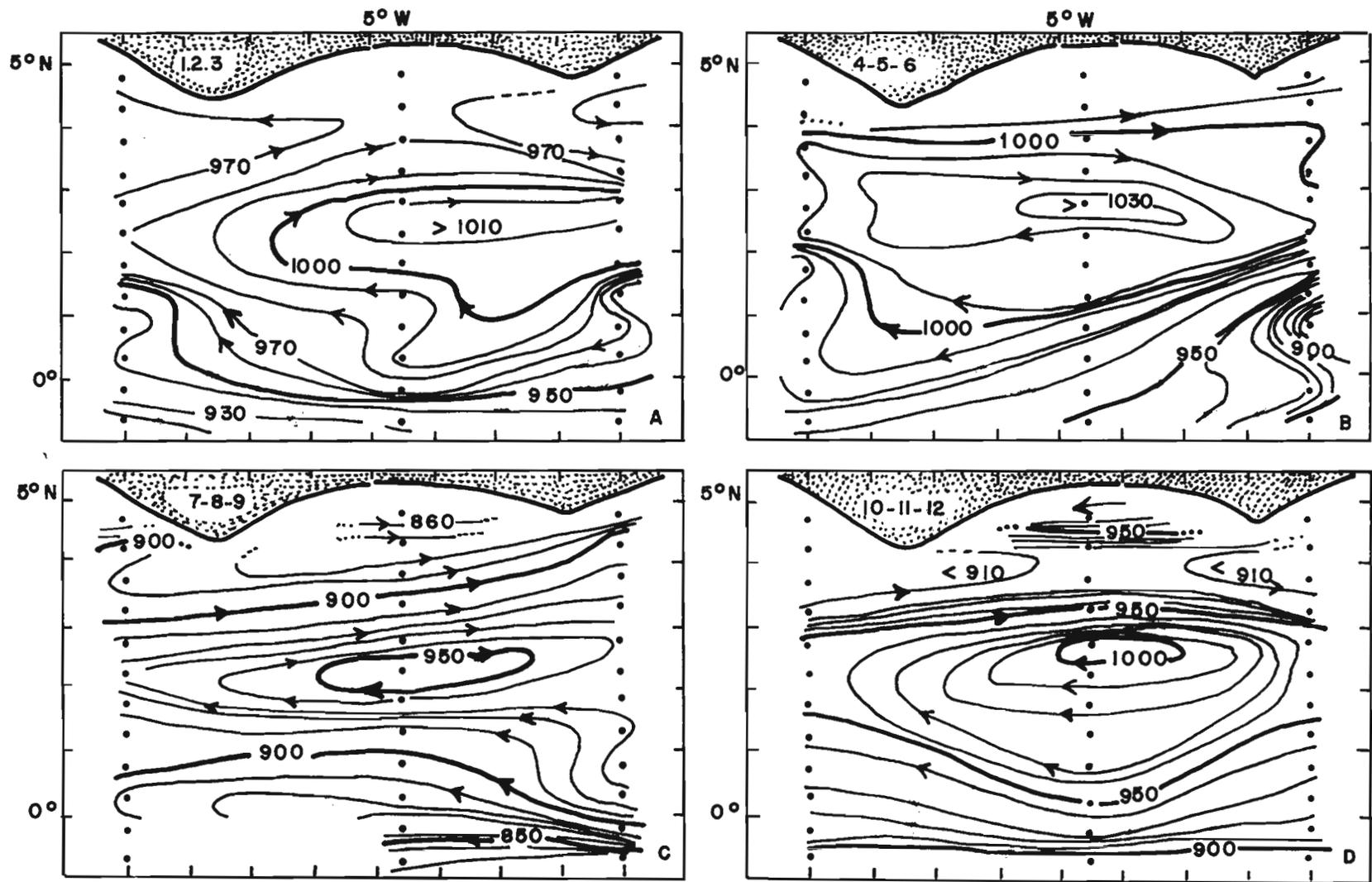


Fig.4 - Topographie dynamique moyenne de la surface de la mer par rapport à 600 db. (en mm. dyn.), par trimestre.

Au centre de la zone tourbillonnaire, on observe un plus grand épaississement de la couche homogène supérieure (DONGUY et PRIVE, 1964) qui était particulièrement visible en mai-juin 1968, lors de la campagne du "Jean Charcot" (Fig.5); en même temps, le gradient vertical de température dans la thermocline s'intensifie (il est de 8°C pour 10 m au centre du tourbillon), il en résulte une stabilité plus grande des eaux qui peut favoriser l'accumulation du phytoplancton au sommet de la thermocline. Cette accumulation du phytoplancton peut se produire cependant avec des conditions d'éclairement défavorable si la thermocline est trop profonde et la production primaire en est affectée d'autant. En mai-juin 1968, on observait au bas de la couche homogène, au centre de la zone de convergence des teneurs élevées en nitrite suggérant un déséquilibre physiologique probable du phytoplancton (cf Fig.5); ces accumulations remarquables de nitrites, analogues à celles observées dans la zone de convergence au sud de l'équateur dans l'océan Pacifique (HISARD et PITON, 1969) ont ici un caractère saisonnier lié certainement aux variations d'intensité du caractère convergent de la circulation et à la variation de profondeur de la thermocline; c'est ainsi qu'en novembre 1971, alors que le sommet de la thermocline se trouvait seulement vers 40-50 m de profondeur, on n'observait pas d'accumulations de nitrites dans la zone de convergence où l'on notait un appauvrissement en zooplancton et en phytoplancton (LEMASSON et REBERT, 1973b; DUFOUR et STRETTA, 1973).

La zone de convergence située entre 2°N et 3°N dans le golfe de Guinée, joue un rôle important dans le cycle biologique du zooplancton; d'après les données recueillies au cours des campagnes mensuelles que le N.O. "Zvezda" a exécutées pendant 2 ans le long des méridiens 10°W et 5°W, on peut décrire de la manière suivante ce cycle: dans la zone équatoriale, le zooplancton est surtout composé d'individus matures ou de stades supérieurs de copépodites; entre l'équateur et la zone de convergence, les couches supérieures correspondent à la zone de frai et d'alimentation des jeunes; la population planctonique qui s'accumule dans la zone de convergence au sommet de la thermocline subit une période d'immobilité relative au cours de laquelle le métabolisme est ralenti; pendant cette phase où les besoins en nourriture des organismes sont moindres a lieu la matura-

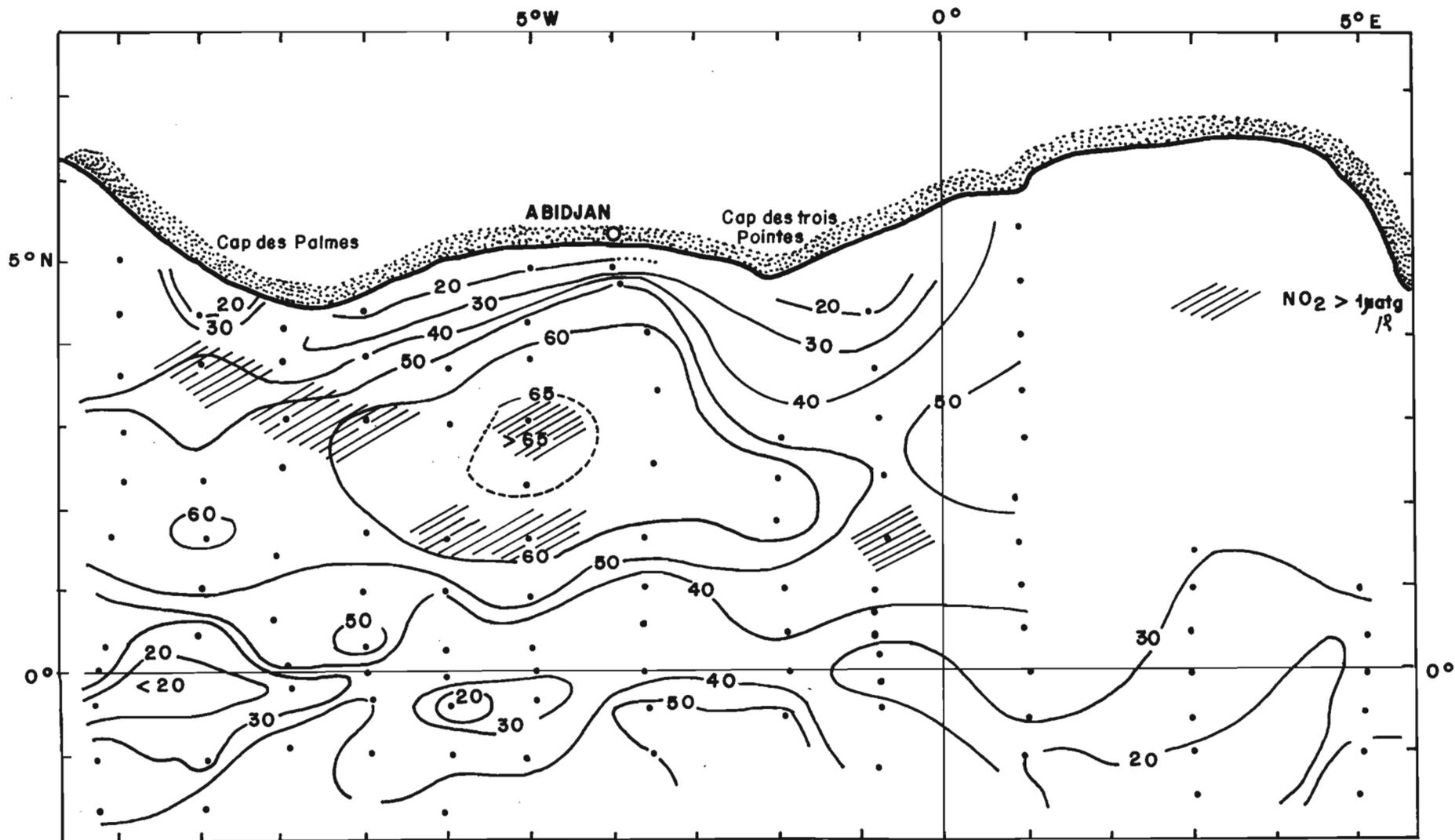


Fig. 5 - Epaisseur de la couche homogène en mai- juin 1968 (en mètres) et accumulation de nitrites -

tion des gonades; le développement des individus se poursuit dans la couche subsuperficielle au cours du transport méridien vers la zone équatoriale où les processus de la divergence les ramèneront vers des couches plus superficielles (GROUZOV, 1971).

## 5.- CONCLUSION

Les différentes mesures de courant qui ont été effectuées entre la Côte d'Ivoire et la zone équatoriale montrent que sur un fond de circulation purement zonale, caractérisé par l'existence de deux courants importants (Courant de Guinée et Courant Equatorial Sud), il existe une circulation méridienne très importante qui provoque la création d'un vaste tourbillon anticyclonique au sein de la couche superficielle. La comparaison de l'intensité de la circulation géostrophique à chaque trimestre, atteste la permanence de ce vortex qui s'accroît de juillet à décembre.

Dans la zone de convergence qui occupe le centre de ce tourbillon anticyclonique, il se produit un approfondissement de la thermocline et une intensification du gradient de densité qui favorise l'accumulation du plancton au bas de la couche homogène; selon les saisons, on observe des teneurs élevées de nitrite au sommet de la thermocline qui dénotent probablement un déséquilibre physiologique du phytoplancton. Le zooplancton trouve au sein de la zone de convergence une région fortement stratifiée qui favorise son accumulation, provoque le ralentissement de son métabolisme et conditionne la maturation des gonades.

Le caractère très contrasté de la circulation entre la Côte d'Ivoire et la zone équatoriale, l'importance des processus d'enrichissement qui s'y déroulent grâce aux upwellings côtiers d'une part, et à la divergence équatoriale d'autre part, justifient qu'un cycle annuel d'observations détaillées soit entrepris; l'évolution des structures hydrologiques devra être suivie précisément, parallèlement à l'évolution du champ des courants, pour que l'on puisse définir le cadre physique; dans le même temps, des études biochimiques et biologiques devront permettre de chiffrer de façon précise, la production primaire, secondaire et tertiaire.

Une interprétation raisonnée et intelligente de la dynamique de cet écosystème complexe nécessitera par ailleurs une bonne connaissance des paramètres météorologiques et de leur évolution. Ce programme d'études que s'est fixé le Centre de Recherches Océanographiques d'Abidjan devrait connaître une phase de développement intense en 1978 au cours des opérations "Ciprea" du programme de l'Etude Globale du Golfe de Guinée; ce programme s'intégrera aux études internationales de la Première Expérience Mondiale du GARP (P.E.M.G.) de 1978-1979 grâce auxquelles nous pourrions bénéficier d'une exceptionnelle couverture météorologique et de la collaboration de nombreux navires de recherches dans l'océan Atlantique.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME, 1955.- Atlas of Pilot Charts; Central American Waters and South Atlantic Ocean. Pub. n°106; Oceanogr. Office, Dept of Navy, U.S. Navy, Washington.
- BERRIT (G.R.), 1961 et 1962.- Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le golfe de Guinée. Observations de surface le long des lignes de navigation.  
Cah. Océanogr., XIII, 10: 715-727; XIV, 9: 663-673; XIV, 10: 719-729
- BERRIT (G.R.), 1966.- Catalogue des données disponibles sur le milieu physique.  
Doc. mimeo., n°007 S.R., Centre Rech. Océanogr. Abidjan
- CEDIR (K.A.), 1967.- Quelques données sur les courants de l'Atlantique équatorial.  
Trav. AtlantNIRO, XVIII, 67-85 (en russe; traduit par Ph. HISARD, Centre Rech. Océanogr. Abidjan).
- CEDIR (K.A.), LOUTOCHKINA (B.N.), 1971.- Aspects hydrologiques de la formation des zones équatoriales productives du golfe de Guinée.  
Trav. AtlantNIRO, XXXVII, 31-80 (en russe; traduit par Ph. HISARD, Centre Rech. Océanogr. Abidjan).
- DONGUY (J.-R.), PRIVE (M.), 1964.- Les conditions de l'Atlantique entre Abidjan et l'équateur. 2<sup>e</sup> Partie.  
Cah. Océanogr., XVI, 5: 393-398
- DOUBRAVIN (V.F.), 1970.- Les résultats d'observations sur les courants dans le golfe de Guinée d'août à octobre 1965.  
Trav. AtlantNIRO, XXVII, 150-172 (en russe; traduit par Ph. HISARD, Centre Rech. Océanogr. Abidjan).

- DOUBRAVIN (V.F.), 1971.- Les courants géostrophiques dans le golfe de Guinée. Trav. AtlantNIRO, XXXVII, 81-96 (en russe; traduit par Ph. HISARD, Centre Rech. Océanogr. Abidjan).
- DUFOUR (Ph.), STRETTA (J.-M.), 1973.- Production primaire, biomasses du phytoplancton et du zooplancton dans l'Atlantique tropical sud, le long du méridien 4°W. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., XI, 4: 419-430
- GERARD (R.), SEXTON (P.), MAZEIKA (P.), 1965.- Parachute drogue measurements in the Eastern tropical Atlantic in September 1964. J. Geoph. Res., 70, 22: 5696-5698
- GROUZOV (L.N.), 1971.- La formation des accumulations de zooplancton dans la zone pélagique du golfe de Guinée. Trav. AtlantNIRO, XXXVII, 406-428 (en russe; traduit par Ph. HISARD, Centre Rech. Océanogr. Abidjan).
- HISARD (Ph.), PITON (B.), 1969.- La distribution des nitrites dans le système des courants équatoriaux de l'océan Pacifique à 170°E. J. Cons. Explor. Mer, 32, 3: 303-317
- HISARD (Ph.), 1973.- Variations saisonnières à l'équateur dans le golfe de Guinée. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., XI, 3: 349-358
- HISARD (Ph.), MORLIERE (A.), 1973.- La terminaison du contre-courant équatorial subsuperficiel Atlantique (Courant de Lomonosov) dans le golfe de Guinée. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., XI, 4: 455-464
- LE FLOCH (J.), 1970a.- Mesures différentielles de courant au large de la Côte d'Ivoire. Cah. Océanogr., XXII, 8: 781-799
- LE FLOCH (J.), 1970b.- La circulation des eaux d'origine subtropicale dans la partie orientale de l'Atlantique équatorial étudiée en relation avec les mesures faites à bord du N.O. "Jean Charcot" en mai-juin 1968. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., VIII, 3: 77-113
- LEMASSON (L.), REBERT (J.-P.), 1968.- Observations de courants sur le plateau continental ivoirien. Mise en évidence d'un sous-courant. Doc. Sci. Prov. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 022: 1-66
- LEMASSON (L.), NOEL (J.), REBERT (J.-P.), 1969.- "Guinée 1", croisière du navire océanographique "Jean Charcot". Trav. Doc. O.R.S.T.O.M., 3, 83 p.
- LEMASSON (L.), REBERT (J.-P.), 1973a.- Les courants marins dans le golfe ivoirien. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., XI, 1: 67-96

- LEMASSON (L.), REBERT (J.-P.), 1973b.- Circulation dans la partie orientale de l'Atlantique Sud.  
Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, IV, 1: 91-124
- LEMASSON (L.), REBERT (J.-P.), 1973c.- Circulation dans le golfe de Guinée. Etude de la région d'origine du sous-courant ivoirien.  
Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., XI, 3: 303-316
- MAZEIKA (P.A.), 1973.- Circulation and distribution of properties in the Eastern tropical Atlantic.  
(multigr., manuscrit non publié).
- MORLIERE (A.), 1970.- Les saisons marines devant Abidjan.  
Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, I, 2: 1-15
- SCHEMAINDA (R.), 1967.- Das Ozeanographische Beobachtungsmaterial der Tropenexpedition mit dem Forschungsschiff "Professor Albrecht Penck" in dem Golf von Guinea von April bis Juli 1964.  
Geod. Geoph. Veroff. R. IV H. 2, 92 p.
- STURM (M.), VOIGT (K.), 1966.- Observations on the structure of the Equatorial Undercurrent in the Gulf of Guinea in 1964.  
J. Geophys. Res., 71, 12: 3105-3108
- VARLET (F.), 1958.- Le régime de l'Atlantique près d'Abidjan (Côte d'Ivoire). Essai d'océanographie littorale.  
Etudes Eburnéennes, IFAN, VII: 97-247
- VINOGRADOVA (L.A.), 1971.- Développement saisonnier du phytoplancton dans le golfe de Guinée.  
Trav. AtlantNIRO, XXXVII, 117-159 (en russe; traduit par Ph. HISARD), Centre Rech. Océanogr. Abidjan).

\*

\* \*