

UNIVERSITÉ DE BRETAGNE OCCIDENTALE

Faculté des Sciences et Techniques

N° d'ordre 5

THESE

PRÉSENTÉE POUR OBTENIR LE TITRE DE

Docteur d'Université

Spécialité : Océanographie Physique

PAR

Jean Maurice GUILLERM

CONTRIBUTION A L'Océanographie Physique DU GOLFE DE GUINÉE :
HYDROLOGIE ET CIRCULATION SAISONNIÈRES SUR UNE RADIALE
AU LARGE DE POINTE-NOIRE (CONGO)

Soutenue le 24 février 1981 devant la commission d'examen

Monsieur	J. LE FLOCH	Professeur à l'U.B.O.	}	Président
Messieurs	A. GUILCHER	Professeur à l'U.B.O.		
	G. PASCAL	Professeur à l'U.B.O.	}	Examineurs
	J.C. LEGUEN	Docteur ès-sciences - Directeur de Recherches à l'O.R.S.T.O.M.		
	Ph. HISARD	Directeur de Recherches à l'O.R.S.T.O.M.		

CONTRIBUTION A L'OCEANOGRAPHIE PHYSIQUE DU GOLFE DE GUINEE :
HYDROLOGIE ET CIRCULATION SAISONNIERES SUR UNE RADIALE
AU LARGE DE POINTE-NOIRE (CONGO)

S O M M A I R E

	Page
INTRODUCTION	1
I - GENERALITES - PRESENTATION DE LA REGION ETUDIEE	5
1.1 - Aperçu historique	5
1.2 - Situation géographique	8
1.3 - Météorologie et climat	9
1.3.1 - Masses d'air	9
1.3.2 - Evolution saisonnière	11
1.3.3 - Le climat de la bordure océanique congolaise	15
1.4 - Hydrologie	24
1.4.1 - Les eaux superficielles	27
1.4.2 - La couche pycnocline	36
1.4.3 - L'eau centrale sud atlantique	40
1.5 - Circulation	41
1.5.1 - La circulation superficielle	41
1.5.2 - La circulation subsuperficielle	44
1.6 - Résumé - Problèmes posés par l'interprétation de l'hydroclimat observé à Pointe-Noire	46
II - DONNEES UTILISEES ET METHODES	51
2.1 - Mesures	51
2.2 - Calculs	54
2.3 - Méthode utilisée pour l'analyse des structures verticales des propriétés	55
III - HYDROLOGIE COTIERE	57
3.1 - Cycle saisonnier des masses d'eau à Pointe-Noire selon BERRIT (1958)	57
3.2 - Cycle saisonnier moyen au wharf (1969-1976)	63
3.3 - Evolution saisonnière à la côte pendant la période des mesures sur la radiale	73

3.4 - Distribution saisonnière des sorties "R P" relativement à l'évolution saisonnière à la côte	76
3.4 - Cycles annuels moyens des facteurs non-conservatifs, oxygène et phosphate minéral dissous, à la station du wharf	77
3.6 - Résumé	81
IV - CONDITIONS HYDROLOGIQUES SAISONNIERES SUR LA RADIALE	83
4.1 - Généralités	83
4.2 - Température	86
4.2.1 - Grande Saison Chaude	86
4.2.2 - Grande Saison Froide	89
4.2.3 - Petite Saison Chaude	93
4.2.4 - Petite Saison Froide	95
4.2.5 - Conditions thermiques générales et différences intersaisonnières	95
4.3 - Salinité	102
4.3.1 - Grande Saison Chaude	104
4.3.2 - Grande Saison Froide	106
4.3.3 - Petite Saison Chaude	108
4.3.4 - Petite Saison Froide	111
4.3.5 - Conditions halines générales et différences intersaisonnières	112
4.4 - Densité	116
4.4.1 - En surface	116
4.4.2 - En subsurface	122
4.4.3 - Dans la troposphère inférieure	123
4.5 - Facteurs non-conservatifs : oxygène et phosphate	123
4.6 - Essai de résumé synthétique	125
4.6.1 - Caractères constants des distributions verticales	125
4.6.2 - Evolution saisonnière dans les couches superficielles (0 - 150 m)	132
V - CYCLE ANNUEL DES CONDITIONS THERMO-HALINES	145
5.1 - Cycle annuel de la température	145
5.2 - Cycle annuel de la dessalure superficielle	155
5.3 - Cycle annuel d'évolution du maximum de salinité	158
VI - CIRCULATION	169
6.1 - Circulation saisonnière	170
6.2 - Cycle annuel des transports méridiens	178
6.3 - Cycle annuel du courant méridien associé aux salinités maximales	183

VII - DISCUSSION ET CONCLUSIONS	187
BIBLIOGRAPHIE	199
ANNEXE I	Cycle annuel des paramètres hydrologiques à la station du wharf du Pointe-Noire
ANNEXE II	Valeurs moyennes saisonnières des paramètres hydrologiques sur la radiale
ANNEXE III	Coupes des composantes du courant mesuré perpendiculaires (méridiennes) et parallèles (zonales) à la radiale

o o o

o

"La première tâche de l'océanographie, comme de toute autre science naturelle, est d'observer exactement les processus et phénomènes dans l'océan. La seconde tâche vise à la compréhension de ces phénomènes observables en termes de causalité par l'emploi de méthodes analytiques. Finalement la troisième tâche, le but de toute science, consiste en la synthèse c'est-à-dire en la déduction des effets à partir des causes connues. Cette tâche inclut la prédiction et le contrôle des processus et phénomènes".

G. DIETRICH

INTRODUCTION

Le travail que nous présentons ici a pour cadre géographique une frange côtière, large environ de 400 kilomètres, de dimension très modeste au regard de l'océan Atlantique Sud auquel elle appartient. Dans cette région côtière de Pointe-Noire, nous avons collecté pendant trois années des données océanographiques dans la couche de surface, limitée à la profondeur 500 mètres, où s'observent les plus importantes variations saisonnières. Cette extension réduite de l'espace de nos mesures confère à notre étude un caractère purement régional. Si, au plan de la simple description des phénomènes, et de leur évolution dans le temps, le point de vue régional se justifie, il en va tout autrement dès lors que l'on s'interroge sur l'origine des événements observés ; la continuité des milieux fluides, atmosphérique et océanique, conduit alors à considérer de proche en proche une zone géographique assez vaste dans laquelle ces événements deviennent intelligibles. Pour ce qui est de l'interprétation des conditions océaniques observées dans la région de Pointe-Noire, cette zone plus vaste correspond à toute la partie orientale de l'Atlantique intertropical ou "golfe de Guinée".

Dans la première partie de cette étude, nous situerons la région étudiée en relation avec la météorologie et l'océanographie du golfe de Guinée et préciserons nos objectifs.

o o o

o

Des trois tâches assignées à l'océanographie par le texte de G. DIETRICH (1963) cité en exergue, c'est d'abord et principalement à la première, celle de l'observation exacte des phénomènes, que nous nous sommes appliqué. Nous avons abordé la seconde, celle de la compréhension et de l'interprétation de nos observations, avec la prudence et la modestie que requiert notre rôle au sein de l'équipe des océanographes de l'O.R.S.T.O.M.*. Ce rôle est celui d'un praticien de l'observation et des mesures à la mer. Quant à la troisième tâche chacun sait qu'à l'exception de quelques secteurs de la recherche, marées et houles en particulier, le stade de la prédiction et plus encore celui du contrôle des phénomènes n'est malheureusement pas encore tout à fait à la portée de notre océanographie physique. Le besoin de prévoir les phénomènes atmosphériques et océaniques se fait cependant de plus en plus pressant dans la zone intertropicale où se situe notre étude. Les anomalies catastrophiques, telle la sécheresse des régions sahéliennes en 1972, par exemple, ou bien les fluctuations inter-annuelles des structures d'enrichissement de la couche euphotique : divergences, "upwelling" côtiers, dômes thermiques, qui conditionnent l'abondance des poissons, les thoniés en particulier, ont un impact économique et humain évident. Avec cet intérêt économique, un autre stimulant puissant des recherches dans cette zone a été la mise en évidence d'une circulation très complexe que nous aurons l'occasion d'évoquer au cours de notre étude. Cette circulation, ses relations avec la météorologie générale, ont suscité depuis vingt ans des campagnes et études nationales et internationales dont la récente expérience GATE** (1973, 1974) constitue un bel exemple.

* Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer

** Global Atmospheric Research Program, Atlantic Tropical Experiment

Notre contribution n'a d'autre prétention que d'apporter une petite pierre à la construction de cet imposant édifice scientifique.

O o O

O

Je tiens à exprimer ma gratitude en premier lieu à Monsieur le Professeur LE FLOCH, de l'Université de Bretagne Occidentale, auquel cette étude doit beaucoup. Depuis mon premier passage en 1974-1976 à l'U.B.O. et l'accueil chaleureux qu'il me fit alors, il ne m'a jamais ménagé ni son temps, ni ses conseils. Je le remercie de m'avoir aidé jusqu'à cette soutenance de mon travail.

Je remercie, pour s'être intéressés à cette étude et être venus ici la juger : Messieurs les Professeurs GUILCHER et PASCAL, de l'Université de Bretagne Occidentale ; Monsieur LEGUEN, docteur ès-sciences, Directeur de Recherches à l'O.R.S.T.O.M., qui de plus est à l'origine de cette étude, puisque c'est lui qui m'encouragea le premier à l'entreprendre ; Monsieur HISARD, Directeur de Recherches à l'O.R.S.T.O.M. dont la profonde connaissance du milieu océanique intertropical et les critiques éclairées m'ont beaucoup aidé.

J'ai aussi une dette de reconnaissance importante envers Monsieur MERLE, Maître de Recherches à l'O.R.S.T.O.M., qui a suivi de très près l'élaboration de cette étude et m'a fait largement profiter de ses connaissances tant du milieu océanique tropical que des techniques informatiques.

Je ne saurais citer ici tous les chercheurs de l'O.R.S.T.O.M. qui, à un moment ou à un autre, m'ont aidé de leurs conseils et que je remercie également, mais je dois mentionner spécialement Monsieur DESSIER, Docteur ès-sciences, Maître de Recherches à l'O.R.S.T.O.M. et aussi Monsieur PICAUT, Maître-Assistant au Laboratoire d'Océanographie Physique de l'U.B.O.

Les résultats utilisés dans cette étude ont été obtenus par le

travail en commun de nombreuses personnes que je remercie ici :

- les chercheurs et techniciens du Centre Océanographique de l'O.R.S.T.O.M. à Pointe-Noire qui ont participé aux sorties "Radiales Productivité" et plus particulièrement Messieurs YOBA et LOKO qui ont effectué une part importante du travail d'analyse chimique et de dépouillement des données, tout en assurant de plus la continuité des observations quotidiennes à la station du wharf de Pointe-Noire,

- l'Etat Major et l'équipage du chalutier de recherche ANDRE NIZERY.

Je remercie enfin les informaticiens du B.N.D.O. au Centre Océanologique de Bretagne qui ont grandement facilité mon initiation aux techniques de l'informatique.

o o o

o

I - GENERALITES - PRESENTATION DE LA REGION ETUDIEE

1.1 - APERCU HISTORIQUE

L'hydrologie côtière à Pointe-Noire (fig. 1) est bien connue dans son ensemble par les nombreux travaux qui ont suivi l'installation, vers 1950, d'un centre océanographique de l'O.R.S.T.O.M. dans ce port de la République Populaire du Congo (R.P.C.)*. Accompagnant le développement d'une pêcherie industrielle, les recherches de ce centre étaient orientées principalement vers l'estimation des diverses ressources halieutiques de la région. De ce fait, la connaissance du milieu physique marin et de ses fluctuations revêtait une importance d'autant plus grande que les premiers résultats de mesures de la température de surface à la côte (COLLIGNON, 1955) révélaient des variations saisonnières de grande amplitude. BERRIT (1958) précisa ce cycle saisonnier au moyen des résultats de cinq années de mesures hebdomadaires de la température et de la salinité dans la baie de Pointe-Noire. Dans le même temps, il abordait l'explication de ces fluctuations en les reliant à l'hydrologie de l'ensemble du Golfe de Guinée au moyen de campagnes hauturières : CALYPSO (1956), Léon COURSIN (1958). LONGHURST (1962) remarque que cette bordure orientale de l'Atlantique intertropical avait été "relativement négligée par les océanographes dans le passé" ; l'Atlantique Sud était principalement connu par les travaux de DEFANT résultant de la croisière du METEOR (1926-1927) et, pour les régions côtières, on disposait alors de quelques séries pluri-annuelles de mesures de la température de surface : la plus ancienne à Lomé (Togo) de 1906 à 1912 avait été exploitée par JANKE (1920). Citons aussi celles des stations I.F.A.N.** de Gorée (CADENAT, 1946 cité par BERRIT, 1952) et d'Abidjan (VARLET, 1958). Des mesures de surface collectées sur les lignes régulières de navires marchands permirent alors à BERRIT (1961, 1962) une description des variations saisonnières de l'hydrologie de surface sur l'ensemble du Golfe de Guinée. La classification des eaux de surface proposée dans cette description est utilisée

* En 1950, la R.P.C. constituait le territoire du "Moyen Congo" sous administration française.

**Institut Français d'Afrique Noire.

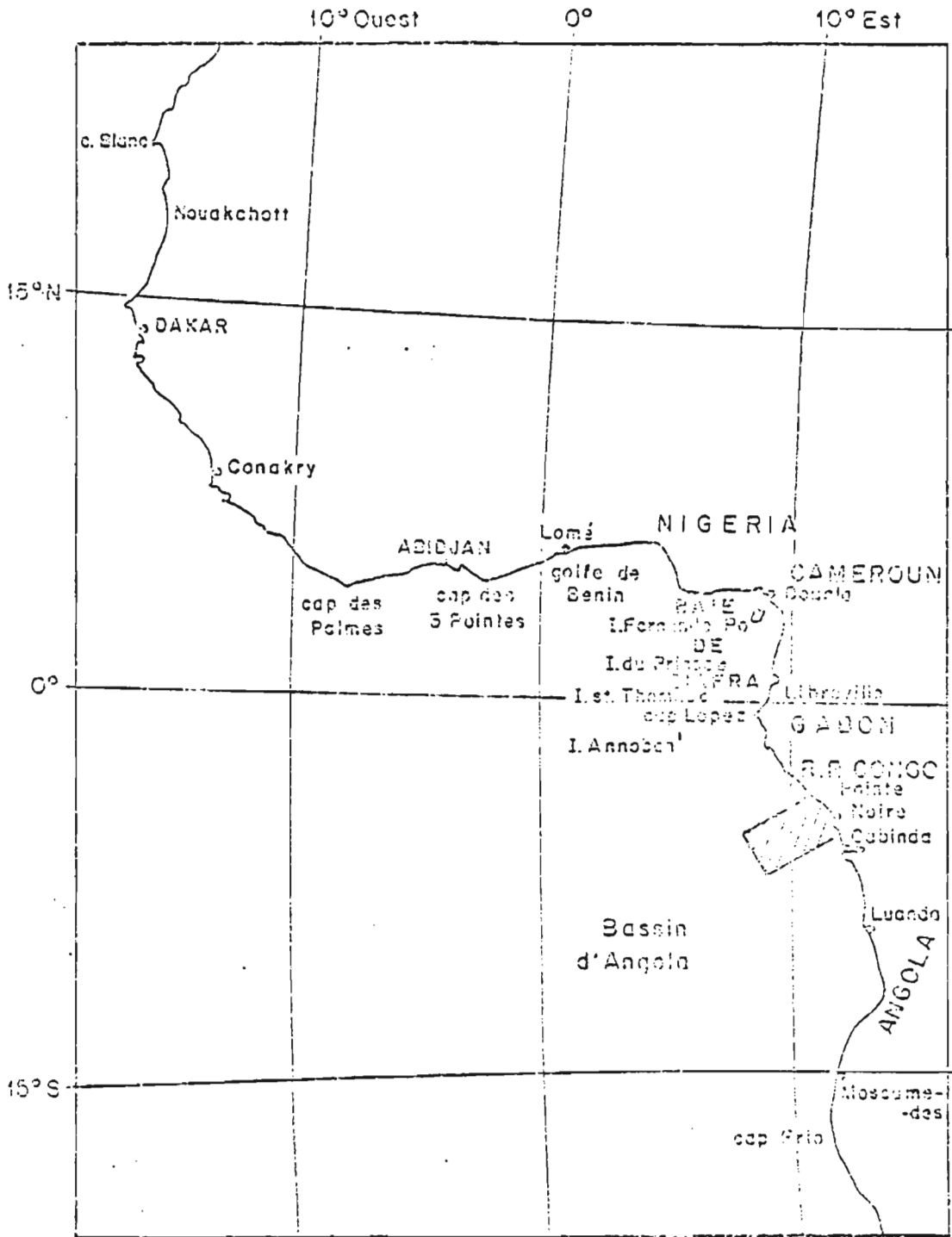


Figure 1 - Situation de la région congolaise dans le "Golfe de Guinée".

depuis par les océanographes, physiciens et biologistes de l'O.R.S.T.O.M. pour décrire l'évolution des masses d'eau et de la circulation. Elle a été reconnue au plan international, mais elle a aussi, récemment, été remise en question par WAUTHY (1977), à la lumière de résultats plus récents. Pour souligner la spécificité de cette étude des variations du milieu physique, particulièrement dans ses relations avec les disciplines biologiques, BERRIT, à la suite d'auteurs québécois (BRUNEL, 1959), a introduit pour la désigner le mot et la notion "d'hydroclimat". Abondamment utilisés depuis vingt ans dans la littérature océanographique de l'O.R.S.T.O.M., cette notion et les termes dérivés : "hydroclimatologie", "hydroclimatique" ont acquis une valeur d'usage. Ils demeurent cependant controversés par certains (MERLE, comm. pers.). Nous choisissons de conserver ici la notion d'hydroclimat en nous appuyant sur l'usage d'une part et d'autre part en raison de son "pouvoir abrégatif" et de sa résonance interdisciplinaire. On trouvera dans BERRIT (1973, 1976) la définition détaillée de cette notion. Nous rappellerons ici que l'hydroclimat désigne, par analogie avec le climat météorologique, "la succession habituelle des caractères d'une couche d'eau en un lieu donné".

Après les premières études de BERRIT, en fait depuis 1953, les mesures côtières se sont poursuivies sans interruption en différents points du littoral de Pointe-Noire (BERRIT, 1963 ; PITON et al. 1979). En 1969, l'installation d'un wharf minéralier par la Compagnies des Potasses du Congo au sud du port permettait l'accès quotidien à une couche d'eau épaisse de 17 mètres. Une première année de mesures a été étudiée par DUFOUR et MERLE (1972). C'est en 1973 que nous avons commencé le programme de mesures qui est à l'origine de notre présente contribution et qui s'est déroulé jusqu'en janvier 1976 (GUILLERM, 1976). Les objectifs physiques de ce programme dit "Radiales Productivité" étaient d'une part de relier l'hydrologie strictement côtière, décrite avec les résultats obtenus au wharf de Pointe-Noire, à l'hydrologie hauturière de la région au moyen de mesures faites sur une radiale commençant au wharf et d'autre part d'obtenir une représentation du cycle annuel de la circulation, jusqu'à l'immersion 300 mètres, sur cette radiale au moyen de mesures directes du courant.

1.2 - SITUATION GEOGRAPHIQUE

La côte de la République Populaire du Congo (fig. 1), peu découpée, est orientée en moyenne SE-NO. Elle s'étend depuis la frontière du Gabon, au nord, (03°50' Sud) jusqu'à celle de l'enclave de Cabinda, au sud (05°02' Sud), sur 180 km du littoral occidental d'Afrique Centrale. Cette région côtière appartient donc à l'Atlantique intertropical oriental et, plus précisément, à la limite sud-est du golfe de Guinée. LONGHURST (1962) remarque que la région océanique désignée par "golfe de Guinée" est mal définie. Certains auteurs lui assignent, selon des critères hydrologiques, des frontières qui la font s'étendre depuis le courant des Canaries vers 20° Nord, jusqu'à la dérive de Benguela vers 18° Sud ("complexe guinéen" de ROSSIGNOL, 1968). Pour d'autres cette extension est abusive. Avec ces derniers nous limiterons ici approximativement le golfe de Guinée à la zone océanique bordée par la côte occidentale d'Afrique entre les parallèles 15° Nord et 5° Sud et s'étendant jusqu'au méridien 15° Ouest. Cette zone recouvre une aire océanique de grandes profondeurs. Excepté en baie de Biafra, où quatre îles sont alignées NE-SO jusqu'à 1° Sud, nul obstacle ne perturbe la circulation générale des couches superficielles de l'Atlantique équatorial : sur toute l'étendue du golfe, hors des plateaux et talus continentaux ou insulaires, la profondeur est rarement inférieure à 2 000 mètres.

Au large de Pointe-Noire (04°47' Sud, 11°50' Est), au-delà du plateau continental qui s'étend sur une vingtaine de milles, le talus s'enfonce rapidement jusqu'aux grandes profondeurs de la partie septentrionale du bassin d'Angola. A environ 80 milles au sud-est du port, un canyon sous-marin est associé à l'estuaire du fleuve Congo. Ce canyon entaille profondément plateau et talus : la profondeur 500 mètres y est mesurée dans l'estuaire lui-même et à la limite du plateau continental la profondeur est de 1 500 mètres dans le canyon. Au nord-ouest de Pointe-Noire, à environ 22 milles, se trouve l'estuaire d'un fleuve côtier de moindre importance : le Kouilou. Les régimes de ces fleuves seront examinés dans la suite. L'arrière pays de Pointe-Noire est une plaine alluviale, basse et étroite qui s'étend vers l'est jusqu'au massif peu élevé du Mayombe.

Les eaux océaniques qui baignent cette partie orientale du golfe de

Guinée subissent à un degré élevé l'influence du continent africain. Cette influence se manifeste sous trois principaux aspects :

- Météorologique d'une part par l'impact de la masse continentale africaine sur la circulation des masses d'air de la troposphère, d'autre part par l'influence directe et indirecte de l'orographie continentale sur la pluviosité et la répartition des régimes hydrauliques fluviaux.

- Hydrologique, par les apports d'eau douce fluviale ; le golfe de Guinée oriental est l'exutoire de bassins versants qui comptent parmi les plus importants de la planète (Niger et Congo).

- Topographique enfin, par l'infléchissement que la côte africaine imprime à la circulation sud-atlantique équatoriale et tropicale : cette circulation est à dominante zonale (SVERDRUP et al., 1942), l'orientation en moyenne SE-NO de la côte, au sud du cap Lopez, induit dans la région de Pointe-Noire une circulation à dominante méridienne.

1.3 - METEOROLOGIE ET CLIMAT

La distribution zonale des climats côtiers, à différenciation pluviothermique, entre la baie de Biafra et l'Angola (fig. 2), dépend principalement, ainsi que le décrit LONGHURST (1962) pour les autres régions du golfe de Guinée, des déplacements saisonniers du Front Intertropical (FIT) de convergence des vents. Mais dans cette partie est et sud-est du golfe interviennent des influences australes et orientales qui mettent les régimes climatiques en relation avec les mouvements d'un système frontal plus complexe.

1.3.1 - Masses d'air

Le FIT représente la trace au niveau de la mer, ou du sol, dans la bande équatoriale des basses pressions atmosphériques, de la surface de discontinuité (I.T.D., "Intertropical Discontinuity" DHONNEUR et al., 1976) qui sépare en altitude les masses d'air troposphériques d'origine boréale et d'origine australe.

Le mouvement anticyclonique des masses d'air au-dessus de l'Atlantique

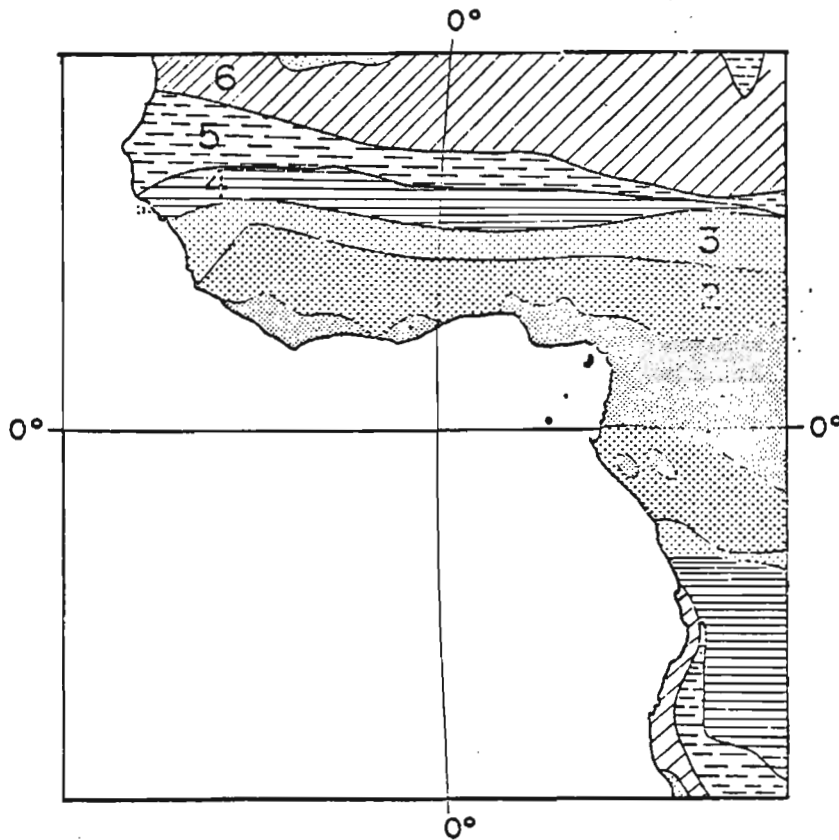


Figure 2 - Distribution des climats à différenciation pluvio-thermique dans l'Ouest africain (extrait de PEGUY, 1970).

- 1 : climat hypertropical
- 2 : climat tropical
- 3 et 4 : climat tropical atténué
- 5 : climat semi-aride
- 6 : climat aride.

intertropical est bien connu. Il est induit par le gradient horizontal de la pression atmosphérique entre les basses pressions équatoriales et les hautes pressions des deux vastes cellules subtropicales atlantiques :

- Anticyclone des Açores, centré en moyenne vers 37° Nord,
- Anticyclone de Sainte-Hélène, centré en moyenne vers 30° Sud.

Dans la zone des calmes équatoriaux, l'air atlantique humide de l'alizé austral, dirigé en flux régulier vers le nord-ouest s'insère en coin sous l'air continental, chaud et sec, de l'alizé boréal dirigé en flux régulier et épais vers le sud-ouest (fig. 6).

En relation avec le mouvement apparent du soleil, variation de sa hauteur zénithale et balancement de part et d'autre de l'équateur, les anticyclones atlantiques et le FIT se déplacent au cours de l'année dans le sens des latitudes croissantes de l'hémisphère en été (PEGUY, 1970).

Cependant, les déplacements du FIT sont maintenus toute l'année dans l'hémisphère boréal, entre 20° Nord environ en été boréal et 5° Nord environ en été austral, du fait principalement de la dissymétrie en latitudes des anticyclones atlantiques relativement à l'équateur (FLOHN, 1968). Le champ du vent d'origine australe prédomine ainsi toute l'année sur le golfe de Guinée oriental (fig. 3 et 4).

En raison de la réponse intense du continent à l'effet thermique du rayonnement solaire, des basses pressions s'établissent sur l'Afrique intertropicale. Mais alors que l'amplitude du mouvement de l'anticyclone Sud-Atlantique est d'environ 5°, en latitude, par an, les basses pressions continentales se placent vers 25° Nord en été boréal et 15° Sud en été austral, agissant toute l'année sur les régions côtières entre le cap des Palmes et Luanda (STEIGNER et INGHAM, 1971). Cet effet continental a pour résultat un régime de vent analogue, en plus petite dimension, à la mousson de l'océan Indien (LE FLOCH, 1976).

Les mouvements relatifs des centres d'action, atlantiques et continentaux, associent au FIT et à ses déplacements une structure verticale quasi-permanente de l'atmosphère au-dessus du golfe de Guinée oriental (fig. 5).

1.3.2 - Evolution saisonnière

En hiver austral (fig. 6), alors que le FIT occupe sa position la

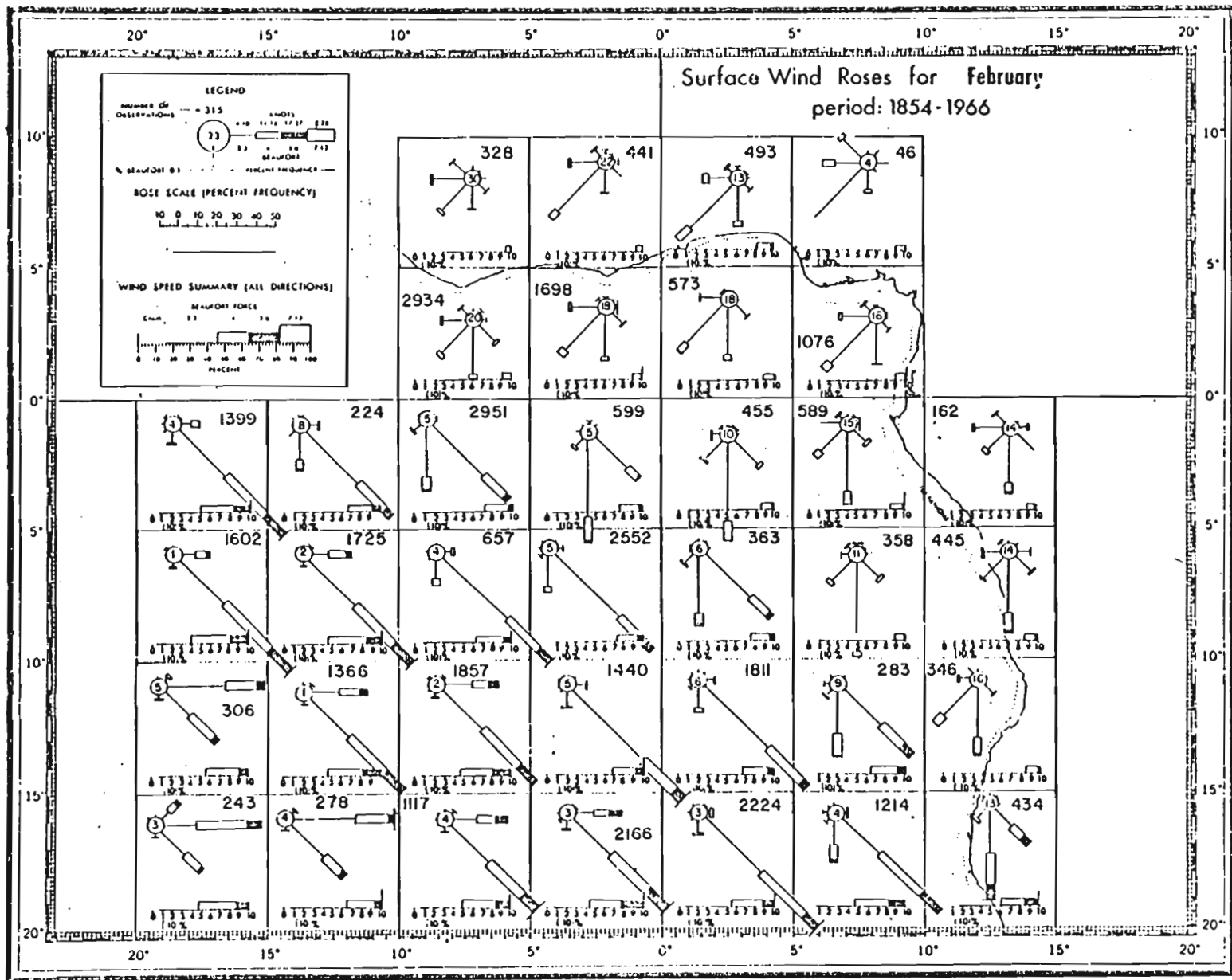


Figure 3 - Champs du vent dans le golfe de Guinée en février (extrait de STEIGNER et INGIAM, 1971).

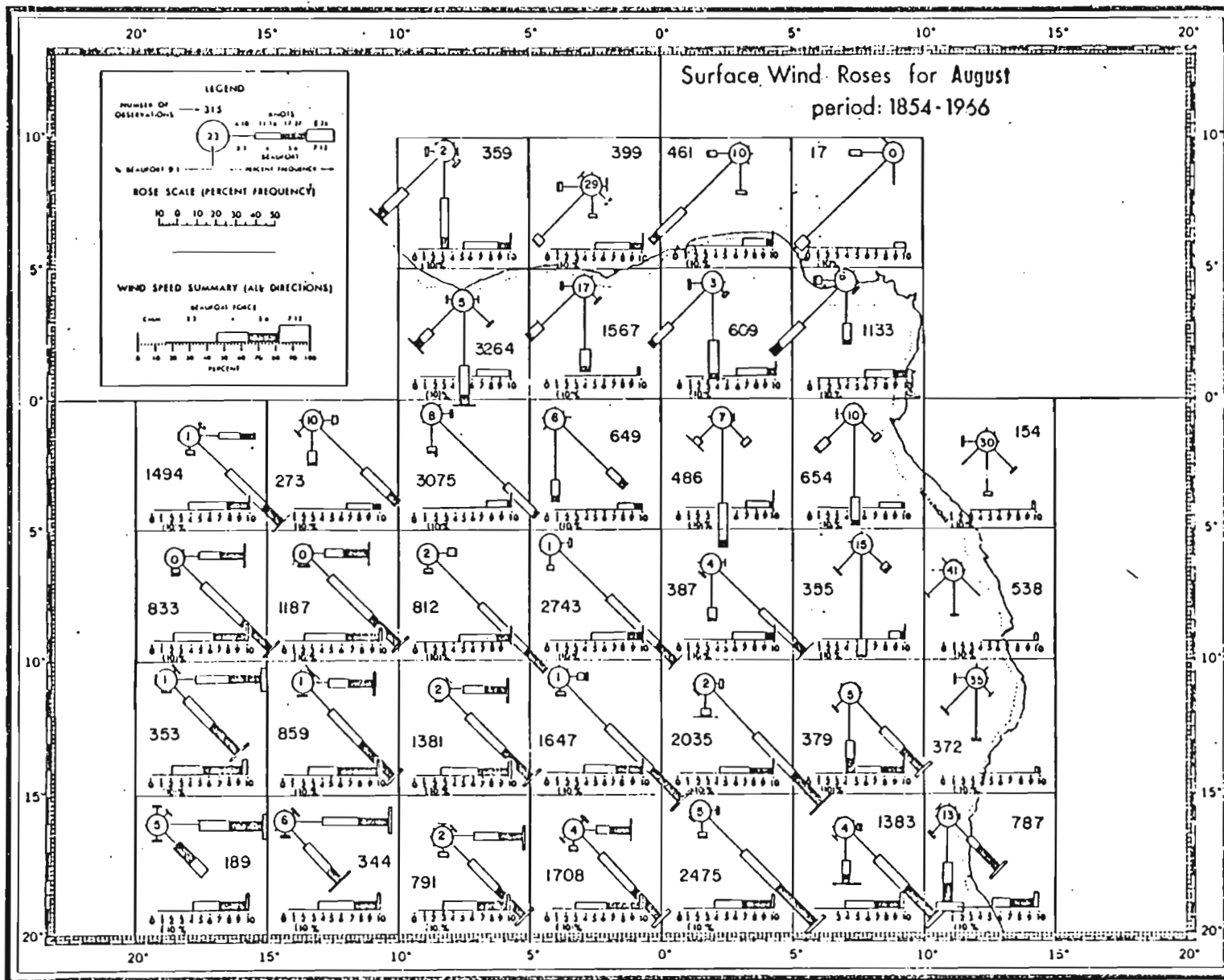


Figure 4 - Champs du vent sur le golfe de Guinée en août (extrait de STEIGNER et INGIAM, 1971).

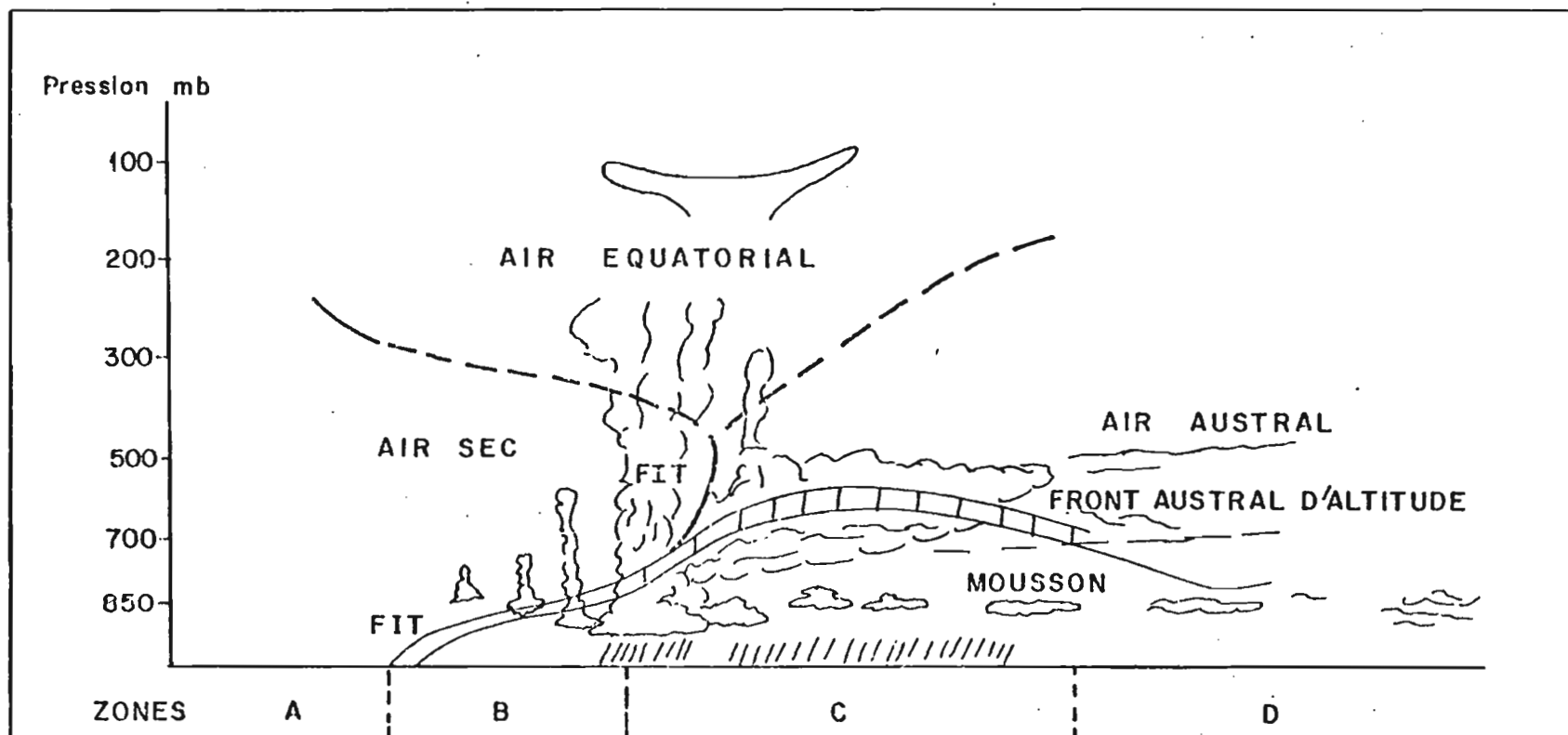


Figure 5 - Structure verticale de l'atmosphère au-dessus du golfe de Guinée orientale. Coupe méridienne extraite de DHONNEUR et al., 1976. Les quatre zones A, B, C, D correspondent aux types de temps qui accompagnent le F I T dans ses déplacements méridiens.

- A - type de temps sec des régions sahéliennes au Nord du F I T
- B - type de temps relativement sec en relation avec la faible épaisseur du flux atlantique
- C - temps de saison des pluies (saison chaude d'octobre à mai à Pointe-Noire)
- D - temps de saison froide de la zone subtropicale Sud (saison sèche de juin à septembre à Pointe-Noire).

plus septentrionale quelques semaines après le solstice, le flux de mousson pénètre profondément à l'intérieur du continent. Les régions sahé-liennes et équatoriales connaissent le type de temps chaud et pluvieux qui accompagne au sud du FIT le maximum d'épaisseur de l'air atlantique (2 000 à 4 000 mètres) alors que sur les régions côtières entre le cap Lopez et l'Angola, le refroidissement maximum de la mer (cf. 1.4.1. ci-dessous) assure la stabilité de l'air atlantique dont l'épaisseur n'est plus que de 2 000 mètres (fig. 5). Dans ces régions, l'I.T.D. sépare l'air atlantique d'une masse d'air dirigée vers l'ouest par l'anticyclone Sud africain. L'absence de convection et d'ascendances verticales entraîne un type de temps sec "avec un voile presque continu de strato-cumulus" au niveau de l'I.T.D., "qui cache le soleil pendant une bonne partie de la journée" (VENNETIER, 1968). C'est la Grande Saison Sèche (de juin à septembre). Le flux atlantique est limité au sud, vers la latitude de Luanda, par un front intertropical sud.

En été austral (fig. 7), le FIT occupe sa position la plus méridionale. Le réchauffement simultané de l'océan entraîne l'instabilité de l'air atlantique humide dont la force de pénétration diminue : le front de mousson qui le sépare du flux d'est de l'air indien, au-dessus du continent, n'est plus, à la latitude de Pointe-Noire, qu'à environ 600 km de la côte. Au sud du cap Lopez, c'est la Grande Saison Chaude avec de fortes précipitations causées par l'importance de la convection et les nombreuses ascendances. Simultanément, la faible épaisseur du flux de mousson (0 à 1 000 mètres) immédiatement au sud du FIT (fig. 5) a pour conséquence dans la baie de Biafra, un minimum de précipitations (209 mm à Douala pour les mois de décembre, janvier, février, le total annuel y est de 4 109 mm, le maximum en août de 726 mm - PEGUY, 1970).

L'apparente simplicité de ces schémas ne doit pas faire oublier la complexité observée de la météorologie de ces régions. En saison chaude en particulier, des perturbations secondaires interviennent qui sont mal expliquées (fig. 8).

1.3.3 - Le climat de la bordure océanique congolaise

La division de l'année en deux saisons nettement tranchées : saison

chaude et pluvieuse, d'octobre à mai, saison sèche et plus froide de mai à septembre, caractérise le climat de Pointe-Noire. L'évolution saisonnière moyenne des éléments pluvio-thermiques de ce climat de type tropical (fig. 9) montre en plus un fléchissement des précipitations entre novembre (maximum secondaire) et mars (maximum principal) qui correspond à une baisse analogue de la température de la mer (cf. 3.1.1. ci-dessous).

A la forte liaison qui apparaît ainsi sur le climogramme (fig. 10), entre températures et précipitations, s'ajoute un autre trait remarquable de ce climat, c'est "l'extraordinaire irrégularité interannuelle des pluies" : le rapport entre années "sèches" (par exemple 1958 : 299 mm) et années "pluvieuses" (1961 : 2 048 mm) est de 6,9 (d'après VENNETIER).

Avec 1 310 mm de pluies par an, totaux annuels moyennés sur trente six ans, la région côtière de Pointe-Noire est cependant la moins pluvieuse du Congo malgré la proximité du massif du Mayombé au nord-est.

"Il est donc évident que la façade maritime du Congo est peu arrosée, et constitue la pointe septentrionale de l'aire de sécheresse qui borde le continent africain du sud-ouest". Cette observation de VENNETIER, confirmée par la représentation des climats côtiers de l'Ouest africain dans la classification de PEGUY (fig. 2) où Pointe-Noire se situe à la limite de deux zones climatiques, doit sans doute être mise en relation avec les perturbations qui affectent la région en saison des pluies.

L'évolution des éléments constitutifs du climat à Pointe-Noire (tableau I (1) peut être résumée ainsi :

- La pression barométrique varie peu autour de sa valeur moyenne 1 010 mb.
- L'humidité relative de l'air est toujours proche de la saturation, vers 86 %, encore que la variation diurne puisse la faire descendre en mer jusqu'à des valeurs voisines de 65 % en été austral.
- La nébulosité est forte en saison sèche (hiver austral) alors que les précipitations sont pratiquement nulles ; nous avons vu précédemment que ceci s'explique par la stabilité de l'air en cette saison et l'inversion thermique au niveau de l'I.T.D..
- L'insolation et le rayonnement incident à la surface de la mer

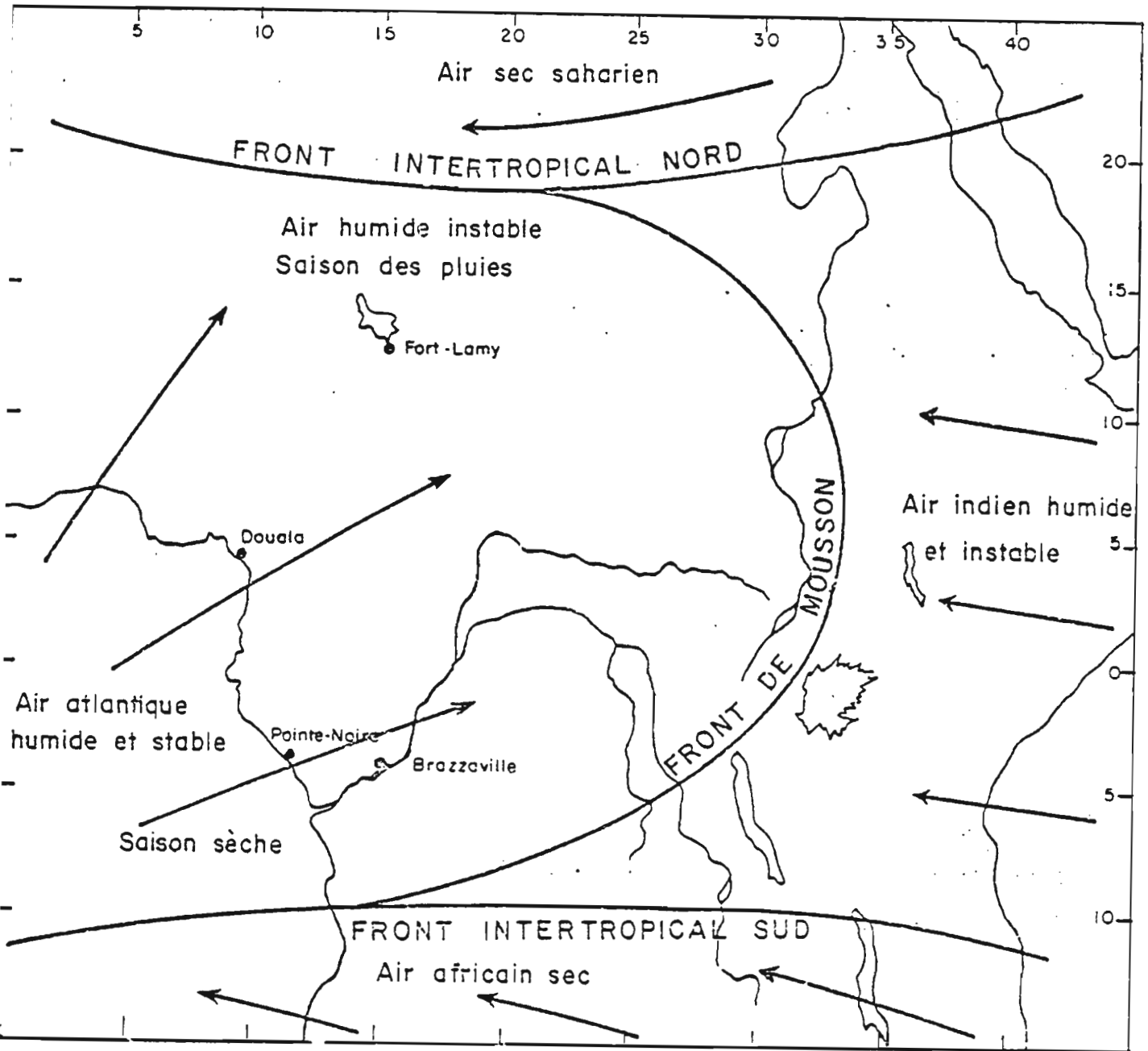


Figure 6 - Situation des masses d'air et des fronts sur l'Afrique centrale en hiver austral. Extrait du document A.S.E.C.N.A., 1964.

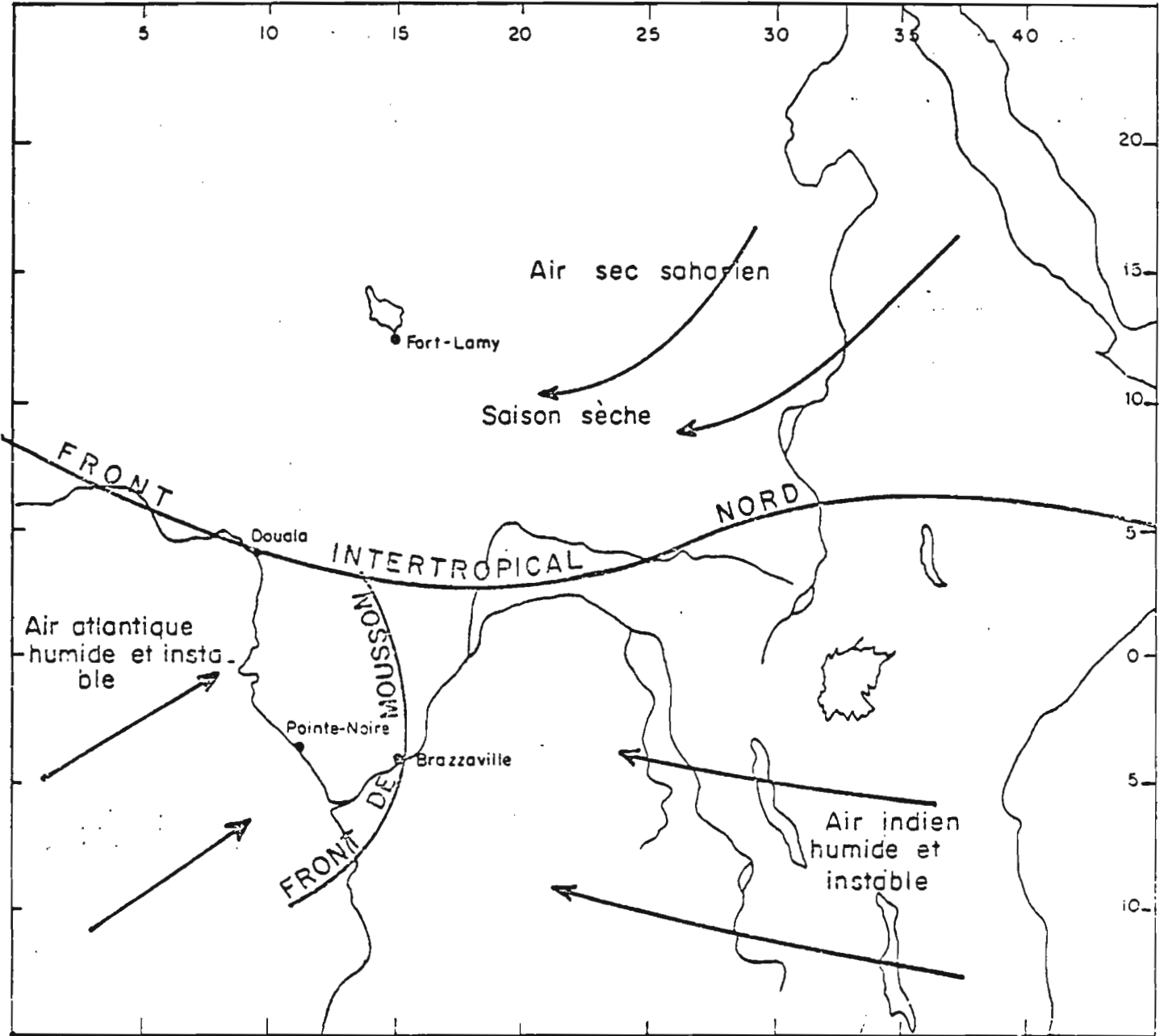


Figure 7 - Situation des masses d'air et des fronts sur l'Afrique centrale en été austral. Extrait du document A.S.E.C.N.A., 1964.

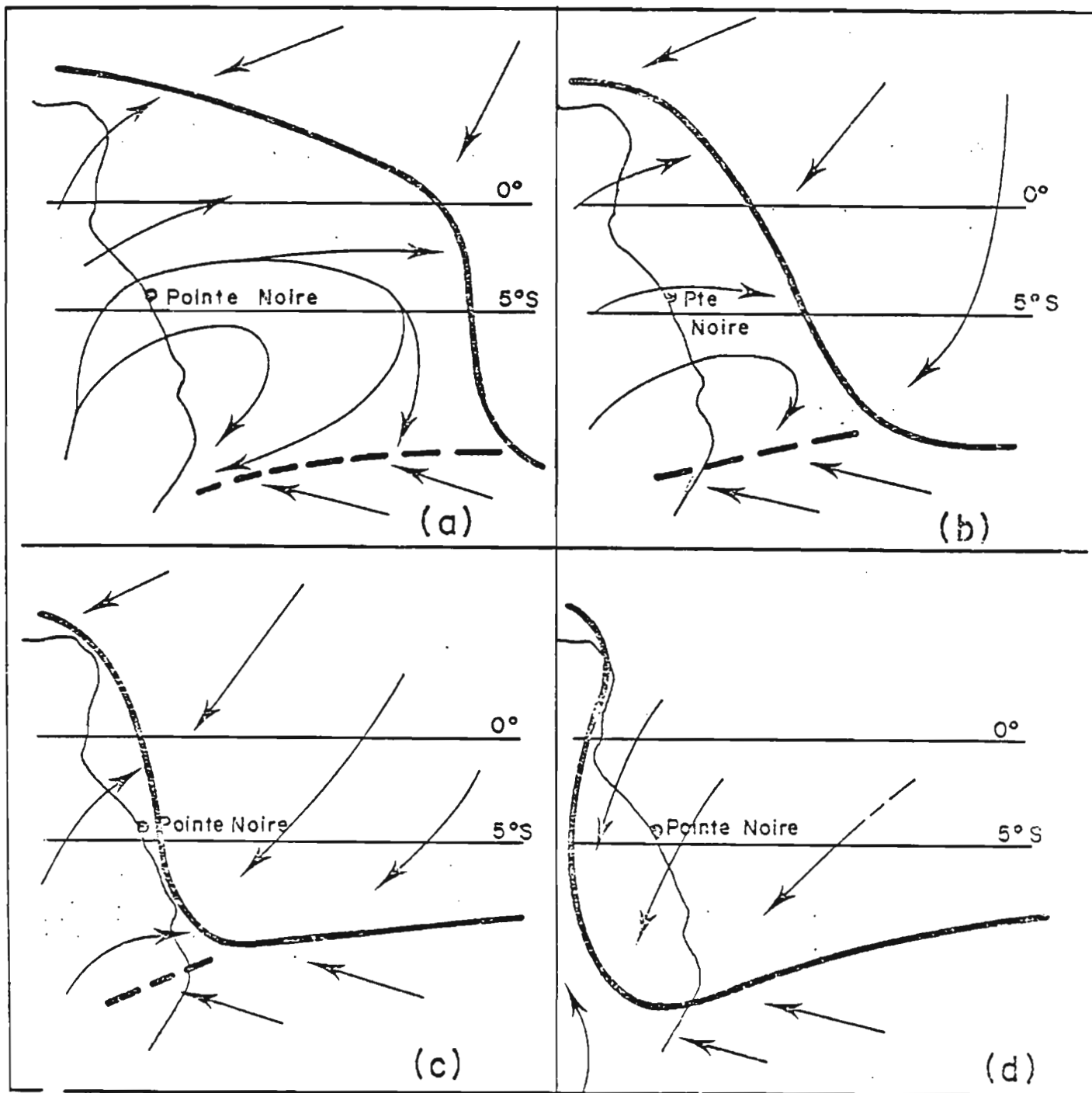


Figure 8 - Exemples schématiques de situations de l' I.T.D.. Extrait de DHONNEUR et al., 1976.

Situation résultant :

- a - d'une poussée des masses d'air australes
- b - d'une poussée simultanée des masses d'air australes et boréales
- c - d'une poussée des masses d'air boréales
- d - d'une poussée inhabituelle des masses d'air boréales qui produit sur les côtes d'Angola des conditions analogues à celles produites par "EL NINO" sur les côtes du Pérou.

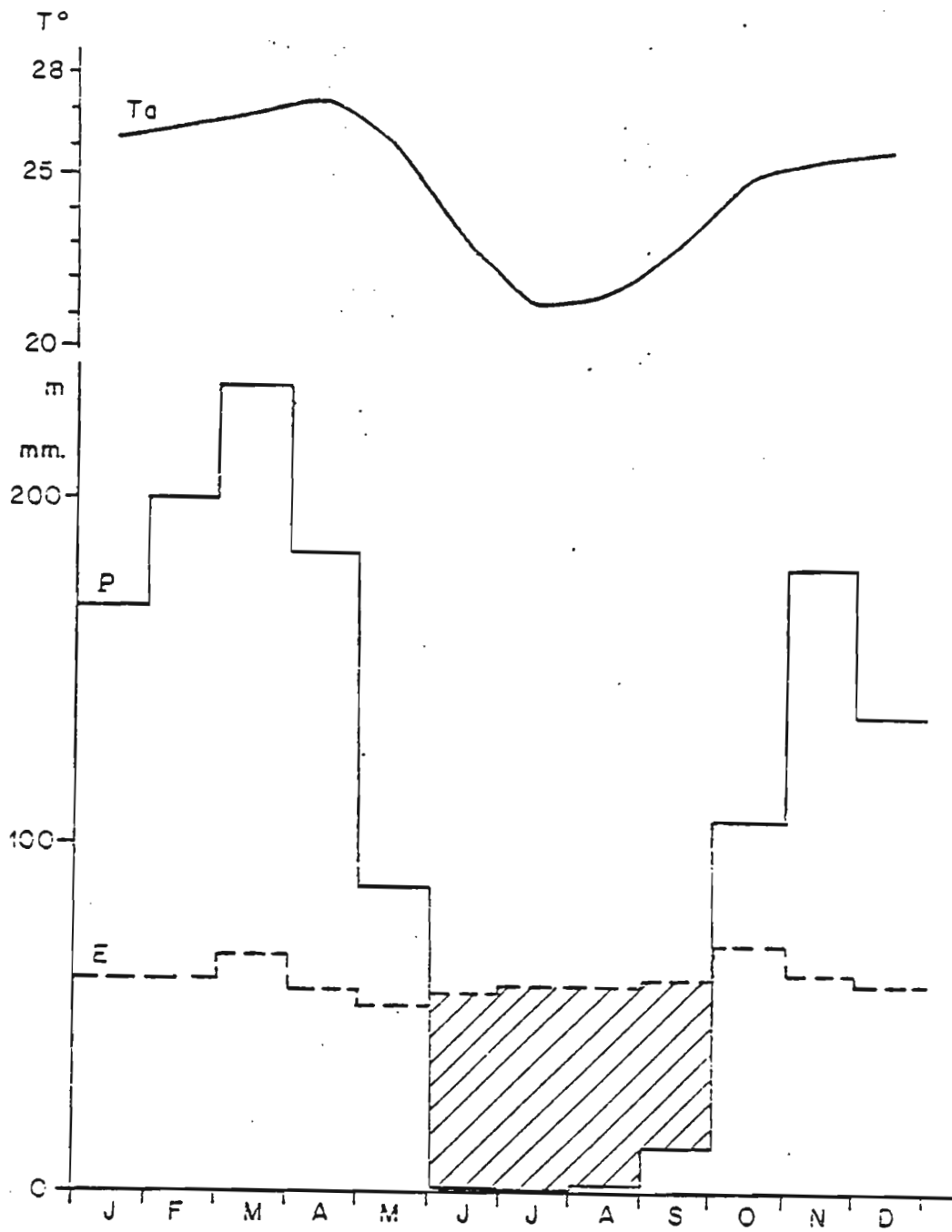


Figure 9 - Cycle annuel moyen des conditions pluvio-thermiques et de l'évaporation à la station de l'aviation civile de Pointe-Noire.

T_a : température moyenne mensuelle de l'air (°C)

P : total mensuel moyen des précipitations (mm)

E : total mensuel moyen de l'évaporation (mm)

Les hachures indiquent la période où le bilan $E-P$ est positif.

Données A.S.E.C.N.A. pour la période 1935-1971 (voir Tableau I).

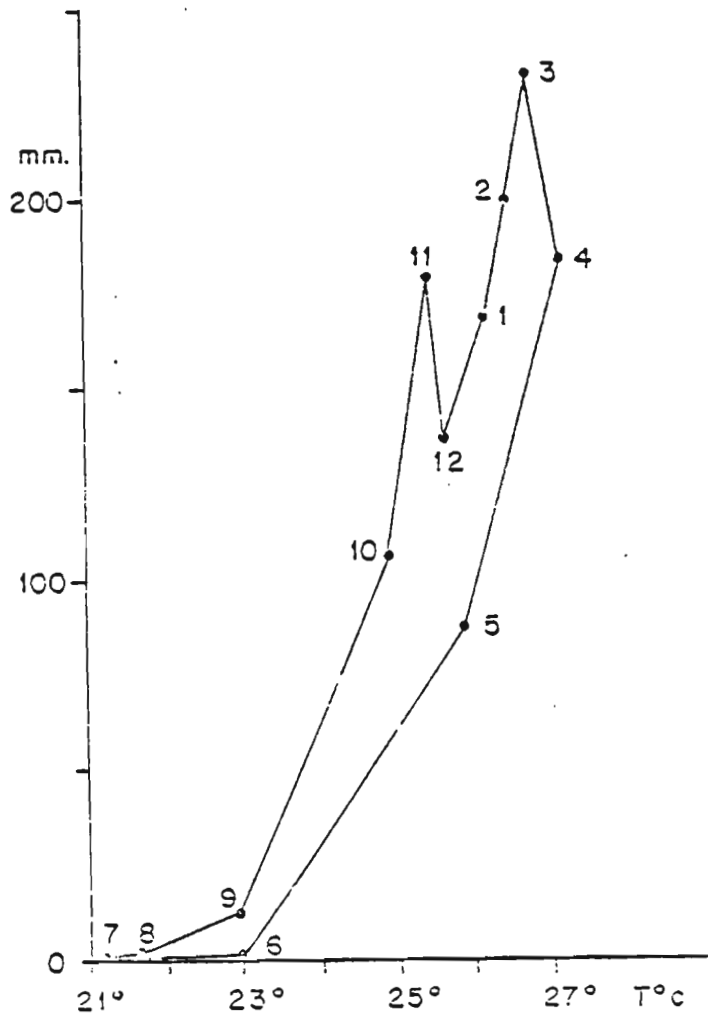


Figure 10 - Climogramme de Pointe-Noire. Mêmes données que pour la figure 9. Températures et précipitations moyennes mensuelles. Les chiffres indiquent les mois.

TABLEAU I(2) - Directions (degrés) et vitesse ($m s^{-1}$) moyennes mensuelles du vent le long de la radiale "R P" d'après l'ensemble des données "navires" du fichier de surface du B.N.D.O. (Comm. J. PICAUT, janvier 1981).

limites du carré		mois												
lat.	long.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4°-5°S	11°-12°E	Direct.	189	189	207	181	196	190	191	200	194	213	204	193
		Vitesse	1,8	2,0	1,8	1,7	1,9	1,5	1,5	1,4	2,5	3,7	2,6	2,1
5°-6°S	11°-12°E	Direct.	189	211	214	190	186	181	173	184	185	205	217	180
		Vitesse	2,1	1,9	2,4	2,4	1,8	2,6	1,6	1,6	2,9	4,4	3,0	2,3
5°-6°S	10°-11°E	Direct.	180	197	207	193	167	175	180	200	195	209	197	186
		Vitesse	2,8	2,7	2,3	2,8	3,6	3,7	2,5	1,7	2,9	4,2	2,9	3,5
5°-6°S	9°-10°E	Direct.	211	196	174	210	186	177	167	186	213	219	209	207
		Vitesse	2,9	3,4	2,0	2,3	3,9	3,9	2,0	2,8	4,0	3,6	4,2	2,4
6°-7°S	9°-10°E	Direct.	201	191	186	201	191	177	187	193	196	217	197	199
		Vitesse	3,3	3,2	3,0	2,8	3,2	3,6	2,7	2,7	2,5	3,5	4,2	3,0

sont forts en saison des pluies en raison de la distribution horizontale discrète des systèmes nuageux du type cumulo-nimbus.

- En saison sèche avec 21°C en moyenne la température est très basse pour la latitude, en saison chaude la moyenne est de 27°C.

- Le vent est généralement faible (2 à 4 m s⁻¹), bien que plus fort en mer qu'à la côte et varie peu au cours de l'année (tableau I (2)).

1.4 - HYDROLOGIE

La répartition verticale de la température et de la salinité dans le golfe de Guinée est connue par les travaux de nombreux auteurs (fig. 11a et b) : sous une couche de surface peu épaisse, chaude et de salinité variable, on y observe les principales masses d'eau de l'Atlantique Sud (LONGHURST, 1962). La stratification des densités qui résulte de cette distribution verticale thermohaline est caractéristique de la zone intertropicale atlantique. Depuis DEFANT (1936) on sait que cette stratification a pour trait le plus notable la permanence en subsurface d'une pycnocline supérieure, couche où s'observe un intense gradient vertical de la densité et à laquelle sont associées des salinités élevées (fig. 12). Après la croisière du METEOR, déjà évoquée en 1.1, des observations nombreuses, en particulier celles des campagnes internationales EQUALANT (1963) et plus récemment GATE (1974), ont confirmé la permanence et précisé les variations, spatiales et temporelles, de ces distributions verticales dans toute la zone intertropicale atlantique.

Dans la couche océanique limitée vers le bas à la profondeur 500 mètres à laquelle se réfère, rappelons-le, notre présente étude on distingue donc depuis la surface :

- La couche des eaux superficielles,
- La couche pycnocline,
- L'eau centrale sud atlantique (ECSA).

Nous décrirons ici les caractères hydrologiques de ces trois couches et leurs variations dans la partie orientale du golfe de Guinée.

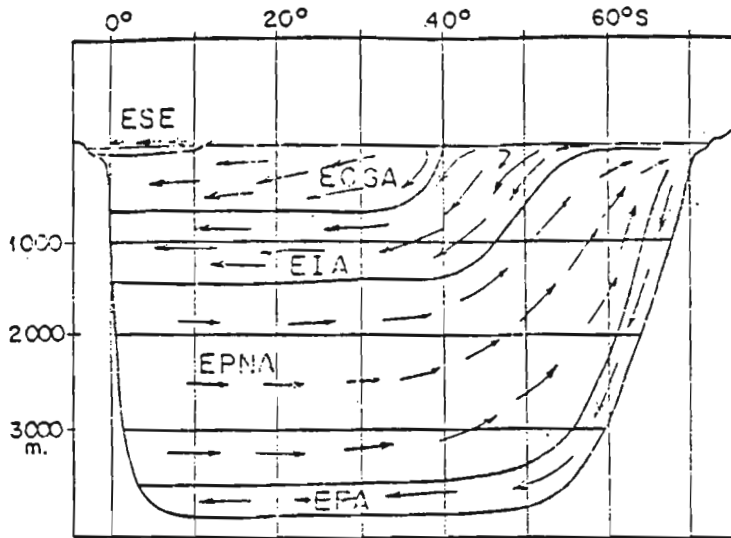


Figure 11(a) - Masses d'eau de l'Atlantique Sud (d'après plusieurs auteurs - in LONGHURST, 1962) :
 E.S.E. : Eau de Surface Equatoriale
 E.C.S.A. : Eau Centrale Sud Atlantique
 E.I.A. : Eau Intermédiaire Antarctique
 E.P.N.A. : Eau Profonde Nord Atlantique
 E.F.A. : Eau de Fond Antarctique.

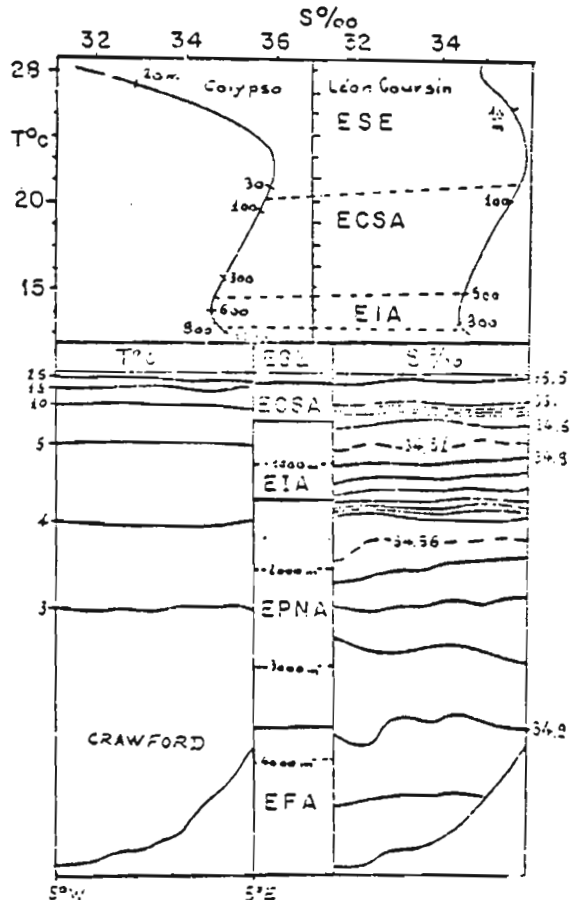


Figure 11(b) - Diagrammes T-S en baie de Biafra (CALYPSO) en mai-juin (BERRIT, 1959) et dans le golfe de Guinée devant le Dahomey (Léon COURSIN). Diagrammes de la colonne d'eau et des profils T et S entre 5° E et 5° W le long de l'équateur (FUGLISTER, 1960) (extrait de LONGHURST, 1962).

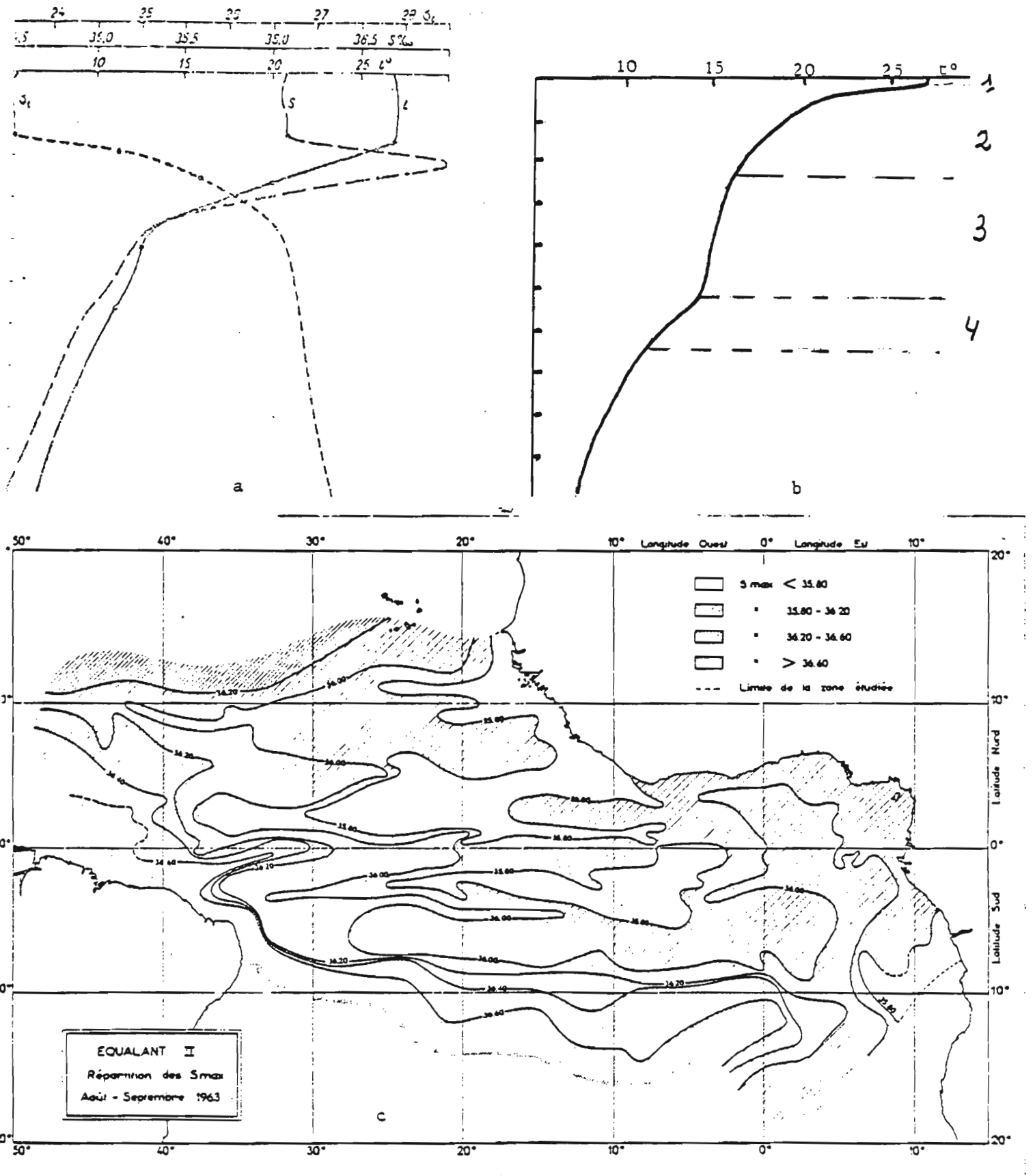


Figure 12 - a Schématisation des répartitions verticales de la température, de la salinité et de la densité dans l'Atlantique Equatorial (d'après une station du METEOR).
 b Schématisation de la répartition verticale des températures dans le golfe de Guinée. 1. couche homogène 2. thermocline supérieure 3. thermostat 4. thermocline profonde.
 c Répartition des salinités maximales dans l'Atlantique intertropical. (extrait de LE FLOCH, 1970. d'après les données EQUALANT II, 1963).

1.4.1 - Les eaux superficielles

L'hydrologie superficielle du golfe de Guinée peut être caractérisée par deux traits dominants :

- L'envahissement périodique, au cours de l'année, de la région par une couche de couverture d'eaux chaudes beaucoup moins salées que les eaux océaniques adjacentes.

- L'importance de la variation saisonnière de la température à une latitude aussi basse.

Cette grande variabilité des deux principaux facteurs hydrologiques, en particulier celle de la température, a pour conséquence une telle dispersion des points sur les diagrammes T - S que la notion "d'eaux types" n'est guère applicable pour décrire l'évolution des eaux de surface dans cette région. La classification proposée par BERRIT (1961, 1962) se réfère donc à la notion de "catégorie d'eau" représentée par une surface du plan T - S et définie par quatre valeurs (deux pour chacun des facteurs).

a) Classification de BERRIT

Pour valeurs limites de sa classification des eaux de surface du golfe de Guinée BERRIT a choisi 24°C pour valeur de la température qui sépare les eaux "chaudes" des eaux "froides" et 35 ‰ pour valeur de la salinité qui sépare les eaux "salées" des eaux "dessalées". Ces choix découlent, en particulier, de la fréquente association des isolignes 24°C et 35 ‰ sur les représentations de la répartition des températures et salinités de surface dans la partie orientale du golfe de Guinée et principalement dans les "zones frontales" (cap Lopez et cap Frio) dont il sera question plus loin. La partition du plan T - S au moyen de ces deux valeurs limites détermine ainsi quatre catégories d'eaux de surface auxquelles BERRIT attribue des noms en relation avec les origines qu'il leur suppose :

- Eaux chaudes dessalées : $T \geq 24^{\circ}\text{C}$ - $S < 35 \text{ ‰}$ (guinéennes)
- Eaux chaude salées : $T \geq 24^{\circ}\text{C}$ - $S \geq 35 \text{ ‰}$ (tropicales)
- Eaux froides dessalées : $T < 24^{\circ}\text{C}$ - $S < 35 \text{ ‰}$
- Eaux froides salées : $T < 24^{\circ}\text{C}$ - $S \geq 35 \text{ ‰}$ (benguéléennes)

BERRIT remarque que les eaux froides et dessalées sont observées assez rarement et sont à mettre en relation avec des phénomènes locaux (cf. 1.4.1. d).

b) Classification "classique"

Dans un article bien documenté WAUTHY (1977) a critiqué cette classification de BERRIT en raison d'abord du manque de souplesse dans les descriptions et l'interprétation de la circulation que suscite l'introduction d'une valeur limite rigide de la température. Cette rigidité conduit en effet à des ambiguïtés sur lesquelles nous aurons l'occasion de revenir. Mais cette critique porte plus encore sur l'attribution de dénominations régionales aux catégories d'eau. Ces dénominations, la suite de notre étude le confirmera, peuvent se trouver en complet désaccord avec l'origine des masses d'eau qu'implique les plus récents schémas admis de la circulation dans la partie orientale du golfe de Guinée. Nous reviendrons sur cet aspect, qui est au coeur de notre étude, à la fin de cette présente première partie. Nous rappellerons ici les définitions des grandes catégories d'eau classiquement admises pour les eaux de surface de l'Atlantique tropical Sud depuis les campagnes trans-océaniques des années 1930 (SVERDRUP et al., 1942) et qui, selon WAUTHY, suffisent aux descriptions hydrologiques dans cette zone :

Comme partout ailleurs, ce sont les facteurs climatiques externes : radiation incidente d'origine solaire, bilan E - P, agitation due à la force d'entraînement du vent qui déterminent les caractères des eaux de surface océaniques. On sait qu'en première approximation ces facteurs climatiques sont distribués en bandes sensiblement zonales. Cette distribution se retrouve dans les catégories d'eau de surface de l'Atlantique Sud. En remontant vers l'équateur, on trouvera dans la zone intertropicale :

- L'eau subtropicale sud caractérisée principalement par une salinité élevée ($> 36 \text{ ‰}$ dans l'Atlantique S.E et Central ; $> 37 \text{ ‰}$ au large des côtes du Brésil) les températures étant par ailleurs sujettes à l'importante variation saisonnière des régions subtropicales. Ces eaux de surface sont formées à une latitude, vers 20° Sud, où le bilan E - P est le plus fortement positif du fait d'un climat très ensoleillé et où nébulosités et précipitations sont faibles (cf. 1.3.).

- L'eau tropicale dont la température, sujette aux variations saisonnières, croît en direction de l'équateur alors que dans la même direction sa salinité décroît de 36 ‰ environ à 35 ‰. WAUTHY (1977) caractérise sa zone d'extension par la présence en subsurface des salinités élevées associées à la pycnocline signalées précédemment. Le bilan E - P dans cette zone est faiblement positif.

- L'eau équatoriale, enfin, caractérisée toute l'année par ses températures élevées et une faible salinité. Cette salinité est formée en surface par l'apport d'eau douce résultant des fortes précipitations de la zone équatoriale et, dans l'est du golfe de Guinée en particulier, par le ruissellement continental. Le bilan E - P de la zone équatoriale (y compris les apports continentaux) est fortement négatif et les salinités sont toujours inférieures à 35 ‰.

La classification de BERRIT, malgré les ambiguïtés et présupposés qu'elle introduit au sujet de la circulation, est cependant très pratique au plan de la description des hydroclimats. Elle est abondamment utilisée dans la littérature océanographique, les études biologiques en particulier, relative au golfe de Guinée. Nous l'adopterons dans la suite de cette étude en évitant, cependant, d'accoler les désignations régionales de BERRIT aux catégories d'eau, ou tout au moins en gardant présent à l'esprit que ces désignations sont de simples images sans rapport, peut-être, avec le lieu d'origine des eaux ainsi désignées.

c) Répartition géographique des catégories d'eau superficielles de BERRIT

L'application de ces catégories d'eau aux distributions saisonnières horizontales de la température et de la salinité superficielles permet de distinguer dans le golfe de Guinée plusieurs zones aux régimes hydroclimatiques bien différenciés. La répartition géographique de ces zones présente, de part et d'autre de la bande équatoriale, une symétrie analogue à celle observée dans la distribution des climats côtiers.

En bordure orientale de l'Atlantique, entre les côtes du Nigéria, au nord, et le cap Frio au sud, on distingue deux zones :

- une "zone de permanence" où toute l'année sont présentes les

eaux "guinéennes" chaudes et dessalées,

- une "zone d'alternance Sud" où l'on observe selon la saison, eaux "guinéennes" chaudes et dessalées et eaux "benguéléennes" froides et salées.

La zone de permanence s'identifie avec la baie de Biafra, au nord du cap Lopez, où les faibles salinités sont entretenues par l'excès des précipitations sur l'évaporation et les apports fluviaux.

Si l'on retient pour l'évaporation la valeur donnée par WUST dans la bande 0°-10° Nord de l'Atlantique, 107 cm d'eau par an, et si l'on estime à 110 cm d'eau douce les apports fluviaux répartis sur la surface où $S \leq 35 \text{ ‰}$, ces valeurs s'équilibrent et il reste l'excédent des précipitations estimé à 150 cm par an environ. DONGUY et al. (1964) observent pour l'année 1962, un déficit de la salinité correspondant à la présence de 3 mètres d'eau douce environ.

Quoiqu'il en soit de l'imprécision des estimations (du fait de l'absence de mesures des précipitations au large et des lacunes dans la connaissance des modules fluviaux), on peut retenir avec BERRIT (1966) le rôle de réservoir d'eau dessalée que joue la baie de Biafra "alimentant périodiquement les régions voisines".

L'épaisseur de la couche d'eau "guinéenne" varie selon le lieu et la saison entre 20 et 50 mètres. La présence d'un gradient de densité permanent dû aux faibles salinités superficielles mais aussi à l'échauffement intense en zone équatoriale constitue un obstacle à la diffusion verticale et explique qu'"une quantité importante d'eau douce doit être évacuée par transport horizontal" BERRIT (1966).

La zone d'alternance Sud, entre le cap Lopez et le cap Frio, qui voit la succession au cours de l'année des eaux chaudes dessalées et des eaux froides salées, présente un parallélisme remarquable avec l'évolution thermique des masses d'air sus-jacentes. A Pointe-Noire, l'amplitude de la variation annuelle de la température de la mer en surface est de 8°C en moyenne. Cette valeur, est la même que celle de l'amplitude de la variation correspondante de l'Atlantique et du Pacifique vers la latitude 40° Nord (LE FLOCH, 1976).

d) Le Congo

La seconde source permanente d'eaux douces que constitue l'embouchure du Congo, à environ 80 milles au sud-est de Pointe-Noire, constitue un autre trait remarquable de la région.

Second fleuve du monde pour l'étendue de ses bassins versants ($3\,700\,000\text{ km}^2$) et par le débit moyen de son cours inférieur ($41\,000\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$), le Congo draine, avec ses affluents des deux hémisphères, des régions équatoriales et tropicales aux régimes pluviométriques très différents (fig. 13). Il offre "l'exemple le plus classique et le plus grandiose de compensation d'alimentation dans les régions intertropicales" (GUILCHER, 1965), du fait de l'inversion des saisons entre l'hémisphère Nord et l'hémisphère Sud.

Son régime à l'embouchure comporte un étiage en juillet-août pendant lequel son débit est encore important : $52\,000\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$ en moyenne, $20\,000\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$ aux plus basses eaux mesurées à Boma. Une crue principale se produit en novembre-décembre avec un débit moyen de $70\,000\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$ mais pouvant atteindre $79\,000\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$. Lors de la crue secondaire en avril-mai, le débit moyen est de l'ordre de $60\,000\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$ (voir fig. 66).

e) Variations saisonnières dans la zone d'alternance Sud

La région que nous étudions se situe dans la zone d'alternance Sud. Examinons plus en détail les variations saisonnières des eaux superficielles de cette région.

En été austral (janvier à mars), pendant la saison chaude et pluvieuse, les eaux "guinéennes" occupent les régions côtières jusqu'à la latitude du cap Frio (18° Sud) où elles rencontrent les eaux froides du Sud-Ouest africain, en formant un front thermique (fig. 14a). A la latitude de Luanda (8° Sud), la bande des eaux chaudes dessalées est large de 250 à 300 milles (BERRIT, 1966).

Pendant cette période, le Congo produit des eaux chaudes qui, cependant, gardent assez longtemps des caractères particuliers permettant de les distinguer des eaux de la baie de Biafra ; ainsi la turbidité : les eaux "guinéennes" sont très claires (TROADEC, 1960), les eaux dessalées du

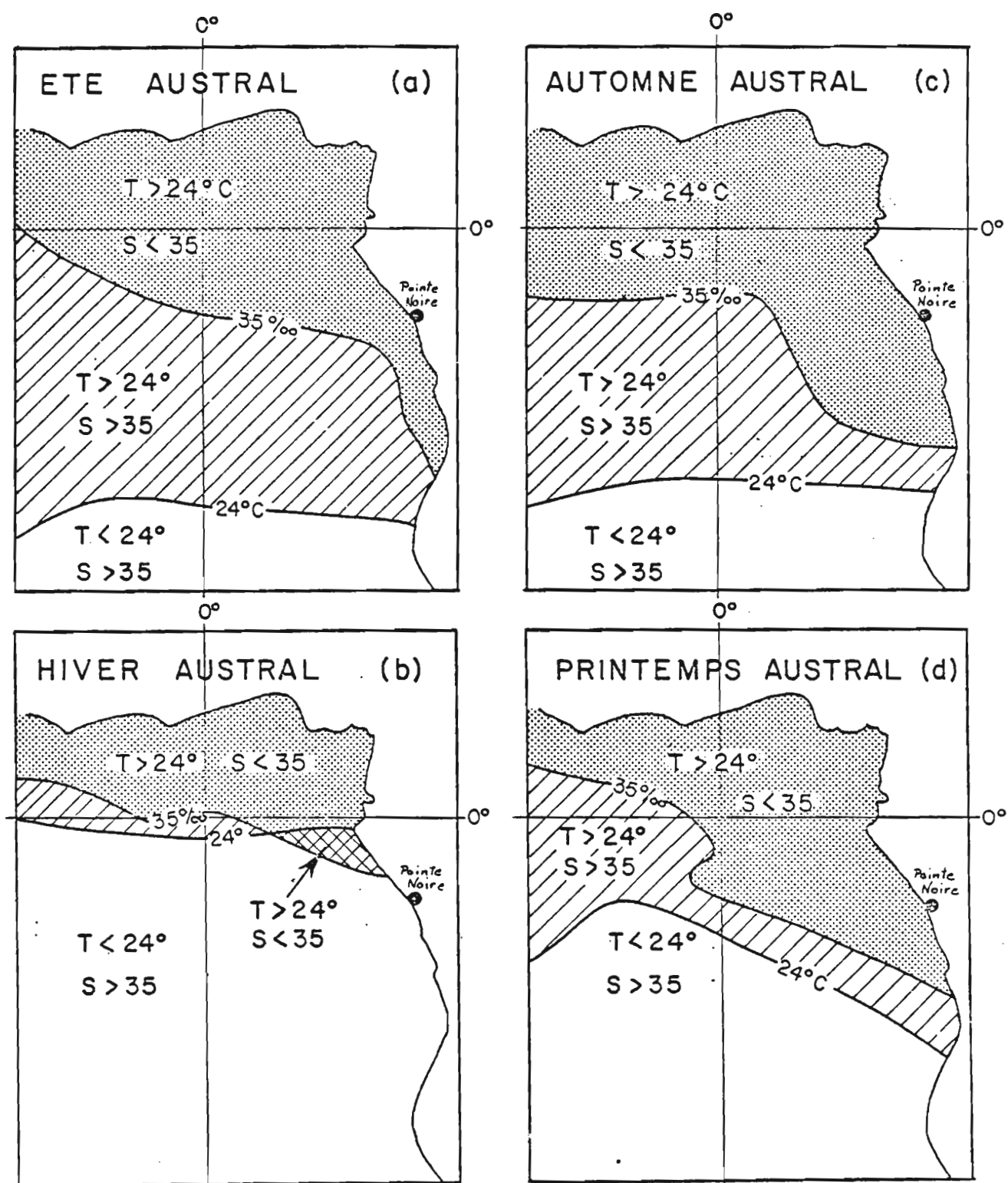


Figure 14 - Distributions saisonnières des catégories d'eau superficielle dans la partie orientale du golfe de Guinée (d'après les distributions superficielles de T et S de l'atlas hydrologique de MERLE, 1977 a).

- a - été austral : de janvier à mars
- b - hiver austral : de juillet à septembre
- c - automne austral : d'avril à juin
- d - printemps austral : d'octobre à décembre.

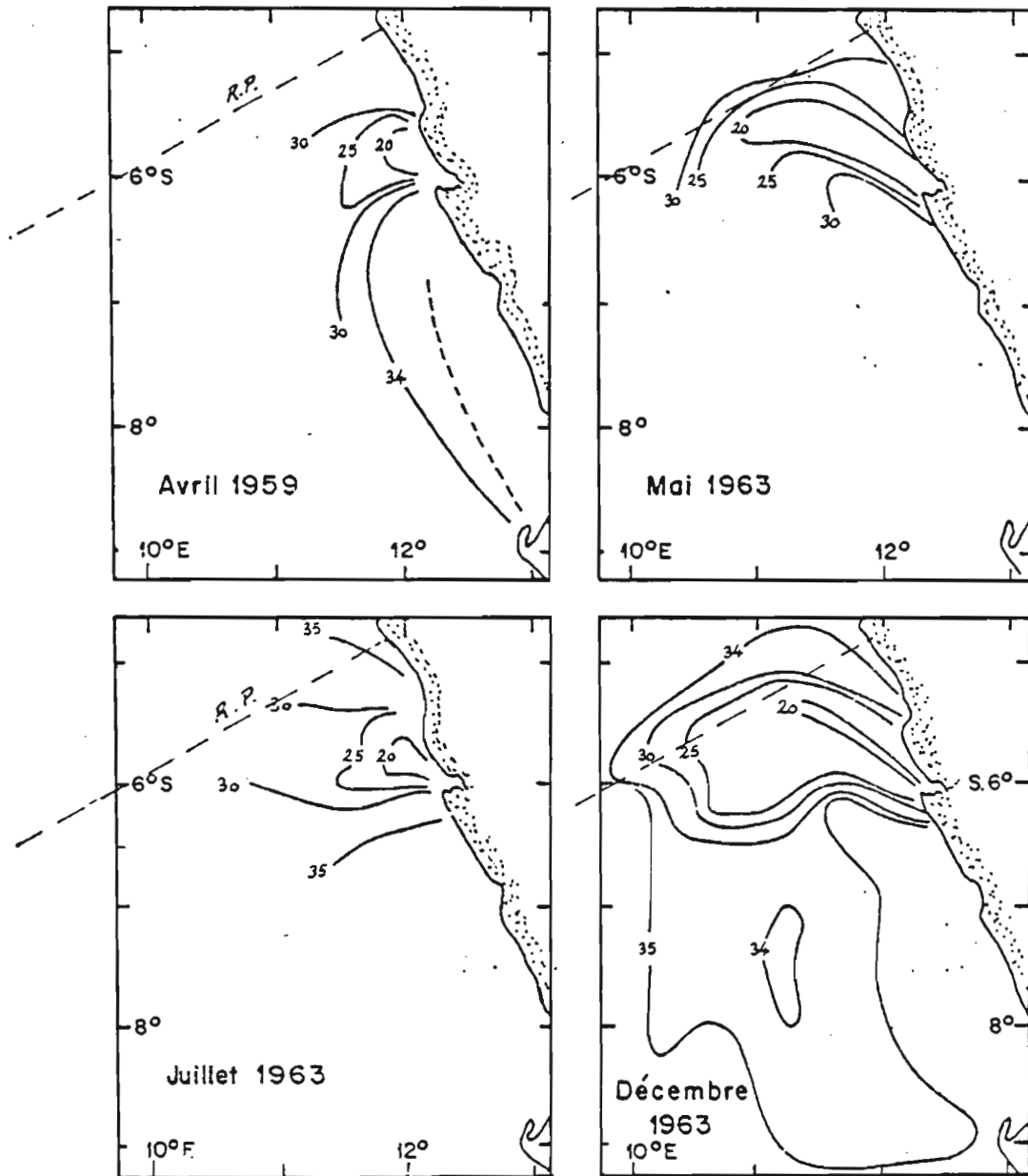


Figure 15 - Salinités de surface dans la zone d'influence du Congo (extrait de DONGUY et al., 1964).
En tireté R P : position moyenne de la "Radiale Productivité".

Congo ont une transparence faible (moins de 5 mètres de visibilité du disque de Secchi) et leur couleur tend vers la graduation jaune foncé (11 dans l'échelle de Ule).

Le flux du Congo est orienté nord-ouest à ouest près de l'embouchure (fig. 15), au large sa "tache" s'étend vers le sud-ouest et le sud. Il contribue ainsi à l'extension méridionale des eaux "guinéennes".

En hiver austral (juillet à septembre), en coïncidence avec la saison sèche et froide, les eaux chaudes ("guinéennes" et "tropicales") disparaissent de la zone d'alternance. Elles sont maintenues sur tout le golfe de Guinée au nord de l'équateur (fig. 14b). Les eaux subtropicales occupent la zone d'alternance. Les tracés des isolignes 24°C et $S = 35 \text{ ‰}$ tendent à se confondre et, à la côte, ils indiquent vers le cap Lopez la position d'un front thermohalin (BERRIT, 1961). L'importance de ce front pour les pêcheries thonières est bien établie (GALLARDO et LE GUEN, 1972).

Le Congo débite des eaux froides avec une relativement faible intensité et, l'absence de pycnocline marquée, en favorisant le mélange vertical, réduit l'extension horizontale de ces eaux (fig. 15).

Aux saisons intermédiaires la situation est moins nette et se schématise moins facilement (fig. 14c et 14d). Les situations d'automne austral (avril à juin) et de printemps austral (octobre à décembre) sont, dans la région congolaise, considérablement influencées par les crues du Congo en même temps que par les déplacements du champ des vents avec le FIT (cf. 1.3.2.).

L'évolution saisonnière des conditions à Pointe-Noire (3.1.1.) montre cependant que le passage du régime d'été au régime d'hiver est rapide, généralement de l'ordre de 10 à 15 jours, alors que le passage inverse donne lieu au printemps austral à la succession d'une petite saison chaude et d'une petite saison froide de durée et d'intensité variables avec les années. Ici encore le parallélisme avec le régime climatique est à souligner.

Sur le plateau et au large se crée, pendant ces périodes, "un ensemble complexe de fronts pouvant aller jusqu'à former des occlusions chaudes ou froides" (MERLE, 1972).

1.4.2 - La couche pycnocline

La pycnocline constitue la limite vers le bas de la couche des eaux superficielles décrite précédemment. Nous avons fait allusion, à propos de la baie de Biafra, à sa formation et à son rôle relativement à la circulation. On sait que, d'une manière générale à l'échelle océanique, ce rôle de la pycnocline est extrêmement important puisque dans l'océan la structure du champ de masse reflète celle du champ du mouvement (LACOMBE, 1966). Aussi, avant d'examiner brièvement les caractères de cette couche dans l'est du golfe de Guinée, nous rappellerons d'abord quelques notions qualitatives d'ordre général concernant la formation et les principaux caractères de la pycnocline dans la zone intertropicales. Ces rappels nous permettront en plus de préciser le vocabulaire relatif à cette structure verticale dont l'analyse saisonnière dans la région de Pointe-Noire sera l'objet principal de la quatrième partie de cette étude.

a) Formation et caractéristiques de la pycnocline

En zone intertropicale la permanence d'une thermocline supérieure, et donc d'une pycnocline, est assurée par l'importance et la continuité de l'absorption d'énergie d'origine solaire par la surface océanique. BUDIKO (cité par KANAICHENKO, 1974) indique un rayonnement atteignant la haute atmosphère correspondant à une énergie de $160 \text{ Kcal cm}^{-2} \text{ an}^{-1}$. Aux termes des processus d'échanges mer-air, la radiation nette absorbée par l'océan est l'équivalent de $100 \text{ Kcal cm}^{-2} \text{ an}^{-1}$ dans la zone. Cette zone intertropicale est la seule de l'océan mondial où le bilan énergétique soit positif : l'océan intertropical reçoit de l'atmosphère plus d'énergie qu'il ne lui en restitue. Ceci constitue une première indication sur le rôle de la circulation méridienne en zone tropicale puisque les quantités de chaleur accumulées dans l'océan doivent être obligatoirement évacuées par advection vers les latitudes plus élevées afin de maintenir le bilan énergétique global de la terre en équilibre (LACOMBE, 1968). La radiation solaire nette absorbée, principalement dans la partie visible du spectre, est transformée en chaleur dans une couche océanique extrêmement mince, épaisse tout au plus de quelques mètres. Toutefois, l'agitation du milieu océanique par l'effet du vent en surface induit dans la couche superficielle des

conditions de mélange turbulent* qui sont cause de la pénétration en profondeur, par diffusion turbulente, de la chaleur accumulée en surface et de l'homogénéisation dans la couche chaude. A la base de cette couche, il se forme, au contact des eaux froides sous-jacentes, le gradient vertical de la température qui constitue la thermocline. Le gradient vertical de la densité qui lui correspond s'oppose au développement vers le bas du mélange turbulent : lorsque le gradient vertical de densité augmente la stabilité* dans la pycnocline tend vers un maximum et corrélativement la turbulence verticale tend à disparaître. Dans ces conditions les échanges verticaux (chaleur, particules, quantité de mouvement) entre la couche chaude en surface et couche froide profonde sont supprimés, sauf ceux qui se font par diffusion moléculaire mais on sait que ces transferts moléculaires ont lieu sur des distances inférieures de plusieurs ordres de grandeur à ceux des transferts turbulents.

La pycnocline (ou thermocline) supérieure peut être décrite au moyen de trois quantités : l'intensité du gradient vertical et deux caractères topographiques, sa profondeur et son épaisseur. Dans l'Atlantique inter-tropical ces caractéristiques varient beaucoup d'un endroit à l'autre. La profondeur de la pycnocline est plus importante au sud de l'équateur qu'au nord. Sa profondeur et son épaisseur sont plus grandes à l'ouest (côtes du Brésil) qu'à l'est (golfe de Guinée). Enfin, nous l'avons déjà indiqué, dans la zone équatoriale, et dans le golfe de Guinée en particulier, son intensité est fortement accentuée par la faiblesse de la salinité superficielle. Dans le temps, ces caractéristiques varient aussi en relation avec les conditions atmosphériques externes, les conditions de mélange et d'échauffement qui en résultent dans la couche superficielle, mais surtout en relation avec l'advection (MERLE, 1980).

b) Précisions sur la stratification de la température et de la densité

DEFANT (1936) appelle la pycnocline qui correspond à la thermocline

* Rappelons que, quantitativement, la stabilité statique dans une couche océanique dZ peut s'estimer par le nombre $E = \frac{g}{\rho} \frac{d\rho}{dZ}$ (dans les couches superficielles où la notion de densité potentielle n'intervient pas et si l'on prend $1/\rho \neq 1$) avec ρ = densité, Z = profondeur. L'état de turbulence dans la couche peut s'estimer par le nombre de RICHARDSON : $R_i = \frac{g}{\rho} \frac{E}{(dV/dZ)^2}$ (g = accélération de la pesanteur, dV/dZ = gradient vertical de la vitesse horizontale). La turbulence verticale diminue avec la diminution de E (SVERDRUP et al., 1942).

supérieure : "couche de discontinuité". Beaucoup d'auteurs, en particulier KRAUS et TURNER (1967) et LACOMBE (1972) qui ont étudié la thermocline saisonnière (analogue aux latitudes moyennes à la thermocline supérieure permanente de la zone tropicale), attachent à cette couche du maximum de gradient vertical leur définition de la thermocline. RENOUARD (1975) a publié une revue comparative et une bibliographie importante des articles et ouvrages relatifs à la thermocline : les définitions proposées de cette structure sont variables selon les auteurs. Elles dépendent en fait de la région étudiée et des objectifs recherchés. Dans la suite (en 2.3 ci-dessous), nous préciserons la définition qui nous servira pour l'analyse de la distribution verticale des propriétés au large de Pointe-Noire. Nous préciserons simplement ici les principaux aspects de cette distribution en régions tropicales.

La répartition verticale de la température sur toute l'épaisseur de l'océan intertropical et subtropical permet de distinguer deux couches principales : la couche chaude de surface et la couche froide profonde. DEFANT les appelle respectivement Troposphère et Stratosphère océaniques. L'isotherme 8°C peut servir à matérialiser la limite de ces couches (LE FLOCH, 1976). Sur la figure 12b, nous avons schématisé un profil thermique en fonction de la profondeur représentatif des structures thermiques observées dans la troposphère océanique intertropicale.

On distingue depuis la surface :

- La couche chaude homogène superficielle,
- La thermocline supérieure où le gradient vertical est maximum,
- Une couche intermédiaire de moindre gradient vertical. Localement ce gradient peut même s'annuler. Certains auteurs appellent "thermostat" cette couche de gradient nul (HISARD et al., 1976),
- Une thermocline inférieure, analogue à la thermocline profonde permanente des latitudes plus élevées. La formation de cette thermocline inférieure résulte non plus des échanges externes, comme la thermocline supérieure, mais de la convection thermohaline en profondeur : les faibles gradients verticaux dans la couche intermédiaire ne s'opposent pas au mélange vertical turbulent.

Signalons enfin que notre définition de la thermocline (pycnocline) s'attachera principalement à la thermocline permanente supérieure.

c) Les eaux salées associées à la pycnocline

Le maximum de salinité observé sur les profils de répartition verticale de cette propriété (fig. 12a) est caractéristique de la zone intertropicale. Dans l'Atlantique (fig. 12c) ses valeurs extrêmes varient de 35,7 ‰ environ à $>36,6$ ‰ (ouest de l'Atlantique équatorial). La distribution de ces valeurs sur l'étendue de la zone intertropicale atlantique, ainsi que leurs variations saisonnières, revêt une grande signification pour l'étude de la circulation : les salinités élevées et les températures qui leur sont associées sont la marque de l'origine subtropicale des eaux de la pycnocline. Formées en surface, aux latitudes où prédomine l'excès de l'évaporation (cf. 1.4.1. c ci-dessus), elles plongent le long des surfaces isopycnes jusqu'à la profondeur où la densité est égale à celle qu'elles ont acquise en surface. En subsurface, elles se trouvent soustraites, du fait de leur situation sous la couche de discontinuité, aux importantes variations induites par les conditions externes dans la couche superficielle. Leurs caractères thermohalins ne se modifient plus que lentement, par mélange latéral et aussi vertical avec les eaux centrales sous-jacentes. La conservation de leur salinité sur de grandes distances permet de leur appliquer la méthode d'analyse "isentropique" (MONTGOMERY, 1938) qui consiste en l'analyse de la distribution des salinités sur une même surface isopycne. DEFANT (1936) pensait que les eaux d'origine subtropicale de l'Atlantique Sud se propageaient, depuis une zone de convergence tropicale sud, vers le N.O. en un front continu jusque dans l'hémisphère Nord. Cette idée a été abandonnée en grande partie depuis la découverte, entre 1950 et 1960, des contre-courants subsuperficiels équatoriaux (courant de CROWELL dans le Pacifique, de LOMONOSSOV dans l'Atlantique, cf. 1.5. ci-dessous). Les études de ces courants, trop nombreuses pour être toutes citées ici, ont finalement révélé un système complet de circulation équatoriale subsuperficielle dirigé vers l'est et dont les mécanismes demeurent encore mal connus. Cette circulation transporte d'ouest en est des eaux que leur maximum de salinité, généralement >36 ‰, permet de distinguer des eaux adjacentes ayant

cependant elles aussi une salinité élevée. Nous verrons dans la suite que le mouvement général des eaux d'origine subtropicale dans l'Atlantique intertropical, et plus particulièrement dans le golfe de Guinée, est encore problématique.

d) Evolution des eaux d'origine subtropicale dans le golfe de Guinée oriental

En hiver austral les eaux subtropicales occupent en surface la zone d'alternance Sud et, dans la zone de permanence (baie de Biafra), on observe une stratification de la température mais surtout de la salinité qui montrent la présence de ces eaux salées subtropicales immédiatement sous la couche des eaux guinéennes (fig. 11b). Les salinités croissent rapidement de la surface jusqu'au maximum caractéristique des eaux subtropicales (ici $S \approx 36 \text{ ‰}$) en même temps que les températures décroissent depuis la pellicule superficielle ($T > 25^\circ\text{C}$) jusqu'à des valeurs voisines de 20°C , ceci sur une épaisseur de l'ordre de 30 mètres. Le fort gradient de densité situé immédiatement au-dessus de la couche de salinité maximale crée ainsi une stabilité importante et une discontinuité nette entre eaux guinéennes et eaux subtropicales s'opposant à leur mélange vertical.

En été austral avec l'extension des eaux guinéennes sur toute la zone d'alternance, la même stratification verticale importante est encore observée avec cependant une intensité plus faible des gradients thermiques halins et de densité.

1.4.3 - L'eau centrale sud-atlantique

Cette masse d'eau occupe plus des 4/5ème de l'épaisseur de la troposphère océanique du golfe de Guinée oriental. Sur un diagramme T-S elle se représente par une courbe presque linéaire qui indique une formation par mélange entre l'eau subtropicale ($T = 18^\circ$ à 20°C , $S = 36 \text{ ‰}$) et les eaux intermédiaires antactiques ($T = 4^\circ$ à 6°C , $S = 34$ à 35 ‰).

Le minimum de salinité qui caractérise les eaux antarctiques intermédiaires est acquis en surface entre les convergences antarctiques et subtropicales vers $30-40^\circ$ Sud. Au cours de leur progression vers

le nord, la température et la salinité de ces eaux augmentent sensiblement par mélange et elles sont encore décelables vers 25°N au sud des îles Canaries (LE FLOCH et MERLE, 1975).

Dans la région qui nous intéresse les profils verticaux thermiques et de densité indiquent un mélange vertical assez aisé entre eaux type subtropical et eaux type antarctique intermédiaire. La droite de mélange caractéristique des eaux centrales joint les points : $T = 16^{\circ}\text{C}$; $S = 35,64 \text{ ‰}$ et $T = 6^{\circ}\text{C}$, $S = 34,5 \text{ ‰}$. BERRIT et DONGUY (1964) indiquent que jusqu'à 15° Sud la salinité de l'eau centrale peut être déduite avec une précision de $\pm 0,04 \text{ ‰}$ de la relation linéaire : $S = 33,83 + 0,113 T$ (T en $^{\circ}\text{C}$ et S en ‰).

1.5 - CIRCULATION

Les deux systèmes anticycloniques des vents, liés aux hautes pressions subtropicales au-dessus de l'Atlantique dans les deux hémisphères (cf. 1.3.), induisent dans les couches supérieures de l'océan une circulation générale répartie en deux très vastes tourbillons. Ces tourbillons océaniques sont en giration dans le même sens anticyclonique que le champ des vents qui les entretient. Ils occupent dans chaque hémisphère la presque totalité de la surface océanique entre les latitudes 40° environ et les régions équatoriales sur une distance de l'ordre de 6 500 km. A la dissymétrie en latitude, relativement à l'équateur, des anticyclones atmosphériques (1.3.) correspond une dissymétrie analogue des tourbillons océaniques : la partie nord du tourbillon de l'Atlantique Sud est décalée dans l'hémisphère Nord, de 2° à 5° environ, au-delà de l'équateur. Ce décalage se traduit dans le golfe de Guinée par une prépondérance, en milieu océanique, de l'influence de l'hémisphère Sud semblable à celle déjà signalée (1.3.) à propos du milieu atmosphérique.

1.5.1 - La circulation superficielle

Les grands courants superficiels de l'Atlantique Sud tropical liés à la partie orientale du tourbillon anticyclonique sud sont constitués par le courant de Benguela et le courant Equatorial Sud (fig. 16). Dans le golfe de Guinée, au nord de l'équateur, le courant de Guinée coulant vers

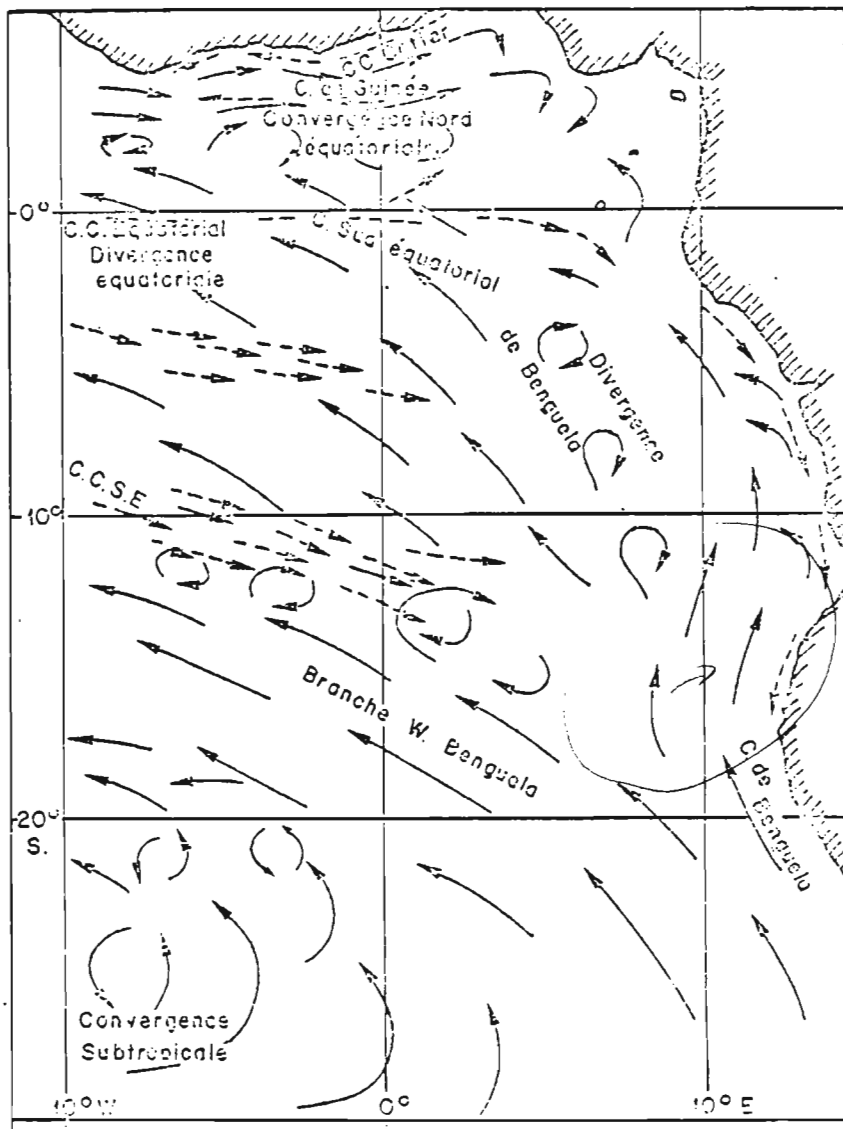


Figure 16 - Circulations superficielle et subsuperficielle dans la partie orientale du golfe de Guinée (d'après LEMASSON et REBERT, 1973 b).
En tireté : circulation subsuperficielle.

l'est prolonge le contre-courant Equatorial Nord le long de la côte d'Afrique entre le cap des Palmes et la baie de Biafra. Ce système de trois courants constitue le trait essentiel de la circulation superficielle dans le golfe de Guinée oriental que nous étudions.

Le courant de Benguéla transporte vers le nord le long de la côte africaine entre le Cap et 18° Sud des eaux relativement froides ($T < 18^{\circ}\text{C}$) et peu salées ($S \leq 35,6 \text{ ‰}$) si on les compare aux eaux subtropicales de l'Atlantique Sud central ($S \geq 36 \text{ ‰}$) et occidental ($S \geq 37 \text{ ‰}$). Ces eaux proviennent de la remontée d'eau qui se produit plus au sud à la côte sous l'influence des vents forts sud-sud-est dominants (upwelling du Sud-Ouest africain). Sa largeur est d'environ 200 km à partir de la côte et son débit est de l'ordre de $16 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (SVERDRUP, 1942).

Vers 18° Sud, à la latitude du cap Frio, l'essentiel de sa masse bifurque vers le nord-ouest puis l'ouest (vers 8° Sud) sous l'influence de l'alizé austral de SE. Il subsiste cependant une langue qui s'écoule vers le nord dans une "zone de courants plutôt confus" (LONGHURST, 1962). Cette zone recouvre la zone d'alternance Sud définie par BERRIT (1961 - 1973) et coïncide aussi avec la région limitée par la côte et la limite orientale des vents de SE, où le champ de l'alizé austral est défléchi vers le nord et le nord-est. Une autre veine tourne vers l'est et forme entre 15° Sud et 5° Sud un tourbillon cyclonique. C'est une zone de divergence associée à la structure thermique du "dôme d'Angola" (MAZEIKA, 1967 ; MOROSHKIN et al., 1968). Cette structure apparaît en été austral mais il semble que sa caractérisation thermique en surface soit sujette à de grandes variations interannuelles et que certaines années cette caractérisation disparaît totalement (GALLARDO et al., 1974).

Le courant Equatorial Sud prend naissance dans le golfe de Guinée. Il s'écoule vers l'ouest divisé en deux branches ; la branche nord (vers 2° Nord) est séparée de la branche sud (entre 4° et 5° Sud) par la divergence équatoriale. Cette branche sud est alimentée par les eaux du courant de Benguéla entre 15°S et 5°S à la longitude 0°.

Le courant de Guinée s'écoule vers l'est le long de la côte d'Afrique, vers le fond de la baie de Biafra. Il transporte des eaux chaudes et

dessalées. Ce courant est l'extension dans le golfe de Guinée du contre-courant Nord Equatorial dont la circulation se fait vers ESE entre le courant Equatorial Nord et le courant Sud Equatorial. HISARD et al. (1976) ont montré que ce contre-courant Nord Equatorial constitue une composante permanente de la circulation équatoriale atlantique. Le courant de Guinée est séparé de la branche nord du courant Sud Equatorial par la zone de convergence nord équatoriale. Dans cette zone s'observent des cellules de circulation méridienne (HISARD, 1975).

1.5.2 - La circulation subsuperficielle

En examinant les caractères de la couche pycnocline, nous avons indiqué que la circulation observée dans cette couche ne correspond pas aux schémas proposés antérieurement depuis DEFANT (1936). En 1959 (campagne du 'M. LOMONOSSOV') des mesures directes ont mis en évidence une circulation, importante par son intensité, dirigée vers l'est, sous le courant Sud Equatorial, dans une bande étroite de 2° axée sur l'équateur. Après la découverte de ce flux subsuperficiel, analogue au courant de CROWELL découvert en 1951 dans le Pacifique, les études se sont multipliées dans le but de préciser cette circulation équatoriale inattendue. A la suite des campagnes internationales EQUALANT (1963, 1964), deux autres flux portant est et à peu près symétriques ~~relativement~~ à l'équateur, entre les latitudes 3°-5°, ont été révélés par le calcul géostrophique. L'ensemble de ces trois flux subsuperficiels dirigés vers l'est forme le système des contre-courants subsuperficiels équatoriaux. Ce système existe dans les trois océans (Pacifique, Indien et Atlantique) où il constitue une structure permanente de la circulation équatoriale. KANAICHENKO (1974) lui a consacré une étude synthétique.

Dans le golfe de Guinée, seules sont présentes la branche équatoriale (courant de Lomonossov) et la branche sud (HISARD et al., 1976).

Le courant de Lomonossov. Ce contre-courant subsuperficiel équatorial présente d'importantes variations. C'est en été et au printemps austral que son intensité est maximale (HISARD, 1973) et qu'il est observable jusqu'au fond du golfe de Guinée. D'après plusieurs auteurs, ses caractéristiques moyennes sont les suivantes : il s'étend sur 2 760 milles, entre

38°W et 8°E; à travers tout l'Atlantique équatorial. Il est centré sur l'équateur et les premières observations lui attribuaient une largeur moyenne de 120 milles. Il semble cependant que cette largeur soit plus réduite, de l'ordre de 80 milles environ, et que ce sont des déplacements de son axe en latitude qui ont fait lui attribuer une largeur plus grande : LE FLOCH (1974) a montré que l'axe du noyau de salinité maximale associé au contre-courant pouvait varier en latitude entre 0°30' Nord et Sud de part et d'autre de l'équateur. Plus récemment, les résultats des campagnes internationales GATE (1973-74) mettaient en évidence une oscillation méridienne de l'axe du contre-courant, se propageant d'est en ouest (en sens contraire donc de la circulation) avec une longueur d'onde d'environ 2 000 km et une période d'environ 14 jours (MOORE et al., 1978). Le noyau de vitesses élevées (80 à 120 cm s⁻¹) est situé dans la pycnocline supérieure juste sous la couche de discontinuité. L'épaisseur de ce noyau est variable mais de l'ordre de quelques décimètres au maximum, tandis que si l'on se réfère à la profondeur où le flux Est s'annule, l'épaisseur est de l'ordre de 200 mètres. Ce flux Est intéresse donc aussi la couche supérieure de l'eau centrale sud atlantique. Le maximum de salinité s'observe au niveau du noyau de vitesses, et le noyau est aussi caractérisé par des teneurs élevées en oxygène dissous (3,25 ml l⁻¹) et une pauvreté en sels minéraux. Depuis l'origine jusqu'à la terminaison du courant de Lomonossov, la valeur des salinités varie peu (de 36,5 ‰ environ à 36,2 ‰ dans le fond du golfe de Guinée). Ce maximum de salinité s'écoule sur des surfaces isopycnes comprises entre $\sigma_t = 24$ et $\sigma_t = 26$. Enfin le flux du contre-courant subsuperficiel exprimé en $10^6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ varie entre 15 et 50 avec une valeur moyenne de 32 (KANAICHENKO, 1974).

A sa terminaison dans le golfe de Guinée, vers l'île de Sao Tomé, le courant de Lomonossov se divise en deux branches : la moins importante par son flux s'oriente vers le N.E vers 6°E pour former ensuite un contre-courant orienté Ouest sous le courant de Guinée, orienté Est (LE FLOCH, 1970 ; LEMASSON et REBERT, 1973). L'autre branche, la plus importante, s'infléchit vers le S.E et forme au sud du cap Lopez un sous-courant côtier (RINKEL, 1966 ; NEUMAN, 1966 ; MORLIERE et al., 1974). Après avoir contribué à la dynamique de la formation du front du cap Lopez (HISARD et al., 1975), cette branche déviée SE du contre-courant subsuperficiel constitue

un élément important de la circulation le long des côtes du Gabon et du Congo dans la zone d'alternance Sud.

La branche sud du système des contre-courants subsuperficiels équatoriaux (C.C.S.E.) est moins bien connue que la branche équatoriale. En particulier son devenir dans l'extrême est de l'Atlantique Sud au-delà du méridien 5°W n'apparaît pas très clairement. Selon l'étude géostrophique de MOROSHKIN et al. (1968), cette branche sud existe entre 5°S et 9°S avec une vitesse de l'ordre de 20 cm s^{-1} et une épaisseur de 200 mètres depuis la surface. Cette branche, en G.S.C., participerait, en confluant avec le courant de Benguêla, au tourbillon cyclonique associé au "dôme d'Angola" (1.5.1. ci-dessus). Des mesures directes ont confirmé l'existence de la branche sud du C.C.S.E. en janvier et en juillet 1975 (HISARD et al., 1976) sur le méridien 5°W : en janvier par 4°30' Sud le noyau de vitesses $>30 \text{ cm s}^{-1}$ se situe entre 130 et 190 m de profondeur, en juillet le courant est plus rapide (40 cm s^{-1}) et moins profond entre 60 et 100 mètres. Cette branche sud transporte des eaux plus salées que celles des courants équatoriaux adjacents mais ce caractère, bien marqué entre 30°W et 15°W, s'estompe dans l'Atlantique oriental et c'est la teneur en oxygène qui permet surtout de suivre le C.C.S.E. sud vers la côte africaine ($O_2 \geq 2,75 \text{ ml l}^{-1}$). Selon HISARD et al. (1976), cette branche sud s'incurve vers le SE ce qui confirme le schéma de MOROSHKIN.

1.6 - RESUME - PROBLEMES POSES PAR L'INTERPRETATION DE L'HYDROCLIMAT OBSERVE A POINTE-NOIRE

Pointe-Noire est située à la limite SE du golfe de Guinée dans une zone côtière où alternent au cours de l'année eaux équatoriales, chaudes et desalées, et eaux subtropicales, froides et salées : c'est la zone d'alternance Sud décrite par BERRIT entre le cap Lopez et le cap Frio. L'étude de la composante thermique de l'hydroclimat côtier observé à Pointe-Noire depuis trente ans montre la division de l'année en quatre saisons marines d'inégales durées en relation avec l'évolution locale du climat atmosphérique. Cependant, l'amplitude de cette variation thermique annuelle est exceptionnelle à une latitude aussi basse (5° Sud) et suggère l'importance

de l'advection océanique parmi les facteurs explicatifs de cet hydroclimat. Les premières conceptions formulées à ce sujet suivaient les idées de DEFANT (1936) sur les transferts des masses d'eau troposphériques de l'Atlantique tropical. Très schématiquement, on admet depuis BERRIT (1958, 1961) que les eaux côtières observées à Pointe-Noire ont des origines différentes, décelables par leurs caractères thermohalins, selon les saisons :

En été austral, l'eau équatoriale (eau "guinéenne" de BERRIT), renforcée par les effluents du Congo, occupe l'étendue de la zone d'alternance Sud jusqu'à la latitude du cap Frio (18° Sud) où elle rencontre les eaux subtropicales en formant avec ces dernières un front thermohalin. A l'ouest, vers le large, ces eaux équatoriales sont en contact avec les eaux tropicales, chaudes et salées, de l'Atlantique Sud oriental et austral.

En hiver austral, l'extension vers le sud de l'eau équatoriale fait place à celle de l'eau subtropicale vers le nord et le front thermohalin se situe vers 1° Sud, latitude du cap Lopez. Ces eaux d'origine subtropicale sont transportées le long de la côte par la branche déviée vers le nord du courant de Benguéla. En surface, en cette saison, la situation se complique à la côte du fait de remontées locales d'eaux subsuperficielles le long des côtes du Gabon et du Congo (upwelling Congo-Gabonais, MERLE, 1972).

Entre ces deux situations extrêmes, le front des eaux équatoriales et subtropicales se déplace du sud au nord dans la zone d'alternance en relation avec le mouvement du FIT atmosphérique.

Dans cette schématisation, les eaux très salées observées au niveau de la pycnocline, en été austral, ou en surface et subsurface, en hiver austral, ne peuvent venir que du sud, de la zone de formation en surface des eaux subtropicales de l'Atlantique Sud oriental, vers 15°-20° Sud, au large de l'Angola, d'où le nom de "benguéléennes" que leur attribue BERRIT.

La mise en évidence du contre-courant subsuperficiel équatorial et surtout de sa terminaison en deux flux, le plus faible s'écoulant vers le nord puis vers l'ouest sous le courant de Guinée, le plus important s'écoulant au sud du cap Lopez en forme de sous-courant côtier le long des côtes du Gabon, oblige à une révision du précédent schéma, principalement en ce qui concerne l'origine des eaux subtropicales observées dans la pycnocline

en été et en automne austral (janvier à juin). Pendant cette période l'intensité du courant de Lomonossov est maximale (HISARD, 1973) et les tracés des isohalines montre l'origine nord de l'eau subtropicale subsuperficielle devant les côtes du Gabon et du Congo. Par contre, en fin d'hiver et au printemps austral (de septembre à décembre) le courant de Lomonossov diminue d'intensité, et selon certains n'atteindrait même plus le fond du golfe de Guinée. Il n'est pas impossible alors qu'en cette partie de l'année le schéma de BERRIT demeure valable et que, comme le suggère LE FLOCH (1970), il ne faille rechercher dans une advection en provenance de l'Atlantique Sud oriental l'origine du maximum de salinité subsuperficiel du golfe de Guinée oriental.

D'autre part, en ce qui concerne les eaux dessalées, l'imprécision des bilans des précipitations en mer et, à un moindre degré, de ceux des débits fluviaux, conduisent WAUTHY (1977) à envisager une origine des dessalures au sud du cap Lopez uniquement dans les effluents des fleuves côtiers de la zone d'alternance Sud (principalement le Congo) sans que soit nécessaire l'intrusion d'eaux équatoriales formées en baie de Biafra. Cette conception déjà suggérée par MERLE (1972) peut être étayée par la considération du régime des vents, qui bien que généralement assez faibles, portent toujours, en moyenne, vers le secteur nord. PITON et al. (1977) admettent cependant la présence d'eaux "biafraises" devant Pointe-Noire dans certaines conditions de circulation le long des côtes du Gabon et du Congo en été austral.

La problématique de l'origine des eaux marines baignant le littoral congolais peut être résumée par le tableau suivant :

eaux côtières		origines possibles
température	salinité	
chaudes	dessalées	baie de Biafra, locale (effluents du Congo) ou bien ces deux origines conjointes en été austral.
	salées	eaux tropicales de l'Atlantique Sud. Leur présence à la côte implique une composante vers l'est de l'advection en été austral.
froides	salées	termination du courant de Lomonossov (été et printemps austral), branche déviée nord du courant de Benguéla (fin d'hiver et automne austral), upwelling en hiver austral.
	dessalées	formation locale à partir des eaux d'origine continentale (effluents du Congo)

Notre présente contribution ne prétend évidemment pas répondre aux multiples questions que pose encore l'interprétation de l'hydroclimat côtier observé à Pointe-Noire. Son premier objectif est l'extension vers le large de la description de cet hydroclimat de manière à pouvoir estimer dans quelle mesure les conditions hydrologiques côtières sont représentatives de la zone hauturière adjacente. La distribution de nos mesures, qui est précisée en 2. ci-dessous, sur une série temporelle de coupes représentatives de la troposphère océanique de la région nous permettra d'analyser les structures saisonnières de la répartition verticale des propriétés hydrologiques et l'évolution des masses d'eau principalement dans la couche pycnocline dont l'importance a été soulignée précédemment. L'adjonction de mesures directes des courants à cette description des caractères hydrologiques nous autorisera ensuite à tenter une représentation du cycle annuel du mouvement local des masses d'eau. Finalement, dans nos conclusions, nous essaierons de relier ces descriptions à ce que nous savons des conditions océanographiques et de leur évolution annuelle dans la partie orientale du golfe de Guinée.

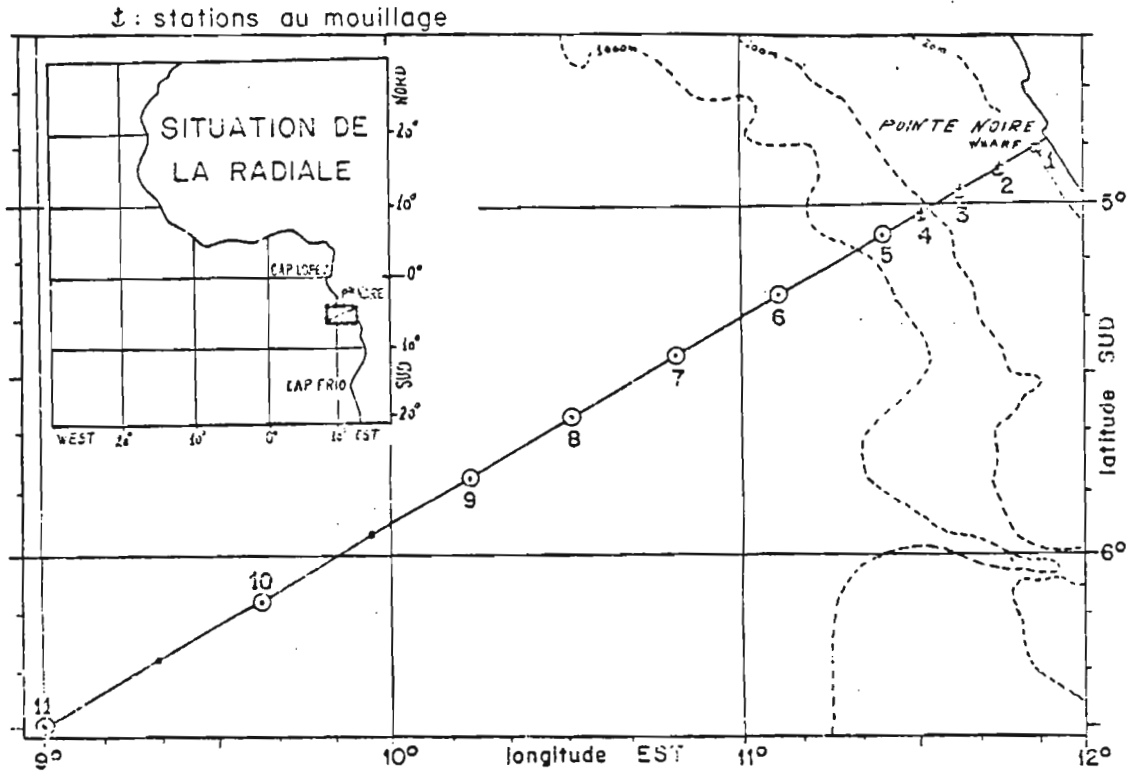


Figure 17 - Situation de la "Radiale Productivité" et positions des points de mesures.

II - DONNEES UTILISEES ET METHODES

2.1 - MESURES

Nous utilisons ici les résultats de mesures acquises lors de 23 visites d'une radiale orientée dans le 240 vrai d'une station côtière fixe à proximité du port de Pointe-Noire (fig. 17). Un inventaire complet de ces données a été publié antérieurement (GUILLERM, 1976) ainsi que les rapports de mer relatifs à ces sorties dites "Radiales Productivité".

Rappelons que la période des sorties "R P" s'étend de janvier 1973 (R P n° 1) à janvier 1976 (R P n° 23). Leur distribution spatio-temporelle (fig. 18) montre que leur répartition au cours de la période n'est pas homogène et ne représente qu'imparfaitement un cycle annuel ; des absences de mesures s'observent en août et novembre (tableaux II et III). L'extension vers le large de cette radiale est variable : en 1973 les R P n° 1 à 9 s'étendent sur 60 km environ, jusqu'au talus, alors que les sorties suivantes s'étendent jusqu'à 370 km de la côte en moyenne (à l'exception de la R P n° 11). Les radiales courtes comportaient généralement 5 stations, les radiales longues 11 stations.

Les paramètres hydrologiques mesurés étaient la température, la salinité, les teneurs en oxygène et phosphates minéraux dissous. Les méthodes de mesures étaient celles des thermomètres et bouteilles à renversement, analyse des salinités avec un salinomètre à induction, des oxygènes dissous par la méthode de Winckler et des phosphates par la méthode de Murphy et Riley. Les échantillons de phosphates étaient congelés et analysés au laboratoire du centre à terre.

Les mesures étaient limitées à la profondeur 500 mètres, les stations les plus profondes comportant en moyenne 14 niveaux d'observations.

Parallèlement aux mesures hydrologiques, des mesures directes de courants ont été faites avec des courantomètres EKMAN ; leur précision est estimée à $\pm 5 \text{ cm s}^{-1}$ en vitesse et $\pm 10^\circ$ en direction. Ces mesures de courant étaient limitées à l'immersion 300 mètres et comportaient en moyenne 14 niveaux d'observation (0, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 150, 200,

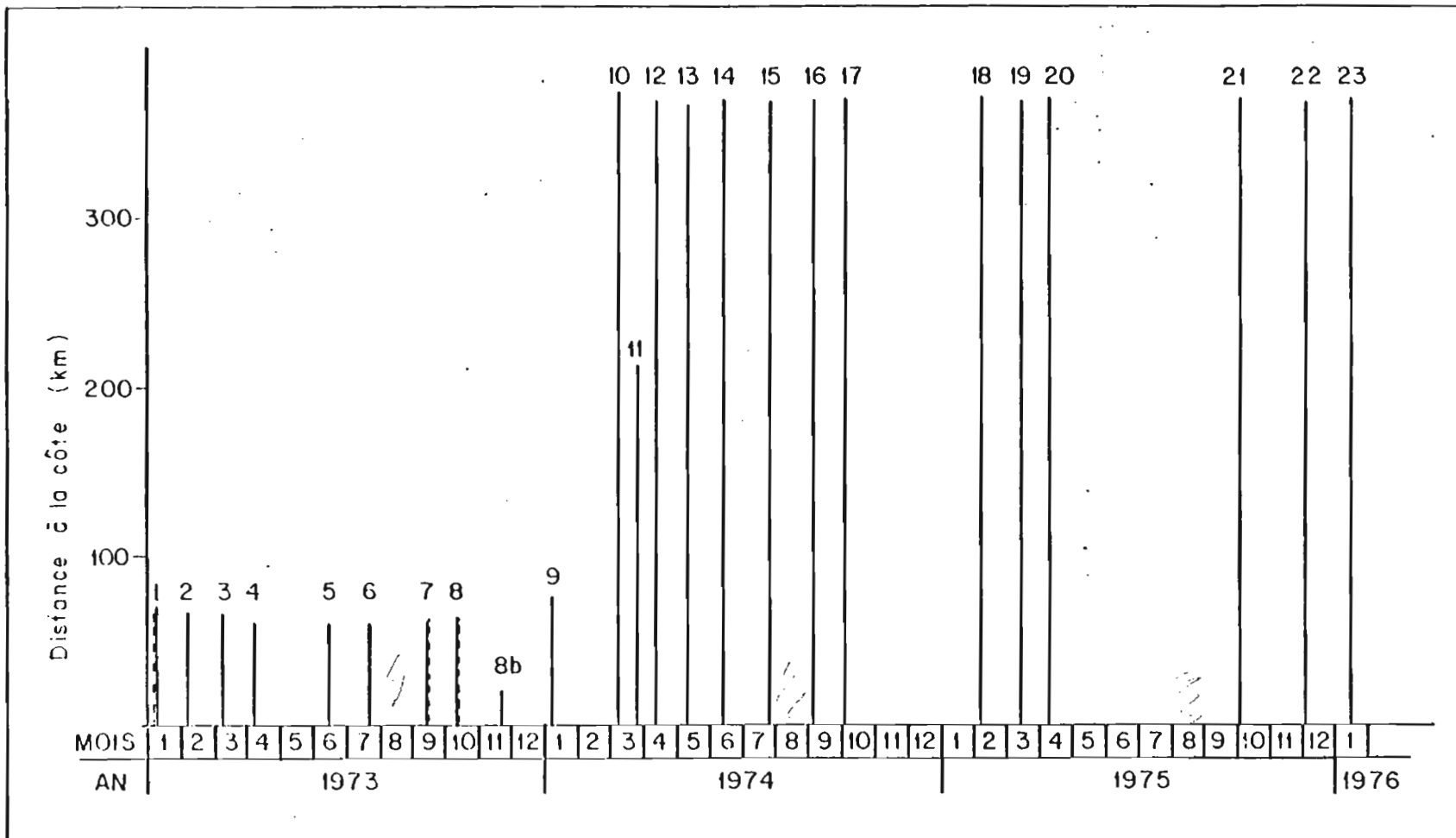


Figure 18 - Distribution temporelle des sorties "Radiale Productivité" montrant leur extension zonale depuis la côte.
 In tireté : les sorties sans mesures des courants.

Tableau II - Distribution mensuelle des Radiales Productivité

=====

Mois Nbre R.P.	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	Plateau et talus	2	1	1	1	0	1	1	0	1	1	(1)
Radiale longue	1	1	3	2	1	1	1	0	1	2	0	1
Total	3	2	4	3	1	2	2	0	2	3	(1)	1

(1) = une station seulement

Tableau III - Distribution des R.P. par décades au cours de l'année

=====

Mois	n° R.P.	Décade	Mois	n° R.P.	Décade
Janvier	1	1	Juillet	6	2
	9	1		15	3
	23	2			
Février	2	1	Août	-	-
	18	1			
Mars	3	1	Septembre	7	2
	10	1		16	1
	11	3			
	19	2			
Avril	4	1	Octobre	8	1
	12	1		17	1
	20	1		21	1
Mai	13	1	Novembre	B8	2
Juin	5	2	Décembre	22	1
	14	2			

250, 300 mètres). Les mesures de courants faites pendant les R P 21 à 23 l'ont été avec un courantomètre FJELSTAD.

La première station à la côte (point 1 de la radiale) est une station côtière fixe (wharf de Pointe-Noire). Cette station est visitée quotidiennement et les mesures qui y sont faites sont décrites dans DUFOUR et MERLE (1972), GUILLERM et LE BOUTEILLER (1972).

2.2 - CALCULS

Pour l'établissement des coupes des différents paramètres observés ou calculés sur la radiale de Pointe-Noire, les valeurs de chacun d'eux ont été interpolés linéairement aux immersions suivantes :

0, 5, 10, 15, 20, 30, 50, 55, 75, 95, 100, 120, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 et 500 mètres.

Les interpolations, les calculs de la densité et de la hauteur dynamique ainsi que ceux des valeurs moyennes saisonnières à chaque station et à chaque niveau interpolé ont été faits au moyen d'un ordinateur 10070 CII au Centre Océanologique de Bretagne. Nous avons utilisé les programmes standards du Bureau National des Données Océaniques (B.N.D.O.) excepté pour les calculs relatifs aux mesures de courantométrie directe pour lesquels nous avons écrit un programme spécifique reproduit dans GUILLERM (1976). Les résultats des calculs des valeurs moyennes saisonnières sont reproduits en annexe II.

Les tracés des isolignes sur les coupes ont été faits manuellement après le report des valeurs digitales par l'ordinateur. Font exception les coupes représentant les composantes du courant reproduites en annexe III. Ces coupes ont été tracées au moyen du logiciel GPCP du B.N.D.O. et présentent quelques "artefacts" créés par ce logiciel.

Les graphiques d'évolution des paramètres observés à la station du wharf de Pointe-Noire (point 1 de la radiale) pour la période 1969-1976 ainsi que ceux représentant l'année moyenne calculée pendant cette période et reproduits en 3. ci-dessous sont extraits d'un recueil non publié (MERLE et GUILLERM, 1976). Les tableaux des valeurs moyennes au wharf par décades pour la période 1969-1976 sont présentés en annexe I.

2.3 - METHODE UTILISEE POUR L'ANALYSE DES STRUCTURES VERTICALES DES PROPRIETES

Lorsque (en 1.4.2. b) nous avons examiné la stratification générale de la température et de la densité dans l'Atlantique intertropical nous avons remarqué que les définitions de la thermocline varient selon les auteurs en fonction des objectifs recherchés. L'un des buts de notre étude est de préciser les descriptions saisonnières des stratifications observées dans la troposphère océanique au large de Pointe-Noire. De manière à pouvoir comparer entre elles ces stratifications saisonnières, nous avons choisi de nous référer à une définition des couches où s'observent des gradients verticaux inspirée de la définition de la thermocline selon BOUDREAUULT et LAPRISE (1973) et de leur méthode dite "objective" d'étude de la thermocline utilisée dans leurs études de l'estuaire du St Laurent.

Pour ces auteurs, la thermocline "est une couche approximativement horizontale dans laquelle le gradient vertical de température est significativement plus grand que le gradient moyen du profil". Nous adoptons cette définition ici mais en la modifiant de manière à pouvoir comparer entre elles des coupes et non des profils. Sur un profil (station) les gradients verticaux partiels seront exprimés relativement au gradient vertical moyen de tous les profils de la radiale et pour une saison donnée. Ce gradient vertical moyen saisonnier noté GM a été calculé pour chacune des propriétés par la formule :

$$GM = \frac{\sum_{k=1}^N \frac{\sum_{i=1}^n \frac{V_i - V_{i+1}}{5}}{n}}{N}$$

avec V_i = valeur moyenne saisonnière de la propriété V à l'immersion Z_i à l'une des stations de la radiale.

n = nombre d'immersion d'une station (variable d'une station à l'autre).

N = nombre de stations sur la radiale.

Ceci revient à moyenner tous les gradients partiels mesurés sur l'ensemble de la radiale, plateau et talus compris, par couche réellement ou fictivement mesurée de 5 mètres d'épaisseur.

Nous convenons donc de l'existence d'une couche à gradient vertical (thermocline, pycnocline, halocline ou oxycline) lorsque la valeur absolue du gradient vertical calculé entre deux immersions est plus grande que la valeur du gradient moyen GM pendant la saison considérée.

Il convient de remarquer que les gradients verticaux partiels "relatifs" calculés aux immersions supérieures à 20 mètres, où les différences entre immersions sont supérieures à 5 mètres (cf. 2.2. ci-dessus), sont sous-estimés relativement aux gradients partiels "réels". Mais l'avantage de l'utilisation d'une expression relative des gradients partiels est de normaliser les comparaisons entre structures saisonnières d'une même propriété. Cette sous-estimation devient cependant gênante si l'on s'intéresse à la couche du gradient vertical maximal dans certains cas moins épaisse que la dimension verticale de nos mailles. Dans ce cas, les caractéristiques de cette couche (épaisseur, immersion, intensité) doivent être précisées par mesures sur les coupes.

Les valeurs de GM sont réunies dans le tableau IX (en 4.1.) pour chacune des saisons et des propriétés mesurées.

III - HYDROLOGIE COTIERE

Avant d'entreprendre l'analyse des répartitions verticales saisonnières des propriétés hydrologiques le long de la radiale de Pointe-Noire, il nous faut préciser le cadre saisonnier qui nous servira de référence. A la station du wharf (point 1 de la radiale, fig. 20), la densité importante des mesures pendant la période s'étendant de 1969 à 1976 nous permet de caractériser un cycle saisonnier moyen à la côte puis de présenter l'évolution des conditions côtières pendant la période des sorties "Radiales Productivité" qui s'étend de janvier 1973 à janvier 1976. Ces sorties seront enfin groupées par "saisons marines" en fonction des conditions qui régnaient au wharf pendant leur déroulement. Nous commencerons par rappeler le cycle saisonnier défini antérieurement en baie de Pointe-Noire par BERRIT (1958) au point A (fig. 20).

3.1 - CYCLE SAISONNIER DES MASSES D'EAU A POINTE NOIRE SELON BERRIT (1958)

Les mouvements saisonniers des masses d'eau superficielles déterminent à Pointe-Noire, au cours de l'année, la succession, caractéristique de la zone d'alternance Sud, de quatre saisons marines.

BERRIT reconnaît à chacune des saisons "une certaine constance des caractères physico-chimiques qui peuvent être le plus souvent rattachés à la présence d'une catégorie d'eau". Entre les saisons ainsi caractérisées, on observe des périodes de transition qui correspondent "non pas à une évolution progressive des caractères hydrologiques, mais à une alternance plus ou moins rapide des masses d'eau qui caractérisent la saison précédente et la station suivante". Ceci conduit à la division de l'année en huit périodes de durées inégales.

Aux conditions superficielles particulières de la région congolaise, dues à la proximité de l'embouchure du Congo et déjà décrites, s'ajoute localement à Pointe-Noire l'influence de rivières côtières et surtout celle du Kouilou dont l'embouchure est située à 30 km au N-NO du port (fig. 19). Avec un débit moyen annuel relativement faible de $910 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, ce fleuve présente une crue principale en avril-mai pendant laquelle le

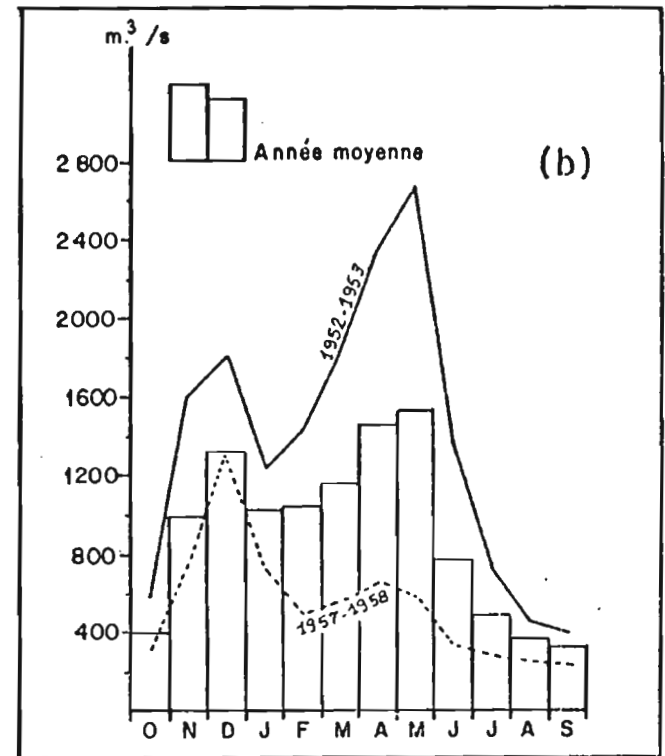
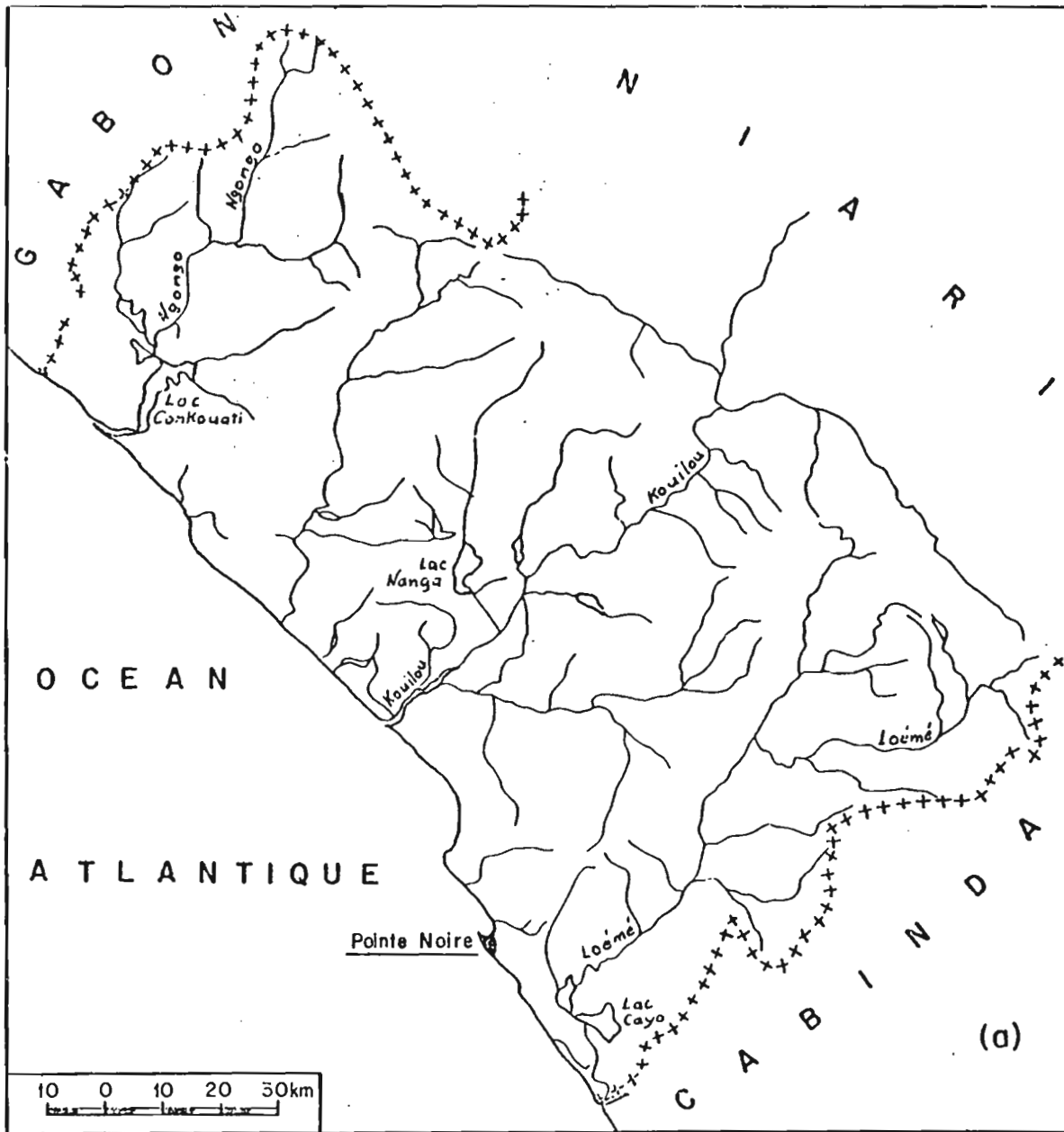


Figure 19 - Apports fluviaux secondaires dans la région de Pointe-Noire
 a - rivières et fleuves côtiers de la région
 b - régime du cours supérieur du Kouilou à Sounda (d'après VENNÉTIER, 1968).

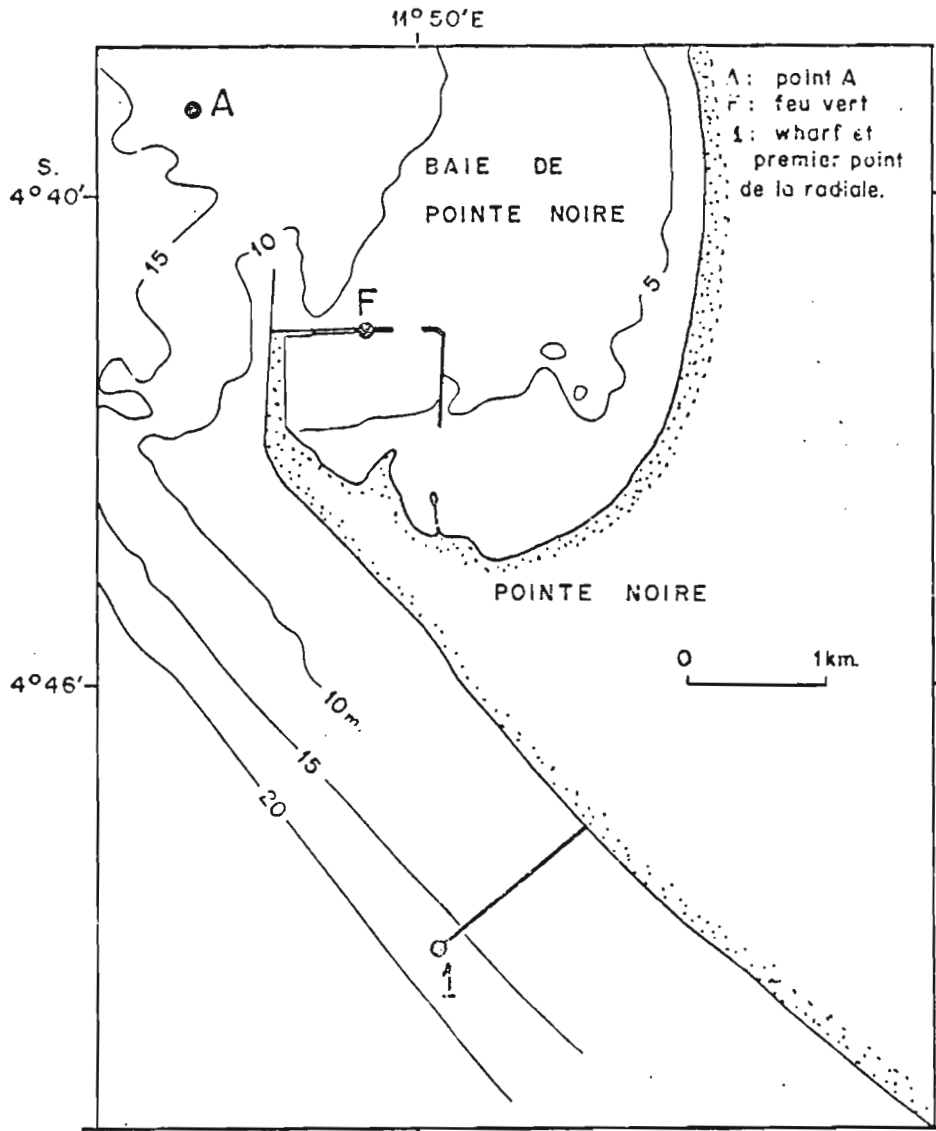


Figure 20 - Baie de Pointe-Noire et principaux points de mesures côtiers
A - point de mesures de BERRIT (1953-1957)
1 - station du wharf
F - station au feu vert

débit peut atteindre $3\,330\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$. Pendant les périodes de vent favorable (secteur Nord), un surcroît d'eau douce est ainsi apporté à Pointe-Noire.

Afin de filtrer au mieux les altérations locales de la couche strictement superficielle BERRIT (1958) a défini les saisons marines relativement à l'immersion la plus profonde, 15 mètres, dans une séquence (1953-1957) de mesures hebdomadaires en un point voisin de la côte de Pointe-Noire appelé point A (fig. 20).

Une schématisation de l'évolution de la température et de la salinité au cours d'un cycle annuel moyen est fournie par la représentation (fig. 21a et b) des moyennes mensuelles de ces propriétés à 15 mètres au point A et au wharf (tableaux IV et V).

Sur les diagrammes T - S (fig. 21c) établis avec ces mesures, on reconnaît la présence des principales catégories d'eau décrites par BERRIT (cf. 1.4.1.a) à l'exception des eaux tropicales. Pour comparer les saisons entre elles d'une année à l'autre, rappelons que BERRIT les définit en position, durée et intensité de la façon suivante :

La Grande Saison Chaude (G.S.C.), de janvier à avril, est caractérisée par la présence, à 15 mètres, d'eaux chaudes ($T > 24^\circ\text{C}$) et desalées ($S < 35\text{ ‰}$). Elle correspond à l'extension méridionale des eaux "guinéennes" jusqu'au cap Frio.

La Grande Saison Froide (G.S.F.), de mai à septembre, est caractérisée par la présence, à 15 mètres, d'eaux froides et salées ($S \geq 35\text{ ‰}$). BERRIT choisit la température 20°C comme critère d'établissement. Cette saison correspond à l'extension septentrionale des eaux subtropicales jusqu'au front du cap Lopez.

La Petite Saison Chaude (P.S.C.), de position variable d'octobre à décembre, présente des caractères moins nets que la Grande Saison Chaude. Elle peut parfois être confondue avec une transition. BERRIT retient pour son établissement la présence des eaux "guinéennes". Elle correspond à une période de mouvement du front et à une situation hydrologique assez confuse au large (cf. 1.4.1.d).

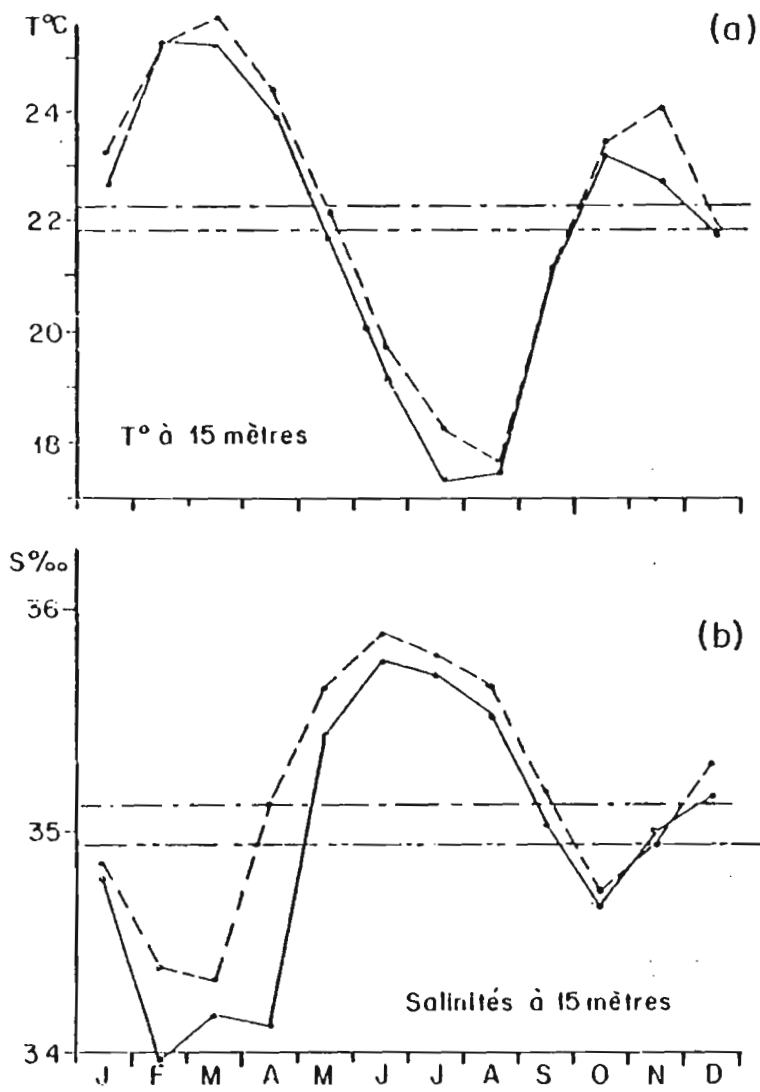
La Petite Saison Froide (P.S.F.), de novembre à janvier, est encore plus variable en position, durée, intensité, que la Petite Saison Chaude.

Tableau IV - Evolution mensuelle de la température à 15 m à Pointe-Noire de janvier 1973 à janvier 1976
 et pendant les deux périodes de référence. Les écarts sont donnés par rapport à la température moyenne $T_{15} = 22^{\circ}\text{C}$ de ces deux périodes. Valeurs en degrés Celcius.
 N = Nombre de mesures.

Période		Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Octob.	Nov.	Dec.	Année
1973	T ₁₅	26.03	25.40	24.18	22.40	22.05	20.46	19.13	18.21	22.34	23.87	24.75	20.58	22.45
	N	25	25	26	25	25	25	24	24	26	24	26	24	299
	Ecart	4.03	3.4	2.18	0.4	0.05	-1.54	-2.87	-3.79	0.34	1.87	2.25	-1.42	0.45
1974	T ₁₅	23.22	23.83	24.56	26.93	25.42	19.92	18.11	17.55	19.41	23.42	22.72	20.98	22.15
	N	25	24	26	25	25	24	26	26	26	25	24	24	300
	Ecart	1.22	1.83	2.56	4.93	3.42	-2.08	-3.89	-4.45	-2.59	1.42	0.72	-1.02	0.15
1975	T ₁₅	23.02	24.50	24.43	23.77	22.62	20.47	18.73	18.25	21.47	23.76	25.17	23.24	22.43
	N	25	25	24	26	21	26	25	25	26	26	24	25	298
	Ecart	1.02	2.5	2.43	1.77	0.62	-1.53	-3.27	-3.75	-0.53	1.76	3.17	1.24	0.43
1976	T ₁₅	22.70												
	N	25												
	Ecart	0.70												
Période (1953-1957) Point A	T ₁₅	22.7	25.3	25.7 ¹³	24.4 ²⁸	21.6 ²⁵	19.1 ¹⁸	17.3	17.4	21.1	23.1	22.6	21.7	21.8
	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	260
	Ecart	0.7	3.3	3.7	2.4	-0.4	-2.9	-2.87	-4.6	-0.9	1.1	0.6	-0.3	-0.2
Période (1969-1976) Wharf	T ₁₅	23.29	25.21 ⁴	24.83 ⁹	23.91 ¹⁸	22.09 ²⁴	19.67 ¹⁴	18.25 ⁶	17.64	20.97	23.34	23.99	21.83	22.27
	N	138	137	167	170	143	144	113	120	124	115	115	132	1618
	Ecart	1.29	3.21	3.22	1.91	0.09	-2.33	-3.75	-4.36	-1.03	1.34	1.99	-0.17	0.27

Tableau V - Evolution mensuelle de la salinité à 15 m à Pointe-Noire de janvier 1973 à janvier 1976 et pendant les deux périodes de référence. Les écarts sont calculés relativement à la salinité annuelle moyenne des deux périodes de référence (35 ‰). Valeurs en grammes de sel par kg d'eau. N = Nombre de mesures.

Période		Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Octob.	Nov.	Déc.	Année
1973	S ₁₅	33.66	34.42	35.25	35.76	35.71	35.92	35.87	35.79	35.20	34.86	34.78	35.59	35.23
	N	25	25	26	25	25	25	24	24	26	23	26	24	298
	Ecart	-1.34	-0.58	0.25	0.76	0.71	0.92	0.87	0.79	0.20	-0.14	-0.22	0.59	0.23
1974	S ₁₅	35.17	35.25	35.20	34.12	35.09	35.82	35.79	35.70	35.35	34.66	35.21	35.35	35.23
	N	25	24	26	25	25	24	26	26	26	26	25	24	302
	Ecart	0.17	0.25	0.20	-0.88	0.71	0.92	0.79	0.70	0.35	-0.34	0.21	0.35	0.23
1975	S ₁₅	34.93	34.53	34.92	35.53	35.82	35.94	35.85	35.55	34.89	34.57	34.84	35.20	35.20
	N	25	25	25	26	22	26	25	25	26	26	24	25	300
	Ecart	-0.07	-0.47	-0.08	0.53	0.82	0.94	0.85	0.55	-0.11	-0.43	-0.16	0.20	0.20
1976	S ₁₅	35.22												
	N													
	Ecart	0.22												
Période (1953-1957) Point A	S ₁₅	34.77	33.97	34.16	34.11	35.43	35.76	35.70	35.53	35.03	34.68	35.00	35.17	34.94
	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	156
	Ecart	-0.23	-1.03	-0.84	-0.89	0.43	0.76	0.70	0.53	0.03	-0.32	0	0.17	-0.06
Période (1969-1976) Wharf	S ₁₅	34.85	34.36	34.71	35.12	35.63	35.88	35.81	35.66	35.19	34.73	34.95	35.31	35.13
	N	137	136	166	170	144	144	113	119	124	115	116	132	1616
	Ecart	-0.15	-0.64	-0.38	0.12	0.63	0.88	0.81	0.66	0.19	-0.27	-0.05	0.31	0.13



Période
 — 1953-1957 - Pt. A
 - - - 1969-1976 - Pt. 1

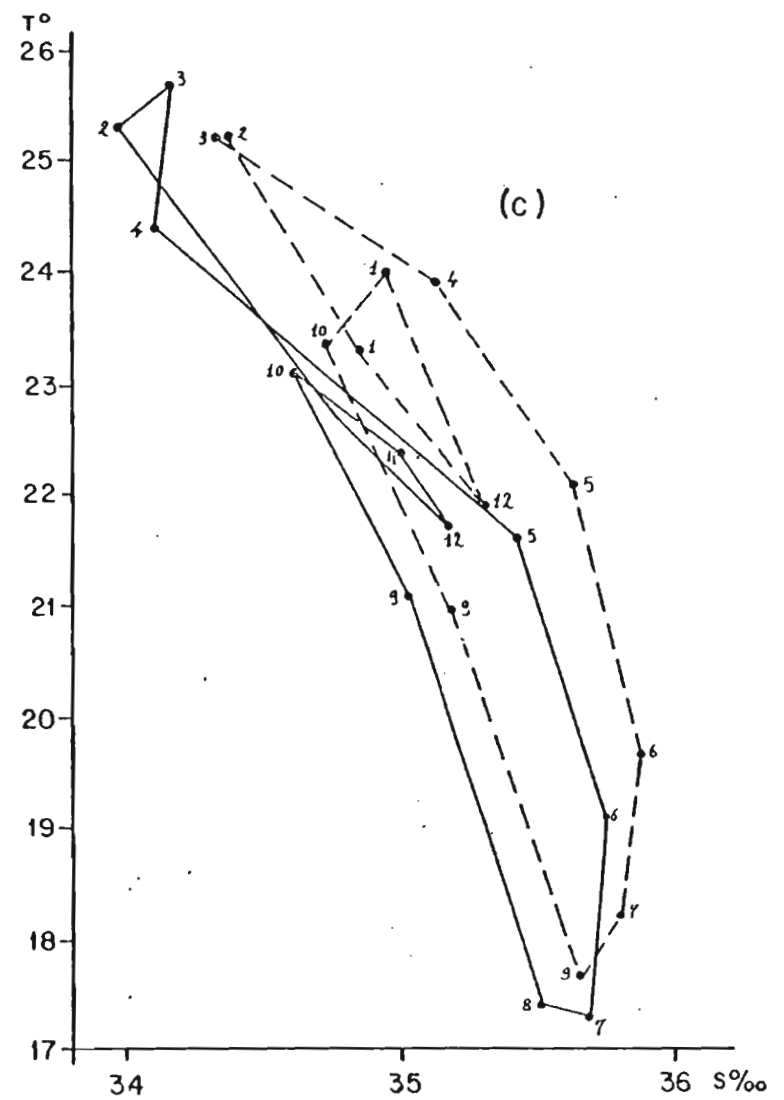


Figure 21 - Cycles annuels des conditions T-S à Pointe-Noire à l'immersion 15 mètres
 a - évolution mensuelle de la température au point A et au wharf (en tireté)
 b - évolution mensuelle de la salinité au point A et au wharf (en tireté)
 c - diagrammes T-S au point A et au wharf (tireté)
 les nombres indiquent les mois.

Elle peut même ne pas apparaître certaines années. Son critère d'établissement est la présence à 15 mètres de températures comprises entre 20°C et 22°C et de salinités supérieures à 35 ‰.

Les deux grandes saisons sont les plus stables et les petites saisons et intersaisons, beaucoup plus variables, sont souvent difficiles à identifier.

3.2 - CYCLE SAISONNIER MOYEN AU WHARF (1969-1976)

Les valeurs de la température et de la salinité mesurées au wharf de mars 1969 à juin 1976 (point 1), pendant 88 mois, ont été moyennées par périodes de 10 jours. Ces valeurs figurent en annexe I. Elles sont été graphiquées sur les figures 22 et 23.

L'intervalle dans le temps entre sorties "R P" successives est le plus souvent d'un mois ou plus. Une description de l'évolution saisonnière avec des moyennes par décades est donc suffisamment précise pour situer ces sorties dans le cycle saisonnier côtier ainsi décrit.

Le découpage saisonnier obtenu en appliquant les critères de BERRIT au cycle annuel des moyennes à 15 mètres est proche de celui observé au point A pendant la période 1953-1957 (fig. 24b et c). Les décalages en position les plus importants s'observent aux petites saisons. Le diagramme T-S de ces valeurs moyennes par décades (fig. 25) confirme la rareté des eaux tropicales et la relative abondance des eaux froides dessalées, à la station du wharf, déjà signalée par DUFOUR et MERLE (1972). Les cinq décades pendant lesquelles ces eaux apparaissent se situent dans des périodes de transition entre fin septembre et la mi-janvier. Ceci confirme la formation locale de cette catégorie d'eau sous l'influence du Congo dont l'une des crues est proche en novembre-décembre.

Les petites saisons sont en moyenne faiblement marquées en surface mais plus nettement apparentes à 15 mètres et s'étendent sur 10 décades.

Les températures et les salinités mesurées à 15 mètres au wharf sont en moyenne plus élevées que celles observées par BERRIT (1958) au point A (fig. 20) pendant sa période de référence 1953-1957 (tableaux IV et V, fig. 21). En moyenne annuelle, l'excès au wharf est de 0,47°C pour la

température et de $0,19 \text{ ‰}$ pour la salinité. Dix-huit années séparent ces deux périodes et l'on sait qu'une tendance à long terme d'augmentation de la température en surface a été mise en évidence, dans l'Atlantique intertropical, depuis le début du siècle jusqu'aux années 1960, suivi d'une diminution jusqu'à maintenant (MERLE et al., 1978). La nature de nos données ne nous permet pas d'estimer si les différences observées entre le point A et le wharf trouvent leur explication dans cette tendance générale. BERRIT (1964) a trouvé également des différences, variables avec les saisons, entre températures mesurées simultanément en différents points du littoral à Pointe-Noire. Les températures au port (point F, fig. 20) étant généralement plus froides que celles observées plus loin de la côte. Il est donc probable que les écarts observés sont imputables à des différences de positions géographiques des points de mesures : le tracé des isobathes, la forme de la baie et son orientation relativement aux vents dominants en sont sans doute les facteurs déterminants.

Les graphiques d'évolution de la température et de la salinité moyennées par décades (fig. 22 à 24) mettent en évidence certains traits caractéristiques de l'hydroclimat à Pointe-Noire qui demeurent peu visibles sur les moyennes mensuelles. L'un de ces traits est la grande variabilité des conditions de surface à une échelle infra-mensuelle. Cette variabilité apparaît principalement sur la courbe d'évolution du minimum de salinité (fig. 23) qui montre aussi que la présence d'eaux dessalées ($S < 35 \text{ ‰}$) s'observe toute l'année en surface. Un autre trait significatif est le décalage qui s'observe dans le temps entre apparitions des valeurs extrêmes de la température et de la salinité en Grande Saison Froide :

La figure 24 montre le déphasage, caractéristique de la zone d'alternance Sud, qui fait correspondre dans le temps les fortes températures aux basses salinités, et inversement. Cette inversion des courbes est très nette en G.S.C. et P.S.F., périodes pendant lesquelles les valeurs extrêmes des moyennes décadaires de la température et de la salinité coïncident dans le temps. Au contraire, en G.S.F. et P.S.C., ces valeurs extrêmes ne coïncident plus. Le maximum de salinité précède, au début juin, de 7 décades l'apparition du minimum de température dans la seconde décade d'août. En P.S.C., l'écart n'est que de 2 décades entre apparition du maximum de température et celle du minimum de salinité. Pour préciser cette observation

Tableau VI - Dates d'apparition des maxima absolus de la Salinité et
 =====
 des minima absolus de la température à la station wharf
 de 1969 à 1975.

Année	Maxima Salinité				Minima Température				Différence en jours
	Z	Valeur	T° associée	Date	Z	Valeur	S‰ associée	Date	
1969	10	36.00	20°.01	6 juin	17	16°.62	35.71	27 août	82 jours
1970 *	17	35.93	22°.13	19 mai	17	16°.76	35.58	28 juillet *	70 jours
1971	10	35.88	21°.47	8 juin	17	16°.49	35.33	24 août	77 jours
1972	17	36.16	20°.88	9 juin	15	15°.30	35.62	19 août	71 jours
1973	10	35.98	21°.71	4 juin	17	17°.02	35.75	22 août	79 jours
1974	17	35.98	19°.38	17 juin	17	16°.37	35.67	24 août	68 jours
1975	17	36.18	18°.57	17 juin	17	16°.12	35.64	14 août	58 jours
Valeurs Moyennes		36.02	20°.59			16°.38	35.61		72 jours

* il n'y a pas eu de mesures fin août 1970

Z immersion

Températures en ° C

Salinités en ‰

en ce qui concerne la G.S.F., qui présente le décalage le plus important, nous avons considéré les dates d'apparition des extrêmes absolus mesurés pendant chacune des 7 années d'observations au wharf en G.S.F. (tableau VI). En moyenne, pour l'ensemble de la période, l'écart entre ces dates est de 72 jours, en bonne concordance donc avec l'écart mesuré sur les valeurs moyennes. Si l'on note maintenant les valeurs de la température et de la salinité associées à ces extrêmes absolus, on obtient deux couples T - S : l'un ($20,6^{\circ}\text{C} - 36 \text{ ‰}$) apparaît au cours de la première décade de juin, l'autre ($16,4^{\circ}\text{C} - 35,6 \text{ ‰}$) apparaît au cours de la dernière décade d'août. Il s'agit là de valeurs extrêmes mais cependant représentatives en raison de la répétitivité de ces conditions d'une année à l'autre. Il est évident que les deux types d'eau caractérisés par ces couples T - S ne sont pas les mêmes.

Deux conclusions importantes résultent de cette observation : la première est que, relativement aux mouvements des masses d'eau dans la région, la G.S.F. n'est pas une saison homogène ; le couple T - S observé en début de saison froide est généralement observé dans la thermocline supérieure où les salinités élevées ($S \geq 36 \text{ ‰}$) sont associées, dans le golfe de Guinée oriental, à la circulation du système des contre-courants subsuperficiels équatoriaux (cf. 1.4., 1.5.), le couple T - S observé vers la fin de cette même saison froide appartient soit à l'eau subtropicale observée en surface vers 18° Sud, au large de l'Angola, en cette saison (MERLE, 1977a), soit à l'eau de la partie supérieure de la droite de mélange de l'Eau Centrale Sud Atlantique (cf. 1.4.). Nous verrons dans la suite que ces eaux occupent en cette période une profondeur voisine de 100 à 120 mètres sur le plateau continental en bordure du talus (fig. 69 en 5.3.). Deux mécanismes peuvent expliquer leur présence dans la couche de surface, épaisse de 17 m, au wharf : soit une advection le long de la côte par la branche nord de la dérive du Benguélé (cf. 1.5.), soit un upwelling intense que ne corrobore pas la force du vent (cf. 1.3., fig. 4) bien que sa direction soit favorable. La seconde conclusion est relative à l'ambiguïté de la catégorie d'eau "benguéléenne" ($T < 24^{\circ}\text{C}$, $S > 35 \text{ ‰}$) de BERRIT. Cette même catégorie d'eau caractérise en surface des eaux d'origines probablement différentes et ainsi que le note WAUTHY (1977) son emploi introduit dans les descriptions une confusion entre ces masses d'eau.

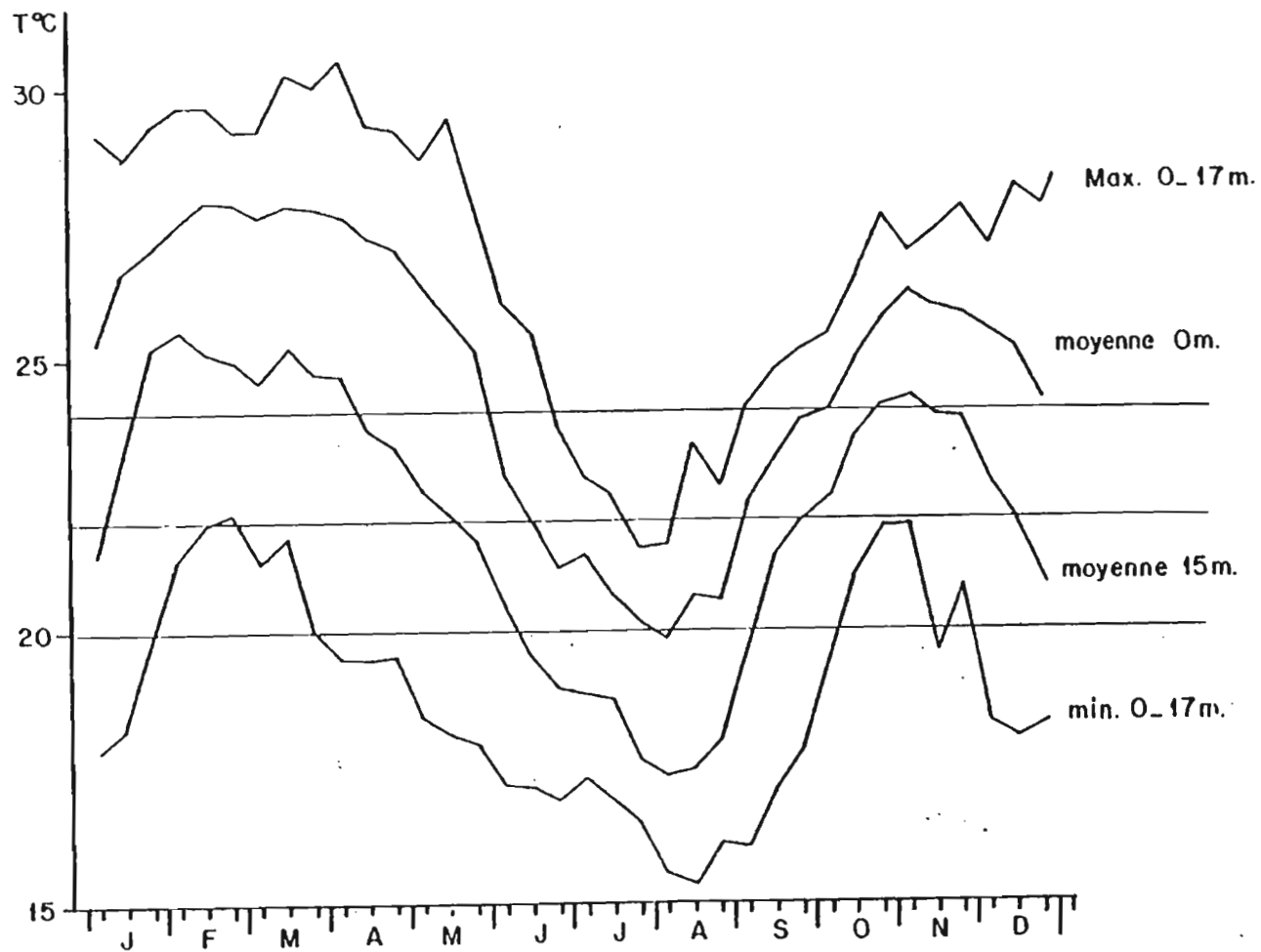


Figure 22 - Cycle annuel de la température mesurée au wharf (point 1)
 Les valeurs sont moyennées par décades à 0 et 15 mètres d'immersion.
 Les extrema (min. et max.) sont relatifs à la colonne d'eau entière de
 0 à 17 mètres où les mesures sont faites à 6 niveaux : 0, 2, 3, 5, 10,
 15 et 17 mètres.
 D'après les valeurs produites en annexe I de la période mars 1969 à
 juin 1976.

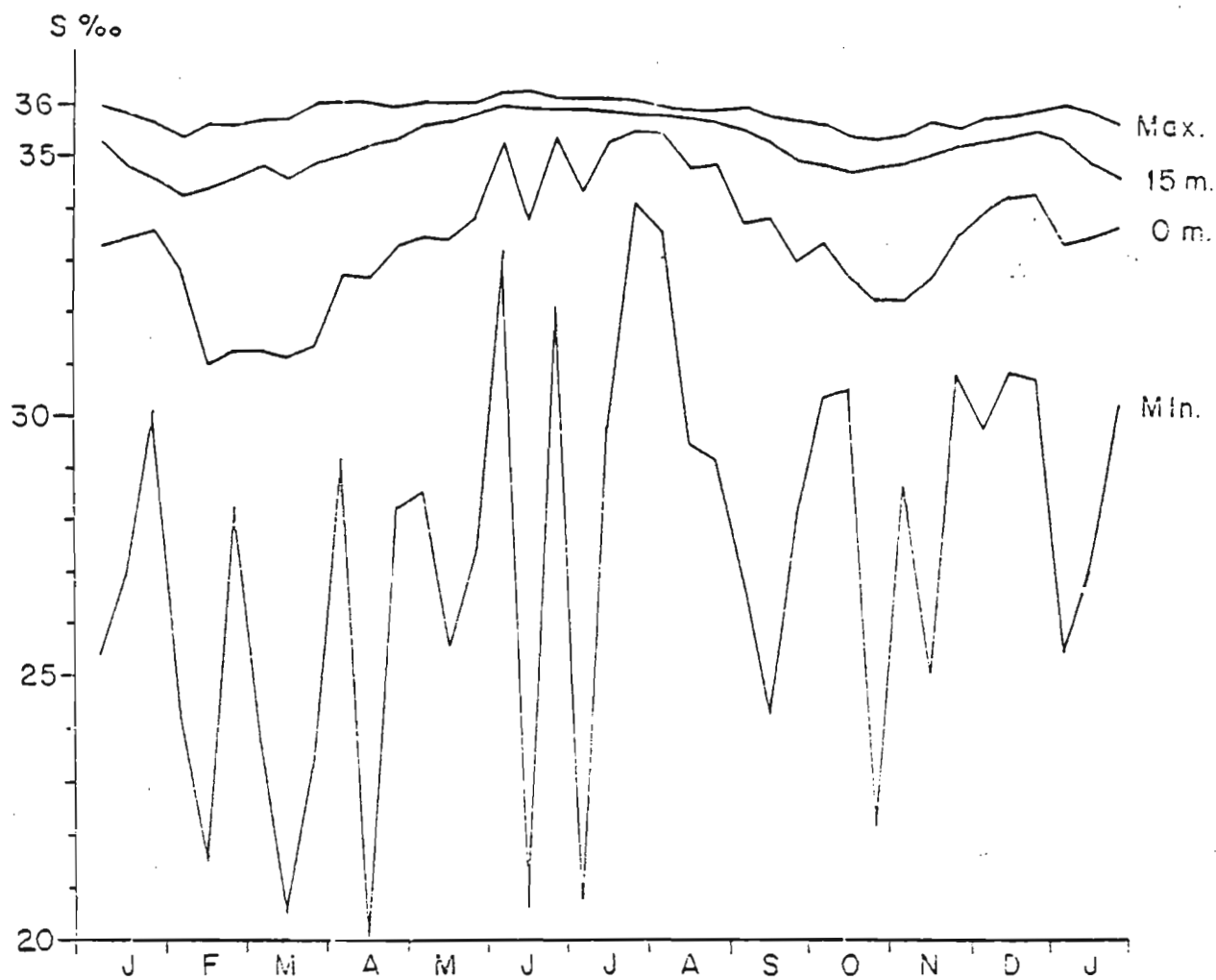


Figure 23 - Cycle annuel de la salinité mesurée au wharf (point 1)
Même légende que pour la figure n° 22.

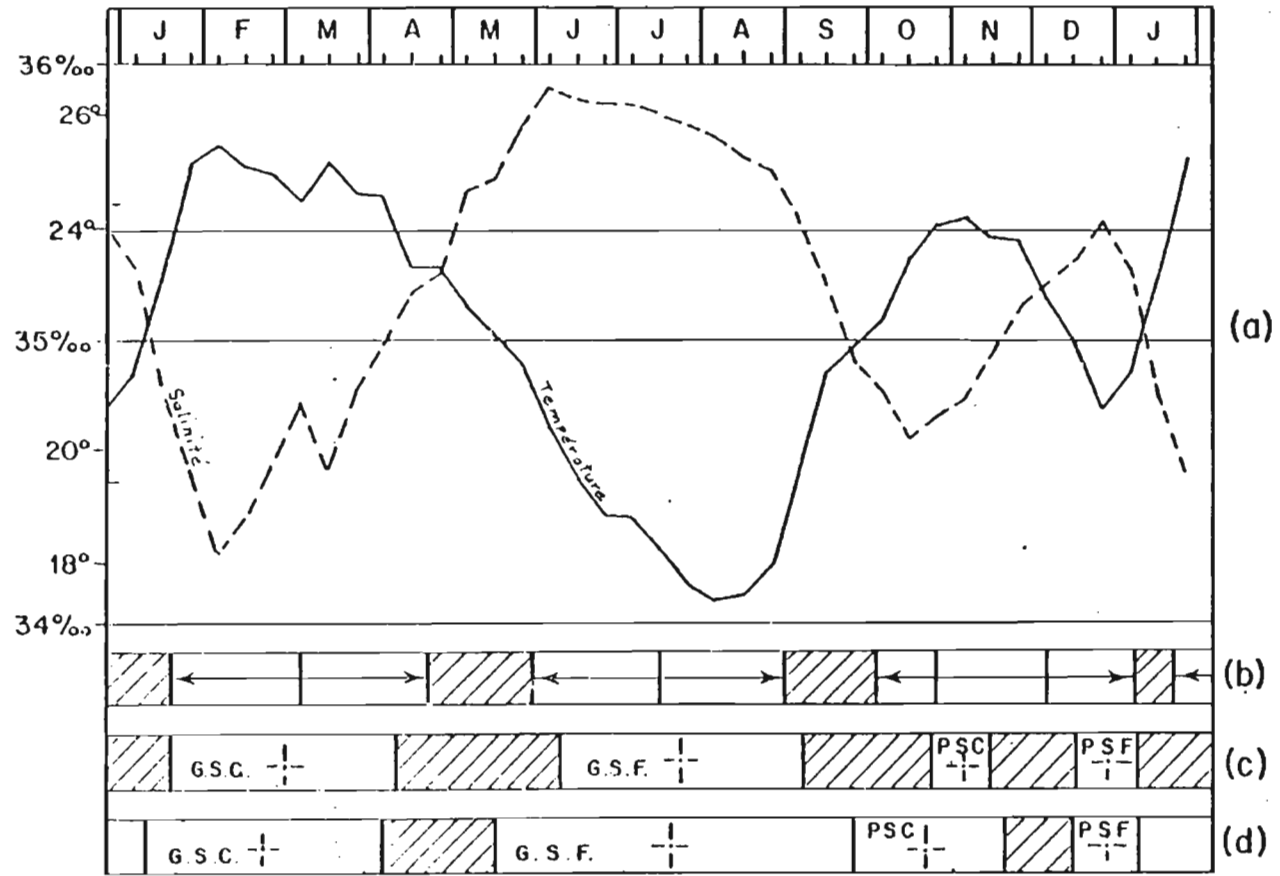


Figure 24 - Saisons marines à Pointe-Noire d'après les mesures T-S à 15 mètres au wharf pendant la période 1969-1976

- a - cycles annuels T et S moyens au wharf
- b - saisons marines observées en moyenne par BERRI (1958) au point A
- c - saisons marines moyennes au wharf obtenues en utilisant les critères de BERRI (T = 24°C, S = 35‰)
- d - saisons marines moyennes au wharf utilisant la valeur limite T = 22°C.

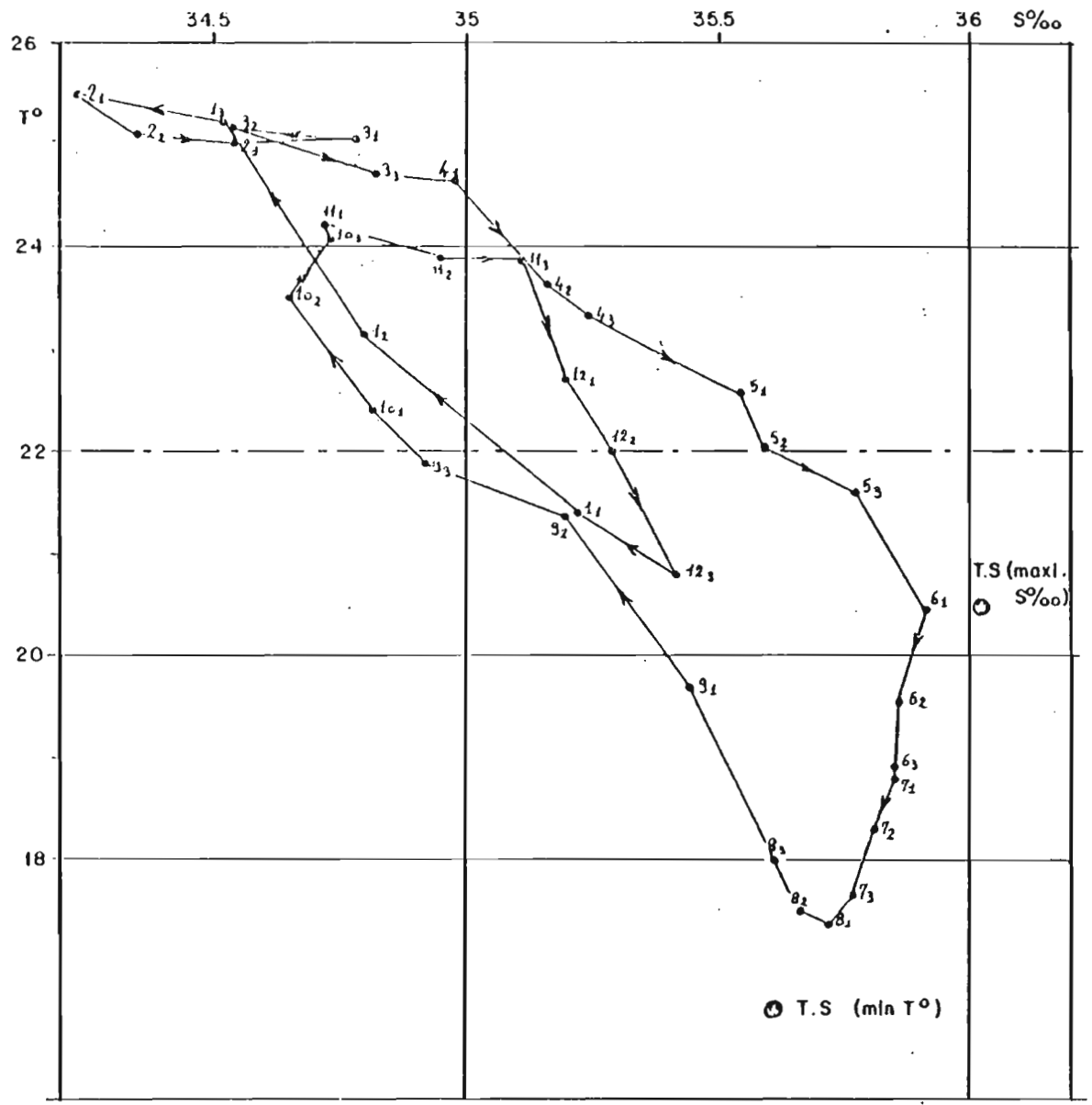


Figure 25 - Diagrammes 1-5 des valeurs moyennes par décade au wharf à 15 mètres
 Période 1969-1976
 Les nombres indiquent les mois, les chiffres en indices l'ordre de la
 décade dans le mois.

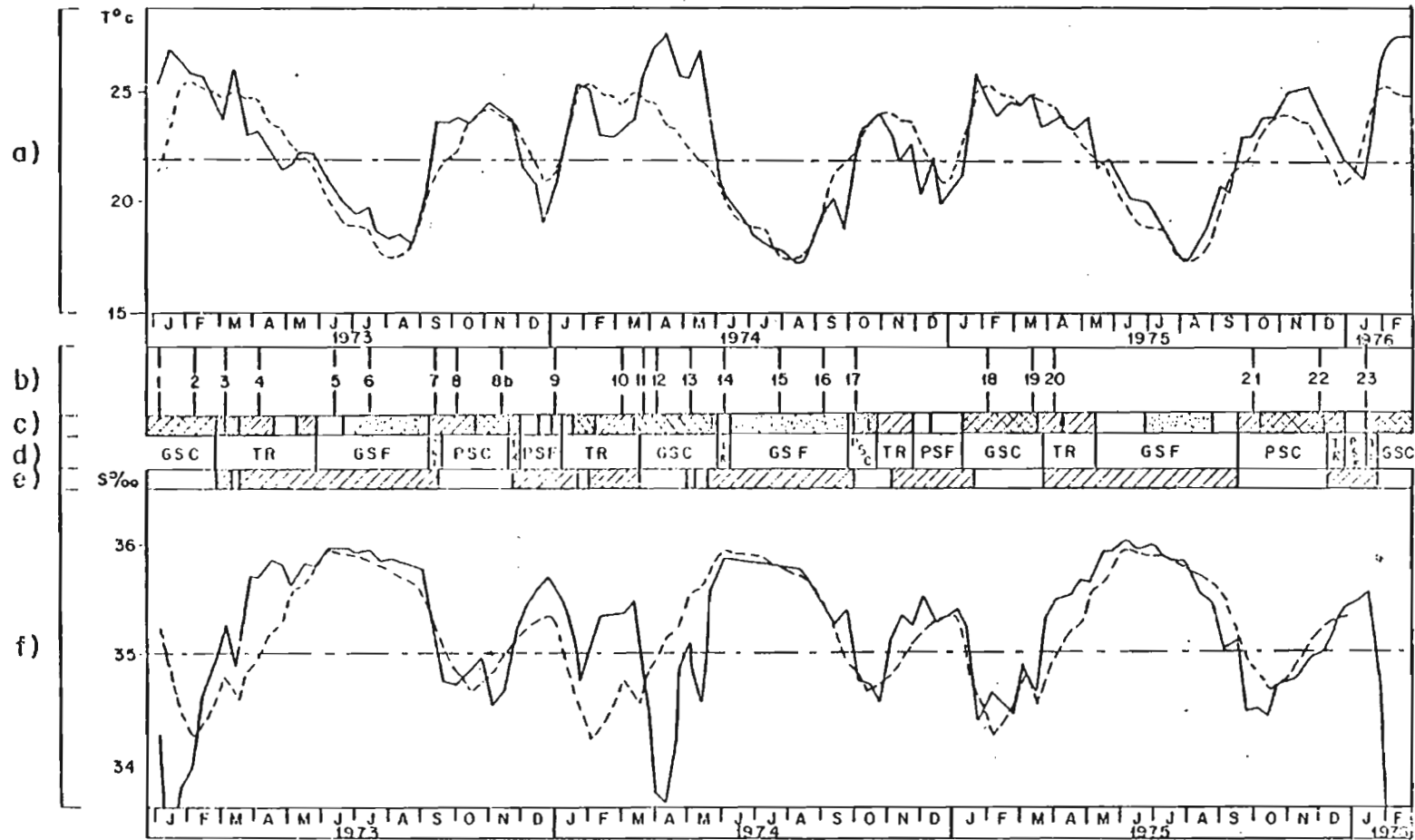
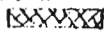
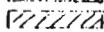


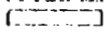
Figure 26 - Evolution de la température et de la salinité au wharf (point 1) à 15 mètres pendant les 3 années de la période de mesures le long de la radiale et comparaison avec le cycle annuel moyen (1969-1976)

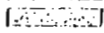
a - évolution de la température (en tireté : cycle annuel moyen)

b - position et numéros des radiales

c - périodes où $T \geq 24^{\circ}\text{C}$ 

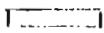
- $T \geq 22^{\circ}\text{C}$ 

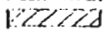
- $T < 22^{\circ}\text{C}$ 

- $T < 20^{\circ}\text{C}$ 

d - découpage saisonnier avec les valeurs limites

$T = 22^{\circ}\text{C}$, $S = 35\text{‰}$

e - périodes où $S < 35\text{‰}$ 

- $S \geq 35\text{‰}$ 

f - évolution de la salinité (en tireté : cycle annuel moyen).

3.3 - EVOLUTION SAISONNIERE A LA COTE PENDANT LA PERIODE DES MESURES SUR LA RADIALE

Les moyennes annuelles par décades pour les six années d'observations comparées aux moyennes par décades de chacune des trois années (janvier 1973 - janvier 1976) de mesures sur la radiale mettent en évidence des anomalies (fig. 26).

Cette période de trois années est plus chaude que l'année moyenne. Avec un excès de seulement + 0°15C en moyenne annuelle, l'année 1974 est la plus proche de la moyenne (tableau IV). Le découpage saisonnier de la période d'observations sur la radiale peut être présenté ainsi :

- Les trois grandes saisons chaudes observées sont courtes. La présence continue à 15 mètres des eaux "guinéennes" ($T \geq 24^{\circ}\text{C}$, $S < 35 \text{ ‰}$) ne dure au plus que 60 jours environ pour chacune des années. Ces saisons sont intenses en 1973 et surtout 1974 avec un écart saisonnier à la moyenne annuelle de + 4°60C ; cet écart est de 2°86C pour la saison, si l'on considère le cycle annuel moyen (tableau VII).

En 1973, la Grande Saison Chaude est précoce ; le milieu de la saison se place entre la fin janvier et le début de février, en 1974, au contraire, sa position est tardive au cours de la troisième décade d'avril. 1975 est pour la Grande Saison Chaude assez voisine de la moyenne sauf en durée.

- Les transitions de grandes saisons chaudes à grandes saisons froides sont très longues en 1973 et 1975.

En 1973, des eaux salées de température inférieure à 24°C apparaissent dès la première décade de mars, alors que les eaux de température inférieure à 20°C ne s'établissent au wharf que pendant la dernière décade de juin. En 1975, les eaux "guinéennes" disparaissent fin mars et les eaux salées s'établissent dès la première décade d'avril. En 1974, la transition tardive en raison du retard de la Grande Saison Chaude a lieu dans la première décade de juin, elle est de durée normale.

- La Grande Saison Froide est de toutes les saisons marines la plus stable en position et durée. Si l'on considère le critère d'établissement de BERRIT (température inférieure ou égale à 20°C à 15 mètres), les grandes saisons froides sont tardives pour les trois premières années

Tableau VII - Caractérisation de l'évolution saisonnière à la station du wharf, entre janvier 1973 et janvier 1976, en prenant pour critères les valeurs moyennes $T = 22^{\circ} C$ et $S = 35 \%$. - Les durées sont exprimées en décades - les intensités en $^{\circ} C$ pour la température et $\%$ pour la salinité.

		1973	1974	1975	Période 1969 - 1975
G	Position	1 ère déc. février	3 ème déc. avril	3 ème déc. février	3 ème déc. février
S	Durée	6	6	6	6
C	Intensité T - S	+ 3,66 - 0,92	+ 4,60 - 0,56	+ 2,84 - 0,43	+ 2,86 - 0,38
TR	Durée	9	1	5	4
	Intensité T - S	+ 0,87 + 0,57	+ 1,81 + 0,54	+ 1,81 + 0,49	+ 0,91 + 0,38
G	Position	2 ème déc. juillet	3 ème déc. juillet	2 ème déc. juillet	2e-3e déc. juillet
S	Durée	10	12	13	12
F	Intensité T - S	- 2,68 + 0,85	- 3,25 + 0,67	- 2,18 + 0,69	- 2,90 + 0,71
TR	Durée	1	0	0	1
	Intensité T - S	+ 1,7 + 0,05	- -	- -	- 0,09 - 0,08
P	Position	2 ème déc. octobre	2 ème déc. octobre	1ère déc. novembre	3ème déc. octobre
S	Durée	6	3	8	5
C	Intensité T - S	+ 2,04 - 0,25	+ 1,44 - 0,34	+ 2,27 - 0,29	+ 1,62 - 0,21
TR	Durée	1	3	2	2
	Intensité T - S	+ 1,78 + 0,14	+ 0,75 + 0,21	+ 0,67 + 0,32	+ 1,39 - 0,15
P	Position	2ème déc. décembre	3ème déc. décembre	2 ème déc. janvier	2ème déc. décembre
S	Durée	4	5	2	3
F	Intensité T - S	- 1,41 + 0,55	- 0,89 + 0,32	- 0,55 + 0,43	- 0,59 + 0,32
TR	Durée	7			
	Intensité T - S	+ 1,90 + 0,23	- -		

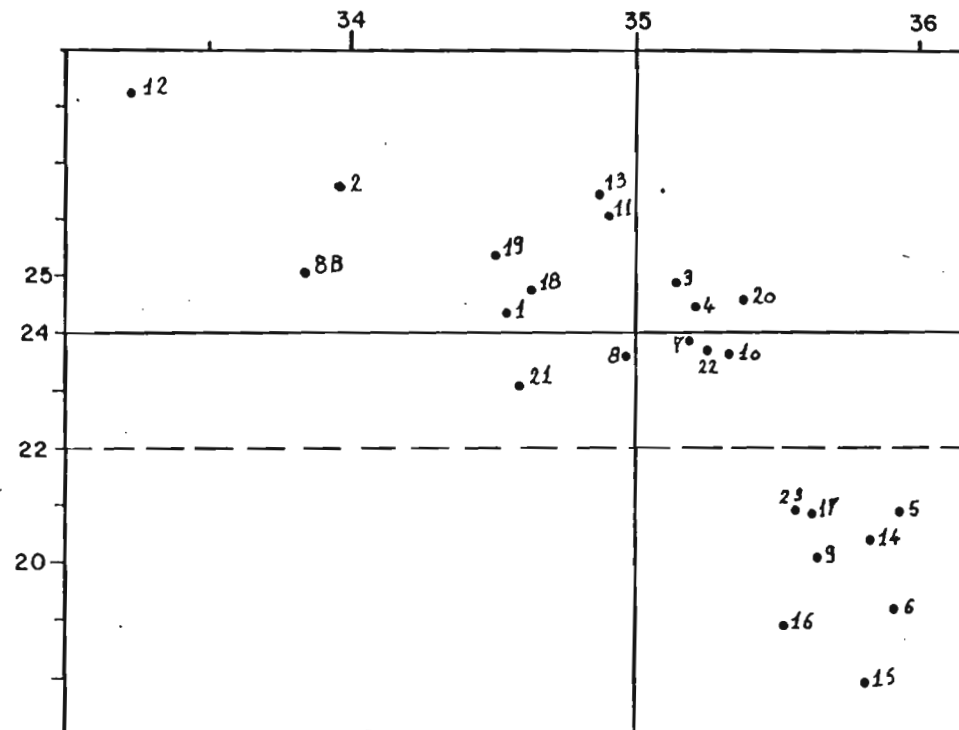


Figure 27 - Points 1-5 moyens au wharf à 15 mètres relatifs à chacune des radiales représentées par leur numéro d'ordre
Moyennes effectuées pour la durée d'observation de chaque radiale (environ 4 jours).

et excessivement courtes en 1973 et 1975.

Il semble qu'au wharf le critère d'établissement se rapproche de valeurs de la température comprises entre 21°C et 22°C. Sur notre représentation (fig. 26), nous avons choisi 22°C. La Grande Saison Froide est très intense en 1974 (- 3°26C) peu intense pour les deux autres années. On observe pour les trois années le décalage signalé précédemment entre date d'apparition du maximum de salinité et date d'apparition du minimum de température.

En moyenne les salinités sont plus élevées en 1973 et 1975, plus faibles en 1974.

- Les petites saisons sont marquées pour les trois années considérées.

La Petite Saison Chaude est intense en 1973 et 1975, moins marquée et plus courte en 1974.

La Petite Saison Froide est très intense fin 1973 - début 1974. La période qui suit la Petite Saison Froide 1973 est remarquablement anormale, elle conserve un caractère de transition jusqu'à la première décade de mars ; les eaux "guinéennes" s'établissent pendant une courte période fin janvier puis laissent la place à des eaux relativement froides $22^{\circ}\text{C} \leq T \leq 24^{\circ}\text{C}$ et salées. A cette anomalie correspond l'établissement tardif de la Grande Saison Chaude 1974.

3.4 - DISTRIBUTION SAISONNIERE DES SORTIES "R P" RELATIVEMENT A L'EVOLUTION SAISONNIERE A LA COTE

Nous avons vu (ch. II) que la couverture d'un cycle annuel, à une fréquence mensuelle, par les radiales utilisées ici, n'était pas complète ; les mois d'août et novembre n'étant pas représentés. Cependant, si l'on regroupe les radiales par saisons marines définies à la côte, on obtient au moins une radiale pour chacune de ces saisons.

La répartition temporelle des radiales relativement à l'évolution saisonnière au wharf (fig. 26) permet de les situer approximativement dans le cycle saisonnier. Afin de préciser encore cette position, les valeurs de la température et de la salinité au wharf à 15 mètres ont été moyennées pendant la durée de chacune des sorties R P. Le diagramme T - S (fig. 27)

des conditions, à 15 mètres au wharf, pendant ces sorties, donne la distribution des radiales dans chacune des saisons indiquées dans le tableau VIII.

Tableau VIII - Les numéros mis entre parenthèses indiquent que les conditions T - S moyennes observées au wharf pendant la radiale sont celles de la saison mais que relativement aux moyennes par décade elles appartiennent à une période de caractère transitoire. Rappelons que la sortie n° 8b ne comporte que deux stations.

Hydro-saisons	Numéros des Radiales Productivité	Totaux
Grande Saison Chaude	1-2-(3)-(4)-(10)-11-12-13-18-19-(20)	11
Grande Saison Froide	5-6-(14)-15-16-(17)	6
Petite Saison Chaude	(7)-8-8b-21-22	5
Petite Saison Froide	9-23	2

Sur le diagramme T - S (fig. 27), les eaux tropicales apparaissent pendant trois des sorties. En moyennes générales, mensuelles et par décades, nous avons vu qu'elles n'apparaissent pas. La durée moyenne d'une sortie R P étant de 4 jours, ceci confirme la rareté et la fugacité d'apparition au wharf d'eaux tropicales.

3.5 - CYCLES ANNUELS MOYENS DES FACTEURS NON CONSERVATIFS, OXYGENE ET PHOSPHATE MINERAL DISSOUS, A LA STATION DU WHARF

Les valeurs des teneurs en oxygène et phosphate minéral à la station du wharf ont été moyennées par décades pendant la période mars 1969 - janvier 1976 (annexe I).

Les courbes représentatives du cycle annuel de ces deux facteurs (fig. 28 et 29) montrent, principalement près du fond à l'immersion 15 mètres, un double mode analogue à celui qui caractérise les saisons marines sur les courbes du cycle annuel thermohalin.

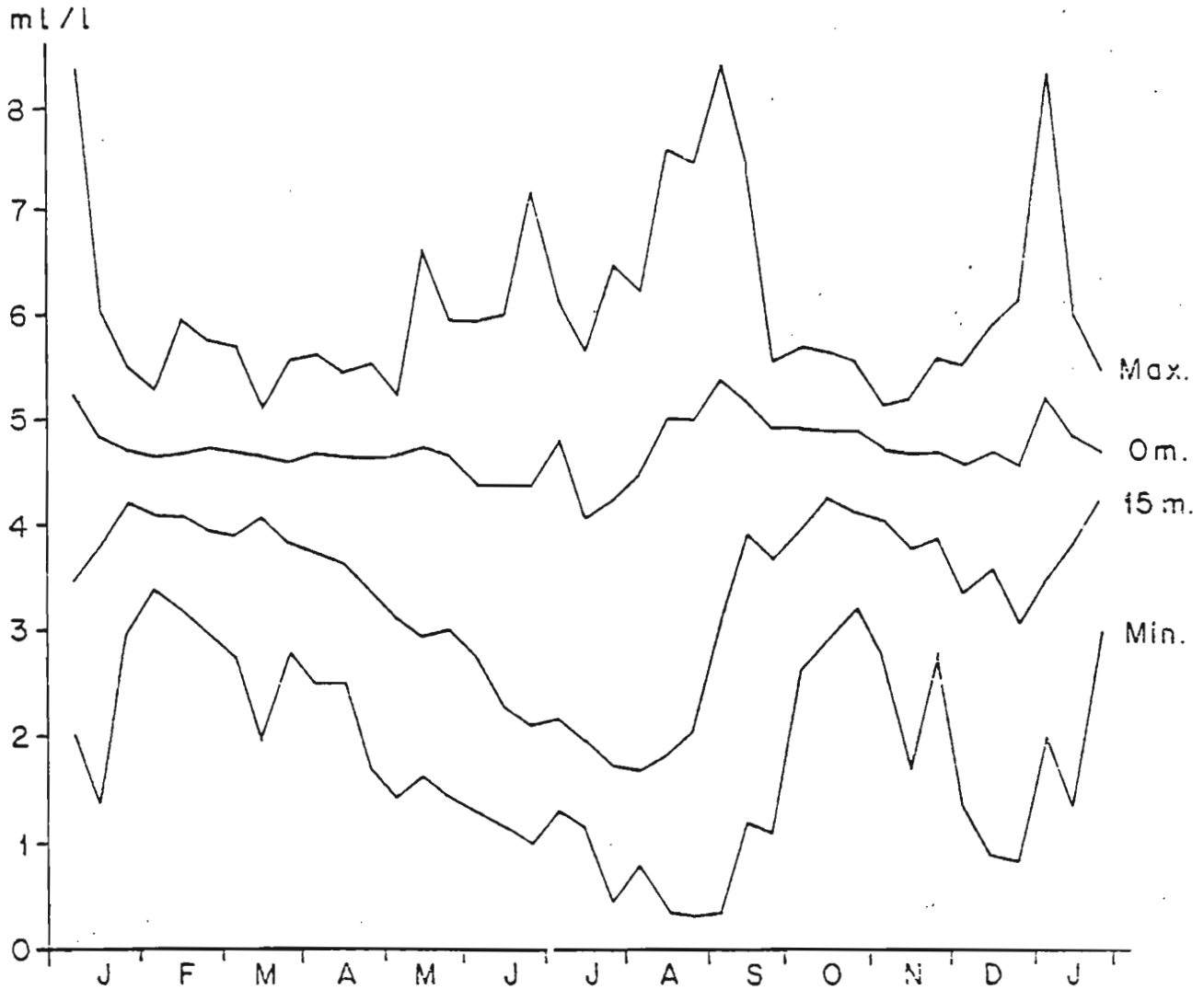


Figure 28 - Cycle annuel de l'oxygène dissous au wharf (point 1)
Même légende que pour la figure 22.

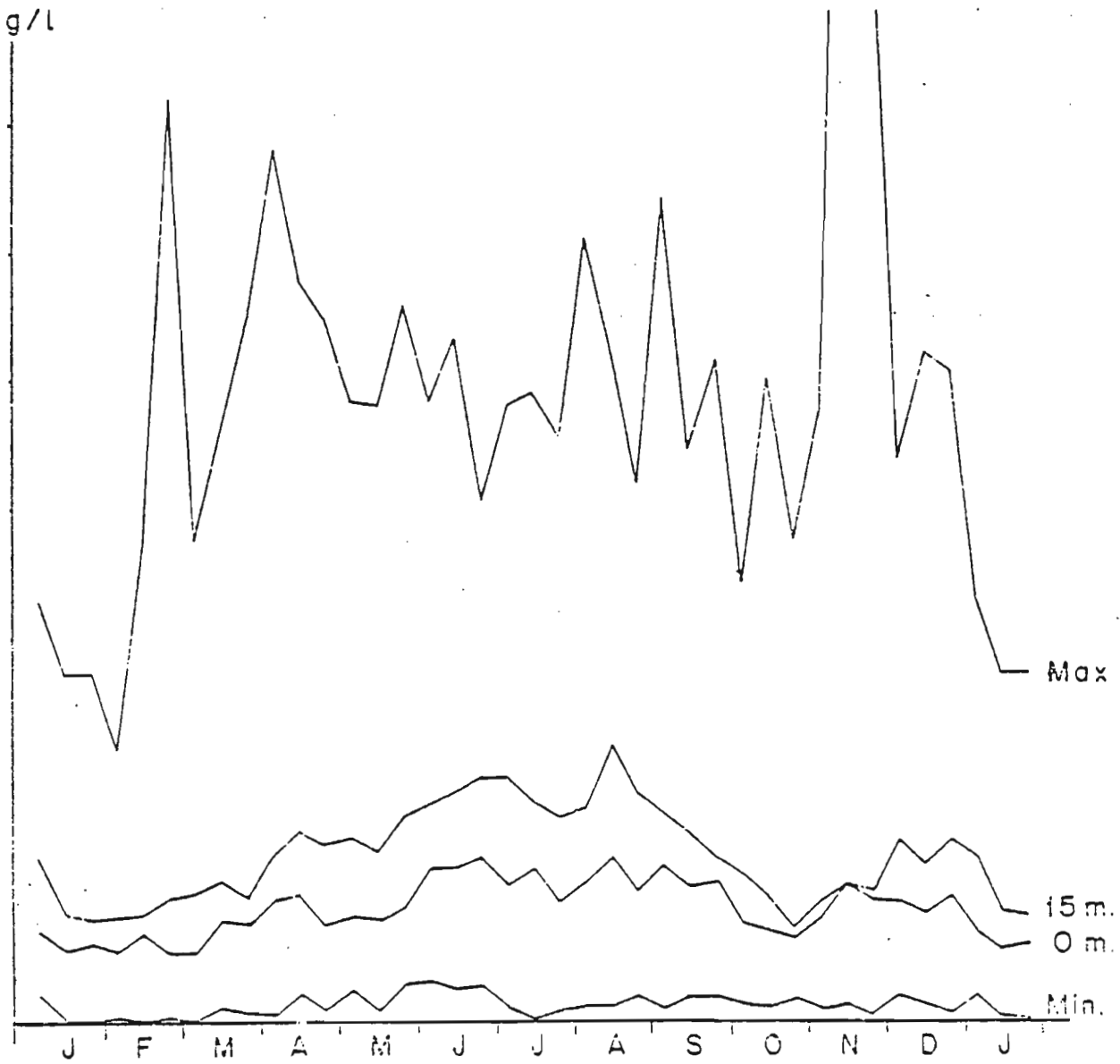


Figure 29 - Cycle annuel du phosphate minéral dissous (PO₄-P) au wharf (point 1) (même légende que pour la figure 22).

L'oxygène (fig. 28) présente deux maxima, l'un au début de Grande Saison Chaude (février), l'autre en Petite Saison Chaude (fin octobre) ; ces maxima ont des valeurs voisines, légèrement supérieures à 4 ml l^{-1} . Les deux minima qui se produisent aux saisons froides ont par contre des valeurs très différentes : en G.S.F. (début août) $1,7 \text{ ml l}^{-1}$ environ et en P.S.F. (fin décembre) environ 3 ml l^{-1} . Un autre caractère remarquable de cette évolution annuelle moyenne est l'opposition entre la décroissance relativement lente qui conduit du maximum de G.S.C. au minimum de G.S.F. et la croissance beaucoup plus abrupte qui advient en fin de G.S.F. jusqu'au maximum de P.S.C..

Les valeurs de l'oxygène en surface présentent des variations plus petites, avec une amplitude supérieure à 1 ml l^{-1} ; les deux modes caractérisant l'évolution à 15 mètres ne s'observent pas et minimum et maximum se produisent en G.S.F. (respectivement début juillet et milieu septembre). Un maximum relatif apparaît début janvier. La relative constance des valeurs de l'oxygène en surface associée à l'importance des variations à 15 mètres fait que l'oxycline est maximum au wharf en G.S.F. en août.

Le phosphate minéral (fig. 29) a un cycle annuel inversé relativement à celui de l'oxygène, à 15 mètres les minima s'observent aux saisons chaudes et les maxima aux saisons froides. A la croissance relativement lente des valeurs entre le minimum de début de G.S.C. et le maximum de début de G.S.F. s'oppose la décroissance abrupte des valeurs au maximum d'août et minimum d'octobre. La G.S.F. est caractérisée par un double maximum, l'un fin juin avec $0,9 \text{ } \mu\text{atg l}^{-1}$ environ, l'autre fin août avec $1,1 \text{ } \mu\text{atg l}^{-1}$ environ séparé en juillet par un minimum relatif ($0,8 \text{ } \mu\text{atg l}^{-1}$). Le maximum de P.S.F. ($0,7 \text{ } \mu\text{atg l}^{-1}$ environ) est plus faible que ceux de G.S.F. alors que les minima de saisons chaudes sont de valeurs égales ($0,4 \text{ } \mu\text{atg l}^{-1}$).

Les valeurs en surface montrent une évolution annuelle analogue mais atténuée en amplitude.

3.6 - RESUME

Dans ses principaux traits, le cycle annuel moyen des conditions thermohalines observées quotidiennement au wharf de Pointe-Noire pendant la période 1969-1976 apparaît peu différent de celui décrit par BERRIT 17 ans auparavant en baie de Pointe-Noire. La température et la salinité sont cependant sensiblement plus élevées pendant notre période d'observations mais ces écarts peuvent raisonnablement être imputés aux différences dans la localisation des deux points de mesures. L'importante variabilité à court terme (au pas de 1 à 10 jours) est particulièrement marquée pour la salinité en surface. De plus, les eaux dessalées ($S < 35 \text{ ‰}$) sont présentes en surface pendant chacune des 36 décades de l'année. Le découpage saisonnier de ce cycle annuel moyen, utilisant les critères définissant les catégories d'eau de surface (au sens de BERRIT), montre la succession habituelle des grandes saisons, chaudes et froides, et des petites saisons. Ces dernières sont bien caractérisées sur la courbe thermique à quatre modes (fig. 24). En G.S.F., la discrimination, en début et fin de saison, d'eaux subtropicales ayant des caractères thermohalins différents, suggère une modification, au cours de cette saison, des mécanismes océaniques qui sont à l'origine des caractères observés. Cette discrimination permet aussi de souligner la confusion introduite par la catégorie des eaux "benguéléennes" pour caractériser un phénomène pendant lequel des eaux d'origine probablement différentes se succèdent. ?

Relativement au cycle saisonnier moyen défini avec les observations du wharf, les trois années (1973-1975) pendant lesquelles se sont déroulées les sorties "Radiales Productivité" sont anormalement chaudes alors que paradoxalement les trois G.S.C. durent moins longtemps que la moyenne. Les G.S.F. étant courtes, on a observé pendant ces trois années des périodes de transition de durée anormalement longue, principalement en 1973 et 1975. Les petites saisons sont nettement marquées.



IV - CONDITIONS HYDROLOGIQUES SAISONNIERES SUR LA RADIALE

4.1 - GENERALITES

Le regroupement des sorties "R P" en fonction des saisons marines définies à la côte (cf. 3.5. tableau VIII) nous permet dans cette quatrième partie de préciser les caractères généraux des conditions hydrologiques dont les grands traits ont été présentés précédemment en 1.4..

Nous examinerons d'abord séparément les distributions saisonnières des propriétés conservatives en nous attachant particulièrement à décrire leur structure générale et les contrastes que l'on peut y observer d'une extrémité à l'autre des 370 km de la radiale. Ces contrastes zonaux, sont la manifestation des facteurs qui agissent simultanément sur les eaux troposphériques de la région :

- échanges énergétiques à l'interface superficiel : chaleur sensible et latente (évaporation), force tangentielle d'entraînement du vent, pluviosité et apports continentaux.

- mouvements advectifs et convectifs des masses d'eau de la zone d'alternance Sud.

- conditions aux limites imposées à ces mouvements par la topographie du plateau continental et du talus à l'extrémité orientale de la radiale.

L'étude de ces contrastes zonaux et de leur modulation d'une saison à l'autre constitue une extension descriptive de l'évolution saisonnière observée à la côte. Elle permet en particulier de préciser la continuité entre conditions côtières et conditions océaniques et d'apprécier l'extension spatiale des observations faites au wharf relativement aux conditions saisonnières de l'ensemble de la région congolaise.

Les coupes représentatives des champs verticaux des différentes propriétés ont été tracées d'après les valeurs moyennées par saison marine (annexe II). La signification des moyennes utilisées dépend du nombre des mesures : on avait en Grande Saison Chaude 11 mesures pour les points situés sur le plateau et le talus et 6 mesures pour les points situés au

Propriétés Saisons marines	T	S	σ_t	O ₂	P _{O4-P}
Grande Saison Chaude	5.25	1.59	2.17	1.09	0.49
Grande Saison Froide	3.82	1.02	1.28	1.43	0.40
Petite Saison Chaude	4.63	1.50	1.97	1.36	0.66
Petite Saison Froide	4.84	1.11			

Tableau IX - Valeurs absolues des gradients verticaux saisonniers (GM) moyens dans la couche troposphérique exprimées ici en unités de mesure * x 10² par mètre.

*	T	°C m ⁻¹ x 10 ²
	S	g l ⁻¹ x 10 ²
	σ_t	unité m ⁻¹ x 10 ²
	O ₂	ml l ⁻¹ m ⁻¹ x 10 ²
	P _{O4-P}	atg l ⁻¹ m ⁻¹ x 10 ²

large ; pour la Grande Saison Froide, 6 mesures sur le plateau, 4 mesures au large. Les valeurs relatives à la Petite Saison Froide, représentée par deux sorties sur le plateau et une seule sortie au large, n'ont pas été moyennées. Au point 1 (station fixe du wharf), les valeurs retenues sont les moyennes saisonnières de la séquence 1969-1976 (annexe I). Notre méthode d'analyse des structures verticales est celle décrite précédemment en 2.3.. Les valeurs saisonnières du gradient vertical moyen de référence (G.M.) sont rassemblées dans le tableau IX. Le plan vertical de la radiale est orienté positivement vers l'est et vers le bas. Pour chacune des propriétés mesurées, les coupes saisonnières sont d'abord l'objet d'une analyse descriptive. Nous avons jugé utile de publier ces descriptions un peu longues en raison des précisions qu'elles apportent et qui peuvent constituer des références pour de futures études de la région. Les résultats de ces analyses sont synthétisés à la fin de cette quatrième partie.

4.2 - TEMPERATURE

4.2.1 - Grande Saison Chaude

La distribution moyenne de la température en Grande Saison Chaude (fig. 30) montre un net éclatement de la thermocline supérieure du large vers la côte.

Les limites de la thermocline, définie par référence au gradient saisonnier moyen, G.M. ici égal à $0,0525^{\circ}\text{C m}^{-1}$ (4.1. tableau IX), coïncident approximativement avec les isothermes 28°C et 18°C .

Dans le faisceau des isolignes des valeurs comprises entre ces limites, l'isotherme 25°C conserve une immersion à peu près constante, vers 20 mètres, du point 2 au point 10. Les isothermes de valeurs supérieures remontent du large vers la côte selon des pentes relativement faibles, négatives avec nos conventions d'axes : $-0,05 \text{ m km}^{-1}$ pour 27°C . Les isothermes dont la valeur est inférieure à 25°C plongent au contraire du large vers la côte et les pentes s'accroissent avec la diminution de la température : $0,023 \text{ m km}^{-1}$ pour l'isotherme 24°C , $0,29 \text{ m km}^{-1}$ pour 18°C .

Saisons marines	Températures de surface (°C)				Immersion de l'isotherme 8°C (en m)	$\frac{T_s - 8^\circ\text{C}}{Z_\beta}$ (°Cm ⁻¹ x 10 ²)	Ecart entre gradients globaux et GM (°Cm ⁻¹ x 10 ²)
	Moyenne T _s	Minimum T _m	Maximum T _M	Gradients horizontaux (°Ckm ⁻¹ x 10 ²)			
Grande Saison Chaude	28.23	27.41	28.80	5 (pt ₉ à pt ₁)	434	4.66	- 0.59
Grande Saison Froide	22.64	21.67	23.78	9.5 (pt ₁₁ à pt ₁)	433	3.38	- 0.44
Petite Saison Chaude	25.68	24.86	26.30	0.2 (pt ₉ à pt ₁)	463	3.82	- 0.81
Petite Saison Froide	25.10	23.47	27.44	12.2 (pt ₁₀ à pt ₁)	438	3.90	- 0.94

Tableau X - Quelques valeurs moyennes caractéristiques de la distribution des températures sur l'étendue de la radiale.

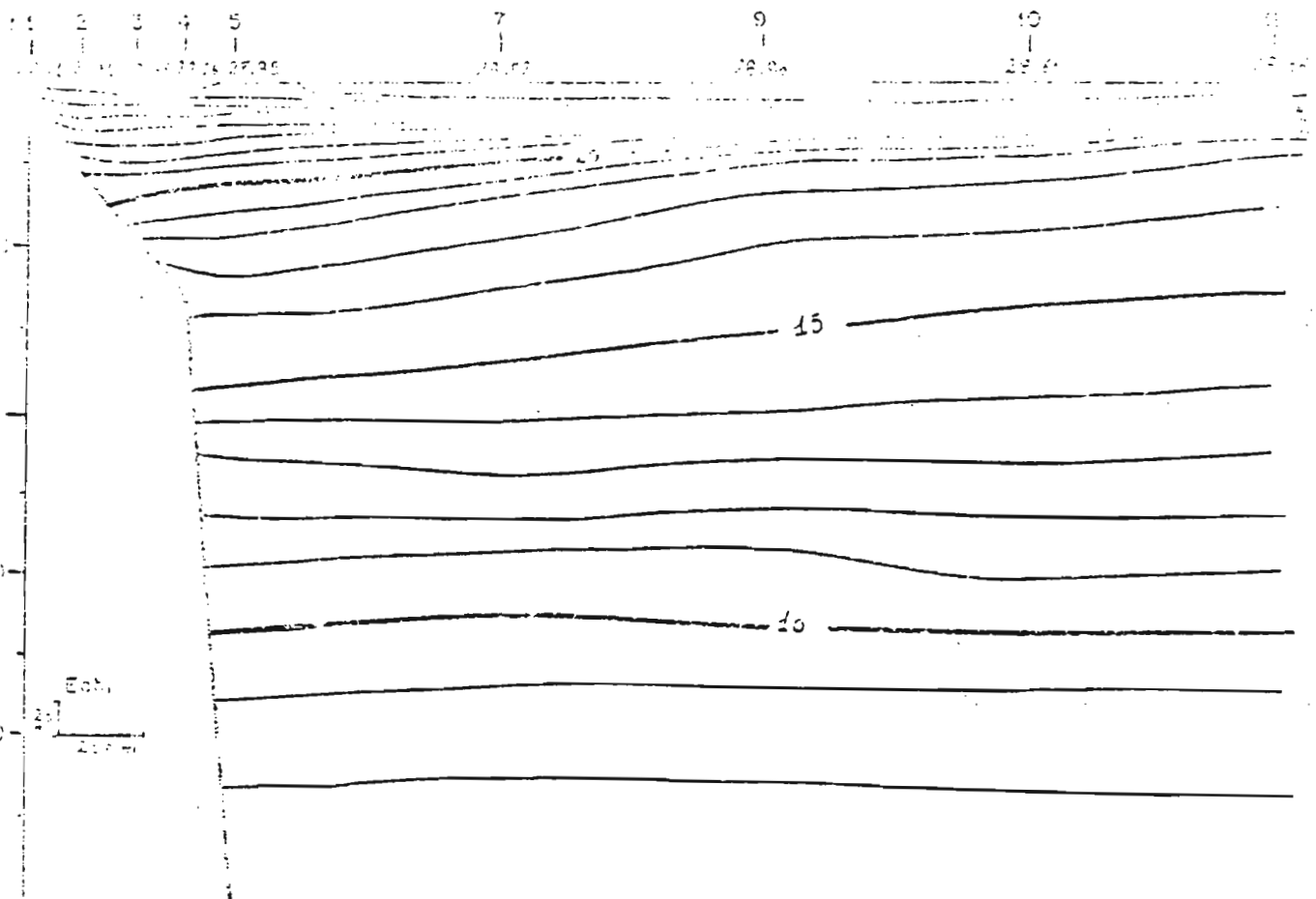


Figure 30 - Coupe moyenne des températures sur la radiale en Grande Saison Chaude
Les données figurent en Annexe II.
Isolignes de 1°C en 1°C.

En surface, cet éclatement se traduit par l'affleurement du sommet de la thermocline sur une distance d'environ 80 km depuis la côte, et un gradient horizontal, positif, de la température de surface qui décroît, en moyenne, du point 9 à la côte (de $0,005^{\circ}\text{C km}^{-1}$).

Une couche relativement homotherme ne s'observe donc qu'au large du talus. Dans cette couche peu épaisse, 12 mètres au maximum entre les points 10 et 9, la température est, en moyenne de $28,6^{\circ}\text{C}$. A partir du point 9 les températures décroissent légèrement vers le large, avec une légère remontée des isothermes de valeurs supérieures à 24°C depuis le point 10. Les gradients verticaux de la température dans cette couche superficielle sont en moyenne égaux à 0,4 fois le gradient vertical moyen saisonnier (G.M.).

En ce qui concerne la thermocline, les principaux contrastes zonaux qui résultent de son éclatement (fig. 34a) sont :

- l'augmentation de son épaisseur, de 46 mètres environ au large à 100 mètres au talus,

- la diminution de son intensité moyenne (de 5 à 2 en termes de gradients relatifs) et de celle du gradient vertical maximum (de 11 à 3,5). Vers le point 9 se situe un point de rupture de la pente des isothermes à partir duquel s'accroît vers la côte la divergence du faisceau et vers le large l'intensité du gradient maximum. Les isothermes 19°C et 24°C - 25°C limitent approximativement la couche du gradient maximum (supérieur à 1°C m^{-1}). En valeur absolue son intensité est de l'ordre de $1,20^{\circ}\text{C m}^{-1}$; $1,33^{\circ}\text{C m}^{-1}$ et $1,25^{\circ}\text{C m}^{-1}$ aux points 11, 10 et 9 respectivement, avec une épaisseur moyenne de 6 mètres et une immersion moyenne de 25 mètres,

- la remontée du large vers la côte de l'immersion du gradient maximum (de 25 mètres à la surface).

La structure de la thermocline permet de distinguer sur la longueur de la radiale, en Grande Saison Chaude, trois bandes méridiennes (parallèles à la côte) délimitées par les valeurs de l'intensité moyenne et maximale de cette thermocline (fig. 34a). Une bande côtière, large de 90 km environ coïncidant avec l'affleurement de la thermocline en surface

et une épaisseur maximale est définie par une intensité moyenne relative de la thermocline faible. Une bande intermédiaire large de 150 km correspondant aux plus grandes pentes des isothermes inférieures à 25°C est définie par une intensité moyenne relative de la thermocline croissant rapidement. Une bande océanique enfin, occupant les 130 derniers kilomètres de la radiale où la thermocline conserve une épaisseur relativement constante, est définie par une intensité relative moyenne de la thermocline passant par un maximum élevé.

Sous la thermocline, les pentes des isothermes jusqu'à 14°C sont semblables à celles observées dans la thermocline. La rupture de pente observée vers le point 9 s'atténue et la pente de l'isotherme 15°C : 0,18 m km⁻¹ est à peu près constante du point 11 du talus.

Dans la couche inférieure, les isothermes tendent à l'horizontalité (isoligne 12°C en particulier vers 260 mètres) et l'isotherme 8°C, limite formelle de la couche troposphérique, varie peu en immersion autour de 435 mètres environ.

Entre 240 et 300 mètres, un resserrement des isothermes (de 13° à 11°C) indique une seconde thermocline profonde, peu intense (0,043°C m⁻¹ au maximum, soit 0,8 en valeur relative). L'espacement vertical des mesures à ces immersions ne permet pas de la décrire en détail, son épaisseur semble être de l'ordre de 25 mètres et son intensité est maximale dans la bande intermédiaire.

4.2.2 - Grande Saison Froide

La distribution des températures en Grande Saison Froide (fig. 31) montre une structure de distribution relativement peu contrastée d'une extrémité à l'autre de la radiale (fig. 34b). L'intensité relative moyenne de la thermocline varie peu.

La thermocline supérieure affleure en surface sur une distance de 200 km depuis la côte. Au large, sa limite supérieure peut être confondue avec le tracé de l'isotherme 23°C, sa limite inférieure correspond très approximativement à l'isotherme 17°C.

La couche homotherme de surface, seulement présente au large, décroît

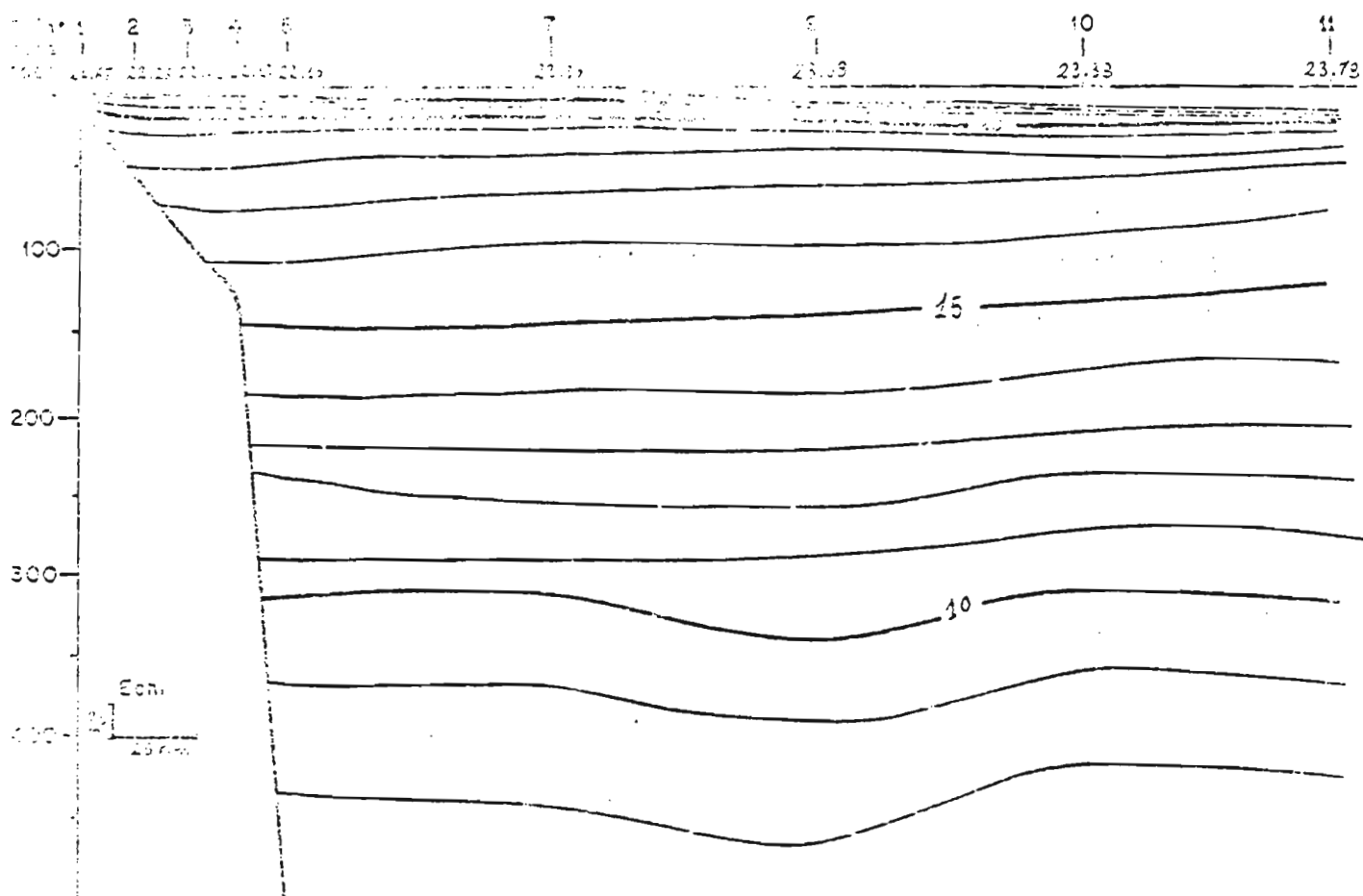


Figure 31 - Coupe moyenne des températures sur la radiale en Grande Saison Froide
Même légende que pour la figure 30.

en épaisseur, de 12 mètres au point 11 à 5 mètres au point 9. La température moyenne dans cette couche est de 23,4°C environ et le gradient vertical de température de 0,2 en valeur relative (pour G.M. = 0,038°C m⁻¹)

En surface, la température moyenne générale sur la radiale est de 22,6°C elle décroît en moyenne du large vers la côte ; le gradient horizontal est d'environ 0,009 km⁻¹ entre les points 11 et 1.

Dans la thermocline, l'isotherme 19°C conserve une immersion presque constante voisine de 23 mètres. Les isothermes de valeurs supérieures remontent du large vers la côte avec une faible pente : - 0,05 m k⁻¹ pour la valeur 22°C. Les pentes positives des isothermes inférieures à 19°C sont un peu plus importantes : 0,14 m km⁻¹ pour l'isotherme 17°C. L'éclatement de la thermocline du large vers la côte est donc peu marqué en cette saison : le contraste en épaisseur de la thermocline entre le point 11 (40 m environ) et le plateau (50 m environ) résulte plus de l'épaississement de la couche homotherme au large que de l'immersion de la limite inférieure de la thermocline qui varie sur la radiale entre 60 mètres (plateau) et 40 mètres (points 5 et 9).

Les gradients maximums restent près de la limite supérieure de la thermocline (fig. 34b). Ils se situent toujours au-dessus de l'immersion de l'isotherme 19°C. Les intensités relatives décroissent régulièrement du point 11 (4,5 intensité moyenne, 8,5 intensité maximale) au plateau (2,2 intensité moyenne et 6,5 intensité maximale). En valeurs absolues, les gradients maximums ont au large des intensités de l'ordre de 0,7°C cm⁻¹ pour une faible épaisseur (1 à 3 mètres) et une immersion moyenne de 15 mètres. Sur le plateau, ces intensités maximales sont de l'ordre de 0,250°C m⁻¹.

Dans la troposphère inférieure, les tracés des isothermes inférieures à 11°C sont irréguliers, vers le point 9 leurs immersions présentent un maximum. La seconde thermocline se situe vers l'immersion 300 mètres, elle est plus intense vers le talus (1,6 en valeur relative) pour une épaisseur de 20 mètres environ entre les isothermes 10° et 11°C.

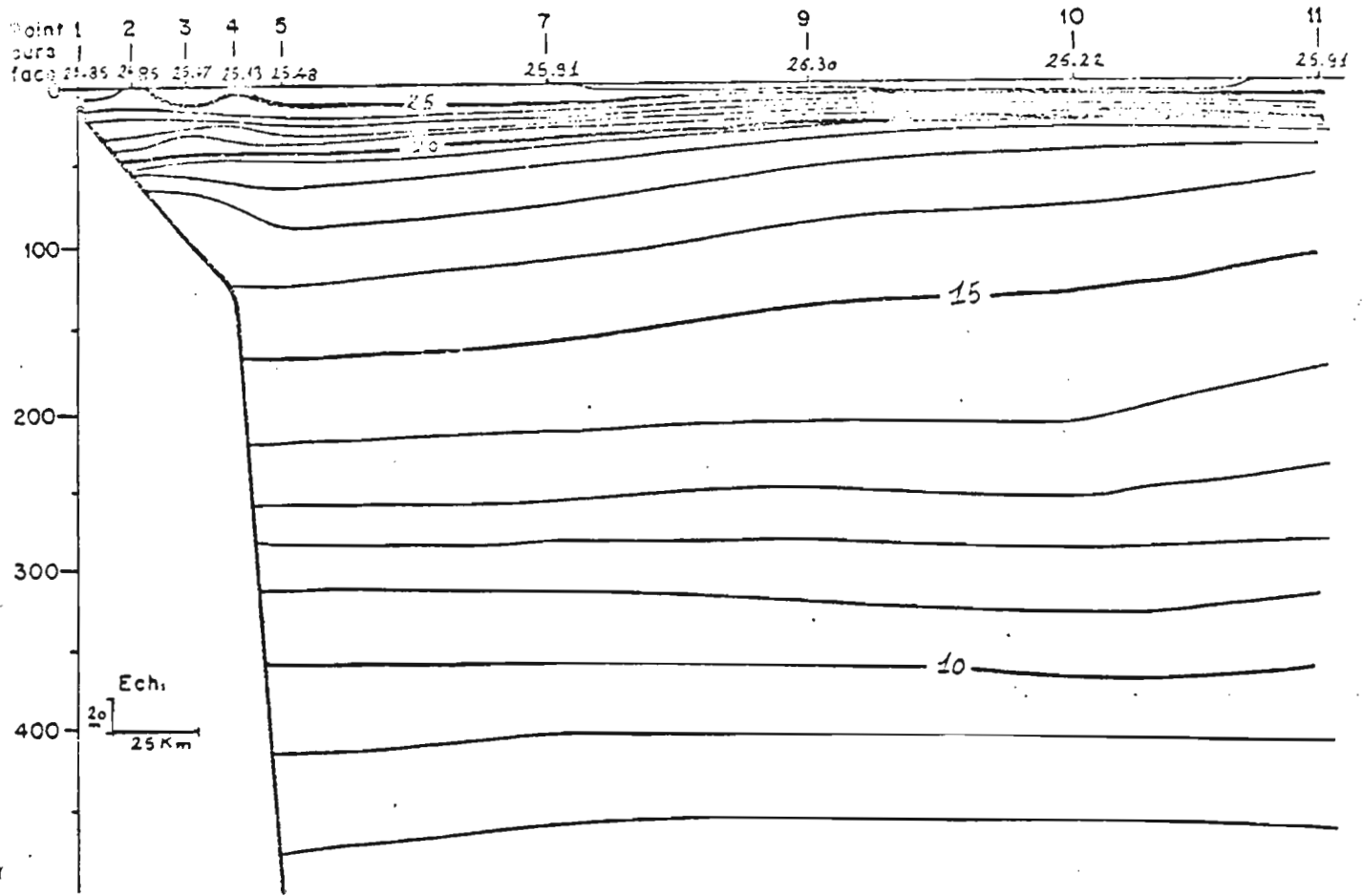


Figure 32 - Coupe moyenne des températures sur la radiale en Petite Saison Chaude
Même légende que pour la figure 30.

4.2.3 - Petite Saison Chaude

En petite Saison Chaude (fig. 32), la structure de la température est assez semblable à celle de la Grande Saison Chaude, mais avec des températures superficielles plus faibles (25,7°C en moyenne générale sur la radiale). Les principales différences avec la Grande Saison Chaude sont surtout quantitatives.

A l'exception du voisinage immédiat de la côte, la couche homotherme occupe la surface sur toute la radiale, elle est limitée inférieurement par le tracé de l'isotherme 25°C aux deux extrémités de la radiale et par 26°C aux points 9 et 10. La température moyenne dans la couche homogène superficielle est de 25,6°C environ et le gradient vertical relatif moyen de 0,4. Les températures superficielles décroissent à partir du point 9 vers la côte et vers le large.

L'éclatement de la thermocline se traduit par l'augmentation de son épaisseur, de 30 mètres au point 11 à 75 mètres environ au talus (fig. 34c) et par une diminution de l'intensité du gradient vertical moyen, de 4,6 au large à 2,7 environ à la côte, mais plus marquée encore pour l'intensité du gradient maximum, de 12 à 7 en valeurs relatives entre le point 10 et le talus.

L'immersion du gradient maximum remonte de la côte (25 m au point 3) vers le large (12 mètres environ aux points 11 à 9). Contrairement à ce que l'on observe aux grandes saisons, l'intensité du gradient maximal est de 1°C m⁻¹ environ au large.

Les isothermes dans la thermocline ont des pentes positives entre les points 10 et 5 et négatives entre les points 11 et 10.

La partition de la région congolaise en trois bandes méridiennes définie en Grande Saison Chaude, par la répartition de l'intensité du gradient relatif moyen, est également nette en Petite Saison Chaude. Les extrema de l'évolution de la courbe de l'intensité moyenne est encore plus marquée (fig. 34c).

Dans la troposphère inférieure, les isothermes jusqu'aux valeurs voisines de 14°C plongent du large vers le talus, la pente moyenne est de

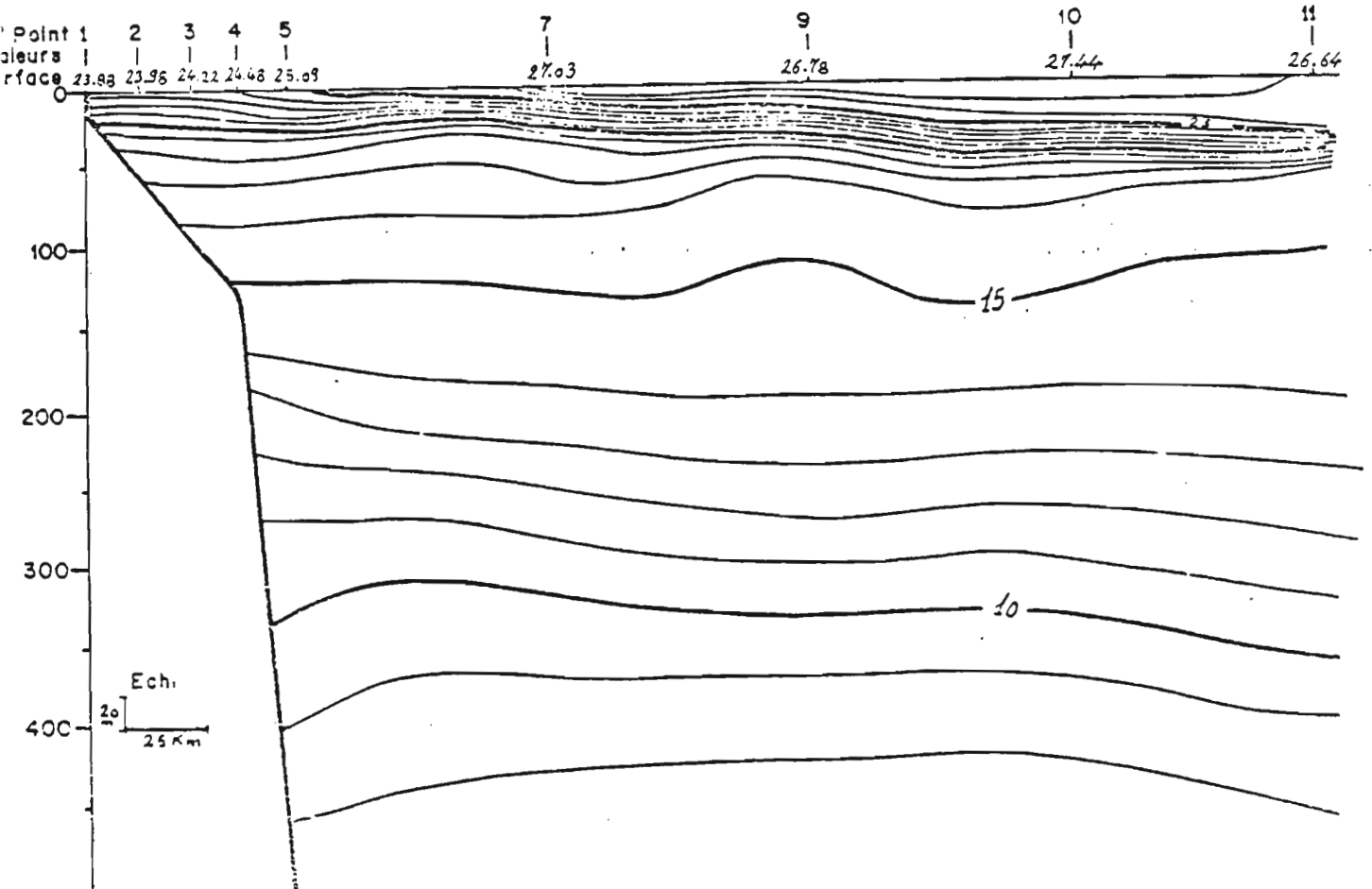


Figure 33 - Coupe des températures sur la radiale en Petite Saison Froide
Données de la sortie R P 23
Tracé automatisé G.P.C.P. / B.V.D.G.
Isolignes de 1°C en 1°C.

$0,19 \text{ m km}^{-1}$ pour l'isotherme 15°C .

La seconde thermocline apparaît vers 275 mètres environ au talus avec une faible intensité, 0,9 en valeur relative ; cette intensité diminue vers le large. Vers 290 mètres, l'isotherme 12°C demeure à peu près horizontale sur toute la radiale.

4.2.4 - Petite Saison Froide

Cette saison est représentée ici, rappelons-le, par une sortie unique. La distribution des températures (fig. 33) montre l'affleurement en surface de la thermocline sur une distance de 210 km environ depuis la côte. Les températures de surface décroissent du point 10 vers la côte avec un gradient horizontal de $0,0122^{\circ}\text{C km}^{-1}$. La moyenne, sur toute la radiale, des températures de surface est de $25,7^{\circ}\text{C}$. Au point 11, la couche homotherme atteint une épaisseur maximale de 30 mètres environ et des inversions faibles y sont observées.

Le trait le plus remarquable de cette distribution est, avec la faible éclatement de la thermocline à la côte, sa remontée générale du large vers la côte. L'évolution de l'immersion du gradient maximum depuis 40 mètres (point 11) en surface sur le plateau est à cet égard un bon indicateur (fig. 34d).

Les courbes représentant les intensités du gradient vertical relatif présentent plusieurs extréma qui ne sont peut-être pas significatifs. En valeur absolue, le gradient vertical est maximum au point 11 (environ $0,650^{\circ}\text{C m}^{-1}$).

Dans la troposphère inférieure, l'isotherme 15°C oscille en immersion autour de 120 mètres avec des écarts de ± 10 mètres. En dessous de cette immersion, les isothermes ont tendance à plonger du talus vers le large. La seconde thermocline apparaît peu marquée.

4.2.5 - Conditions thermiques générales et différences inter-saisonniers

Les descriptions précédentes montrent qu'à chacune des saisons marines définies à la côte correspond sur l'ensemble de la radiale une structure caractéristique de la stratification des températures dans couche troposphérique :

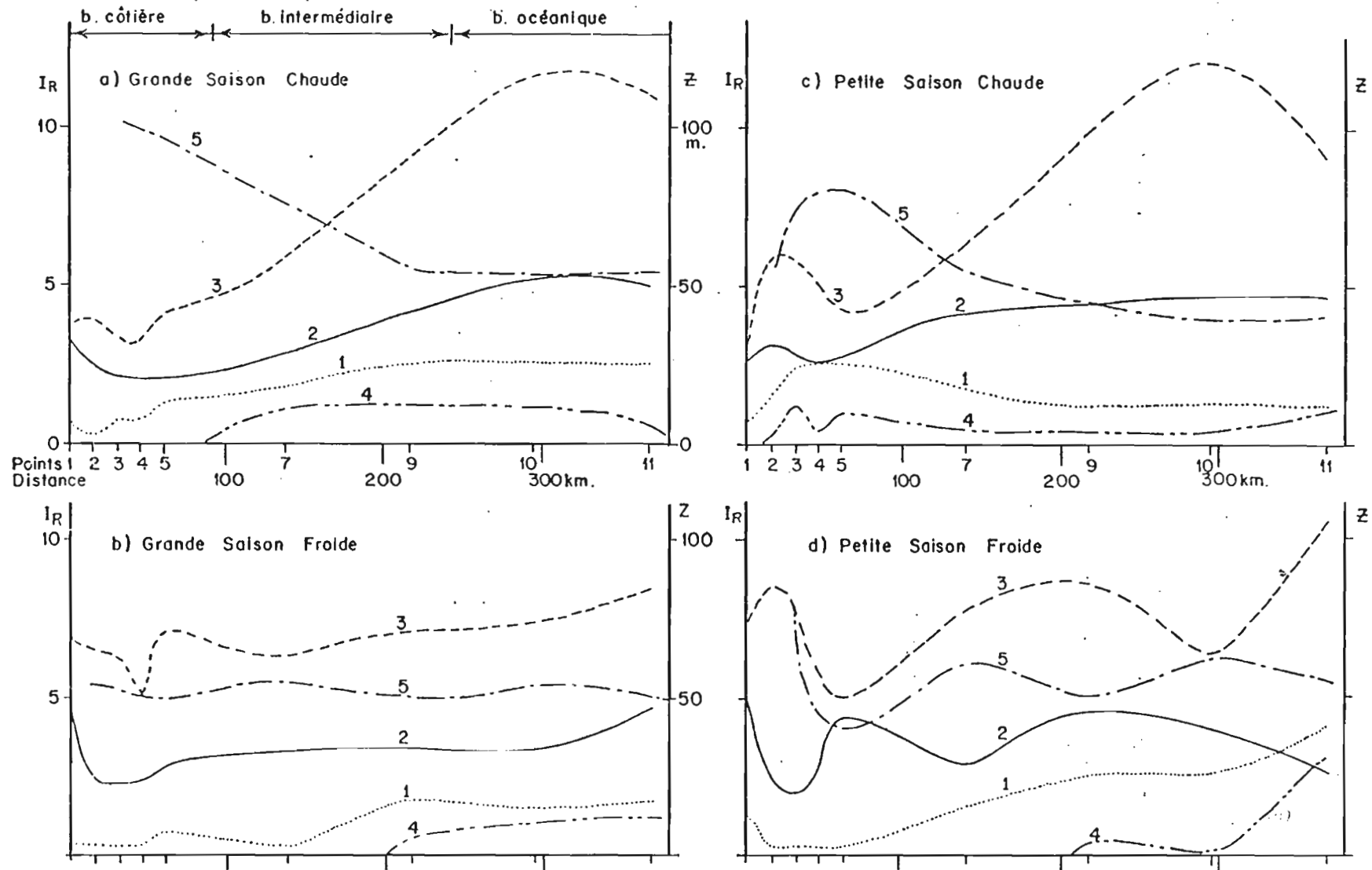


Figure 34 - Variations des caractéristiques saisonnières de la thermocline supérieure en fonction de la distance à la côte

- 1 - immersion du gradient thermique vertical maximum
- 2 - intensité relative moyenne
- 3 - intensité relative maximale
- 4 - immersion de la limite supérieure de la thermocline
- 5 - immersion de la limite inférieure de la thermocline

IR : intensités relatives (sans dimension)
 Z : immersion (mètres).

- structure à forts contrastes zonaux pendant les saisons chaudes et la Petite Saison Froide,

- structure plus homogène sur toute la radiale en Grande Saison Froide.

La considération des gradients verticaux relatifs permet de constater l'existence, en toutes saisons, d'une thermocline supérieure au sein de laquelle l'intensité maximale du gradient vertical de température est toujours importante même en Grande Saison Froide (fig. 35). Les principaux contrastes observés d'une extrémité à l'autre de la radiale sont principalement liés à cette thermocline. L'immersion de son sommet varie peu d'une saison à l'autre ; elle est située entre la surface, généralement à la côte, et une moyenne de 12 mètres. Mais en toutes saisons son affleurement en surface se traduit par une décroissance des températures superficielles du large vers la côte. La valeur des gradients horizontaux superficiels, maximale aux saisons froides, est liée à l'affleurement de la thermocline en surface sur une distance de 200 km environ depuis la côte et à la remontée générale des isothermes de la thermocline sur toute l'étendue de la radiale ; ceci est particulièrement apparent sur la coupe de P.S.F. (fig. 33). Pendant les saisons froides la couche homotherme de surface n'apparaît donc que dans la partie océanique de la radiale et les températures moyennes y sont relativement élevées ($T > 23^{\circ}\text{C}$ en G.S.F., $T > 26^{\circ}\text{C}$ en P.S.F.) avec des gradients verticaux de l'ordre de 0,2 en valeur relative.

En saisons chaudes, la décroissance vers la côte de la température superficielle qui correspond à une remontée des isothermes limitée en moyenne à la bande côtière et à la partie supérieure de la thermocline (cf. 4.2.1.) est la manifestation superficielle de la structure éclatée. En surface les gradients horizontaux sont positifs et faibles et la couche homotherme s'étend jusqu'à proximité du talus en G.S.F. et jusqu'à proximité de la côte en P.S.C. avec des gradients verticaux relatifs de l'ordre de 0,4 et des températures moyennes élevées ($T > 28^{\circ}\text{C}$ en G.S.C., $T > 26^{\circ}\text{C}$ en P.S.C.).

Le refroidissement superficiel à la côte relativement aux conditions générales de la radiale, apparaît ainsi comme un caractère permanent de

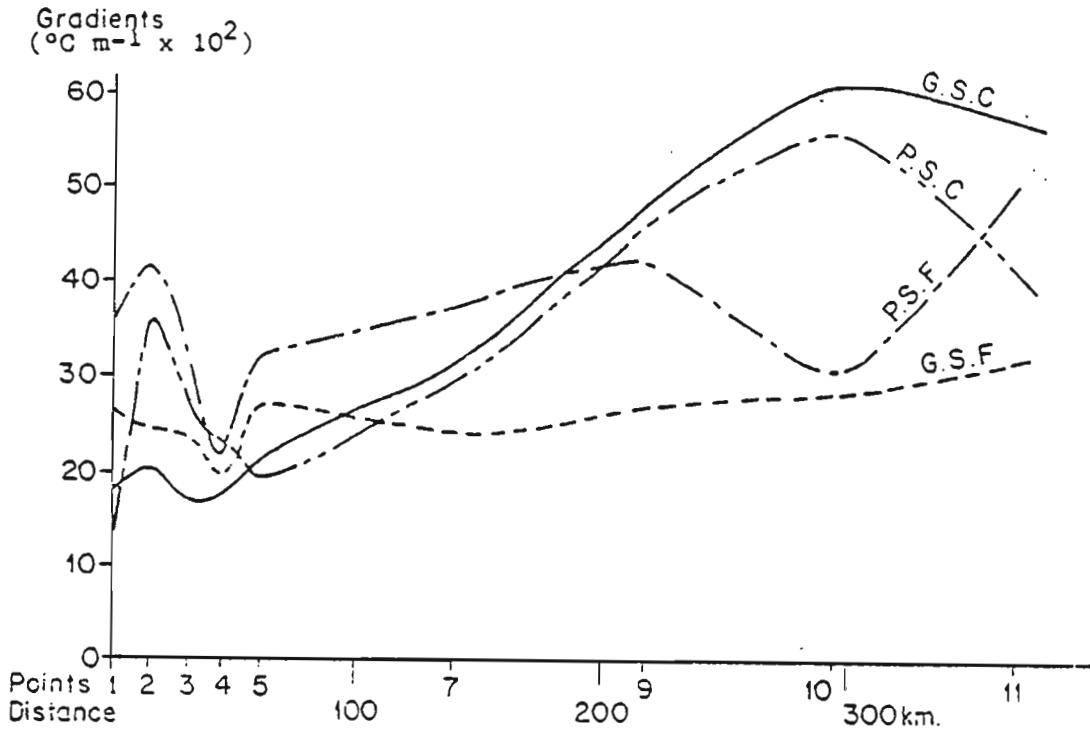


Figure 35 - Variations en fonction de la distance à la côte du gradient vertical moyen de la température dans la thermocline pour chaque saison marine.

la région congolaise et les températures moyennes superficielles saisonnières au wharf (point 1) sont moins élevées que les températures de surface moyennes de l'ensemble de la radiale.

La modulation saisonnière de ce refroidissement côtier traduit donc assez fidèlement l'évolution thermique superficielle de toute la région comme le montrent les écarts des températures de surface de saison à saison au wharf et sur l'ensemble de la radiale (talbeau XI).

Les observations faites au wharf apparaissent donc en moyenne comme un indicateur significatif de l'état thermique de l'ensemble de la région.

En plus de leurs caractère chaud ou froid, les saisons marines se distinguent relativement à la structure de la thermocline :

- une structure de saison chaude que le mot éclatement résume le mieux, avec plongée accentuée des isothermes inférieures à 25°C depuis une distance d'environ 200 km à la côte, augmentation d'épaisseur au talus (G.S.C.) ou sur le plateau (P.S.C.) et intensification du gradient vertical au large. Ce type de structure permet la distinction de trois bandes méridiennes (parallèles à la côte) caractérisées par des profils verticaux de température différents (fig. 36a).

- une structure de saison froide. Les isothermes de la thermocline du large vers la côte remontent sur l'étendue de la radiale de 40 mètres environ. Il faut remarquer ici l'atténuation de cette remontée sur la représentation moyenne de G.S.F. (fig. 31). Cette observation est à relier au caractère non homogène de cette saison - signalé en 3.2. - lequel nous reviendrons ultérieurement. Avec cette structure, les profils verticaux dans les trois bandes méridiennes (fig. 36b) montrent que les conditions côtière et intermédiaire sont peu distinctes l'une de l'autre mais que subsiste cependant un contraste zonal avec la "bande Océanique".

Du point de vue de l'intensité des gradients verticaux, que l'on peut caractériser par les valeurs absolues de leur intensité maximale mesurée entre immersions consécutives, les différences entre Grande Saison Froide et les autres saisons sont très nettes (fig. 35). En moyenne, sur toute la radiale, cette intensité maximale est deux fois moindre en Grande Saison

Tableau XI - Valeurs absolues des écarts de la température entre saisons successives exprimées en pourcentages relativement aux écarts G.S.C. - G.S.F.

Périodes auxquelles se rapportent les écarts relatifs	Wharf (Point 1)	Ensemble de la Radiale
G S C - G S F	100	100
G S F - P S C	73	54
P S C - P S F	20	9
P S F - G S C	45	36

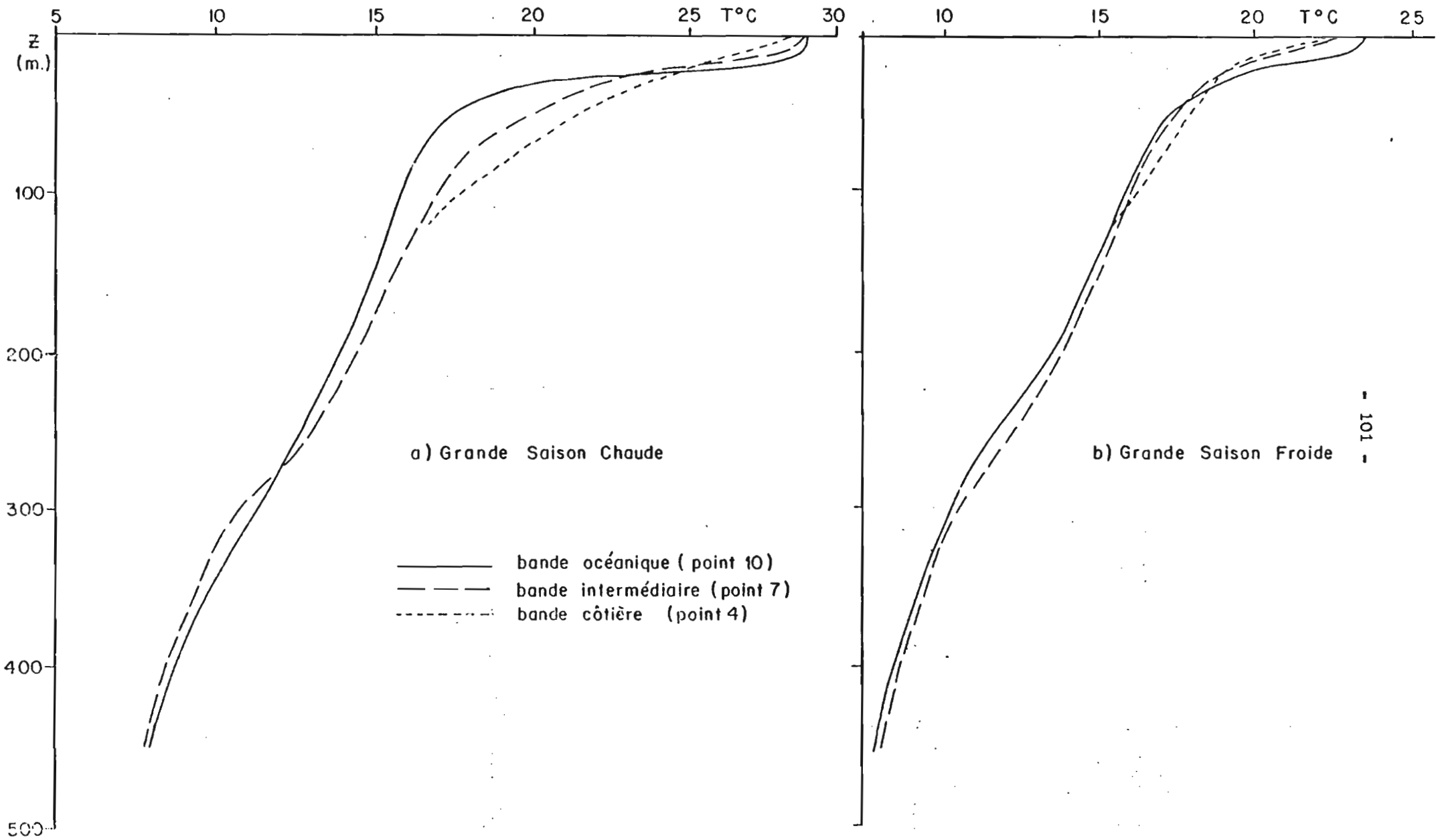


Figure 36 - Profils verticaux de la température pendant les grandes saisons dans les trois parties de la radiale
 Les données figurent en Annexe II.

Froide qu'en Grande Saison Chaude, mais si l'on considère les valeurs du gradient déduites des coupes, cette différence est en fait bien plus grande : les intensités maximales de G.S.F. ne représentent que 15 % environ des intensités les plus fortes observées en moyenne en G.S.C..

Le caractère particulier de la Petite Saison Froide qui se manifeste par une valeur moyenne élevée de la température superficielle se traduit aussi par des intensités maximales du gradient vertical comparables à celles des saisons chaudes. Dans la "bande océanique", cette saison ne se manifeste pas dans la couche superficielle des 15 premiers mètres où les températures demeurent celles d'une saison chaude. Elle n'apparaît en surface que sur le plateau avec l'émergence de l'isotherme 24°C.

Un autre trait remarquable de la variation zonale des gradients verticaux de température est que leur valeur passe par un minimum aux abords du talus en toutes saisons (fig. 35).

Dans la troposphère inférieure enfin l'immersion moyenne des isothermes varie encore d'une saison à l'autre ; mais les différences sont faibles et nous avons vu (tableau X) qu'aux environs de 440 mètres l'immersion de l'isotherme 8°C varie assez peu.

4.3 - SALINITE

La stratification (cf. 1.4.) de la salinité dans les régions équatoriales et tropicales montre généralement un maximum subsuperficiel, que l'on observe sur les coupes de distribution de salinité en moyennes saisonnières (fig. 37 à 40). Avec l'axe des profondeurs orienté positivement vers le bas, les gradients verticaux de salinité que nous avons calculés, sont donc positifs au-dessus du maximum de salinité, négatifs en dessous.

Les faibles salinités de surface dues aux apports continentaux en eaux douces (cf. 1.4.1. c et 3.1.) et la faible immersion de la couche à fortes salinités d'origine subtropicale (cf. 1.4.2.) maintiennent en toutes saisons une halocline superficielle très forte. Cette couche définie par référence aux gradients verticaux relatifs moyens saisonniers (G.M. tableau IX), a une limite inférieure qui correspond souvent au tracé de l'isohaline 35,65 ‰. Pour cette raison, nous limiterons ici généralement la couche

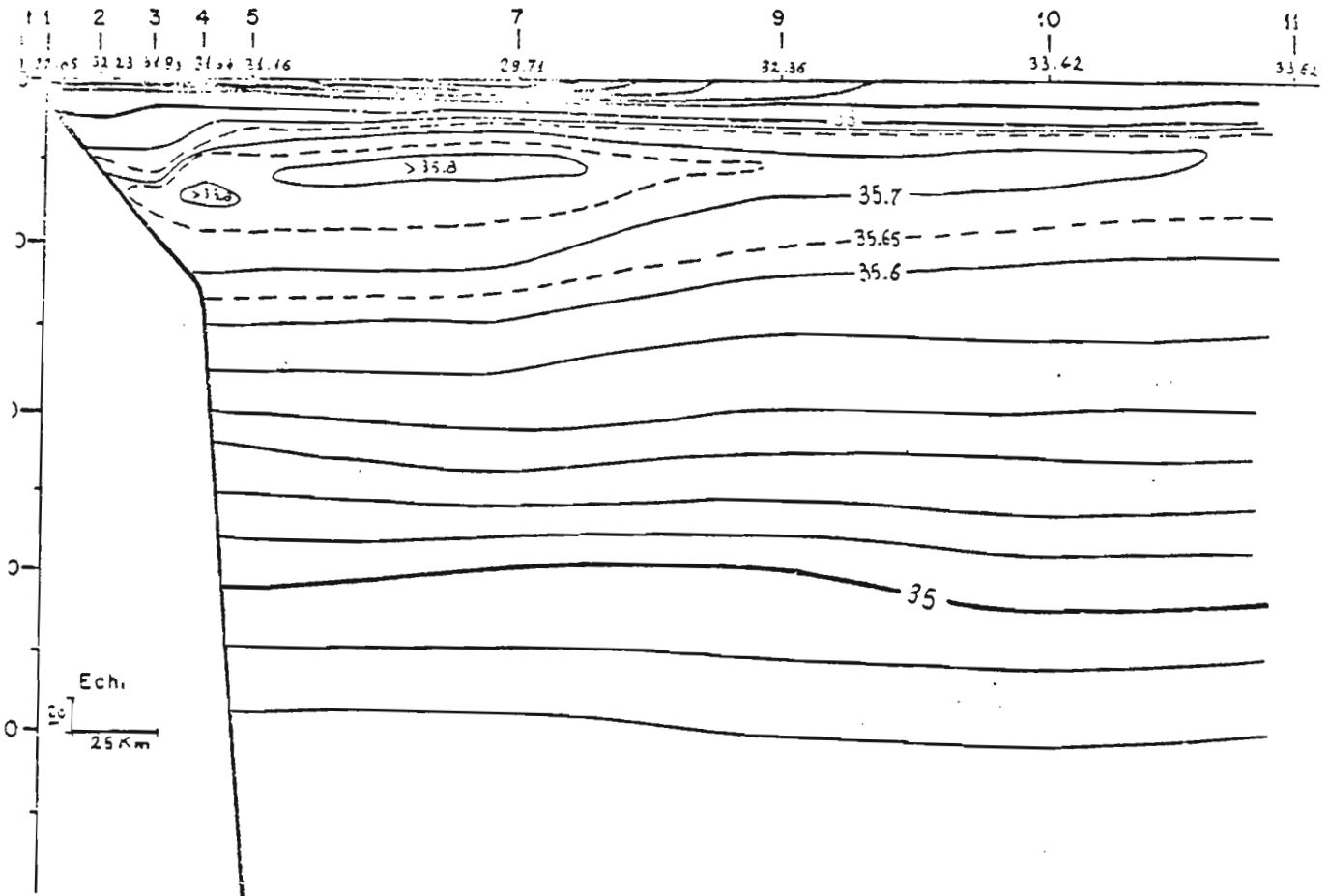


Figure 37 - Coupe moyenne des salinités sur la radiale en Grande Saison Chaude
Les données figurent en Annexe II
Isolignes de 1 en 1‰ dans la couche supérieure ($S \leq 35\text{‰}$), puis de
0.10 en 0.10‰ (en tireté valeurs de 0.5 en 0.5‰ dans la couche du
maximum de salinité).

du maximum de salinité subsuperficiel aux valeurs de $S \geq 35,65 \text{ ‰}$. Ce choix coïncide aussi avec des observations antérieures sur l'étude du maximum de salinité d'origine subtropicale dans la partie orientale du golfe de Guinée (LE FLOCH, 1970) ; remarquons encore que cette valeur est très proche de la valeur de la salinité où la relation T-S devient linéaire pour représenter l'Eau Centrale Sud Atlantique dans la région (cf. 1.4.3.).

La description de la structure générale saisonnière de la salinité le long de la radiale considérera donc trois couches :

- couche de la halocline superficielle,
- couche du maximum de salinité,
- couche de l'eau centrale.

4.3.1 - Grande Saison Chaude

En surface (fig. 37), les salinités sont, en moyenne, sur toute la radiale, inférieures à 32 ‰ . Un noyau de salinité inférieure à 30 ‰ se situe vers 150 km. Les gradients superficiels horizontaux à partir de ce noyau dessalé : $+ 0,01 \text{ ‰ km}^{-1}$ vers le large, $- 0,01 \text{ ‰ km}^{-1}$ vers la côte sont égaux en valeur absolue.

La distribution des salinités superficielles a une incidence évidente sur l'intensité de la halocline qui est maximale au point 7, où le noyau de salinité minimale superficiel est observé (fig. 41a). Les contrastes zonaux, le long de la radiale, des caractères de la halocline sont importants :

- épaisseur maximale (60 m) dans la partie côtière du plateau, décroissance jusqu'à 30 mètres au talus, puis nouvelle décroissance au large entre les points 9 et 10 jusqu'à 20 mètres.

- intensité du gradient vertical moyen décroissant depuis la côte sur le plateau, puis croissant ensuite jusqu'au point 7 pour décroître à nouveau dans la partie océanique de la radiale. Les intensités maximales du gradient vertical de salinité sont de l'ordre de $0,260 \text{ ‰ m}^{-1}$ à $0,500 \text{ ‰ m}^{-1}$, ils peuvent atteindre $0,800 \text{ ‰ m}^{-1}$ (par exemple au point 6).

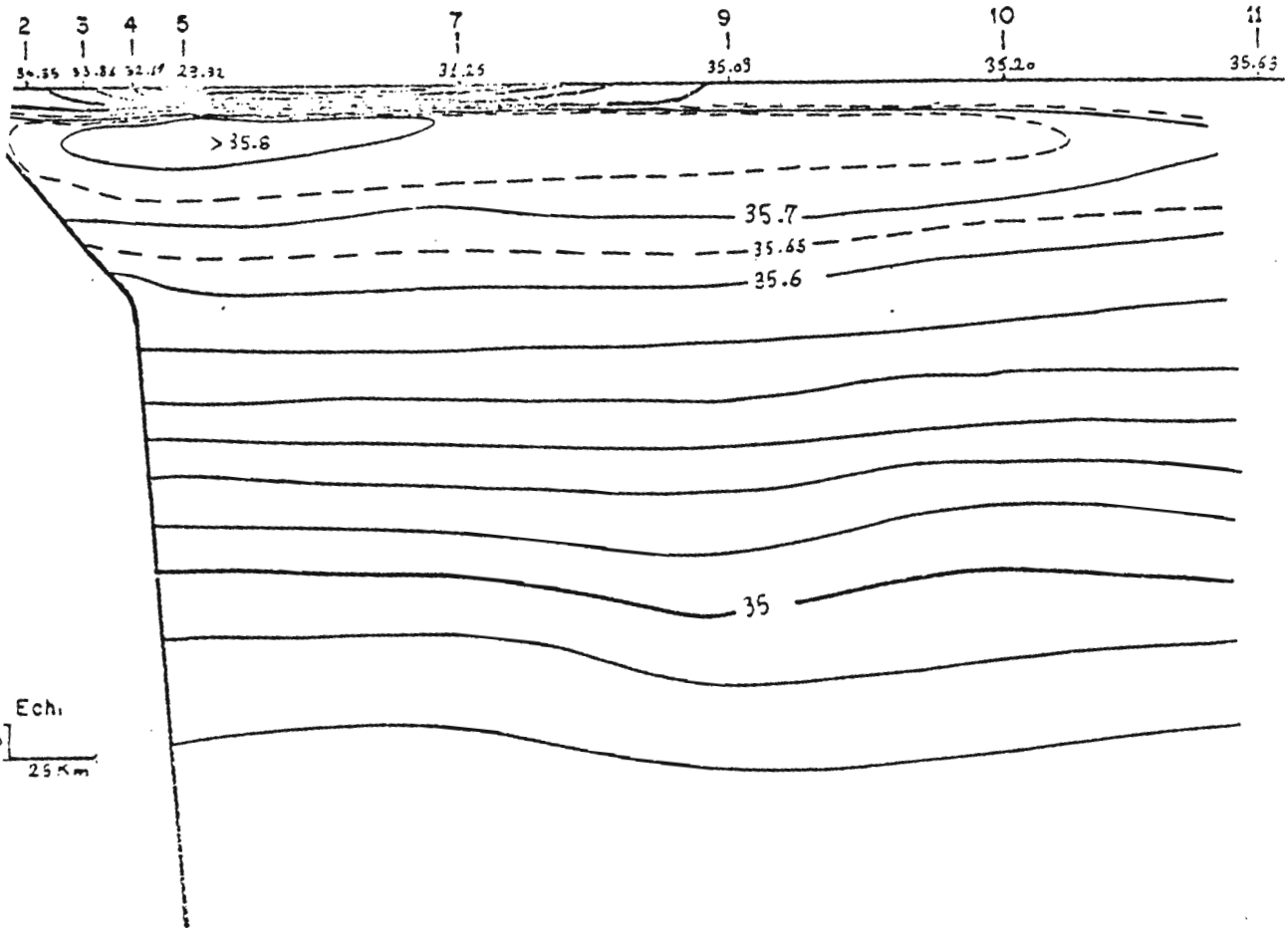


Figure 38 - Coupe moyenne des salinités sur la radiale en Grande Saison Froide
Même légende que pour la figure 37.

Dans la halocline, l'isoligne $S = 35 \text{ ‰}$ conserve sur toute la radiale une immersion variant peu ($\pm 3\text{m}$) autour de 23 mètres. Dans la partie océanique de la radiale apparaît en surface (points 10 et 11) une couche peu épaisse (5 à 10 m) où le gradient vertical est inférieur au gradient moyen saisonnier en coïncidence avec l'accroissement de la salinité superficielle jusqu'à des valeurs supérieures à $35,5 \text{ ‰}$.

La couche des salinités maximales (supérieures à $35,65 \text{ ‰}$) n'apparaît sur le plateau qu'au-delà de l'isobathe 50 mètres, son épaisseur s'accroît brutalement jusqu'au talus (figure 42a) pour décroître régulièrement ensuite vers le large. Dans cette couche, l'immersion du maximum de salinité s'accroît du large (40 m) vers le plateau (75 m) en passant par un palier à 50 mètres entre les points 10 et 7. A ce niveau, les valeurs les plus élevées ($S \geq 35,80 \text{ ‰}$) s'observent du point 7 jusqu'aux abords du plateau. L'évolution du maximum de salinité montre une décroissance rapide du point 7 vers le large. Les isohalines supérieures à $35,70 \text{ ‰}$ et $35,80 \text{ ‰}$ se ferment au large, entourant un noyau de faible épaisseur (20 m).

Dans la troposphère inférieure, les isolignes sont sensiblement horizontales avec cependant une légère pente du large vers le talus jusqu'à l'isohaline $35,4 \text{ ‰}$ vers 200 mètres. L'intensité relative du gradient vertical est de 3,5 environ, elle décroît vers le large depuis le point 7.

4.3.2 - Grande Saison Froide

En surface (fig. 38) un noyau de faible salinité ($S < 30 \text{ ‰}$) se situe environ à 60 km de la côte à l'aplomb du talus. A partir de ce noyau, les salinités croissent vers le large, avec un gradient horizontal de $0,02 \text{ ‰ km}^{-1}$ en moyenne jusqu'au point 11 ($0,04 \text{ ‰ km}^{-1}$ entre les points 7 et 9) et vers la côte avec un gradient horizontal de $-0,11 \text{ ‰ km}^{-1}$ jusqu'au point 2. En surface les salinités inférieures à 35 ‰ ne se rencontrent pas à plus de 200 km de la côte.

La halocline est présente sur toute la radiale mais son intensité qui est relativement élevée (fig. 41b) au niveau du noyau des faibles salinités de surface, décroît rapidement vers le large jusqu'au point 9 pour devenir négligeable au point 11. Son épaisseur, faible en moyenne

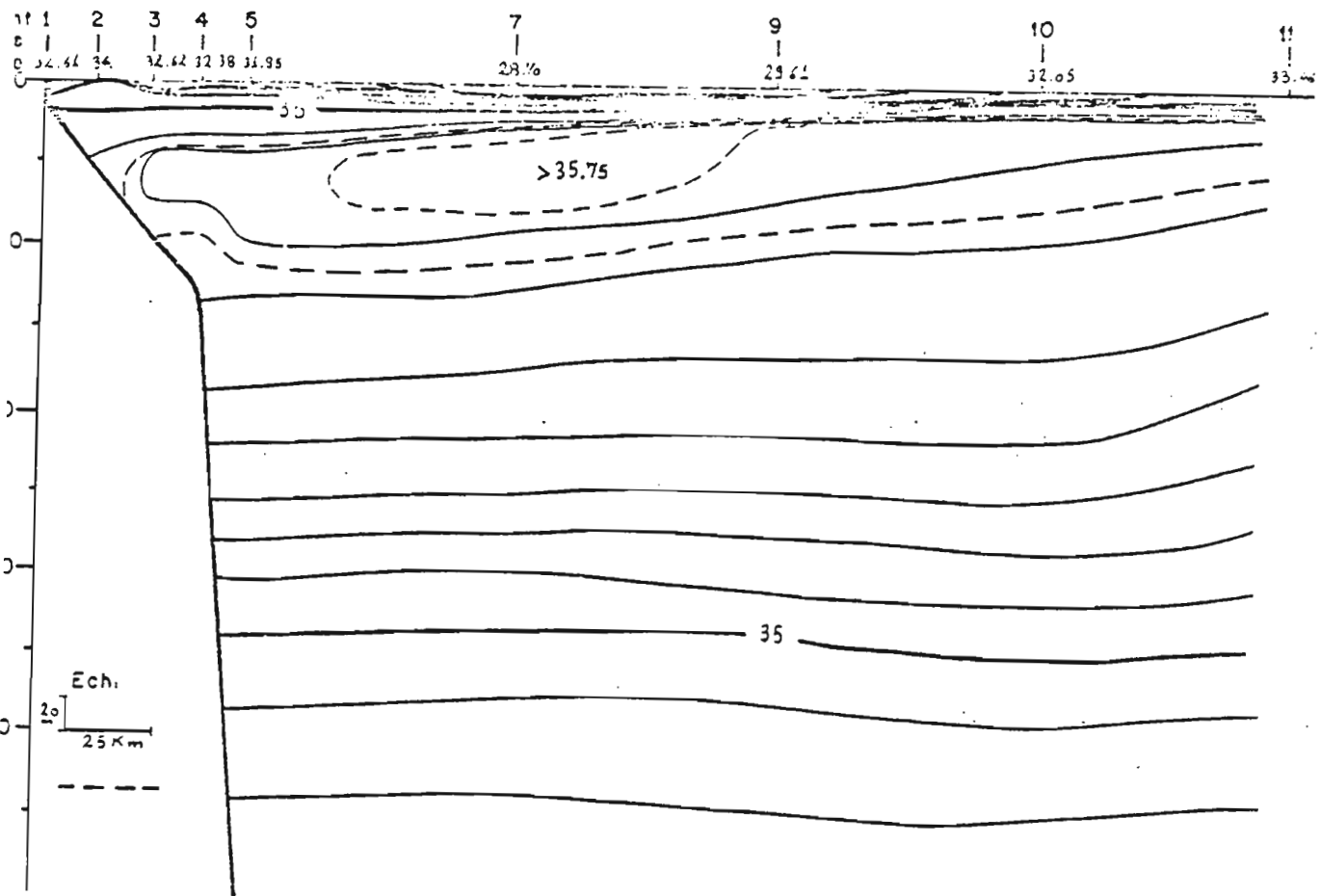


Figure 39 - Coupe moyenne des salinités sur la radiale en Petite Saison Chaude
Même légende que pour la figure 37.

(inférieur à 20 m) décroît du plateau vers le large. Dans la partie océanique (points 9 et 11), une couche superficielle presque homogène en salinité (gradient vertical relatif 0,17) augmente d'épaisseur du point 9 (5 m) au point 11 (25 m).

La couche des salinités maximales atteint la côte ; l'isohaline 35,65 ‰ est observée au wharf à l'immersion 10 mètres ; son épaisseur maximale (90 m environ) entre le talus et le point 9 décroît ensuite jusqu'à 57 m au point 11. Les isolignes limites 35,65 ‰ ont des immersions relativement constantes entre les points 12 et 10, mais amorcent un mouvement convergent dans la partie océanique de la radiale : l'isoline supérieure plonge de 14 à 25 mètres entre les points 10 et 11 tandis que l'isoline inférieure remonte de 104 à 80 mètres entre les points 9 et 11. L'immersion du maximum de salinité se situe vers 30 mètres et demeure relativement constante sur toute la radiale, avec cependant une légère remontée, jusqu'à 20 mètres, au point 7 (fig. 42b). Les valeurs élevées de la salinité ($S \geq 35,80$ ‰) occupent une nappe d'épaisseur maximum 30 mètres entre le centre du plateau et le point 7 (140 km de la côte). Les valeurs du maximum décroissent ensuite vers le large. Dans la couche, les isothermes se referment sur elles-mêmes autour de cette nappe (les isohalines $S = 35,70$ ‰ tendent à se refermer vers le large au-delà de la limite de la radiale).

Dans la troposphère inférieure, les isohalines plongent faiblement du large vers le talus jusqu'à la valeur 35,4 ‰ (vers 200 m). Au-dessous, au contraire, elles plongent de la côte vers le large, à partir d'un point situé un peu au large du talus.

4.3.3 - Petite Saison Chaude

En surface (fig. 39), les basses salinités s'observent sur toute la radiale, $S = 31,93$ ‰ en moyenne générale. Les valeurs inférieures à 30 ‰ occupent le tiers (125 km) de l'étendue de la radiale entre 115 et 120 km environ de la côte. De part et d'autre de ces faibles salinités les valeurs croissent, avec un gradient horizontal de $0,03$ ‰ km^{-1} vers le large, et de $-0,05$ ‰ km^{-1} jusqu'au point 2 (à 17 km de la côte)

où l'isohaline 34,00 ‰ affleure la surface. La halocline décroît en épaisseur du large (15 m) au plateau (40 m environ). La variation de son intensité avec la distance à la côte (fig. 41c) montre un décalage entre la valeur maximale du gradient vertical de salinité (point 9) et la valeur minimale de la salinité de surface (point 7). Ce décalage résulte de la plongée vers la côte des isohalines de valeur inférieure à 35 ‰ à partir du point 9. Sur le plateau la coïncidence entre limite inférieure de la halocline et l'isohaline 35,65 ‰ n'est pas nette. Au point 9 l'intensité maximale de la halocline vers l'immersion 10 mètres est de 0,850 ‰ m⁻¹ environ. Dans la couche des 5 premiers mètres des faibles gradients verticaux (inférieurs au gradient G.M.) sont observés sur le plateau (points 2 et 3) et dans la partie océanique (points 9 et 11).

La couche des salinités maximales (fig. 42c), épaisse en moyenne de 60 mètres, plonge dans son ensemble du large vers le talus, tandis que son épaisseur s'accroît entre les points 11 et 7 pour décroître ensuite vers le plateau. Une remontée de sa limite inférieure s'observe aux abords du talus. Dans cette couche, les valeurs du maximum de salinité sont toujours inférieures à 35,80 ‰ et ces isolignes ne se referment pas vers le large. Les plus fortes salinités ($S \geq 35,75$ ‰) s'observent à partir de 90 km de la côte environ. Cette nappe épaisse d'une quarantaine de mètres jusqu'aux environs du point 9 s'amincit jusqu'à quelques mètres vers le large ; la valeur la plus élevée ($S = 35,79$ ‰) est observée au point 11. L'immersion du maximum de salinité est voisine de 50 mètres, du plateau au point 9 ; elle diminue au large pour n'être plus que de 20 mètres.

Dans la troposphère inférieure, la plongée des isolignes du large vers le talus s'observe jusqu'à la valeur 35,4 ‰ environ ; entre les points 11 et 10 la pente est plus intense et s'observe en profondeur jusqu'à la valeur 35,2 ‰ environ. Vers l'immersion 300 mètres et près du talus les isohalines se resserrent. L'intensité du gradient vertical est de 3 environ en valeur relative. Cette intensité décroît vers le large jusqu'à une valeur de 1,7 environ. Vers l'immersion 450 mètres, l'isohaline $S = 34,8$ ‰ tend à l'horizontalité.

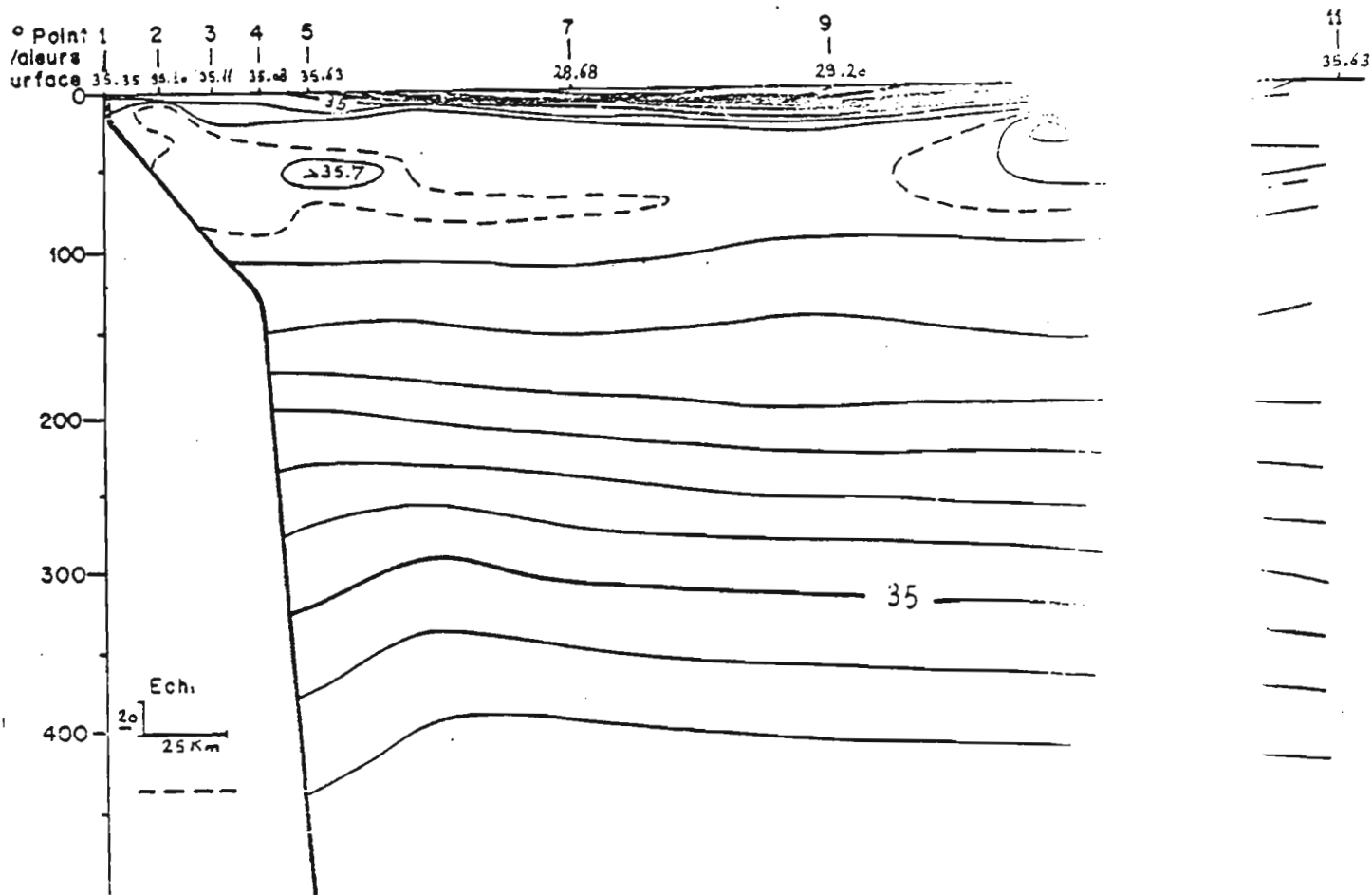


Figure 40 - Coupe des salinités sur la radiale en Petite Baie
Données de la sortie R P 23
Même légende que pour la figure 37

4.3.4 - Petite Saison Froide

En surface (fig. 40), les faibles salinités ($S < 30 \text{ ‰}$) occupent une bande entre 100 et 230 km de la côte environ. Aux extrémités de la radiale la salinité est supérieure à 35 ‰ . Les gradients horizontaux sont donc forts à partir d'un noyau où $S = 29 \text{ ‰}$ (point 7) :
- $0,07 \text{ ‰ km}^{-1}$ entre le point 7 et le point 4 et $0,03 \text{ ‰ km}^{-1}$ entre le point 10 et le point 7. La moyenne des salinités de surface est de $33,56 \text{ ‰}$ sur toute la radiale. A cette distribution correspond une évolution de la halocline dont l'épaisseur est minimale à la côte et qui disparaît complètement au large (fig. 41d). Son épaisseur est maximale entre les points 9 et 10 ; son intensité est maximale vers le point 7 et coïncide avec les plus faibles salinités de surface. Sa limite inférieure ne correspond pas au tracé de l'isohaline $35,65 \text{ ‰}$.

La couche des salinités maximales (fig. 42d) montre des valeurs relativement faibles en moyenne générale sur toute la radiale. Deux nappes où les valeurs sont supérieures à $35,65 \text{ ‰}$ apparaissent aux extrémités de la radiale ; la première au large avec des valeurs maximales supérieures à $35,7 \text{ ‰}$ à 50 mètres ; la seconde à la limite du talus et remontant vers la côte avec des valeurs supérieures à $35,70 \text{ ‰}$. On a même observé au cours de la sortie R P 23 en 1975, une valeur de $35,91 \text{ ‰}$ à 10 mètres de profondeur au point 2 donc près de la côte. Les valeurs maximales observées pendant la P.S.F. en 1974 (R P 9) sont plus faibles et ne dépassent pas $35,78 \text{ ‰}$ sur le plateau et aux abords du talus ; à la station côtière voisine (wharf), aucune valeur supérieure à $35,70 \text{ ‰}$ n'a été observée en P.S.F. pendant les 88 mois d'observation.

Dans la troposphère inférieure, les isohalines de valeurs inférieures à $35,4 \text{ ‰}$ remontent du large vers le plateau avec des pentes croissantes en fonction de l'immersion (environ $0,15 \text{ m km}^{-1}$ pour l'isohaline $34,9 \text{ ‰}$) mais aux abords du talus (point 6) une inversion importante des pentes s'observe et les lignes de valeurs inférieures à $35,1 \text{ ‰}$ plongent vers le talus ($- 1,2 \text{ m km}^{-1}$ environ, isohaline $35,9 \text{ ‰}$). Une seconde halocline peu nette semble se situer vers 250 mètres de profondeur à proximité du talus avec une intensité relative de 3,3 environ.

4.3.5 - Conditions halines générales et différences intersaisonnères

Les descriptions précédentes montrent que les différences observées dans les distributions saisonnières de la salinité se rapportent d'abord au caractère chaud ou froid des saisons, ensuite à leur durée (grande et petite saisons).

Dans la couche superficielle, y compris la halocline, les différences entre saisons, chaudes ou froides, sont principalement marquées par la salinité de surface, à travers sa moyenne et ses extrema. Aux saisons chaudes, les salinités de surface sont en moyenne inférieures à 32 ‰ et leur valeur maximale ne dépasse pas 34 ‰. Aux saisons froides, les salinités de surface sont en moyenne inférieures à 33,6 ‰ et leur valeur maximale est égale à 35,6 ‰. Un second caractère distinctif entre saisons marines est relatif à la position et à l'extension sur la radiale du noyau des faibles salinités ($S < 30$ ‰). La Grande Saison Froide se distingue des autres saisons par le peu d'extension (30 km environ) et la proximité de la côte (60 km environ) de ce noyau de très basses salinités. Pendant les autres saisons, ce noyau est centré en moyenne 100 km plus au large environ. C'est aux petites saisons que son extension est maximale (150 km en moyenne). L'intensité maximale de la halocline coïncide généralement en position avec ce noyau ; c'est ainsi qu'aux petites saisons on observe des valeurs maximales du gradient vertical de salinité $1,136$ ‰ m^{-1} (P.S.F.) et $0,848$ ‰ m^{-1} (P.S.C.) - aux grandes saisons ces intensités maximales sont de l'ordre de $0,785$ ‰ m^{-1} .

L'isohaline 35 ‰ (limite des catégories d'eaux superficielles, cf. 1.4.) appartient en toutes saisons à la halocline ; pendant les saisons chaudes elle est présente sur toute l'étendue de la radiale avec une immersion presque constante en G.S.C. vers 23 mètres ; plongeant environ de 12 à 20 mètres du large vers la côte en P.S.C.. Aux saisons froides, son immersion moyenne est moindre et elle affleure en surface, au large vers 200 km de la côte en G.S.C., au talus et au large (340 km de la côte) en P.S.F..

Ces différences dans les distributions superficielles saisonnières de la salinité sont en bonne coïncidence avec ce que nous avons précédemment indiqué à propos des régimes fluviaux de la région (cf. 1.4. et 3.1.).

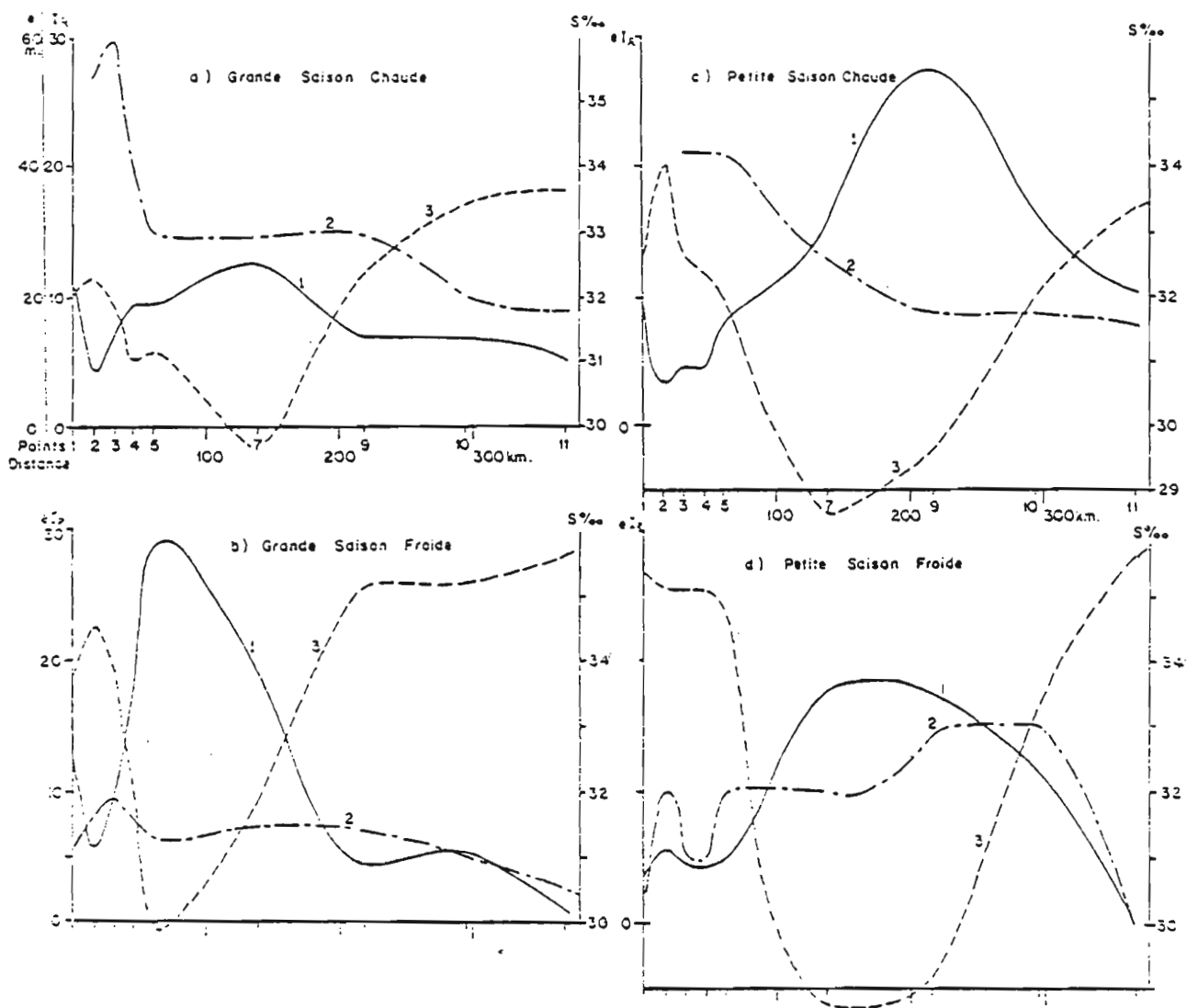


Figure 41 - Variations des caractéristiques saisonnières de la halocline supérieure et des salinités superficielles en fonction de la distance à la côte
 1 - intensité relative du gradient vertical de salinité
 2 - épaisseur de la halocline
 3 - salinité en surface

I R : intensités relatives (sans dimension)
 e : épaisseur (mètres).

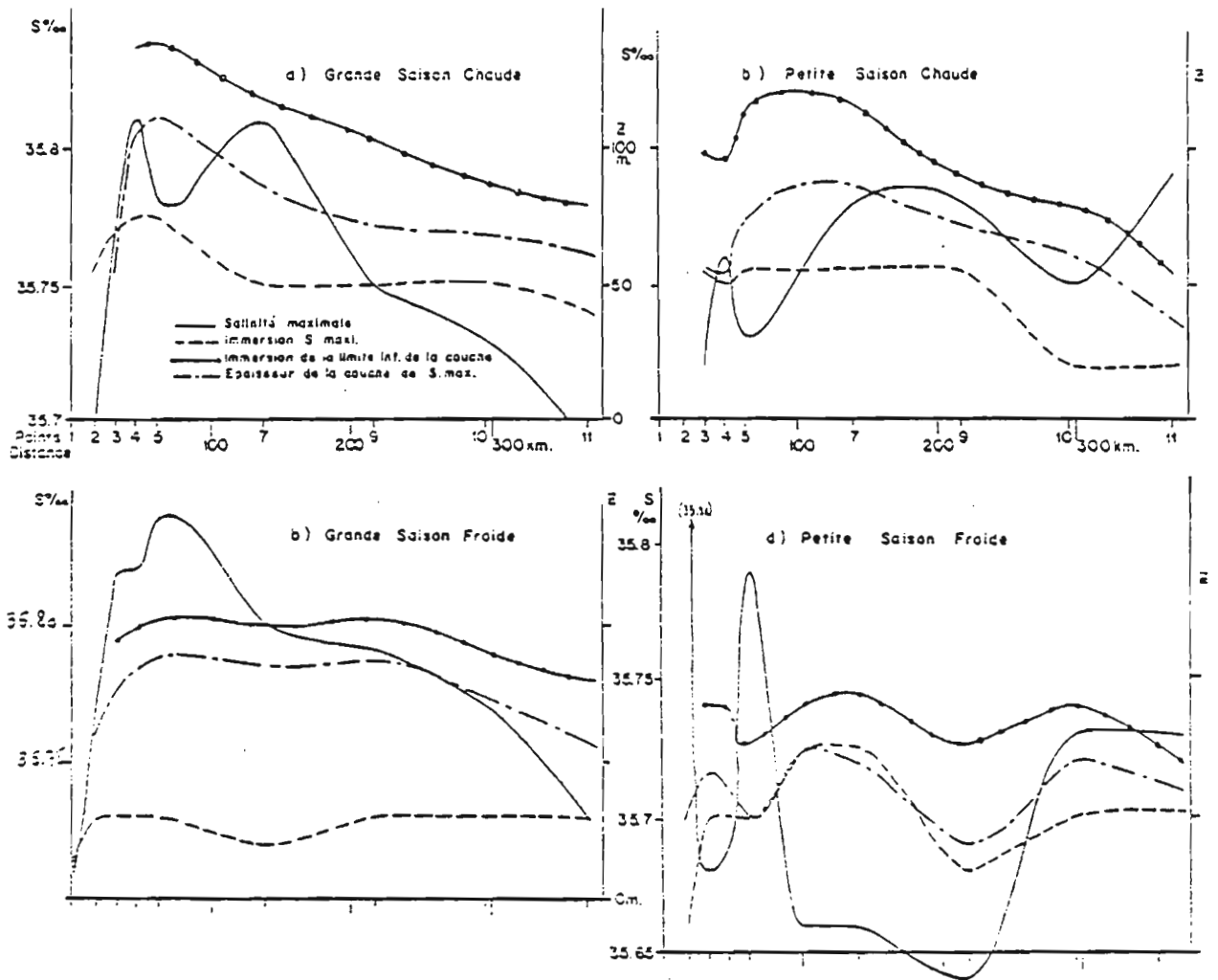


Figure 42 - Variations des caractéristiques saisonnières de la couche du maximum de salinité subsuperficiel en fonction de la distance à la côte.

Le rapprochement de la côte et la moindre extension du noyau des basses salinités en G.S.F. coïncident avec l'étiage du Congo en juillet-août, alors que l'extension et le déplacement vers le large de ce noyau aux petites saisons coïncide à la période de crue principale vers novembre-décembre. En Grande Saison Chaude, période pendant laquelle se produit la crue secondaire du Congo, la moindre extension (40 km environ) du noyau des très faibles salinités est sans doute l'indice d'une plus grande rapidité du mélange horizontal des eaux douces avec les eaux peu salées qui se répandent le long de la côte depuis la baie de Biafra (cf. 1.4.). Une approximation des vitesses relatives de ce mélange horizontal aux différentes saisons peut être fournie par la considération des gradients horizontaux de la salinité de part et d'autre du noyau des faibles salinités : aux saisons chaudes, ces gradients horizontaux sont de trois à cinq fois plus faibles qu'aux saisons froides, ce qui indiquerait un mélange horizontal plus important.

La couche du maximum de salinité subsuperficiel présente entre saisons chaudes et saisons froides trois différences principales :

- différences d'immersion de sa limite supérieure, que nous confondons, rappelons-le, avec le tracé de l'isohaline 35,65 ‰. Aux saisons chaudes cette limite se trouve en moyenne vers la profondeur 30-40 mètres et aux saisons froides vers 18 mètres.

- les saisons chaudes montrent une plongée générale de cette couche du maximum de salinité du large jusqu'au talus et au plateau. Aux saisons froides on observe au contraire le phénomène inverse : remontée de la couche du large vers la côte.

- le noyau des plus fortes salinités ($S \geq 35,80$ ‰) présent en G.S.C. et G.S.F. varie en immersion, en dimensions entre ces deux saisons ; en immersion, il est situé au-dessus de 50 mètres en G.S.F. et légèrement au-dessous en G.S.C. ; en dimensions, il est plus important en G.S.F. et occupe plus de la moitié du plateau continental alors qu'en G.S.C. il se termine pratiquement au talus.

L'absence du noyau où $S \geq 35,80$ ‰ pendant les P.S.C. et P.S.F. constitue la principale différence entre grandes et petites saisons. La

remontée de la couche du maximum de salinité du large vers la côte est particulièrement nette en cette saison en Petite Saison Froide.

Dans la troposphère inférieure on constate en moyenne des différences d'immersion des isohalines. Ainsi, l'isohaline 35 ‰, qui est située à l'immersion 300 mètres environ aux saisons froides, est observée à 320 mètres environ en G.S.C. et 350 mètres en P.S.C.. La seconde halocline observée entre 200 et 300 mètres de profondeur est sensiblement plus intense pendant les saisons chaudes.

4.4 - DENSITE

Alors qu'en milieu océanique les variations de la densité dépendent principalement de celles de la température, les faibles salinités observées sur la radiale impliquent une forte influence de la salinité sur la densité dans la couche superficielle des 30 premiers mètres (fig. 43 à 46). Sous cette couche, l'influence thermique redevient prépondérante et les contrastes zonaux observés dans les première et seconde pycnoclines sont semblables à ceux observés dans les thermoclines (cf. 4.2.5.).

4.4.1 - En surface

Les faibles valeurs de la densité ($\sigma_t \leq 20,0$) coïncident, en toutes saisons, en position et en extension zonale avec les noyaux des basses salinités ($S < 30$ ‰) décrits en 4.3.. Même en Grande Saison Froide (fig. 44), où les densités de surface à la côte et au large ont des valeurs voisines ($\sigma_t \geq 24,0$) de celles observées en moyenne annuelle vers 15° Sud (MERLE, 1977a), le noyau des faibles salinités présent à la limite du talus (points 5 à 7) induit des faibles densités ($t = 20,37$) bien que la température soit relativement basse ($T = 22,1^\circ\text{C}$).

Les gradients horizontaux de σ_t varient le long de la radiale comme ceux de la salinité avec des valeurs absolues croissantes vers la côte et vers le large depuis les noyaux de faibles salinités et densités.

Considérées en valeurs moyennes saisonnières sur toute la radiale, les valeurs de la densité (tableau XII) ont une évolution annuelle semblable à celle des salinités. Les plus faibles valeurs sont observées

Saisons marines \ Sigma t	Maximum	Minimum	Moyenne
Grande Saison Chaude	20.06	18.28	21.19
Grande Saison Froide	23.03	20.37	24.19
Petite Saison Chaude	20.84	18.35	21.92
Petite Saison Froide	21.80	17.99	23.96

Tableau XII - Valeurs moyennes saisonnières de la densité (Sigma t) sur la radiale.

Figure :

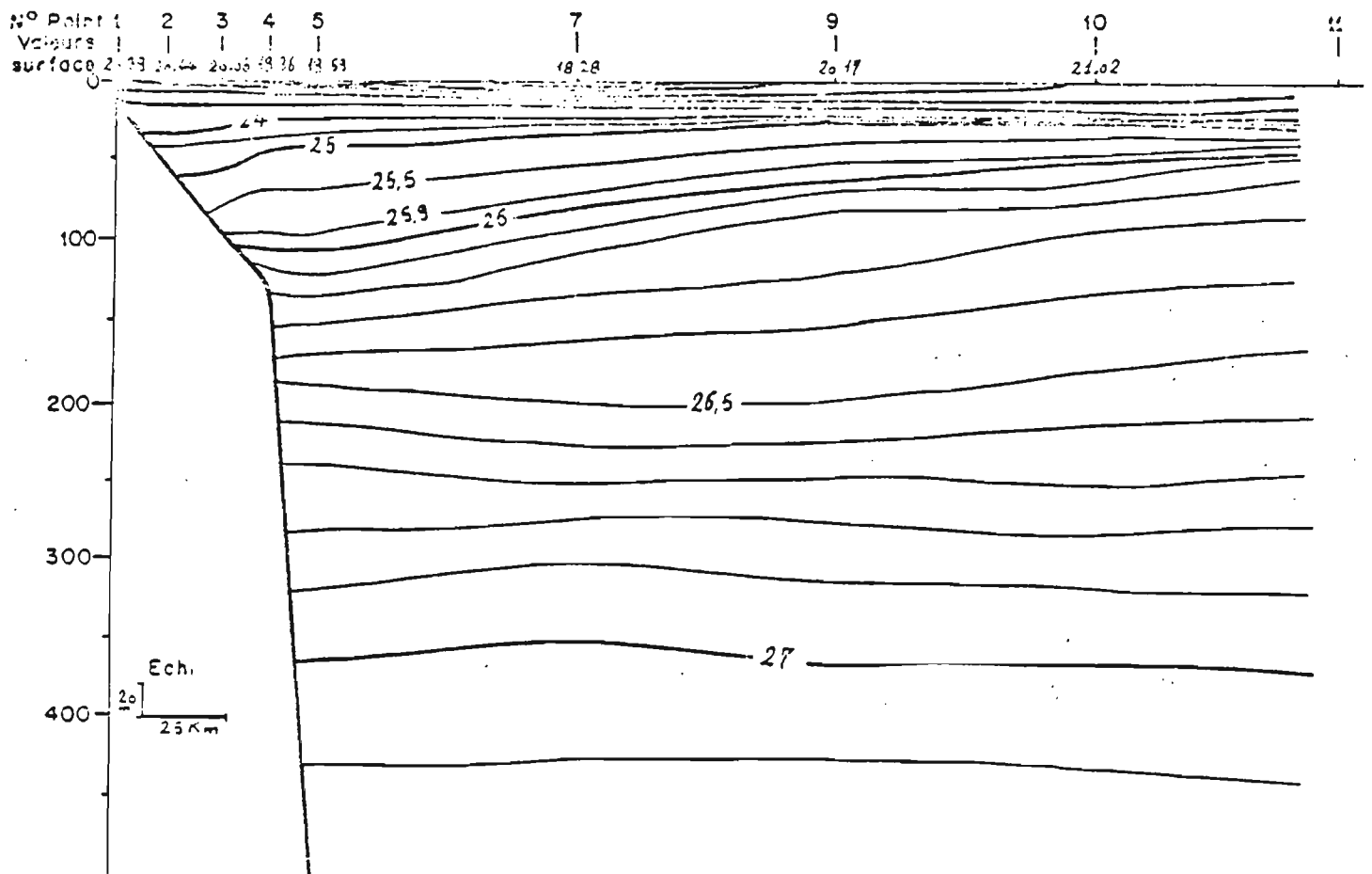


Figure 43 - Coupe des densités moyennes (σ_t) en Grande Saison Chaude
 Les données figurent en Annexe II
 Isolignes de 1.00 en 1.00 dans la couche supérieure ($\sigma_t \leq 25.00$) puis
 de 0.1 en 0.1 ensuite ($\sigma_t \geq 26.00$).

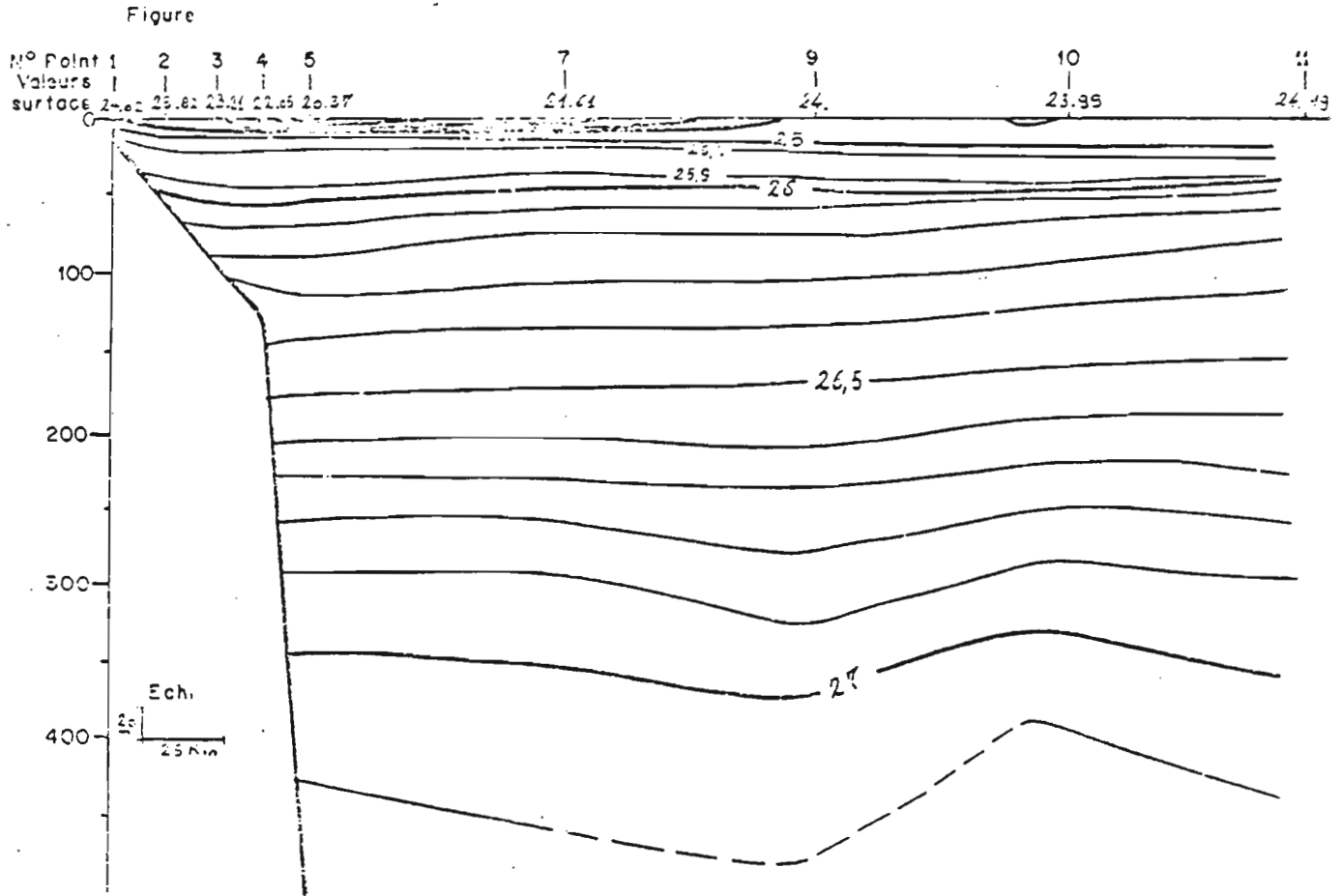


Figure 44 - Coupe des densités moyennes (σ_t) en Grande Saison Froide
Même légende que pour la figure 43.

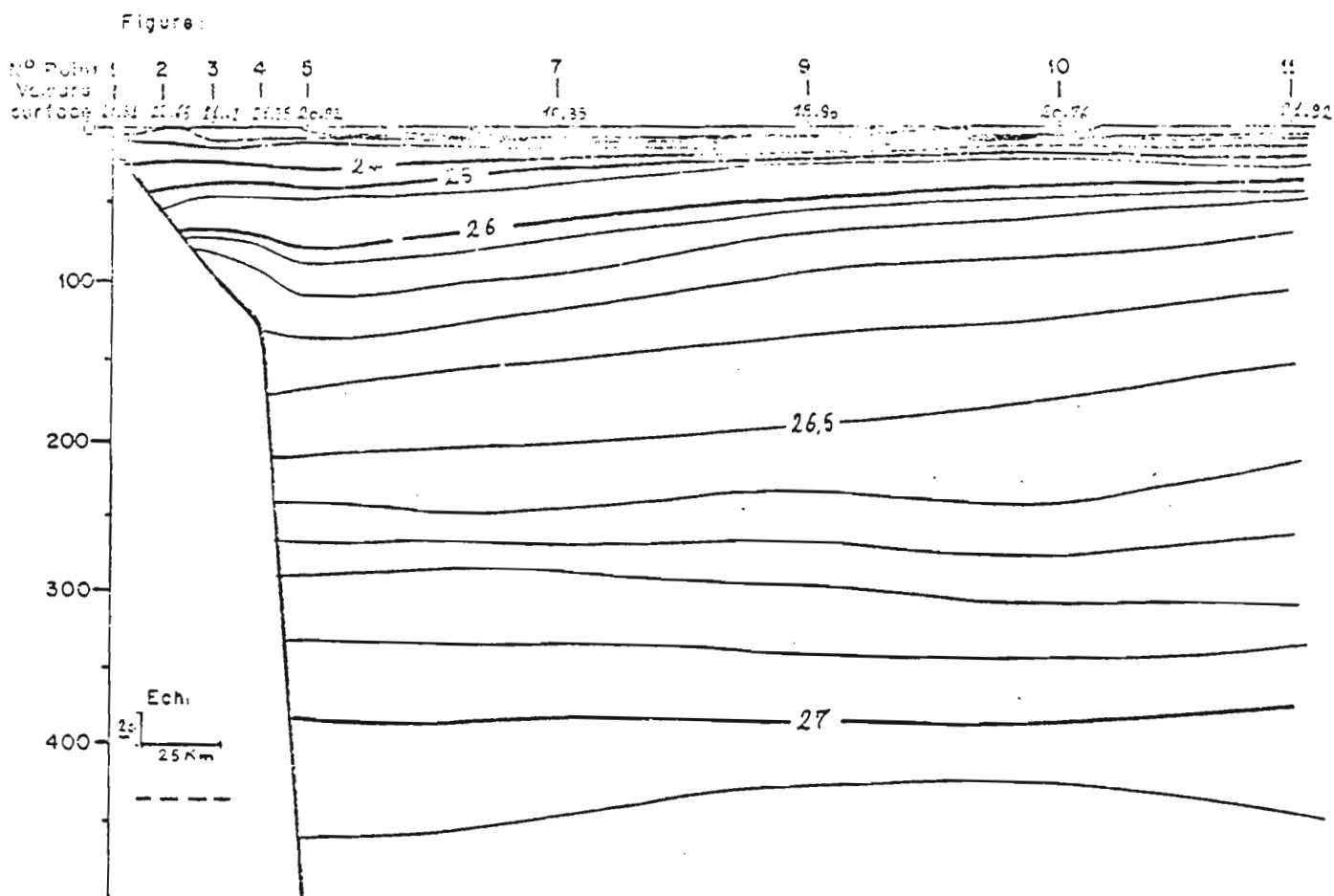


Figure 45 - Coupe des densités moyennes (σ_t) sur la radiale en Petit Saison Chaude
Même légende que pour la figure 43.

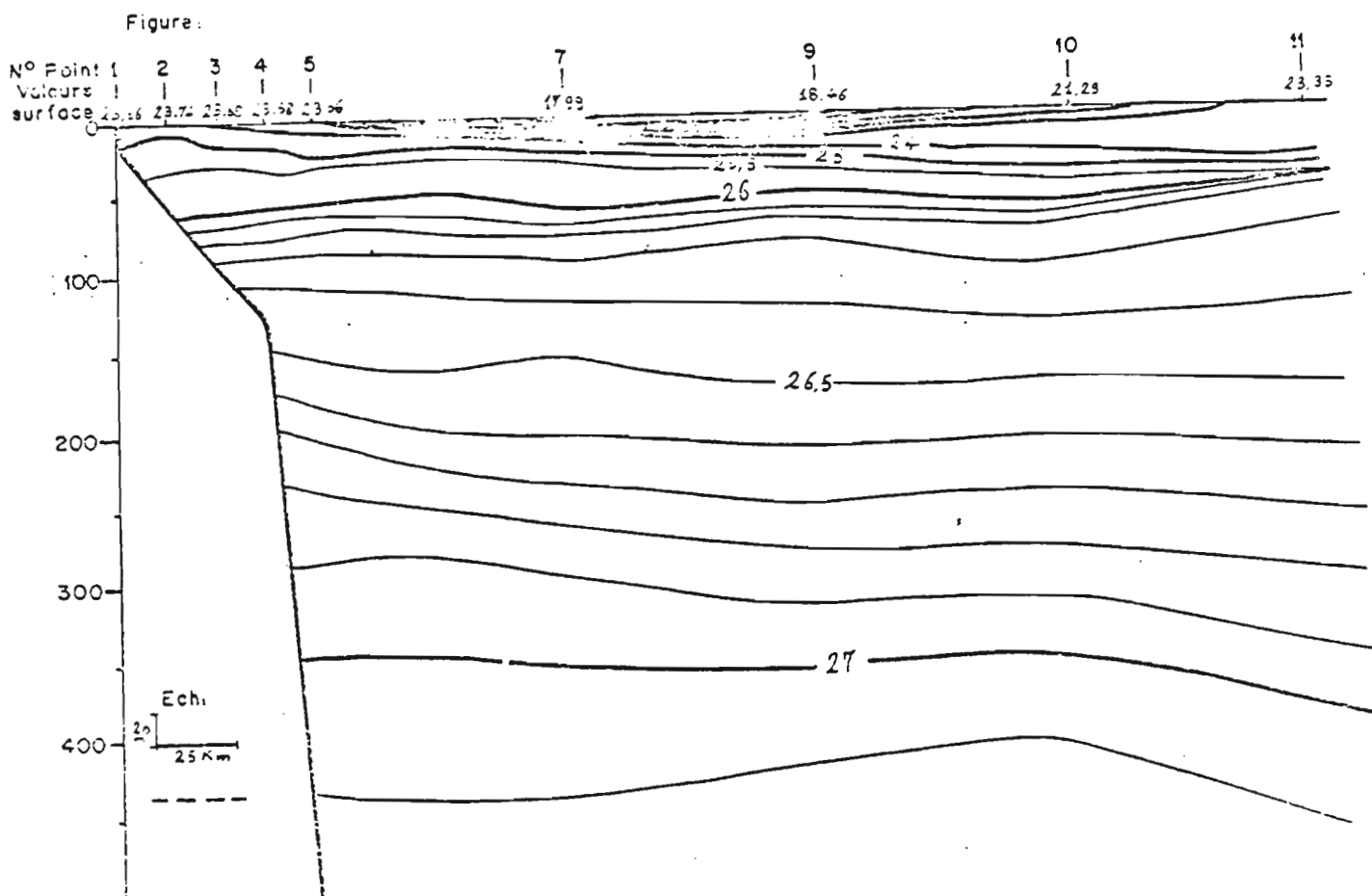


Figure 46 - Coupe des densités (sigma t) sur la radiale, en Petite Saison Froide
Données de la sortie R P 23
Même légende que pour la figure 43.

aux saisons chaudes et en petites saisons froides en relation avec les plus fortes dessalures locales.

4.4.2 - En subsurface

Une pycnocline, définie selon nos conventions (cf. 4.1.) relativement au gradient vertical moyen de la saison (G.M.), est observée en toutes saisons. Sa limite inférieure coïncide avec celle de la thermocline et peut être approximativement définie par les tracés des isopycnes $\sigma_t = 26,0$ ou $\sigma_t = 26,1$.

Aux saisons chaudes ces isolignes plongent du large vers la côte avec des pentes du même ordre de grandeur, environ $0,3 \text{ m km}^{-1}$, que celles des isothermes à la base de la thermocline, tandis que dans la partie supérieure les isopycnes présentent une pente plus faible, remontant vers la côte depuis le point 10 en G.S.C.. Les surfaces $\sigma_t = 23,0$ en G.S.C., $\sigma_t = 23,5$ en P.S.C. conservent une immersion relativement constante sur toute la radiale. Il en résulte une structure de distribution analogue à celle de la thermocline, mais dans laquelle les intensités du gradient vertical suivent, le long de la radiale, une évolution semblable à celle des gradient verticaux de salinité.

La halocline a une moindre épaisseur et une immersion plus faible que la thermocline dont elle recouvre la partie supérieure (excepté au large - point 11 - en G.S.C. où le recouvrement est total) où se trouve situé en général le gradient vertical maximum de température. Les forts gradients verticaux des deux propriétés, qui évoluent, rappelons-le, en sens inverse avec la profondeur dans la couche de surface, concourent ainsi à former une pycnocline intense, pouvant dépasser 1 unité de σ_t par mètre. Dans les parties côtières et intermédiaires de la radiale, où se situent les noyaux de basses salinités, il se produit un décalage en immersion entre intensité maximale de la thermocline et intensité maximale de la pycnocline, l'immersion de cette dernière coïncidant avec celle du gradient vertical maximum de salinité, c'est-à-dire se situant plus près de la surface. Ce décalage atteint environ 5 à 10 mètres en G.S.C., 20 mètres en P.S.C.. Les très faibles salinités conduisent donc à ne

pouvoir identifier dans cette couche de surface les caractères de stratification et de stabilité des eaux avec l'intensité de la thermocline.

Aux saisons froides on observe ce même effet des basses salinités sur la distribution des densités. En Grande Saison Froide, il est limité en extension entre les points 5 et 7 mais il est remarquable que même en cette saison on observe dans la couche superficielle des intensités maximales de la pycnocline atteignant 0,624 unités de σ_t par mètre (point 5). La situation en Petite Saison Froide est plus proche des conditions de saison chaude en raison de l'importance des basses salinités.

Dans son ensemble, la pycnocline, en saisons froides, présente dans sa partie inférieure la même allure générale que la thermocline : remontée générale de toute la couche vers la surface en G.S.F. et en P.S.F. ; plongée de la côte vers le large, avec une couche instable relativement épaisse en surface (30 m environ) dans la partie océanique de la radiale.

4.4.3 - Dans la troposphère inférieure

La diminution du gradient vertical de densité avec la profondeur est interrompue vers 250-300 mètres par le resserrement des isopycnes analogue à celui des isothermes. L'intensité relative de cette seconde pycnocline peut atteindre deux à trois fois la valeur du gradient vertical moyen (G.M.) aux saisons chaudes où l'on observe les plus fortes intensités (0,050 unités de σ_t m^{-1} en G.S.C., 0,060 en P.S.C. environ). En toutes saisons, la seconde pycnocline est plus intense aux abords du talus et dans la partie intermédiaire de la radiale, qu'au large. En d'autres termes, elle éclate de la côte vers le large en présentant une structure inversée par rapport à celle de la première pycnocline.

4.5 - FACTEURS NON-CONSERVATIFS : OXYGENE ET PHOSPHATE*

De manière analogue à ce que nous avons vu en 3.6. pour leurs évolutions saisonnières à la côte, les facteurs non-conservatifs, oxygène et phosphate minéral dissous, ont des distributions saisonnières dont les structures reproduisent approximativement celles des structures thermohalines dans la troposphère supérieure.

* Les coupes de répartitions verticales de ces facteurs (fig. 54 à 60) sont renvoyés page 138 à 144 en fin de cette quatrième partie.

L'oxygène dissous (fig. 54 à 57), présente en toutes saisons la stratification connue de l'Atlantique Oriental, caractérisée par la décroissance des valeurs de la surface jusqu'à un minimum situé vers 300 mètres. C'est-à-dire au niveau de la thermocline profonde.

En surface les teneurs en oxygène sont généralement voisines de 5 ml l^{-1} ; elles sont, en moyenne sur toute la radiale, moins élevées en Grande Saison Chaude ($4,85 \text{ ml l}^{-1}$) qu'en toutes autres saisons : $5,32 \text{ ml l}^{-1}$ en Grande Saison Froide, $5,08 \text{ ml l}^{-1}$ en Petite Saison Chaude, $5,05 \text{ ml l}^{-1}$ en Petite Saison Froide.

En subsurface la Grande Saison Chaude est caractérisée par une oxycline très intense vers 50 mètres dans la partie océanique. Cette structure présente dans les parties intermédiaires et côtières de la radiale un éclatement analogue à celui de la thermocline, marqué principalement par la plongée de l'isoligne 3 ml l^{-1} du large vers le plateau. En Grande Saison Froide, avec la remontée générale des isolignes supérieures à 3 ml l^{-1} vers la surface sur toute la radiale, on observe au fond sur le plateau une remontée des isolignes ($2,5$ et $2,4 \text{ ml l}^{-1}$ par exemple) depuis une immersion supérieure à 100 mètres jusqu'à 15 mètres à la côte. Aux petites saisons l'oxycline est moins intense.

Au niveau de l'eau centrale, vers 300 mètres, les isolignes se referment vers le talus autour d'un noyau de faibles teneurs en oxygène. Le minimum d'oxygène est donc plus marqué vers le large que vers la côte. En Grande Saison Chaude, la couche du minimum d'oxygène où les valeurs sont inférieures à 1 ml l^{-1} se situe vers 350-400 mètres dans la partie océanique.

L'immersion du minimum d'oxygène correspond approximativement en toutes saisons à l'immersion des isothermes entre 9°C et 11°C .

Les teneurs en phosphate minéral dissous (fig. 58 à 60) sont, en surface, toujours plus élevées à la côte qu'au large. La stratification et les gradients verticaux sont les plus importants dans la couche de surface jusqu'à l'immersion 40 mètres environ. En Grande Saison Froide (fig. 59), sur le plateau, les isolignes remontent depuis une profondeur n'excédant pas 50 mètres vers la surface à la côte, des valeurs relativement élevées

(10^{-1} $\mu\text{atg l}^{-1}$) sont présentes au fond. Vers 500 mètres, les valeurs les plus grandes sont observées dans la partie océanique en Petite Saison Chaude.

4.6 - ESSAI DE RESUME SYNTHETIQUE

Nous résumerons ici les descriptions détaillées précédentes en nous aidant de deux types de représentations graphiques :

- une schématisation (fig. 51) des principaux éléments de la structure verticale thermohaline saisonnière dans les couches superficielles (0-150 m) de la région,

- les diagrammes T - S : horizontaux, en surface et à la profondeur 15 mètres (fig. 52, 53) ; verticaux en des points représentatifs des trois régions reconnues précédemment le long de la radiale.

4.6.1 - Caractères constants des distributions verticales

La stratification caractéristique de l'Atlantique tropical Sud en trois couches (cf. 1.4.) s'observe en toutes saisons :

- eaux de surface peu salées et de température variable,
- eaux subtropicales, correspondant à la couche du maximum de salinité, assimilables à des eaux types,
- Eaux Centrales Sud-Atlantiques résultant du mélange entre les eaux antarctiques intermédiaires et les eaux subtropicales sus-jacentes.

Les contrastes zonaux que montre cette stratification, le long de la radiale, présentent des traits communs aux quatre saisons marines définies à la côte. Ces traits peuvent être considérés comme des constantes de l'hydroclimat régional au large de Pointe-Noire :

Les principaux contrastes zonaux observés sont ceux liés à la répartition des températures le long de la radiale et particulièrement à la thermocline supérieure. En toutes saisons cette thermocline peut être

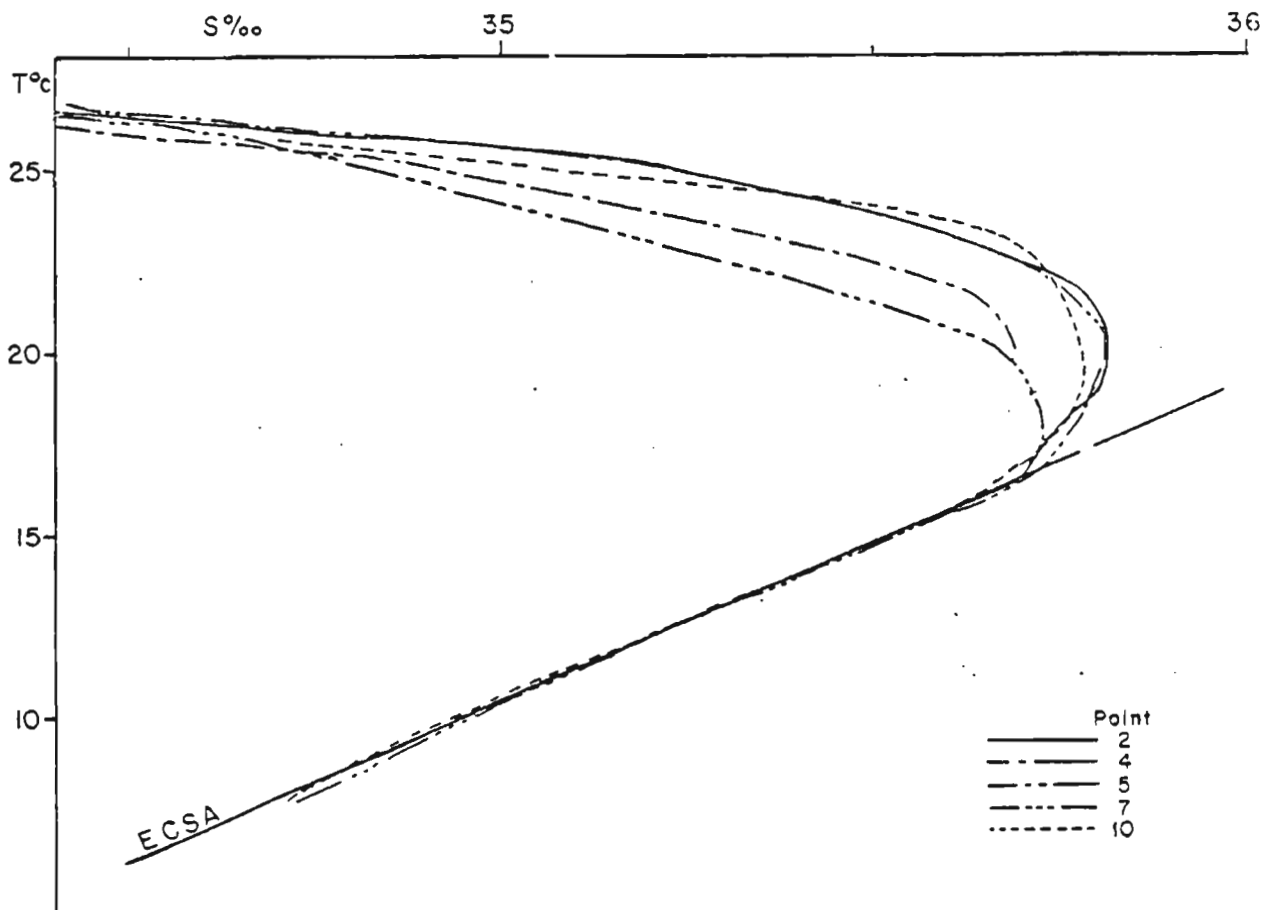


Figure 47 - Diagrammes T-S en valeurs saisonnières moyennes dans les trois parties de la radiale en Grande Saison Chaude.

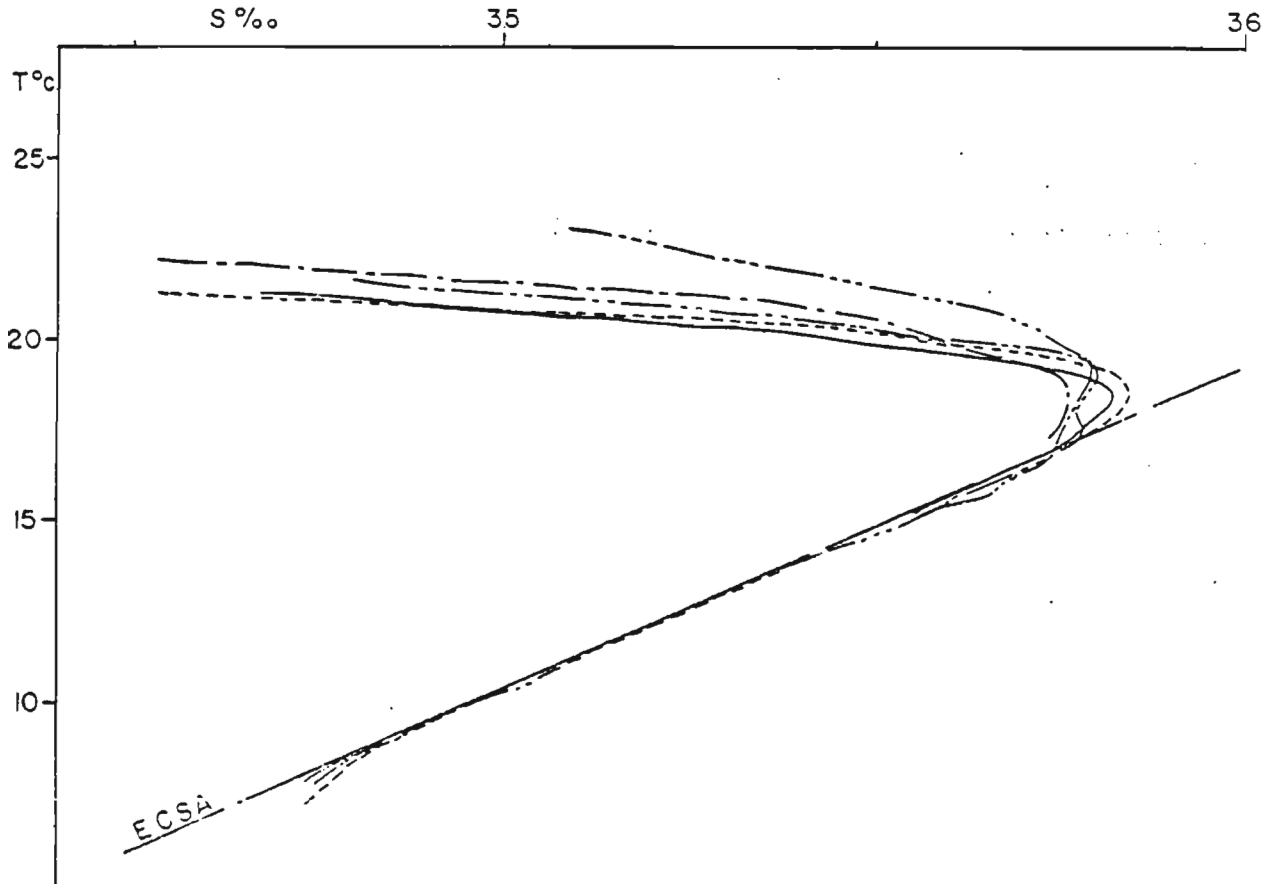


Figure 48 - Diagrammes T-S en valeurs saisonnières moyennes dans les trois parties de la radiale en Grande Saison Froide.

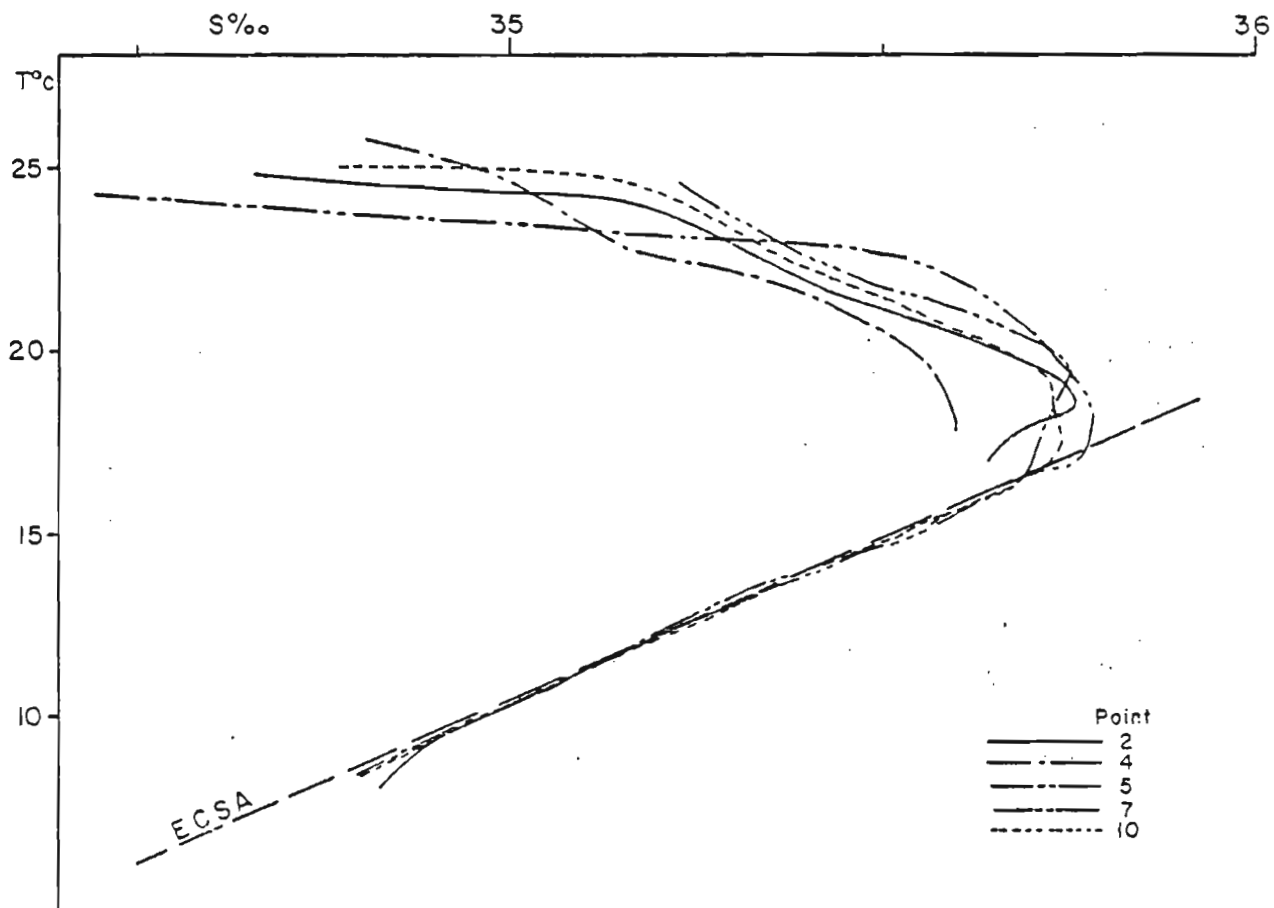


Figure 49 - Diagrammes T-S en valeurs saisonnières moyennes dans les trois parties de la radiale en Petite Saison Chaude.

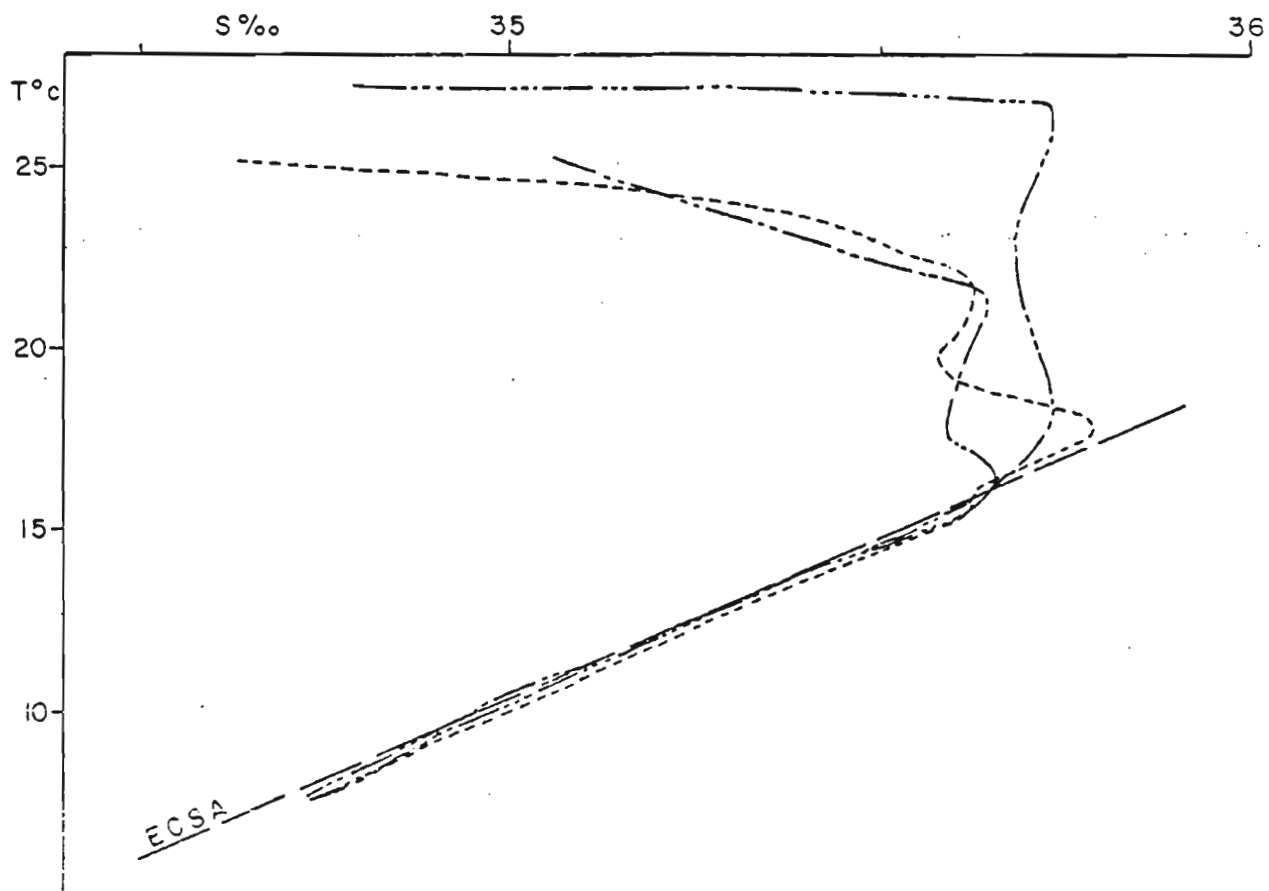


Figure 50 - Diagrammes T-S en valeurs saisonnières moyennes dans les trois parties de la radiale en Petite Saison Froide
Données de la sortie R P 25.

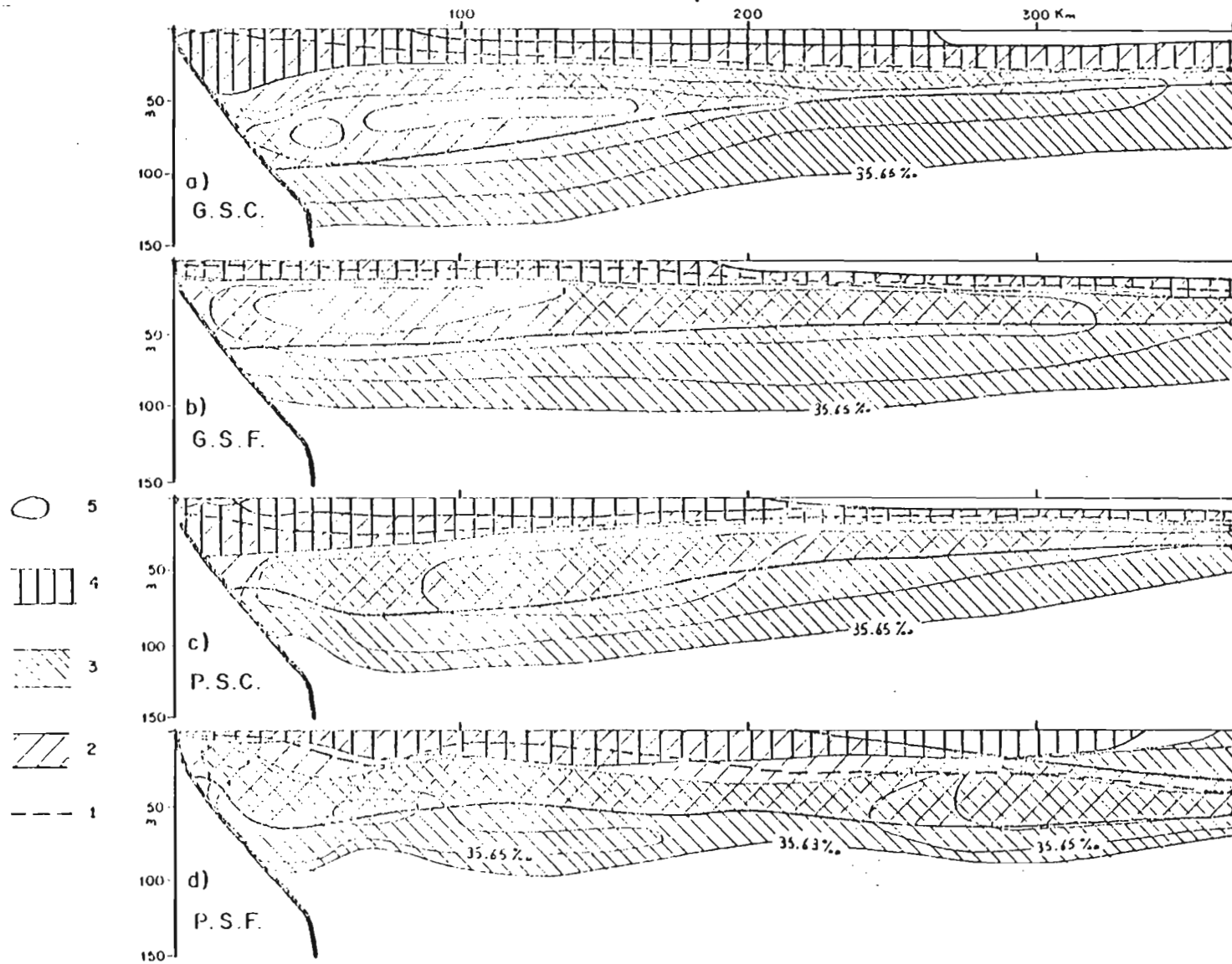


Figure 51 - Schématisation des principales structures thermo-halines saisonnières dans la Troposphère supérieure

- 1 - immersion du gradient vertical maximum de température
- 2 - thermocline supérieure (limitée inférieurement par l'isotherme 10°C)
- 3 - couche de maximum de salinité subsurface (isohalines de 0,5 en 0,5‰ dans la couche)
- 4 - néoclines
- 5 - salinités plus grandes que 35,80‰

caractérisée par quatre traits importants :

1 - Sa limite supérieure est toujours proche de la surface, ou bien se situe en surface même, en relation avec une couche supérieure homotherme en général peu épaisse (fig. 36 et 51).

2 - Les gradients thermiques verticaux dans la thermocline ont toujours des valeurs moyennes relativement élevées (de $0,1^{\circ}$ à $0,6^{\circ}\text{C m}^{-1}$, fig. 35).

3 - La couche du gradient vertical maximum est toujours située près de la limite supérieure avec des intensités jamais inférieures à 3 fois celle du gradient G.M. saisonnier de référence et pouvant dépasser 12 fois cette valeur dans la partie océanique de la radiale (fig. 34).

4 - Une diminution notable de l'intensité des gradients verticaux (moyen et maximum) du large vers la côte dans les parties côtières et intermédiaires de la radiale. Le terme "éclatement" illustre le mieux cette caractéristique de laquelle résultent deux autres faits remarquables :

a - Le premier est un refroidissement permanent des eaux en surface à la côte et sur le plateau continental. Ce refroidissement se traduit par la remontée des isothermes de la partie supérieure de la thermocline (limitée en général par la couche du gradient maximal) depuis des profondeurs généralement faibles (10 à 20 mètres) et sur des distances variables (de 80 à 200 km). On peut interpréter ces températures de surface décroissantes vers la côte avec des gradient horizontaux peu élevés (de $0,005^{\circ}\text{C}$ à $0,010^{\circ}\text{C km}^{-1}$) comme l'indice d'une situation permanente d' "upwelling" local peu intense. La constante des vents en direction, généralement de secteur Sud, donc favorable à la génération de remontées d'eau le long de la côte orientée SE-NO, ainsi que leur force généralement faible (cf. 1.3.) peut suggérer la permanence d'un "upwelling d'Eckman" de faible intensité devant Pointe-Noire (SVERDRUP et al., 1942).

b - Le second fait remarquable que traduit l'éclatement de la thermocline est la diminution notable de la stabilité et donc l'augmentation de la turbulence sur le plateau continental, mais plus encore à la rupture de pente de ce plateau (points 4 et 5) où les

courbes représentatives des intensités des gradients verticaux (moyen et maximum) montre un fléchissement important en toutes saisons. Cette augmentation de la turbulence à la naissance du talus suggère une influence de la topographie du fond marin génératrice d'ondes internes se propageant sur le plateau en toutes saisons dans la thermocline supérieure (LE FLOCH, 1976 ; PARK, 1979).

Deux autres traits de l'hydroclimat régional sont liés à la distribution verticale des salinités :

1 - Les eaux dessalées sont présentes en toutes saisons en surface : en moyenne, sur toute l'étendue de la radiale, la salinité est toujours inférieure à $S = 35 \text{ ‰}$ (fig. 41).

2 - Au niveau de la pycnocline supérieure les eaux du maximum de salinité subtropical sont observées en toutes saisons.

Enfin, dans la troposphère inférieure, la pycnocline profonde est observée en toutes saisons dans la partie intermédiaire de la radiale vers l'immersion 300 mètres où s'observent aussi les minima d'oxygène dissous. Cette pycnocline profonde s'estompe vers le large, et sa pente, inverse de celle de la pycnocline supérieure, suggère une circulation méridienne profonde inverse de celle des couches superficielles le long du talus.

4.6.2 - Evolution saisonnière dans les couches superficielles (0 - 150 m)

Eaux superficielles : sur les diagrammes T-S saisonniers de surface le long de la radiale (fig. 52), 29 des 37 couples de valeurs représentés se situent dans les eaux dessalées ($S < 35 \text{ ‰}$) de la classification de BERRIT (cf. 1.4.). A 15 mètres (fig. 53), 18 couples T-S se situent dans ces catégories. Ces nombres traduisent la proportion très importante des eaux peu salées observées dans la couche superficielle au cours du cycle annuel. On retrouve sur ces diagrammes les principaux caractères des distributions des deux propriétés :

- refroidissement permanent des eaux de surface sur le plateau et à la côte (le couple T-S au point 1 se situe en général vers le bas des diagrammes)

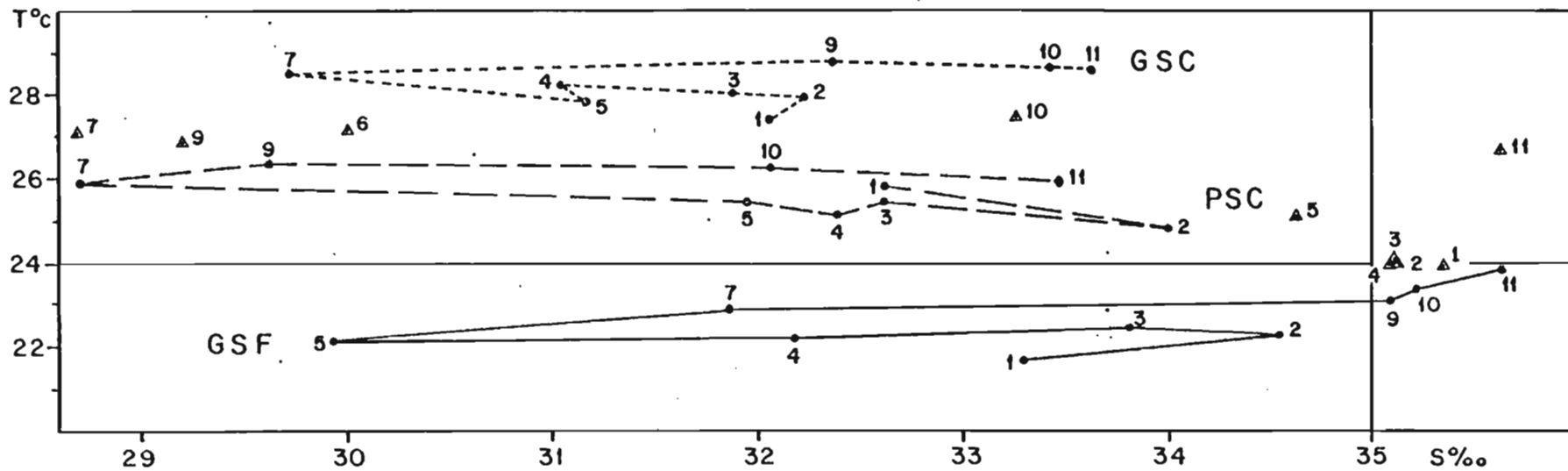


Figure 52 - Diagrammes I-S saisonniers de surface le long de la radiale

- + : Grande Saison Chaude
- : Grande Saison Froide
- . : Petite Saison Chaude
- △ : Petite Saison Froide

Les points de mesures sont repérés par leur numéro d'ordre.

- principaux centres de faibles salinités situés dans la partie intermédiaire de la radiale - mais aux grandes saisons une dessalure relative s'observe à la côte (point 1) montrant le rôle des petites rivières et fleuves côtiers.

Relativement aux catégories d'eaux superficielles de BERRIT, les caractères saisonniers déduits à partir des observations côtières se retrouvent sur toute l'étendue de la radiale :

- rareté à 15 mètres des eaux froides dessalées ($T < 24^{\circ}\text{C}$), mais le fait qu'en surface elles occupent les parties côtières et intermédiaires de la radiale en G.S.F. indique bien leur formation locale à partir principalement des eaux du Congo.

- rareté à la côte des eaux tropicales ($T \geq 24^{\circ}\text{C}$, $S \geq 35 \text{ ‰}$)

- opposition entre concentration des points T - S dans les surfaces caractérisant les eaux "guinéennes" (G.S.C.) ou eaux subtropicales (G.S.F.) aux grandes saisons et leur dispersion aux petites saisons.

Alors que les grandes saisons sont caractérisées à 15 mètres sur toute la radiale, les petites saisons ne s'observent assez nettement que vers le plateau et le talus. Dans la partie océanique (au-delà du point 9) il y a même inversion : la P.S.C. présentant des caractères T - S de saison froide ; la P.S.F. présentant des caractères de saison chaude (eaux "guinéennes" au point 9, tropicales aux points 10 et 11). Ceci correspond à l'aspect transitoire reconnu à ces saisons et pose le problème de la pertinence de la classification de BERRIT pour les eaux du large.

Il faut encore remarquer que les eaux de cette couche superficielle recouvrant le plateau et observées au wharf appartiennent en moyenne, en toutes saisons, à la partie supérieure de la thermocline et de la pycnocline ; ce qui traduit une absence de la couche homogène à la côte ; il est vraisemblable de ce fait qu'une part importante de la variabilité des conditions T - S observées à la côte est imputable aux ondes internes qui se manifestent principalement dans la pycnocline sur le plateau continental et dont la turbulence, à la rupture de pente du talus, signalée ci-dessus en 4.6.1., est l'indice.

En Grande Saison Chaude, nous avons noté les faibles et constantes immersions des isolignes $T = 24^{\circ}\text{C}$, $S = 35 \text{ ‰}$ et leur appartenance aux faisceaux d'isolignes des thermoclines et haloclines. Il suffit dans ces conditions d'ondes de faibles amplitude ($\pm 5 \text{ m}$ par exemple) pour rendre compte des alternances rapides d'eaux "guinéennes" et d'eaux froides que l'on observe généralement au wharf à 15 mètres.

Eaux subsuperficielles : la constance de la relation linéaire (cf. 1.4.3.), caractérisant l'eau centrale dans la région, s'observe nettement sur les quatre diagrammes T-S verticaux saisonniers. Nous avons fixé le point limite T-S définissant la couche du maximum de salinité au point de divergence de ces courbes T-S au-dessus de leur partie linéaire.

En Grande Saison Chaude, la valeur $S = 35,65 \text{ ‰}$ que nous avons retenue correspond bien à ce point de divergence (fig. 47). Les salinités maximales des eaux subtropicales varient de $35,81 \text{ ‰}$ à $35,69 \text{ ‰}$. Les valeurs des températures associées à ces maxima ne sont pas constantes le long de la radiale ce qui implique que ces maxima ne se situent pas strictement sur une même surface σ_t (on observe 25,6 au point 4 ; 24,4 au point 7 ; 26,0 au point 10). Ceci est l'indice de circulations différentes dans cette couche ; la structure haline renforce ce point de vue.

La juxtaposition, sur une même figure, des structures de distribution de la température et de la salinité complète le diagramme T-S. On voit (fig. 51) qu'en G.S.C. les noyaux de salinité maximum ($S \geq 35,80 \text{ ‰}$) se situent dans la partie inférieure de la thermocline (ou pycnocline) et surtout dans la partie éclatée de cette structure où les pentes des isopycnes du large vers le talus sont importantes et traduisent une circulation géostrophique méridienne moyenne orientée vers le Sud (cf. chapitre VI). La limite supérieure de la couche de salinité maximale se trouve située sous la couche d'intensité maximale de la thermocline, avec laquelle elle tend à coïncider vers le large.

En Grande Saison Froide, nous devrions limiter la couche du maximum de salinité aux valeurs de $S \geq 35,75 \text{ ‰}$ puisque c'est pour cette valeur que la relation T-S de l'eau centrale cesse d'être linéaire (fig. 48). Mais l'isohaline représentant cette valeur se referme sur elle-

même au large. Les valeurs du maximum de salinité sont plus importantes qu'en G.S.C. puisqu'elles varient le long de la radiale de $S = 35,84 \text{ ‰}$ à $S = 35,73 \text{ ‰}$; on n'observe pas entre parties côtière intermédiaire et océanique de différences aussi nettes qu'en Grande Saison Chaude. Le noyau des salinités les plus fortes accompagne la partie basse de la thermocline dans sa remontée vers la surface et se rapproche sensiblement de la côte.

En cette saison, la décroissance des températures en surface est générale depuis l'extrémité de la radiale (point 11) jusqu'au wharf à la côte. L'intensité du gradient horizontal est en moyenne deux fois plus élevée qu'en G.S.C.. Le gradient horizontal correspond à une remontée générale de la structure thermique. La situation d'upwelling hivernal que traduit cette remontée générale de la thermocline s'observe depuis le sud du cap Lopez, le long des côtes du Gabon et du Congo (MERLE, 1972). Il s'agit là, sans doute, d'un évènement à grande échelle en relation avec la circulation du golfe de Guinée oriental (HISARD et MERLE, 1980) plutôt qu'avec le régime des vents. BERRIT (1973) a montré que cet upwelling congo-gabonais ne peut être interprété selon le schéma classique d'EKMAN, les vents étant en général trop faibles, malgré le renforcement de l'alizé en cette saison, bien que leur direction, en moyenne parallèle à la côte, soit favorable. Mais il n'est cependant pas impossible qu'à cet évènement à grande échelle se superpose le faible upwelling permanent local suggéré précédemment comme un trait constant de la région.

Pendant les petites saisons, les relations T-S verticales le long de la radiale montrent des différences zonales plus accentuées qu'aux grandes saisons. En P.S.C., la relation T-S de l'eau centrale est linéaire jusqu'à $S = 35,71 \text{ ‰}$ et en P.S.F. jusqu'à $35,62 \text{ ‰}$ environ. Au-dessus de la couche du maximum de salinité, le décalage, aux deux saisons, des courbes vers les fortes températures confirme qu'en moyenne ces deux saisons demeurent peu distinctes l'une de l'autre et participent toutes deux aux caractères généraux des saisons chaudes. Un trait remarquable de ces petites saisons est la disparition des fortes salinités ($S \geq 35,80 \text{ ‰}$) qui accompagnent aux autres saisons la base de la pycnocline (fig. 49, 50 et 51). Au niveau de l'eau centrale les points T-S sont relativement plus dispersés autour de la droite caractéristique que pendant les grandes saisons.

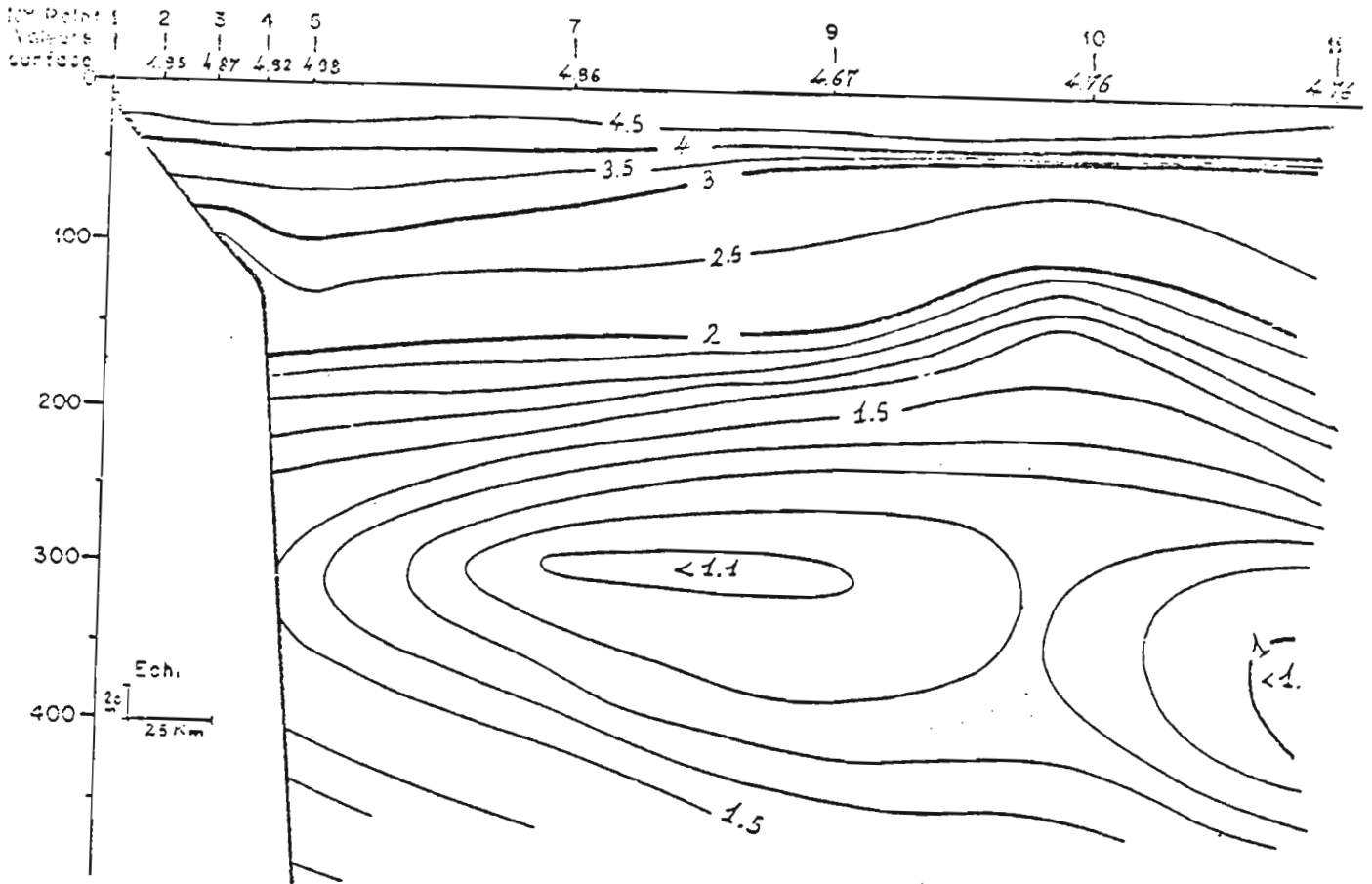


Figure 54 - Coupe des teneurs moyennes en oxygène dissous en Grande Saison Chaude
Les données figurent en Annexe II
Teneurs exprimées en ml/l.

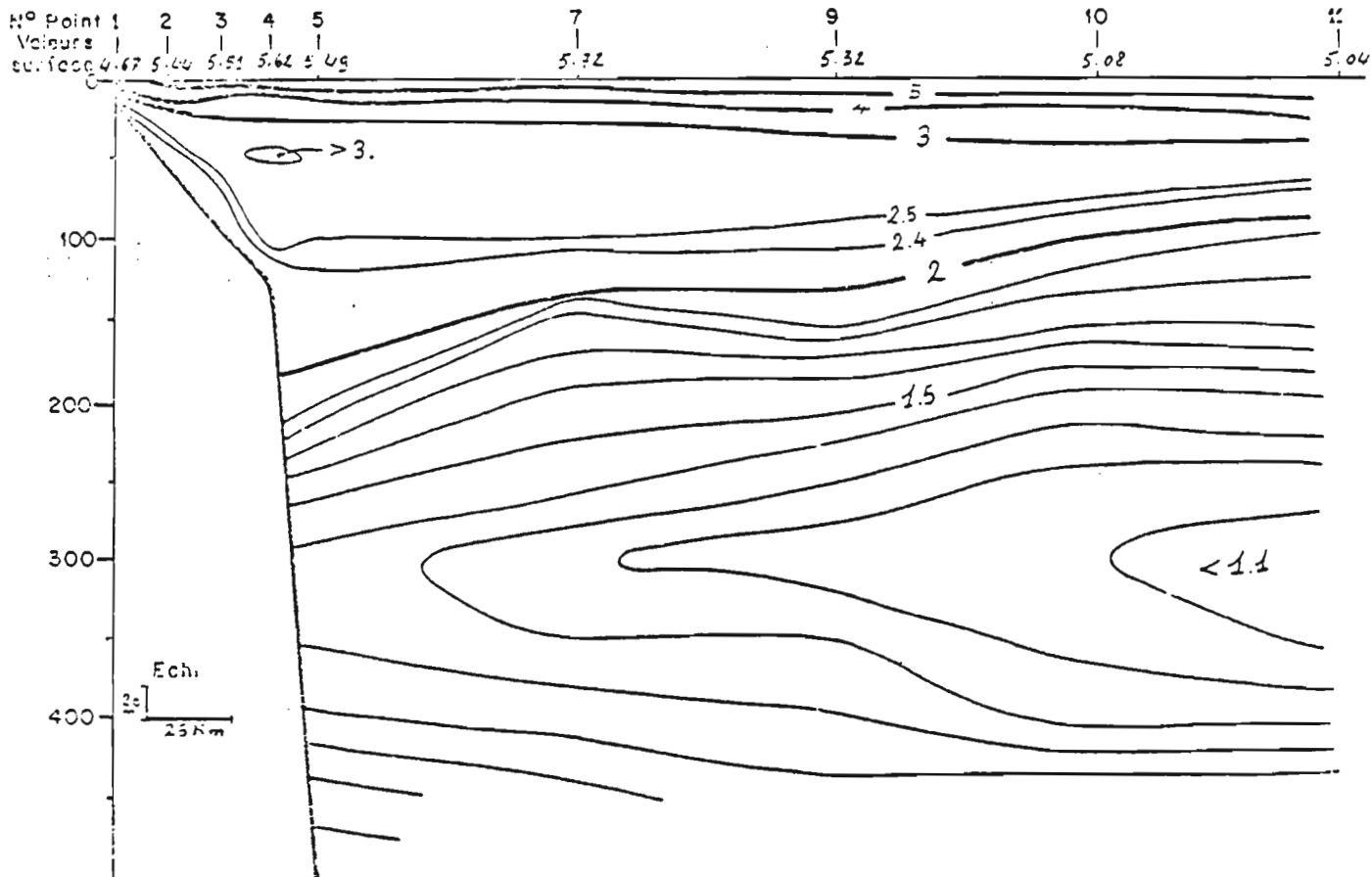


Figure 55 - Coupe des teneurs moyennes en oxygène dissous en Grande Saison Froide
Les données figurent en Annexe II
Teneurs exprimées en ml/l.

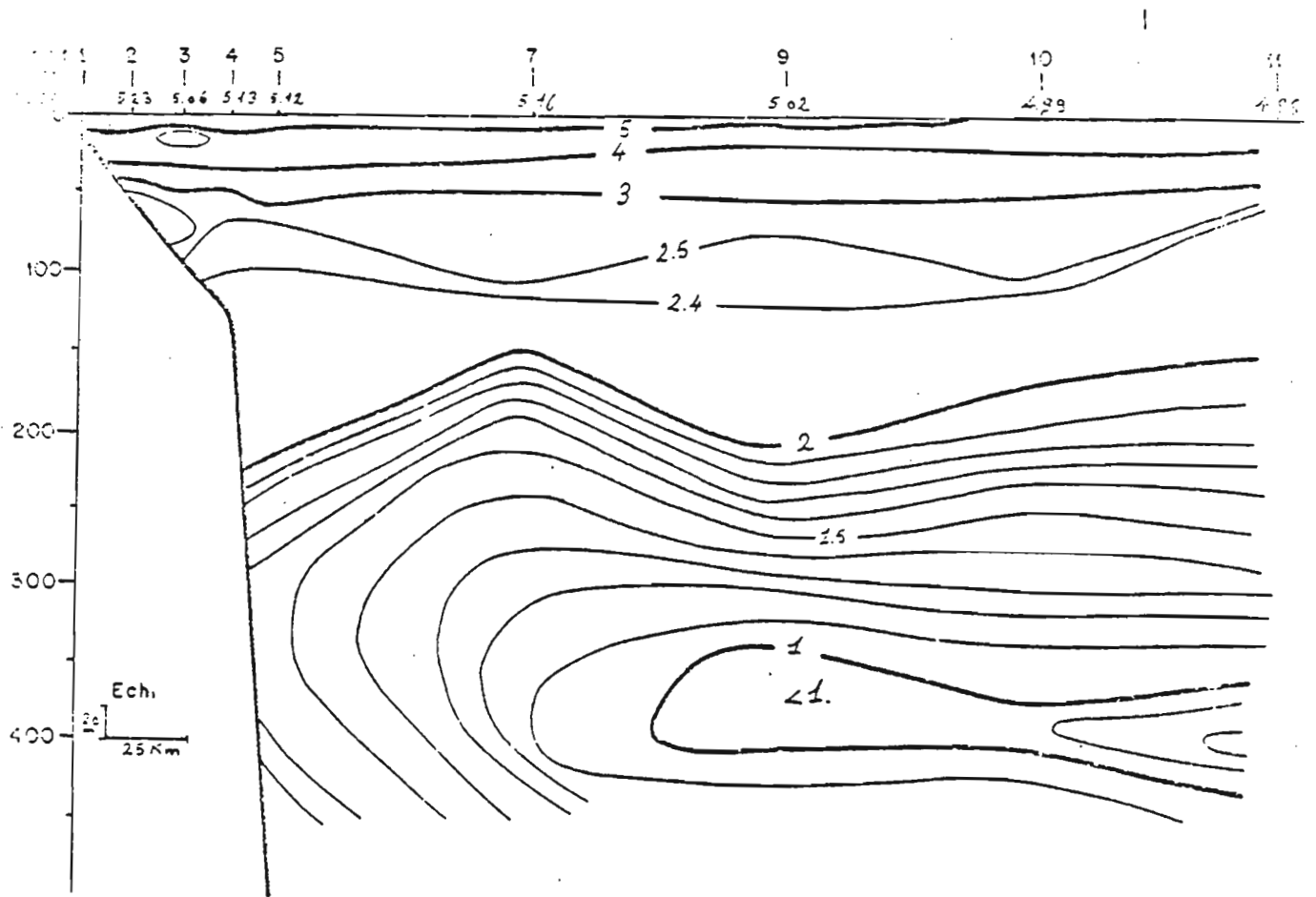


Figure 56 - Coupe des teneurs moyennes en oxygène dissous en Petite Saison Chaude
Les données figurent en Annexe II
Teneurs exprimées en ml/l.

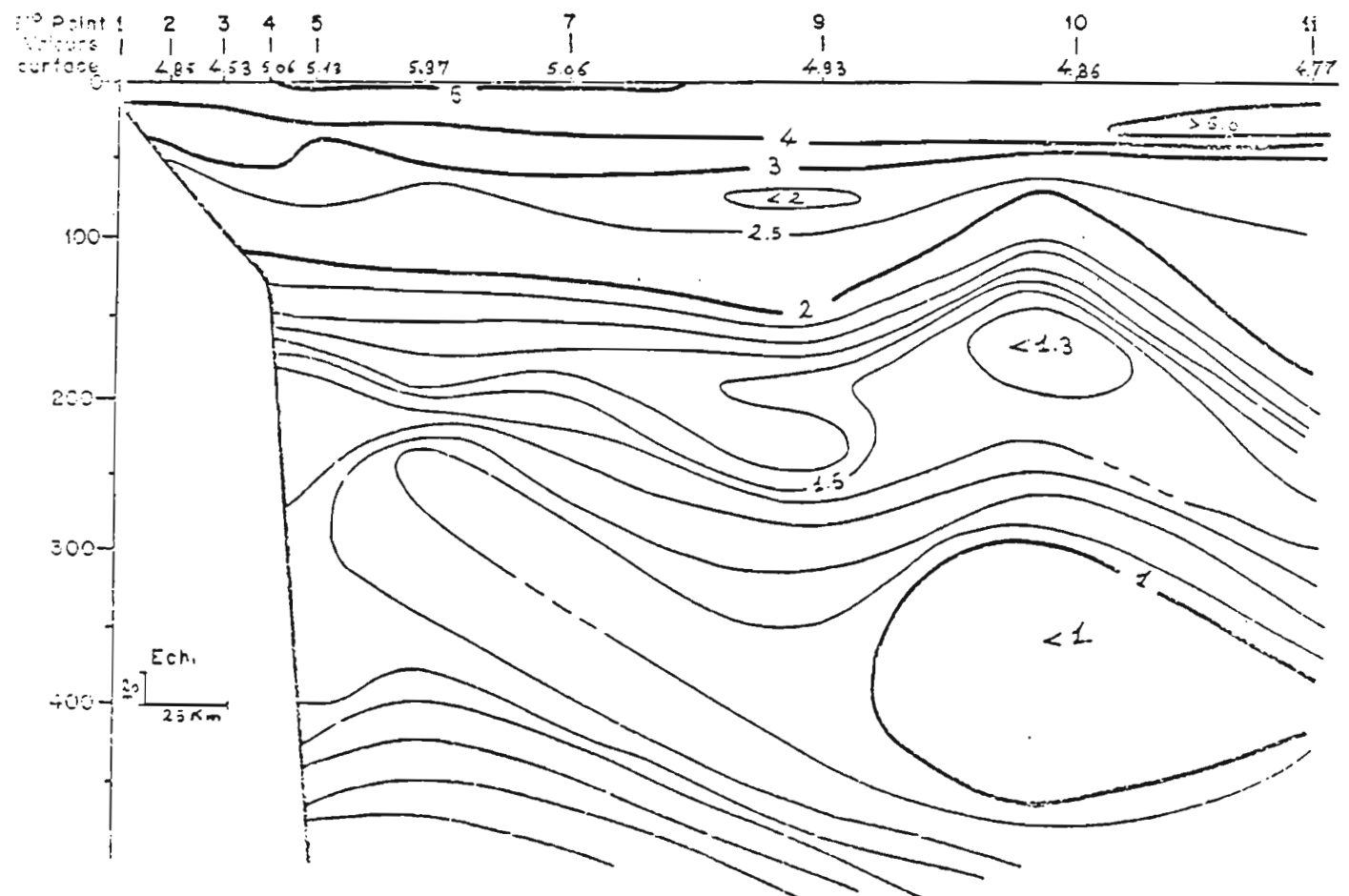


Figure 57 - Coupe des teneurs en oxygène dissous en Petite Saison Froide
Données de la sortie R P 23.

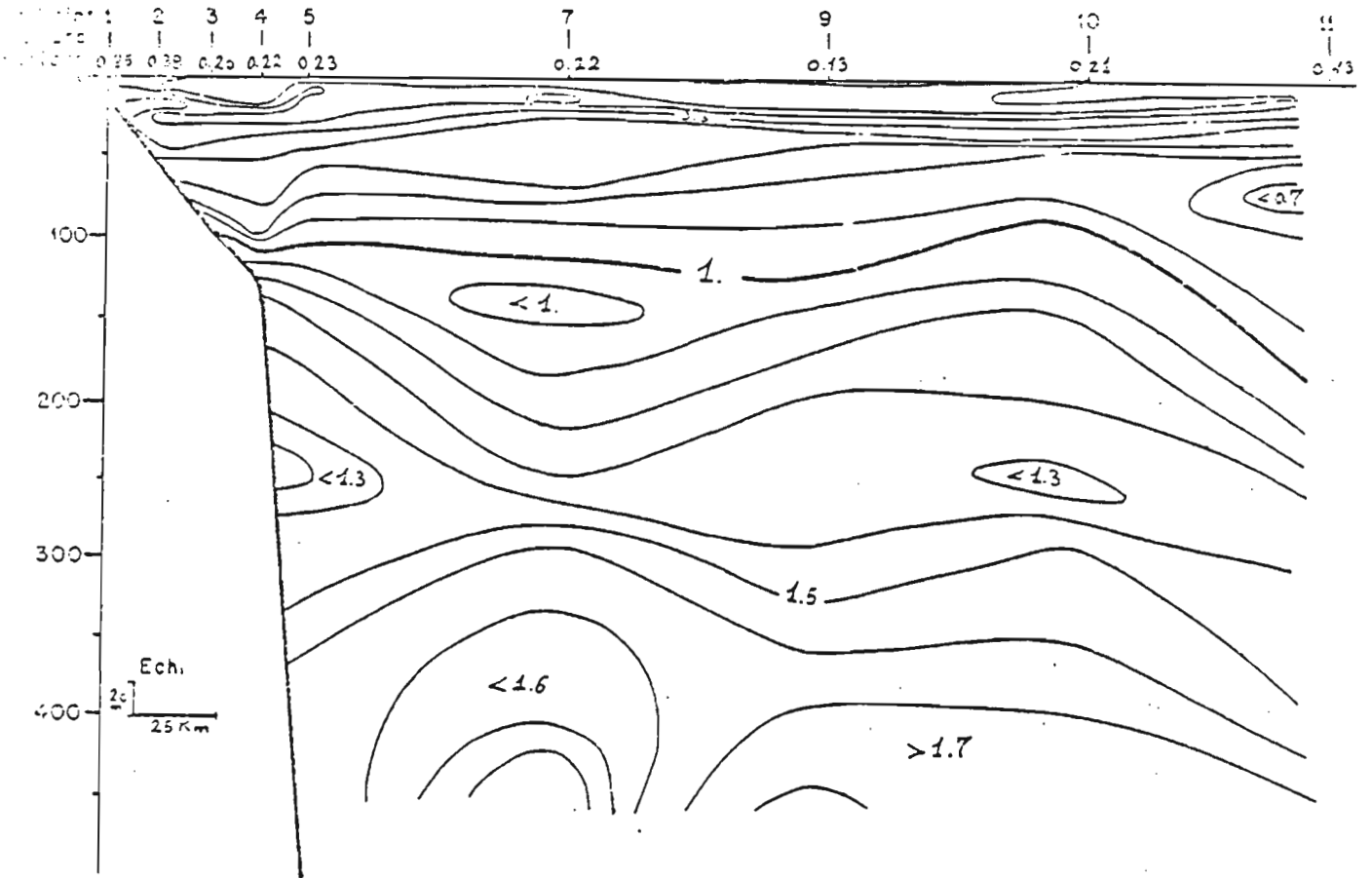


Figure 58 - Coupe des teneurs moyennes en phosphate minéral dissous (PO_4-P) en Grande Saison Chaude
Les données figurent en Annexe II
Teneurs exprimées en mg/l.

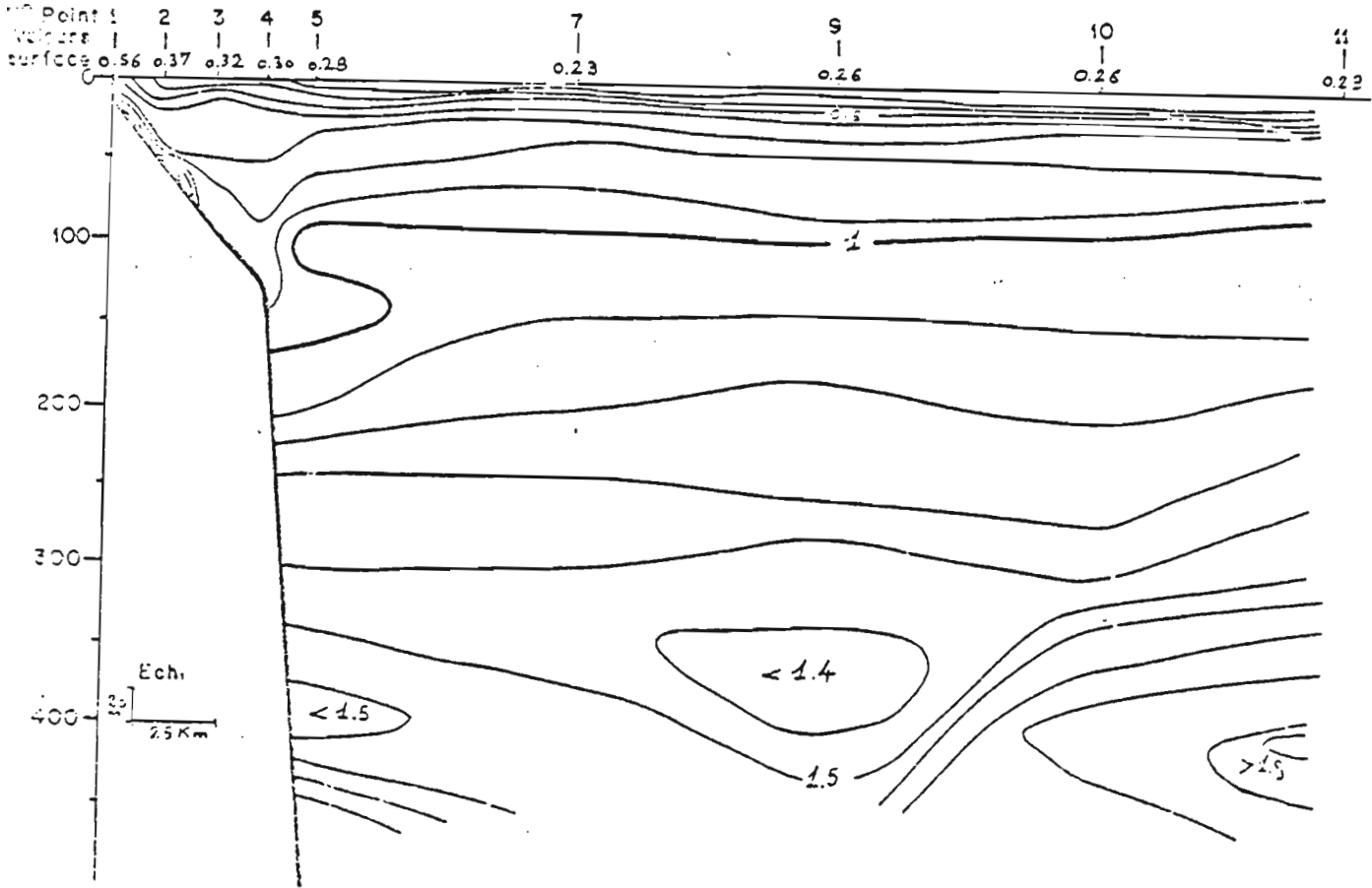


Figure 59 - Coupe des teneurs moyennes en phosphate minéral dissous (PO_4-P) en Grande Saison Froide
Les données figurent en Annexe II
Teneurs exprimées en atg/l.

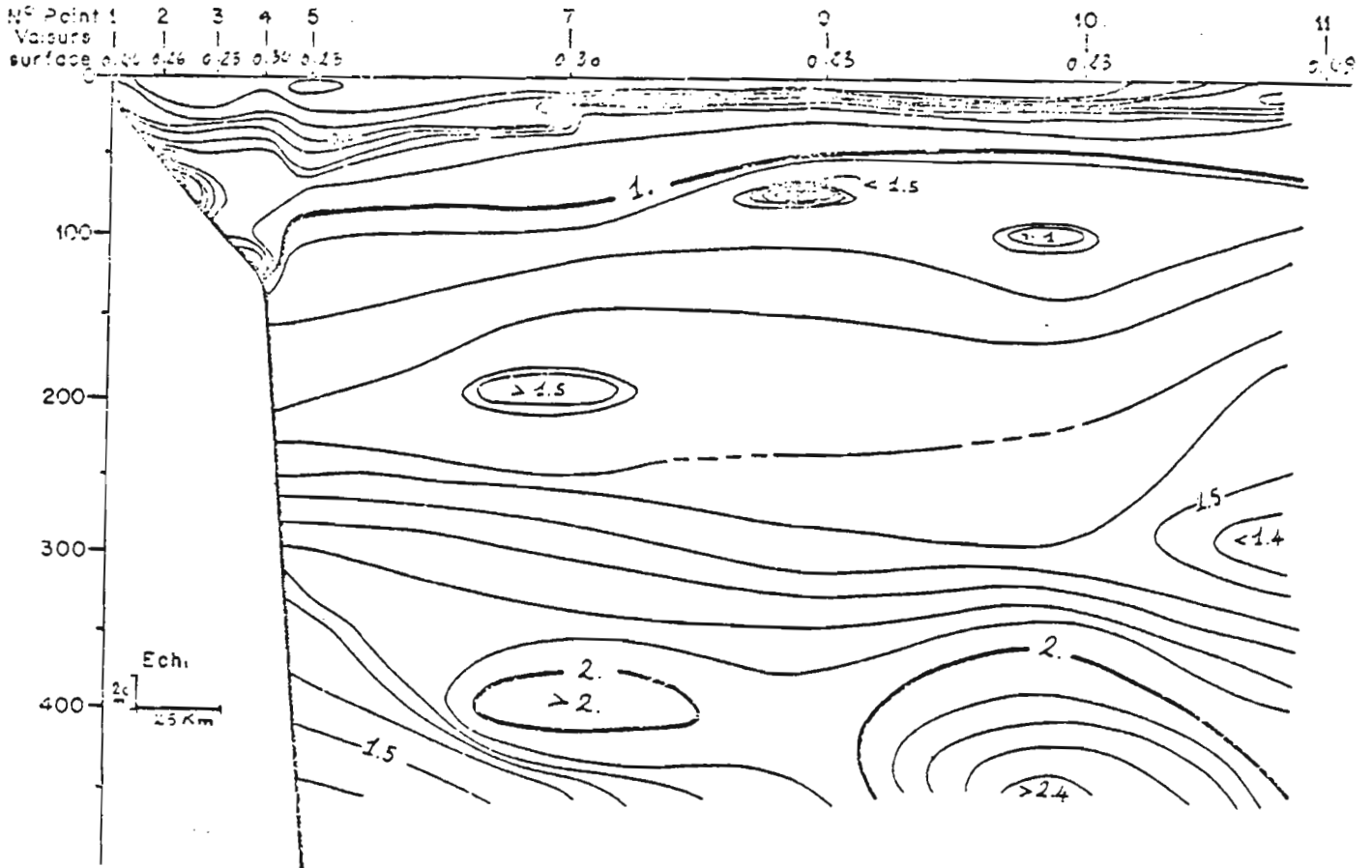


Figure 60 - Coupe des teneurs moyennes en phosphate minéral dissous (PO_4-P) en Petite Saison Chaude
Les données figurent en Annexe II
Teneurs exprimées en atg/l .

V - CYCLE ANNUEL DES CONDITIONS THERMO - HALINES

Après avoir décrit les principaux caractères hydrologiques saisonniers moyens, il est intéressant de tenter de suivre l'évolution continue, au cours d'un cycle annuel, des traits les plus représentatifs des conditions thermohalines de la région congolaise. Nous étudierons le cycle annuel de la température dans les trois régions que nous avons distinguées sur la radiale (côtière, intermédiaire et océanique) ; nous étudierons également les évolutions de la salinité, d'une part dans la couche superficielle en raison de la permanence observée des faibles salinités et d'autre part dans la couche du maximum de salinité qui est associée à la pycnocline.

5.1 - CYCLE ANNUEL DE LA TEMPERATURE

Le cycle annuel de la température à la côte a été présenté dans notre troisième partie. Nous présentons ici les cycles annuels en quatre points représentatifs des trois "bandes méridiennes" que montrent les structures de distribution saisonnière de la température. Nous avons sélectionné deux points sur le plateau et le talus (points 2 et 5) dans la partie côtière et un point pour chacune des autres parties de la radiale : point 7 dans la partie intermédiaire, 10 dans la partie océanique.

Nous avons choisi huit immersions :

0 et 15 mètres appartenant à la couche superficielle,

30, 50 et 75 mètres appartenant à la thermocline et au maximum de salinité subtropical

200, 300 et 450 mètres appartenant à la troposphère inférieure.

Les valeurs de la température ont été moyennées par mois (fig. 61 à 64). Rappelons que nous n'avons pas de mesures en août ni en novembre (sauf sur le plateau, point 2, pour ce dernier mois). Les estimations des températures moyennes annuelles obtenues (tableau XIII) présentent de ce fait une erreur que nous ne pouvons préciser mais qui infléchit les valeurs vers les plus fortes températures.

Point	2	5	7	10
$T^{\circ}\text{air}$	25.9	25.9	25.5	26.4
Z				
0	25.27	25.07	25.65	26.03
15	23.03	23.08	23.01	24.15
30	21.45	20.90	19.95	19.52
50	19.63	19.07	18.25	17.23
75		17.64	16.95	16.26
200		14.05	14.03	13.71
300		10.76	10.70	10.90
450		8.14	7.89	7.77

Tableau XIII - Moyennes annuelles des températures dans les trois parties de la radiale en °C et centièmes.

L'évolution de la température de l'air représentée (fig. 61 à 64) n'a qu'une valeur indicative. Les mesures, moins nombreuses que les mesures de la température de l'eau ne tiennent pas compte de la variation diurne. La moyenne annuelle sur 37 ans de T_a° mesurée à la côte (tableau I, première partie) a pour valeur 24,9°C et 25,1°C. Les valeurs moyennes annuelles de T_a mesurées aux différents points de la radiale (tableau VIII) sont manifestement trop élevées. Par ailleurs, si les différences de T_e (température de l'eau de mer en surface) et T_a obtenues pour les six années d'observations au wharf (0,5°C) sont proches en moyennes annuelles de celle donnée par SHOTT (1944) : 0,6°C pour la latitude 5° Sud, on trouve sur la radiale des valeurs négatives (respectivement : - 0,6°C ; - 0,8°C ; - 0,2°C et 0,4°C aux points 2, 5, 7 et 10 de la radiale) ce qui constitue un résultat douteux.

Les cycles thermiques annuels présentés ici sont à deux modes, représentant les quatre saisons marines (deux saisons principales, deux saisons secondaires) définis par les quatre extrema relatifs. La faible densité de nos données empêche de leur appliquer une analyse de FOURIER, mais qualitativement nos résultats peuvent être rapprochés de ceux obtenus récemment par MERLE et LE FLOCH (1978) à l'échelle de l'Atlantique inter-tropical, où l'analyse de l'ensemble des données hydrologiques disponibles permet la mise en évidence d'une composante semi-annuelle du cycle thermique dans le golfe de Guinée. Cette composante semi-annuelle traduit en particulier les extrema relatifs caractéristiques des petites saisons (fig. 66) ; son amplitude est maximale en subsurface, entre 20 et 50 mètres. Ces petites saisons apparaissent ainsi comme des événements liés à la circulation subsuperficielle et au système des contre-courants équatoriaux en particulier (MERLE et LE FLOCH, 1978 ; MERLE et al., 1978).

Sur la radiale, à défaut d'informations quantitatives relatives à cette composante semi-annuelle, il est intéressant d'observer que l'amplitude de la variation annuelle, estimée par différence entre mois le plus chaud et mois le plus froid, présente précisément un maximum en subsurface entre 15 et 30 mètres (fig. 65).

Sous ce maximum d'amplitude, l'amortissement de la variation annuelle avec la profondeur est rapide (diminution de 4,5°C, 6,5°C et 7°C pour

60 mètres dans les parties côtières intermédiaire et océanique (respectivement) jusqu'à l'immersion 80 mètres environ, il se poursuit plus lentement ensuite jusqu'à 200 mètres.

La diminution de l'amplitude annuelle de la côte vers le large est aussi plus importante vers l'immersion 100 mètres (de $- 2^{\circ}\text{C}$ environ entre les points 5 et 10), où elle est régulière, qu'en surface ($0,8^{\circ}\text{C}$) où l'on observe au contraire une augmentation de $0,7^{\circ}\text{C}$ entre les parties côtière et intermédiaire.

En dessous de l'immersion 200 mètres, dans les parties intermédiaire et océanique, l'augmentation de l'amplitude annuelle de 1°C jusqu'au niveau de la seconde thermocline est à mettre en relation avec l'existence dans la troposphère inférieure d'un régime de circulation différent au niveau de l'eau centrale (cf. 5 ci-dessous). Les cycles thermiques annuels semblent présenter à partir de l'immersion 200 mètres des déphasages relativement aux couches superficielles.

Nous avons vu précédemment (en 4.) que si les catégories d'eaux superficielles de BERRIT appliquées aux mesures côtières rendent bien compte des grandes saisons chaudes et froides sur l'ensemble de la radiale, on observe aux petites saisons une inversion entre partie côtière, intermédiaire et partie océanique, avec dans cette dernière, à l'immersion 15 mètres, des eaux subtropicales froides ($T < 24^{\circ}\text{C}$, $S > 35 \text{ ‰}$) en Petite Saison Chaude et des eaux tropicales chaudes ($T > 24^{\circ}\text{C}$, $S > 35 \text{ ‰}$) en Petite Saison Froide. Les cycles annuels de la température à 15 mètres montrent que cette inversion des conditions saisonnières, entre la côte et le large, correspond à un décalage dans le temps des petites saisons qui se manifestent plus tard au large qu'à la côte : le maximum relatif de P.S.C. s'observe en novembre-décembre sur le plateau (point 2), il est peu marqué au talus (point 5) ; il apparaît en décembre au point 7 et en janvier sur le plateau, en février dans la partie océanique. Aux immersions 30 et 50 mètres, ce décalage d'un mois de la P.S.F. apparaît dès la partie intermédiaire (point 7).

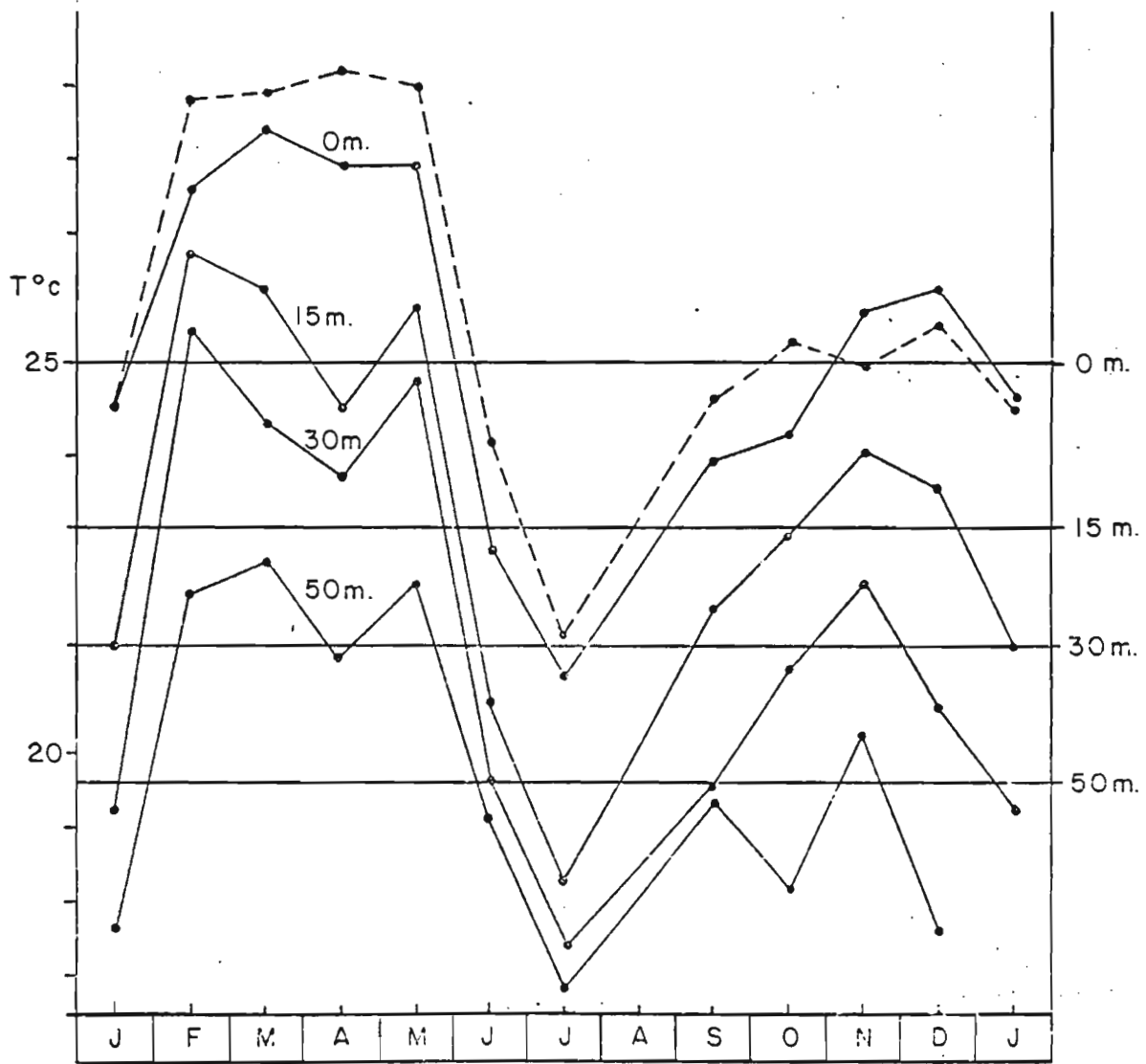


Figure 61 - Cycle annuel de la température sur le plateau (point 2)

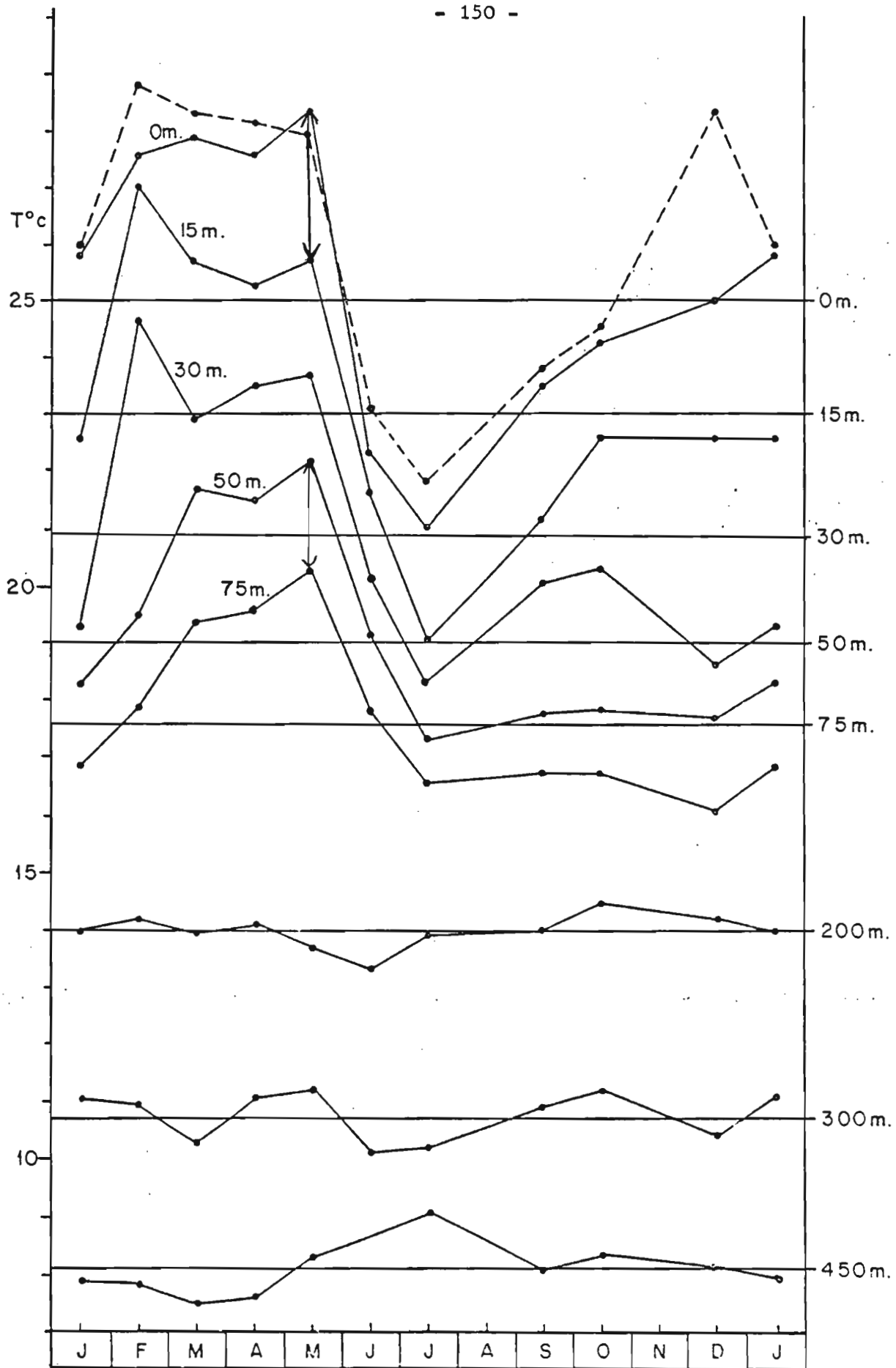


Figure 62 - Cycle annuel de la température au talus (point 5)

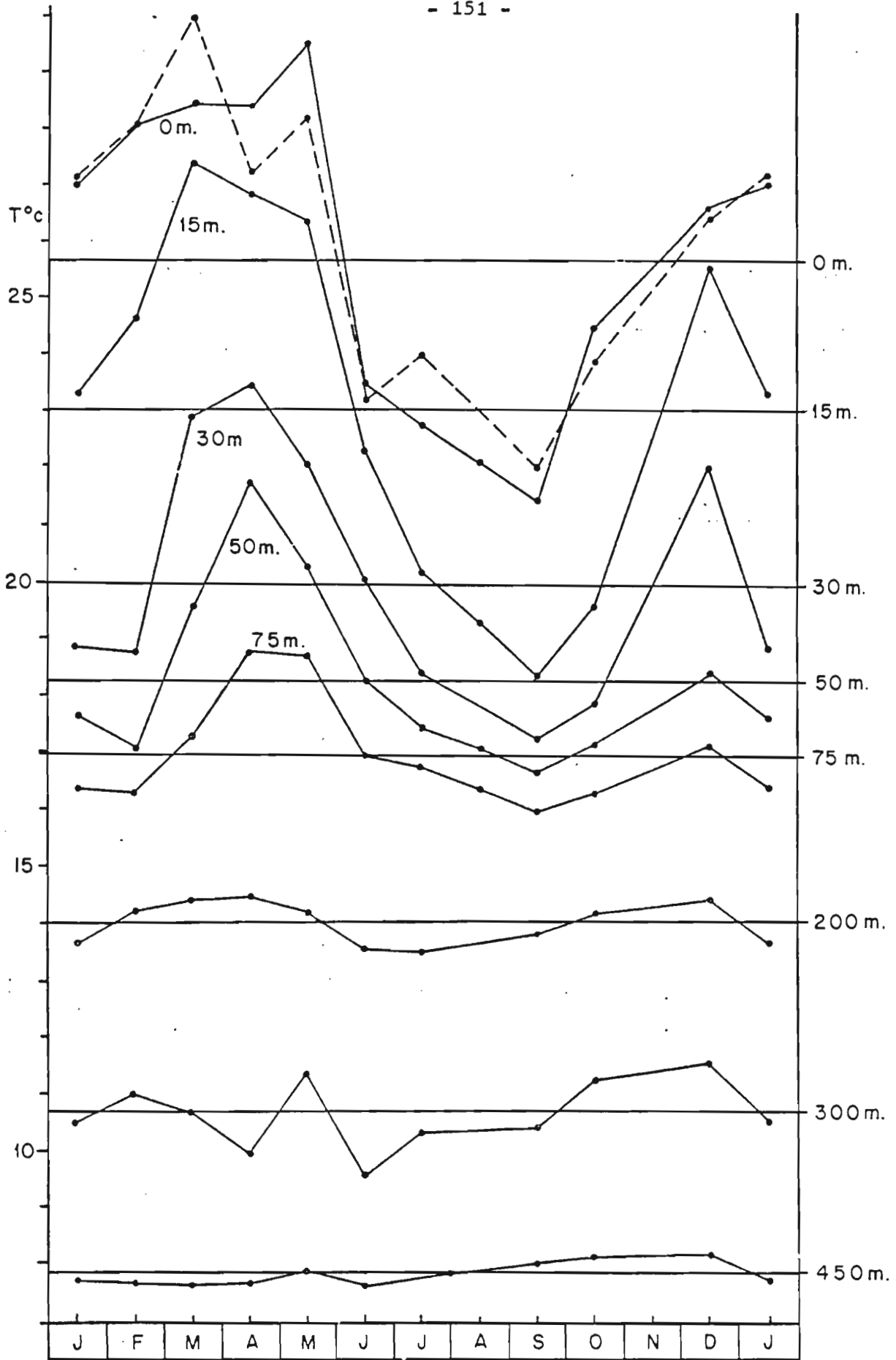


Figure 63 - Cycle annuel de la température dans la partie intermédiaire (point 7)

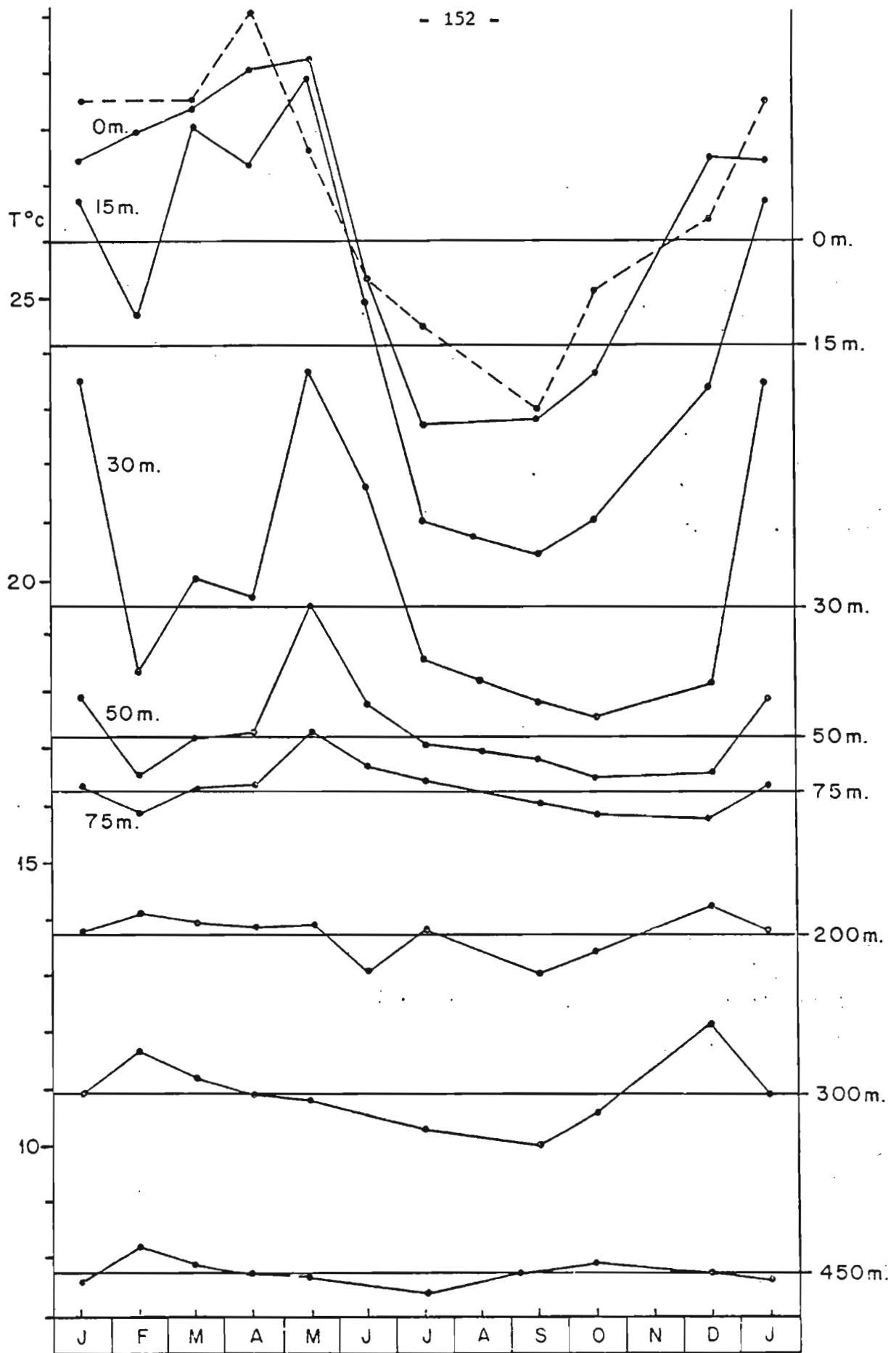


Figure 64 - Cycle annuel de la température dans la partie océanique (point 10)

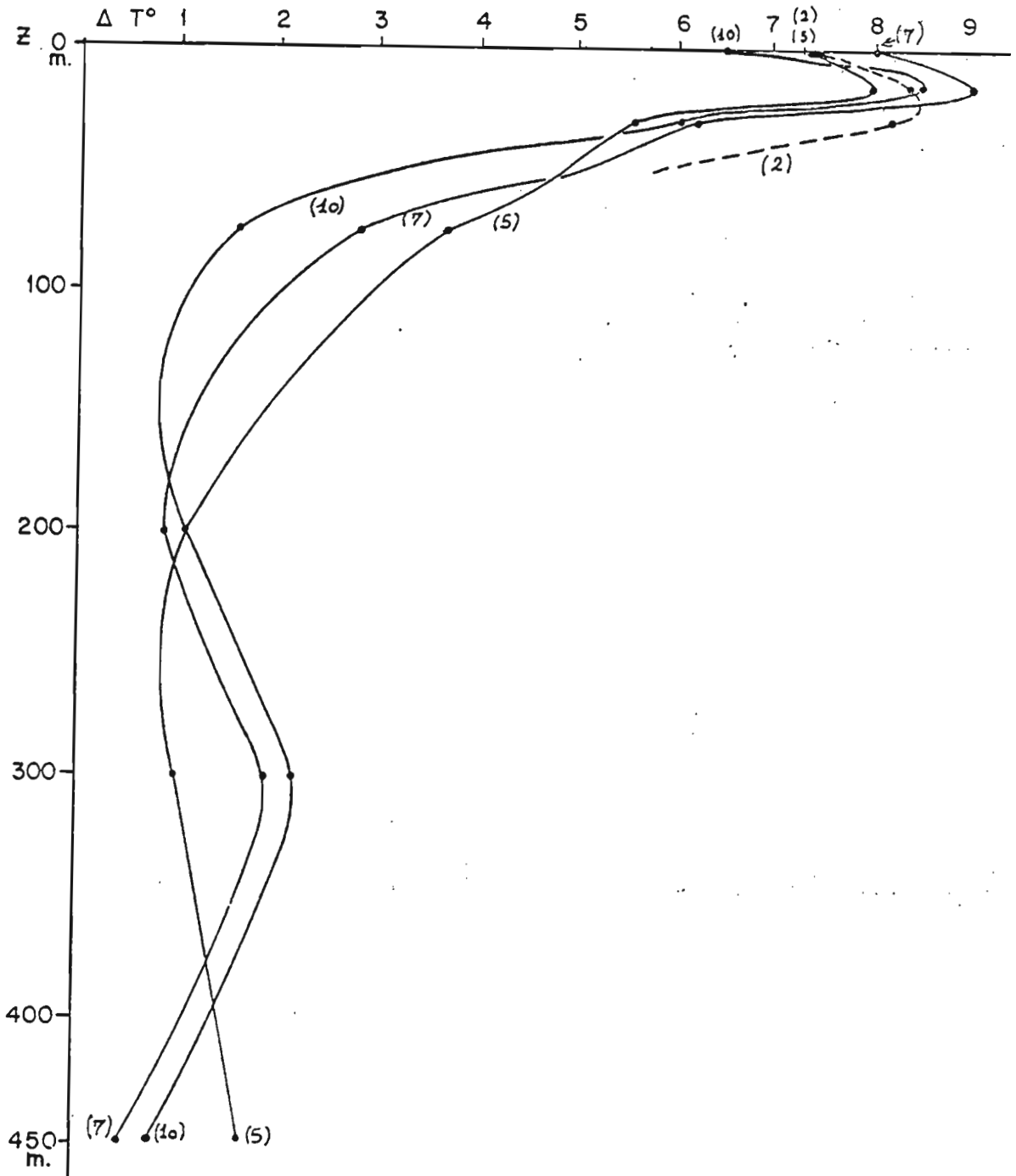


Figure 65 - Amplitude de la variation annuelle de la température en fonction de la profondeur aux points 2, 5, 7 et 10
 ΔT : différence des températures entre mois le plus chaud et mois le plus froid.

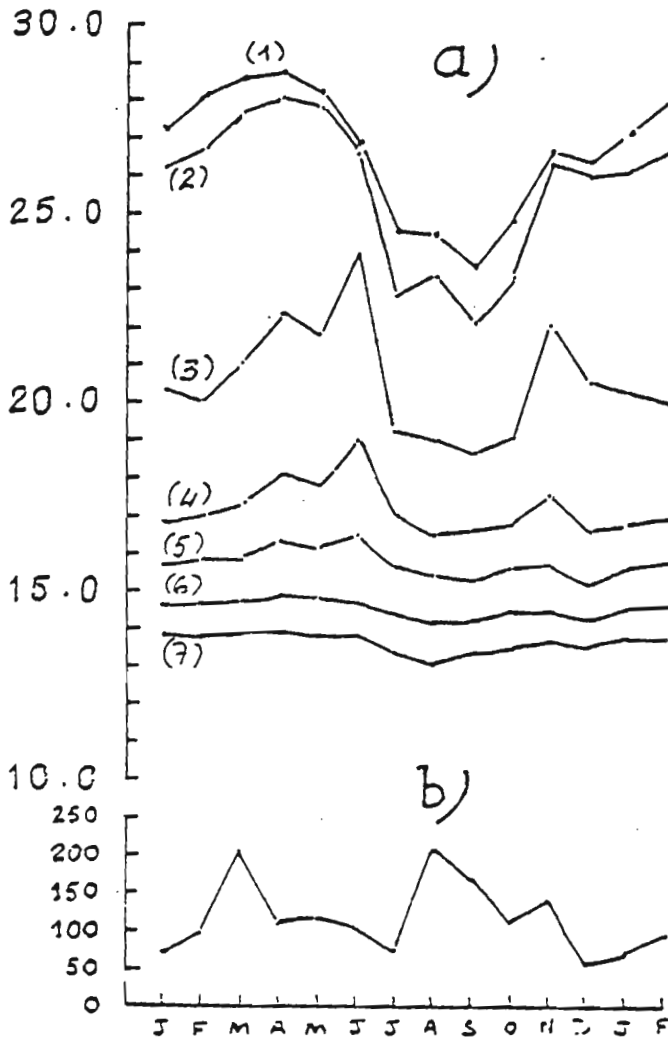


Figure 56 - Cycle annuel de la température moyenne mensuelle au centre du "Golfe de Guinée" entre les latitudes 5° Nord, 5° Sud et les longitudes 0°, 10° Ouest (d'après NESLE, 1977 b).

- a - 1 : température mensuelle à l'impression 0 m
 2 : - - - - - 20 m
 3 : - - - - - 50 m
 4 : - - - - - 75 m
 5 : - - - - - 100 m
 6 : - - - - - 150 m
 7 : - - - - - 200 m
- b - nombre moyen de stations

5.2 - CYCLE ANNUEL DE LA DESSALURE SUPERFICIELLE

Les noyaux de très faibles salinités ($S < 30 \text{ ‰}$) sont présents toute l'année dans la région. Nous avons vu que l'on distingue généralement sur la radiale deux zones de forte dessalure, l'une à la côte que l'on doit raisonnablement relier à l'effet des fleuves et rivières côtiers (Kouilou en particulier), l'autre plus au large dont l'extension et la position peut être mise en relation avec le régime du fleuve Congo. Ce second noyau est proche de la côte (vers le talus) en Grande Saison Froide, et s'étend plus au large aux autres saisons.

La situation de la radiale relativement à l'extension moyenne connue du Congo (fig. 15 en 1.) montre qu'elle coupe, en général, la partie nord de la tache dessalée, ce qui correspond assez bien à ce que nous avons obtenu en étudiant la variation saisonnière de la tache d'eau dessalée observée sur la radiale.

Pour préciser l'évolution annuelle des dessalures qui affectent la région en permanence, nous avons planimétré sur la série des coupes de salinités des 13 radiales longues (370 km), la surface verticale occupée par les eaux dont la salinité est inférieure à celle de la valeur limite 35 ‰ . L'aire de cette surface constitue une estimation de l'apport d'eau douce dans la région. L'évolution annuelle de cette surface (en millions de mètres carrés, fig. 67) est mise en relation avec celle des débits du Congo moyennés sur 16 ans, d'après les données de LE GUEN (1971).

On observe seulement une bonne concordance de ces deux évolutions au moment de la crue principale du Congo en décembre. L'absence de mesures hydrologiques en août déforme sans doute le tracé de la courbe des surfaces de dessalure en Grande Saison Froide. La plus grande surface de dessalure s'observe en mars conjointement à un minimum relatif de la courbe des débits du Congo.

Cette relation négative avec le débit du Congo peut s'interpréter en attribuant une origine différente à la masse d'eau dessalée présente en mars dans la région. Cette origine peut être :

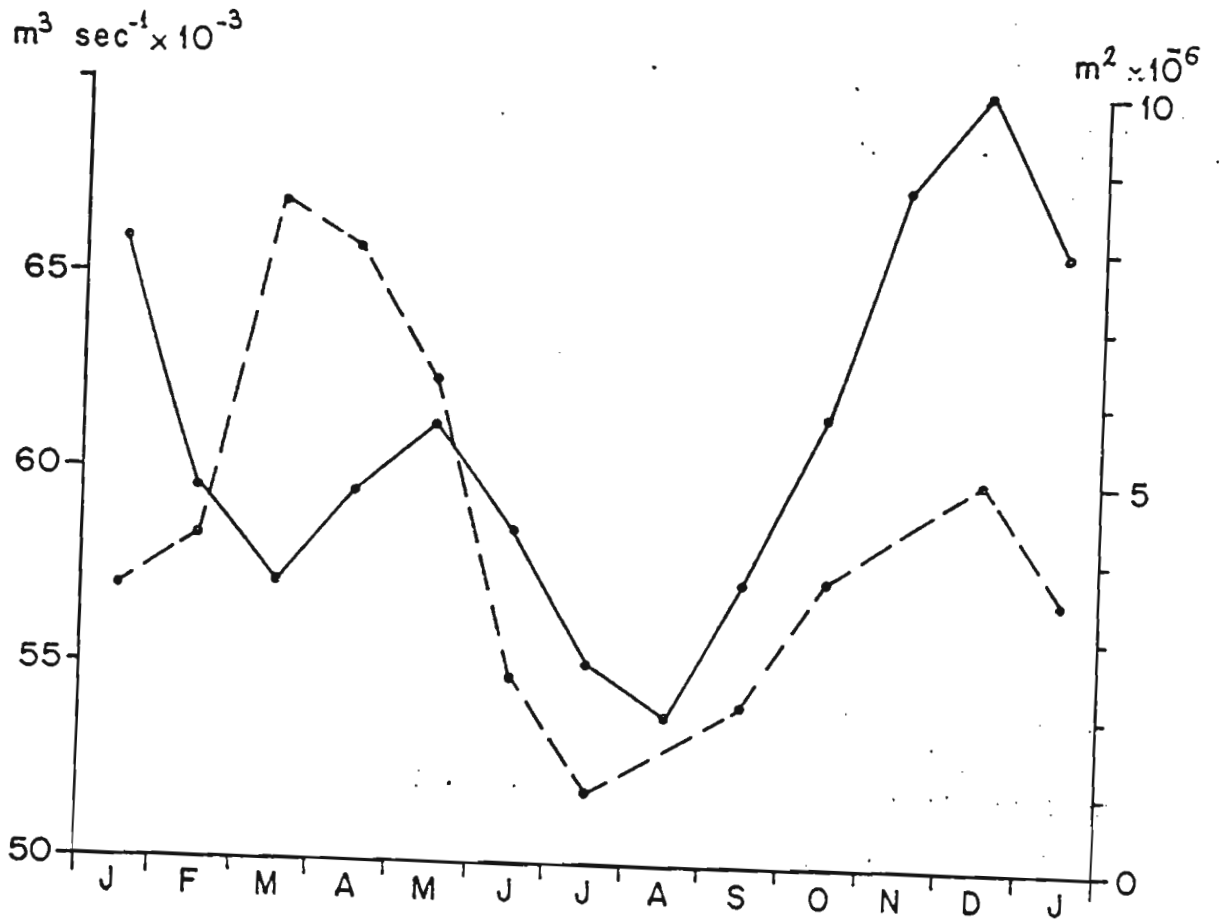


Figure 67 - Cycle annuel de la surface verticale occupée sur la radiale par les eaux de salinité inférieure à 35.65‰ et débits mensuels moyens du Congo. Les débits du Congo (en traits pleins) sont moyennés de 1952 à 1968 d'après les données de LE GUEN (1971). En tireté : les surfaces de dessalure.

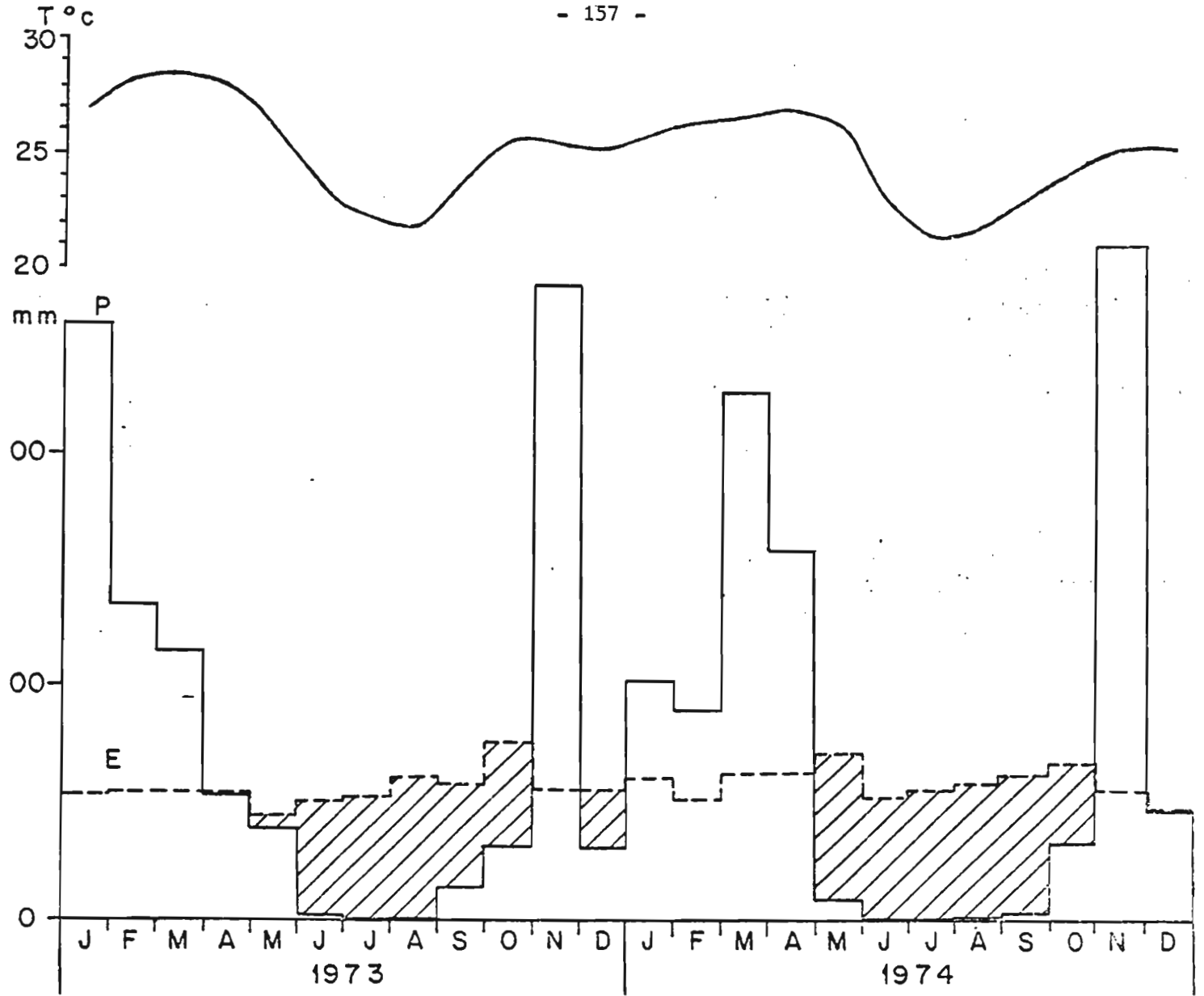


Figure 68 - Evolution des conditions pluvio-thermiques et de l'évaporation à Pointe-Noire en 1973 et 1974

Les valeurs moyennées par mois sont celles mesurées à la station de Pointe-Noire de l' A.S.E.C.N.A.

En tireté : l'évolution de l'évaporation (E)

Les hachures indiquent les périodes où la différence E-P est positive
Il faut remarquer l'anomalie que constitue pour ces deux années le maximum des précipitations en novembre (voir figure 9).

- soit un apport d'eau douce par la pluviosité qui a été relativement importante à la côte en mars 1974 (fig. 68), bien que la période soit anormale aussi de ce point de vue puisque pour les deux années 1973 et 1974 le maximum des pluies est enregistré en novembre. Nous ne disposons pas de mesure des pluies en mer.

- soit un apport d'eau douce venant des régions situées au nord de Pointe-Noire ainsi que le donne à penser l'importance des transports Sud en surface en cette saison (cf. 6.1.). Dans ce cas, l'on confirmerait le point de vue admis généralement depuis BERRIT sur l'origine des eaux dessalées en G.S.C. et le rôle de réservoir d'eau douce de la baie de Biafra.

5.3 - CYCLE ANNUEL D'EVOLUTION DU MAXIMUM DE SALINITE

L'évolution annuelle (fig. 69) de la couche du maximum de salinité peut être représentée globalement pour toute la radiale, par le cycle annuel des surfaces occupées dans le plan vertical par les salinités de valeurs supérieures à 35,65 ‰ (fig. 70). L'aire de ces surfaces obtenue par planimétrie sur les coupes de salinité nous a permis de calculer d'une part l'évolution annuelle de la salinité moyenne dans la couche (fig. 72), d'autre part le cycle annuel d'un facteur proportionnel à la quantité de sel présente dans la couche (fig. 71).

L'allure générale de ces courbes montre une croissance générale de février à mai et de juin à juillet-août, et une décroissance entre mai et juin et entre juillet-août et décembre.

Relativement aux moyennes annuelles de quantité de sel et de valeur de salinité (35,73 ‰), l'année se répartit en deux périodes : l'une de mars à septembre où les valeurs sont supérieures à la moyenne, l'autre d'octobre à mars où elles sont inférieures. Un détail important de cette évolution est représenté par la diminution des valeurs en juin qui sépare deux maxima l'un en mai, l'autre en juillet-août. En juin, ces valeurs demeurent cependant plus élevées que la moyenne annuelle et leur diminution est due à la diminution générale de la surface occupée par la

Figure 69 - Cycle annuel des structures thermo-halines dans la troposphère supérieure (jusqu'à l'immersion 150 mètres)

Les structures de la thermocline (1) et de la couche du maximum de salinité (2) déduites des coupes de la température et de la salinité sont regroupées par mois et pour chaque mois sont dans l'ordre chronologique des décades.

Les radiales courtes et les radiales longues sont représentées à des échelles horizontales différentes.

L'échelle des profondeurs reste constante.

Sont représentés de plus : les tracés de l'isohaline 35‰ (3), l'immersion du gradient vertical maximum de la température (4).

La thermocline est limitée vers le bas par l'isotherme 18°C.

Dans la couche du maximum de salinité définie pour $S \geq 35.65\text{‰}$, les isohalines sont tracées de 0.5 en 0.5‰. Les noyaux où $S \geq 35.80\text{‰}$ sont représentés en grisé léger (5), ceux où $S \geq 36.00\text{‰}$ en gris foncé (6).

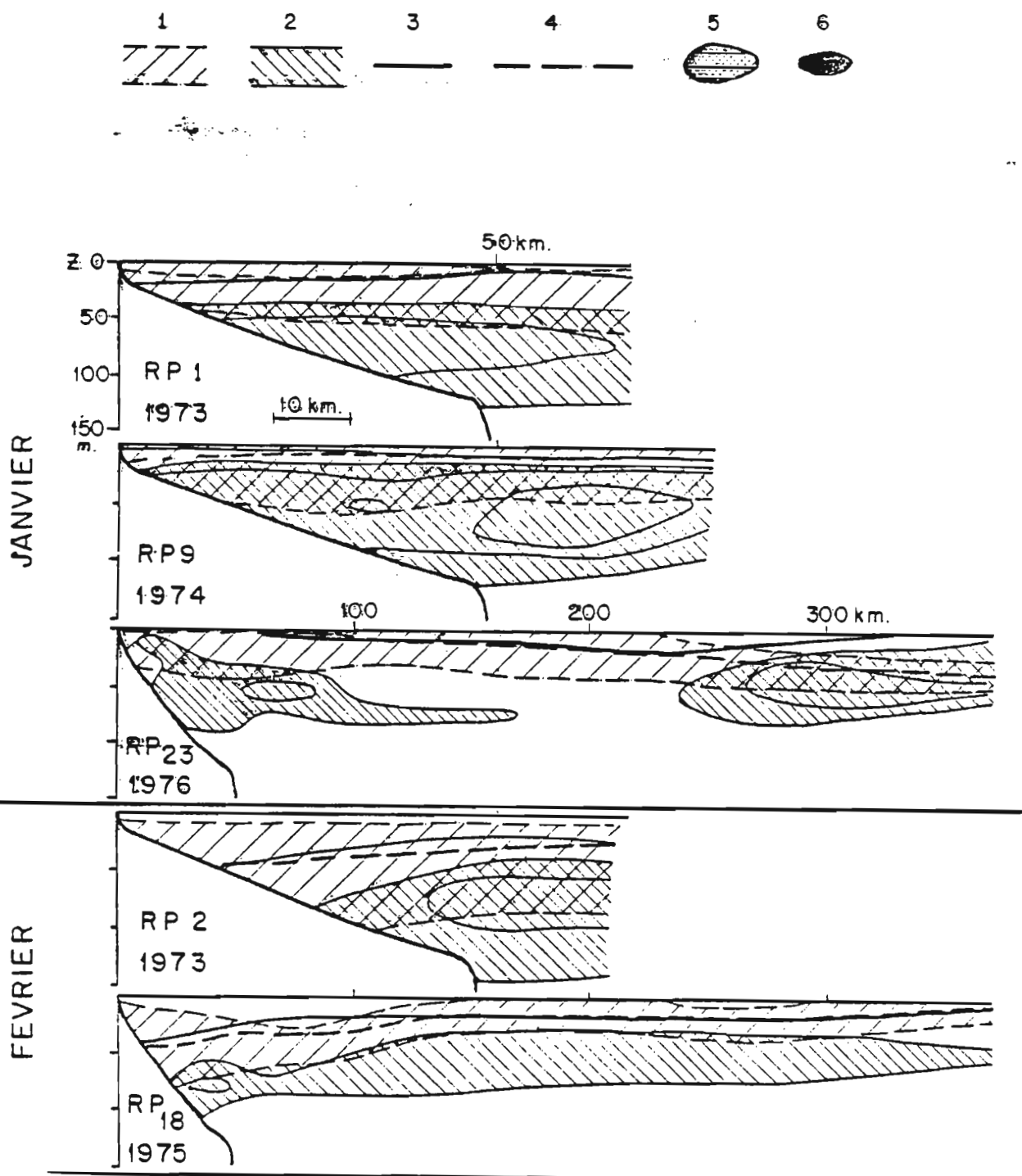


Figure 69 (suite)

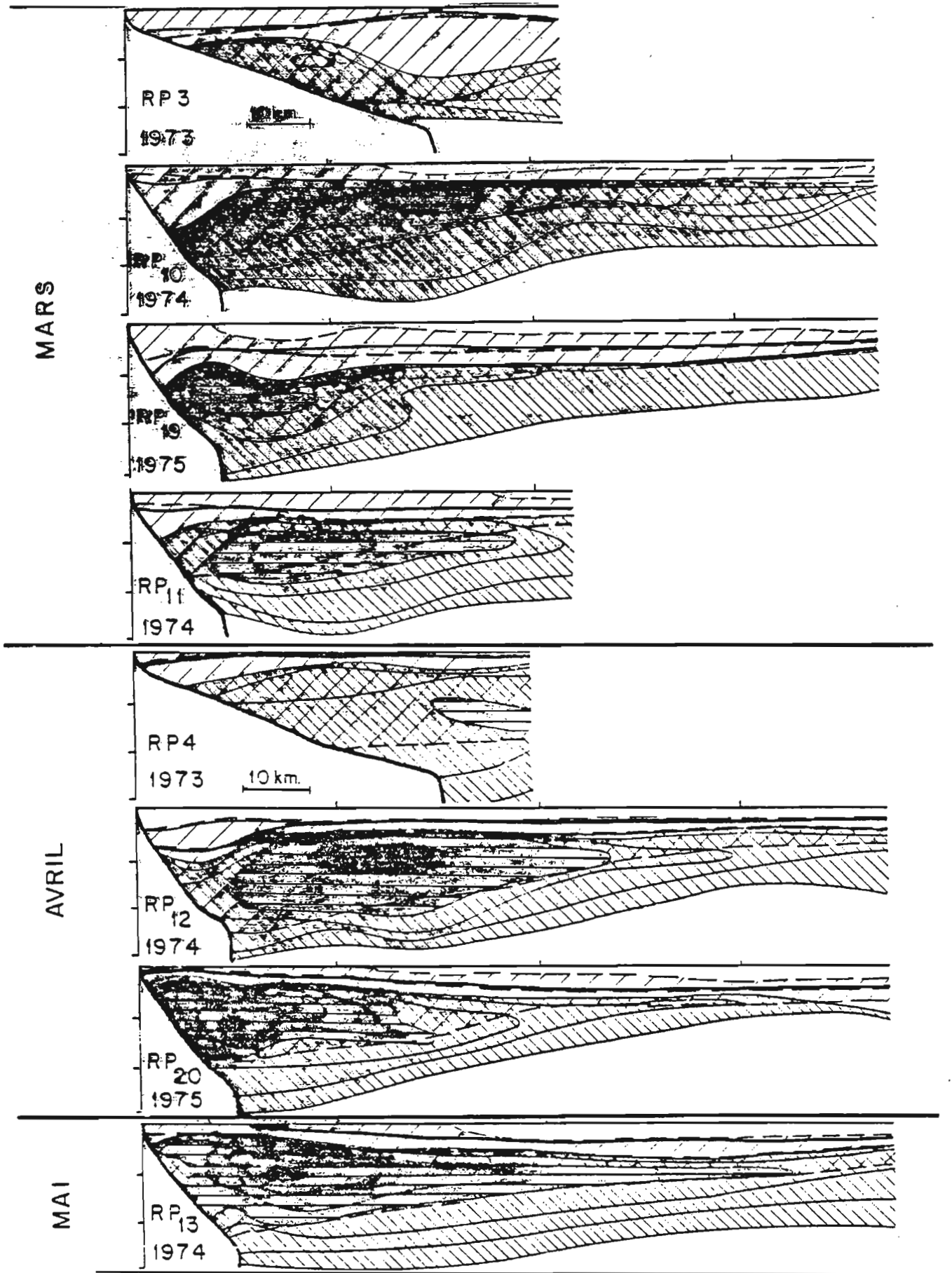


Figure 69 (suite)

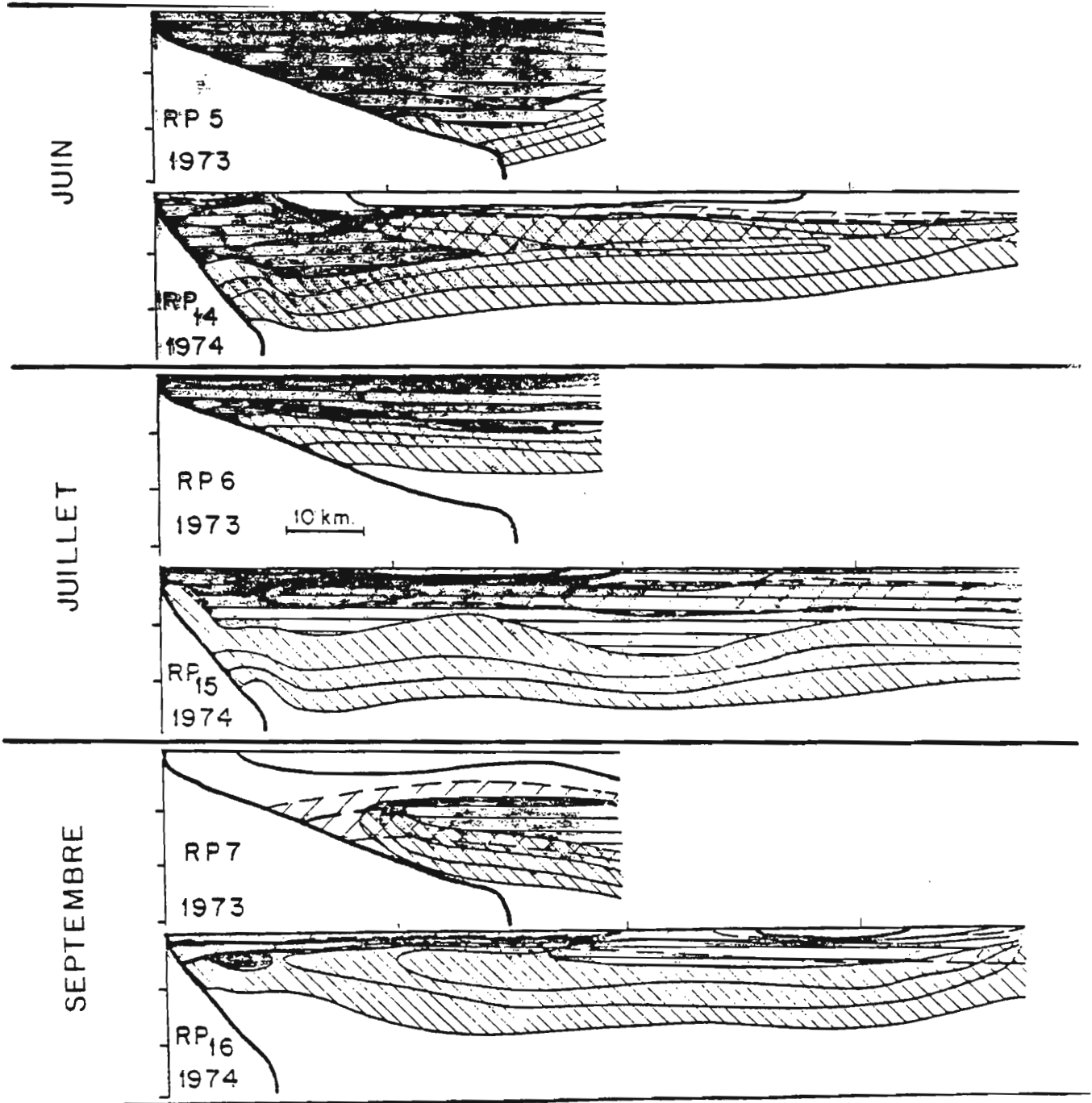
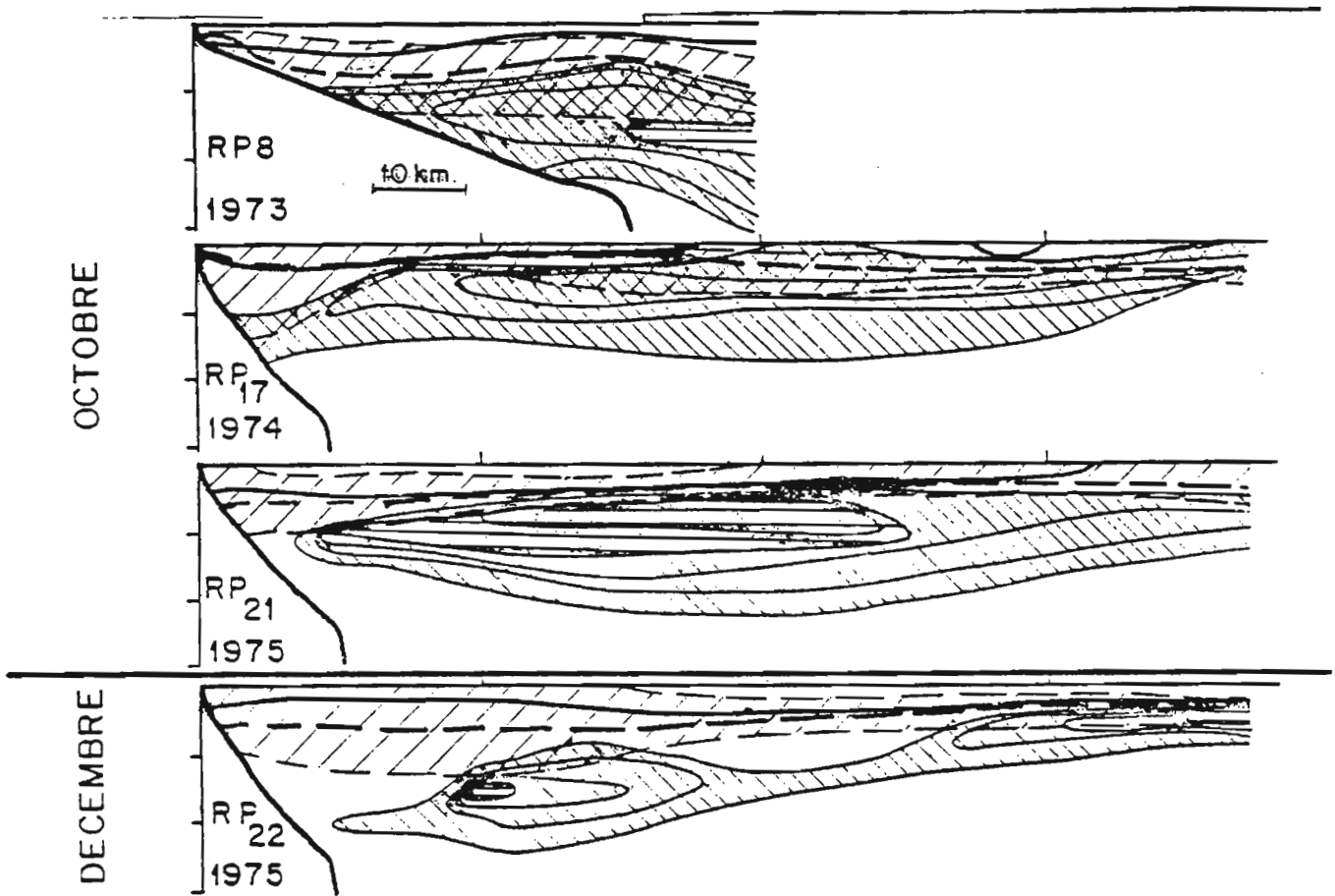


Figure 69 (suite)



couche du maximum de salinité principalement dans la partie océanique de la radiale, corrélativement à sa remontée en surface sur le plateau. Cette diminution de la quantité de sel en juin peut être interprétée comme l'indication de la succession, au cours du cycle annuel, de deux évolutions distinctes dont la première est caractérisée de février à juin par l'apparition et les variations en extension et en position, d'un noyau oriental de salinités de valeurs plus élevées ($S \geq 35,80 \text{ ‰}$) que la moyenne annuelle. Ce noyau oriental apparaît début mars dans la partie intermédiaire et montre un accroissement en valeurs et en extension jusqu'en avril-mai (fig. 69), tandis qu'il se déplace à la fois vers la côte et vers la surface, sa limite supérieure passant d'une immersion de l'ordre de 50 mètres en mars, à moins de 15 mètres sur le plateau en mai. Pendant cette évolution, la couche du maximum de salinité a une épaisseur maximum à proximité du talus accompagnée, nous l'avons vu, d'un éclatement de la thermocline. En juin, le noyau oriental atteint la surface sur le plateau tandis qu'en subsurface (vers 25 - 30 mètres) on trouve des salinités supérieures à $35,90 \text{ ‰}$, plus faibles donc qu'en mai où le maximum de salinité vers 50 mètres dépasse $36,00 \text{ ‰}$.

Les très fortes valeurs globales de la salinité en juillet correspondent à une grande épaisseur (environ 100 mètres) de la couche sur toute l'étendue de la radiale où une nappe où $S \geq 35,80 \text{ ‰}$ apparaît dans la partie océanique accompagnée d'un second noyau occidental, de très fortes salinités ($S \geq 35,90 \text{ ‰}$).

La persistance de cette structure en deux noyaux, l'un oriental, l'autre occidental caractérise la suite de l'évolution annuelle après juillet-août ainsi que la diminution des valeurs des salinités globales et maximales.

Le mois d'octobre semble cependant faire exception, avec l'extension d'un unique noyau où $S \geq 35,80 \text{ ‰}$ dans la partie intermédiaire. Ceci se traduit, malgré la faible extension générale de l'ensemble de la couche qui n'atteint même pas le fond sur le plateau, par un léger accroissement de la salinité moyenne de la couche (fig. 72) par rapport au mois de septembre.

Ce schéma du cycle annuel de la courbe du maximum de salinité montrant

$m^2 \times 10^6$

- 164 -

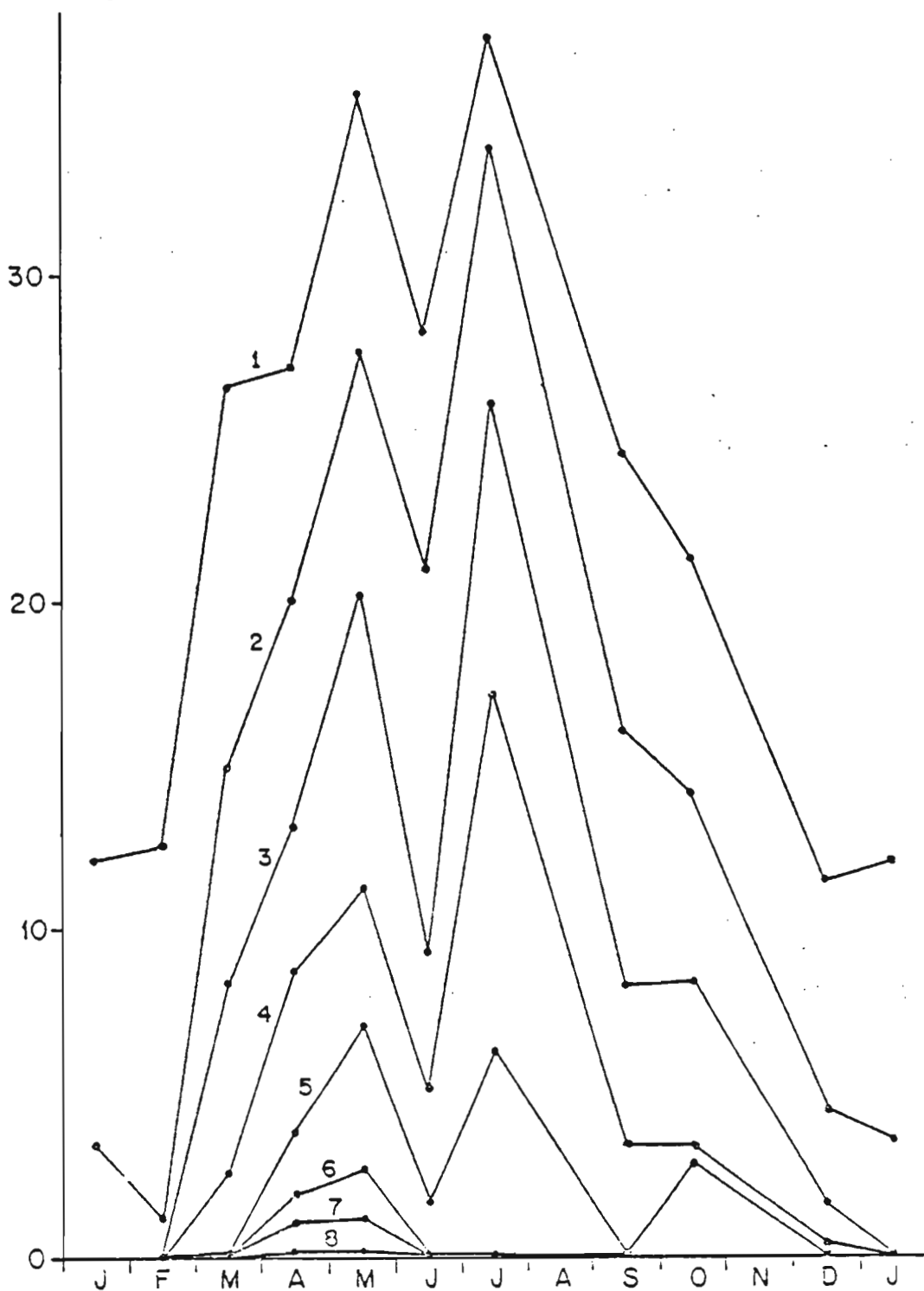


Figure 70 - Cycle annuel des surfaces verticales de la radiale occupées par la couche du maximum de salinité

Valeurs exprimées en millions de mètres carrés des surfaces du plan de la radiale où :

$S \geq 35.65\%$	(1)
$S \geq 35.70\%$	(2)
$S \geq 35.75\%$	(3)
$S \geq 35.80\%$	(4)
$S \geq 35.85\%$	(5)
$S \geq 35.90\%$	(6)
$S \geq 35.95\%$	(7)
$36.00\% \geq S < 35.05\%$	(8)

Chacune des courbes intègre l'ensemble des surfaces représentées par les courbes d'ordre supérieur. Les valeurs ont été réduites par planimétrie des coupes de distribution de la salinité sur les radiales longues de 370 km et moyennées par mois.

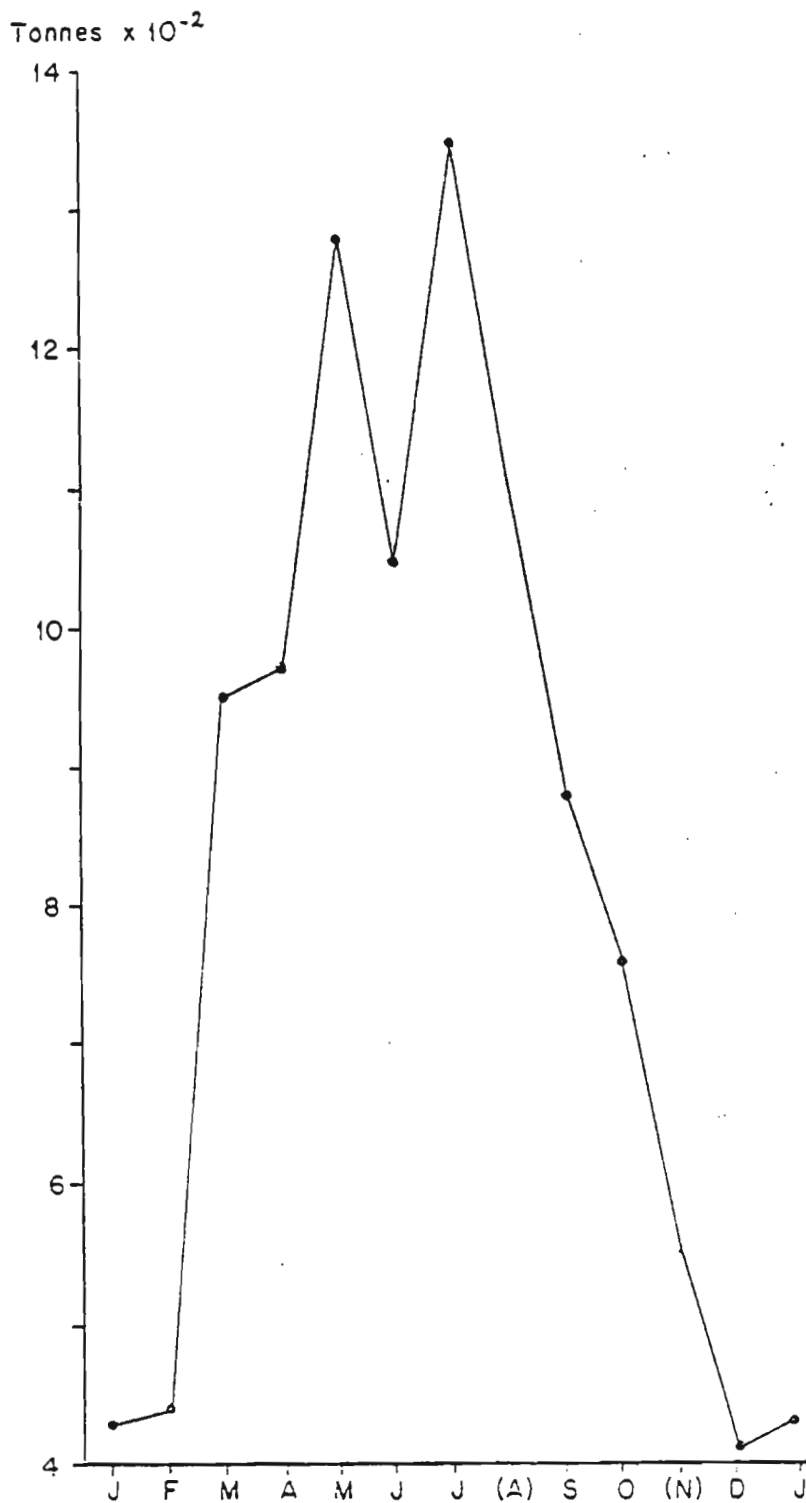


Figure 71 - Cycle annuel de la quantité globale de sol dans la couche du maximum de salinité sur l'étendue de la radiale (370 km) et pour une largeur fictive de la radiale de 10 cm.
Quantités de sol obtenues pour chaque mois avec les valeurs de la figure 69 par la formule :

$$Q \text{ (tonnes)} = 10^{-6} \sum_{i=1}^7 (C_i - C_{i+1}) \cdot (S_i + S_{i+1}) / 2$$

C_i = surface (en dm^2) occupée par les salinités supérieures à S_i
 S_i = salinités supérieures à 35.65‰ pour $i = 1$ (voir légende de la figure 69)
 salinités en g/kg d'eau g/ dm^3 d'eau.

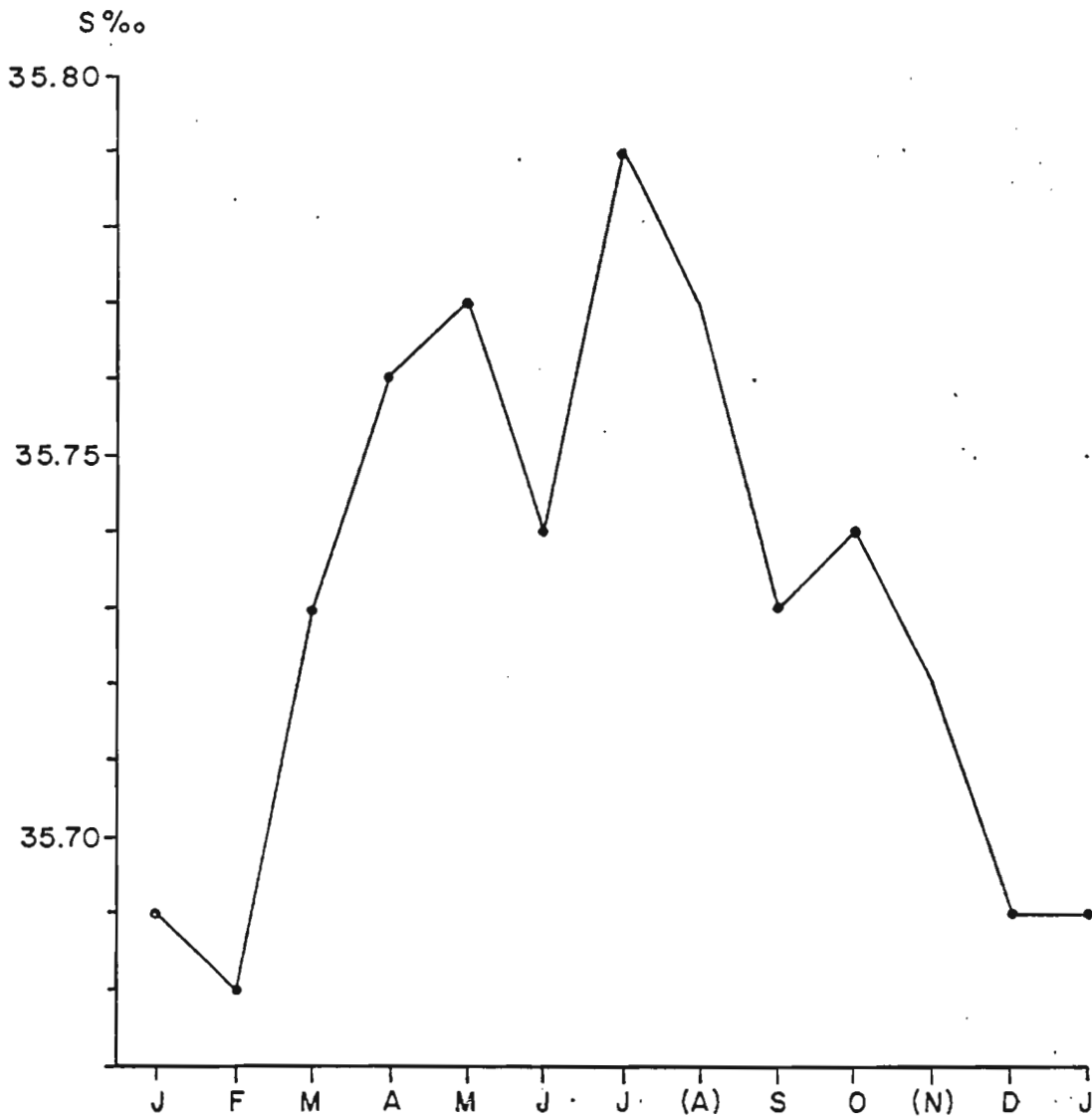
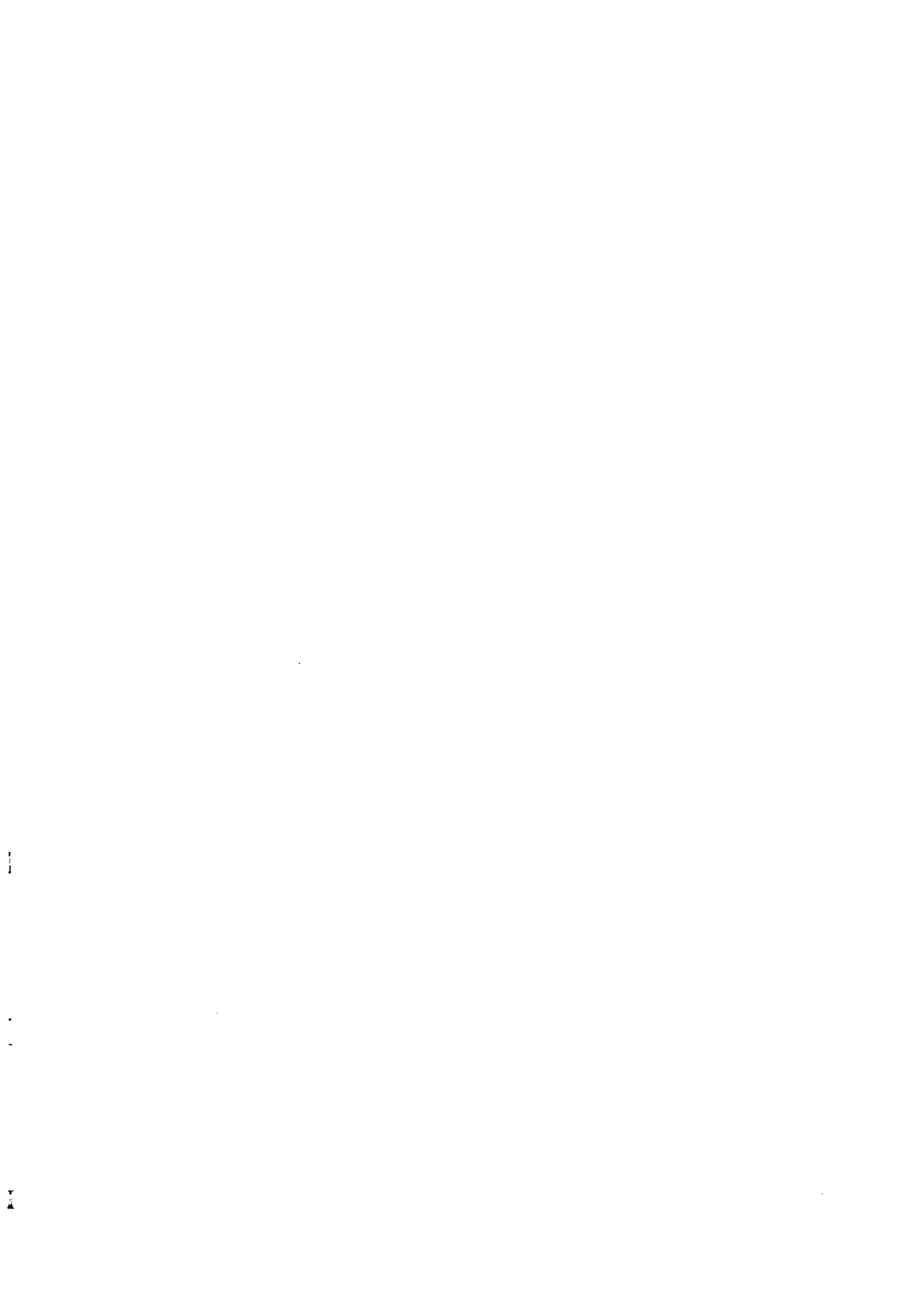


Figure 72 - Cycle annuel de la salinité moyenne dans la couche du maximum de salinité. Valeurs mensuelles de la quantité de sel (figure 70) divisées par la surface de la couche où $S \leq 35.65$.

d'une part l'évolution d'un unique noyau oriental jusqu'au début de la Grande Saison Froide, d'autre part une évolution différente en deux noyaux à partir du milieu de la Grande Saison Froide est à rapprocher des observations faites à la côte concernant un décalage de 70 jours entre apparition du maximum de salinité au wharf (début juin) et apparition du minimum de température fin août (tableau VI, cap. III). Les basses températures d'août au wharf et les relativement faibles salinités qui leur sont associées n'appartiennent pas nécessairement à la couche du maximum de salinité telle que nous l'avons définie puisque pour quatre des sept années d'observations ces salinités sont inférieures à 35,65 ‰. Il est clair que les fortes salinités de juin appartiennent au noyau oriental dont nous avons décrit l'évolution ici. Ceci conforte l'hypothèse d'une double origine des eaux de la thermocline observées successivement au wharf en G.S.F.. L'étude de la circulation, dans la sixième partie de notre étude nous permettra d'éclaircir cette question.

Une remarque est à faire concernant les conditions à l'interface air-mer en juillet-août : pendant la R P 15 (fin juillet 1974) si l'on excepte l'aire superficielle de faible extension verticale et zonale où $S \leq 35$ ‰ due aux eaux douces du Congo, les fortes salinités ($S \geq 35,80$ ‰) occupent en surface la partie océanique de la radiale ; le bilan E - P à la côte est positif (fig. 68), les précipitations sont nulles ; au large, les vents soufflent du 160° avec une vitesse moyenne de 14 m s^{-1} , atteignant 38 m s^{-1} dans la partie océanique et la température de l'air est en moyenne supérieure à 20°C. Ces conditions sont favorables à l'évaporation et à une augmentation de la salinité superficielle ; on assiste donc peut-être à la formation d'eaux subtropicales dans cette région. Ainsi, au milieu et à la fin de la Grande Saison Froide, les salinités élevées observées à la côte peuvent être à la fois due à l'advection, comme le montrent les noyaux de fortes salinités subsuperficiels, mais aussi à la formation locale d'eau salée en relation avec le type de temps en saison sèche (fig. 5, en 1.).



VI - CIRCULATION

Une première exploitation (GUILLERM, 1975) des courants mesurés pendant les premières 17 sorties R P (années 1973-1974), nous a permis de dégager les principaux traits de la circulation saisonnière de la région congolaise. Les mesures directes acquises ultérieurement sont relatives d'une part à la Grande Saison Chaude 1975 (R P 18 à 20), d'autre part aux petites saisons et transitions 1975-1976 (R P 21 à 23). Ces derniers résultats ne sont pris en compte ici qu'à titre indicatif des directions du courant ; les vitesses très élevées mesurées pendant ces trois dernières sorties tranchent par trop avec nos résultats antérieurs et le fait qu'elles aient été obtenues avec une méthode instrumentale (courantomètre FJELDSTAD) plus délicate à mettre en oeuvre que celle que nous avons utilisée (courantométrie EKMAN), nous incite à nous méfier de ces résultats.

Les coupes de la circulation mesurée sur la radiale (composante "méridienne" parallèle à la côte et composante "zonale" perpendiculaire à la côte) sont présentées en annexe III.

A ces mesures directes s'ajoutent celles de la composante du courant géostrophique calculé par la méthode dynamique. Nous avons limité ces calculs aux parties intermédiaire et océanique de la radiale. Leur signification sur le plateau et le talus est en effet douteuse dans la région en raison :

a - des hypothèses plus ou moins valables qui permettent de les calculer : couche de référence au fond avec une vitesse supposée nulle ou bien similitude de vitesse au fond sur le plateau et aux stations adjacentes sur le talus (FOMIN, 1964),

b - des conditions de mélange qui existent probablement sur le plateau du fait de l'éclatement de la pycnocline (cf. 4.4.) qui implique sous la couche superficielle où est observée l'intensité maximale de la pycnocline une réduction notable de la stabilité. La méthode dynamique ne considère que les seules forces de pression et

de gravité ainsi que l'accélération de CORIOLIS en régime permanent et néglige facteurs externes (vents), vitesses verticales, frottement et viscosité virtuelle, ces dernières conditions supposent une absence de mélange.

En l'absence de mesures au point fixe hors du plateau, les mesures directes faites en dérive ainsi que le courant géostrophique sont évalués par référence à la surface 300 db qui correspond d'une part à l'immersion maximale des mesures directes et d'autre part, le plus souvent, à une surface de mouvement nul selon le critère de DEFANT (LE FLOCH, 1976), c'est-à-dire à une couche où la courbe représentant les différences de hauteur dynamique entre immersions consécutives d'une même station demeure parallèle à l'axe des profondeurs. L'erreur sur la vitesse géostrophique introduite par ce choix plutôt que par celui d'une autre surface (350 à 450 db par exemple) peut être estimée en moyenne à 2 cm s^{-1} , inférieure donc à l'erreur instrumentale de nos mesures directes ($\pm 5 \text{ cm s}^{-1}$).

6.1 - CIRCULATION SAISONNIERE

Les principaux traits de la circulation saisonnière dans la couche de 0 à 300 mètres sont :

- la prédominance générale de la circulation parallèle à la côte, que nous désignons ici par méridienne bien que, rappelons-le, l'orientation moyenne de la côte soit selon l'axe 150° - 330° vrai. Environ 76 % des mesures ont une composante principale perpendiculaire à la radiale,
- une stratification moyenne en deux couches de courants : orientés SSE (Sud pour abrégé) dans la troposphère supérieure, Nord dans la troposphère inférieure,
- la prédominance générale de la circulation Sud, principalement en subsurface.

En Grande Saison Chaude

La distribution en moyenne saisonnière de la composante méridienne

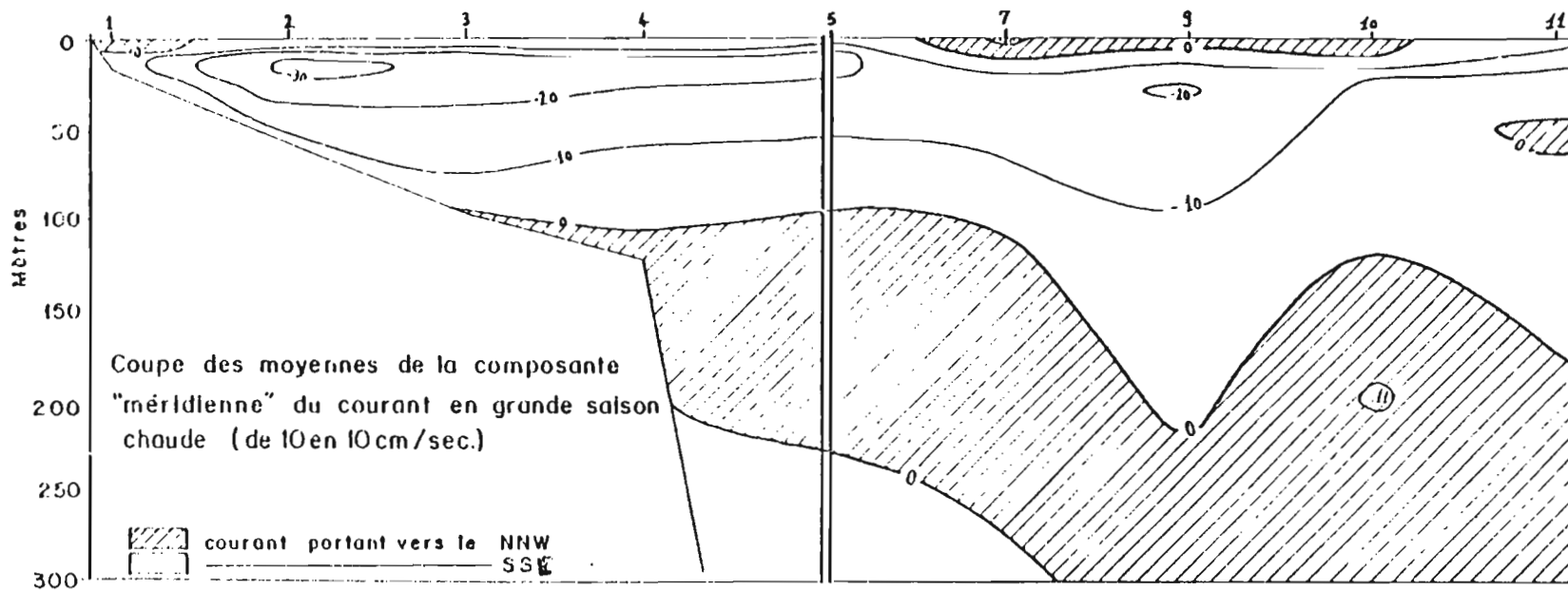


Figure 73 - Distribution moyenne de la composante méridienne du courant mesuré en Grande Saison Chaude (couche de 0 à 300 m)
 Le double trait vertical indique un changement de l'échelle des distances horizontales
 Les points d'observation sont repérés par leur numéro d'ordre
 Les isolignes des vitesses sont tracés de 10 en 10 cm s^{-1}
 Extrait de GUILLET, 1975.

(fig. 73) fait apparaître nettement cette stratification des circulations Nord et Sud de mars à mai 1974 (année où la saison est anormalement longue, - cf. cap. 3). Ce schéma se retrouve pour chacun des mois de G.S.C. (cf. annexe III) en 1974 et 1975 (excepté en février), en particulier au coeur de la saison, en avril 1974, les résultats de la R P 12 (fig. 74) le montrent tant pour le courant mesuré que pour le courant géostrophique. Cette concordance entre les méthodes d'estimation, est d'autant plus satisfaisante que mesures des courants et stations hydrologiques ne sont pas simultanées, 3 heures les séparant en général (GUILLERM, 1974).

- en surface, on observe deux veines peu épaisses de circulation Nord, l'une à la côte, l'autre dans les parties intermédiaire et océanique,

- la circulation Sud a sa vitesse maximale en subsurface vers 20-40 mètres ; dans la partie côtière (vers le talus) elle atteint plus de 40 cm s^{-1} ,

- dans la troposphère inférieure, au niveau de l'eau centrale, la circulation Nord est organisée en deux veines, l'une orientale collée au talus et se prolongeant au fond sur le plateau, l'autre occidentale dans la partie océanique de la radiale.

En Grande Saison Froide

Les conditions sont plus difficiles à schématiser ; on observe une tendance à l'extension de la circulation Nord particulièrement en surface et sur le plateau (fig. 75). Deux types de situations semblent se présenter :

- une situation de début de saison représentée ici par les distributions de juin 1974 (fig. 76), caractérisée par deux veines de courants Sud, l'une orientale atteignant la surface au large du talus et en subsurface sur le plateau, l'autre dans la partie océanique en subsurface est surmontée par une circulation Nord épaisse de 45 mètres environ. Entre ces deux veines Sud, le courant Nord, dans la partie intermédiaire, occupe toute la couche de 0 à 300 mètres. Sur le plateau, une couche de 20 mètres d'épaisseur est occupée par une circulation Nord. Les vitesses mesurées dans les deux veines Sud atteignent

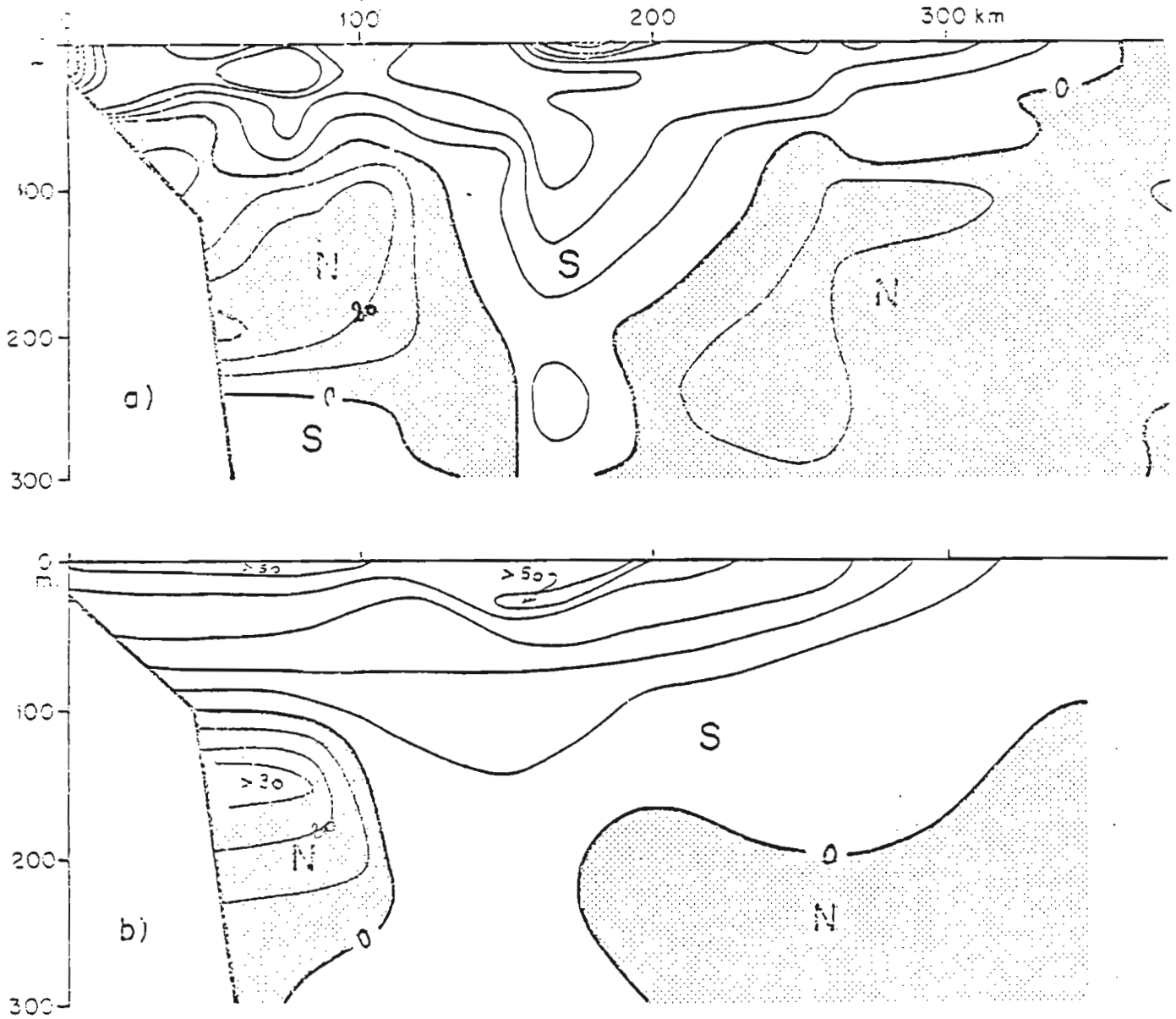


Figure 74 - Distribution de la composante méridienne du courant en avril 1974 (R P 12)
a - courant mesuré
isolignes de 10 en 10 cm s^{-1}
b - courant géostrophique
Les courants portant au 330° sont repérés par un grisé et la lettre N.
Les courants portant au 150° sont en clair et repérés par la lettre S.

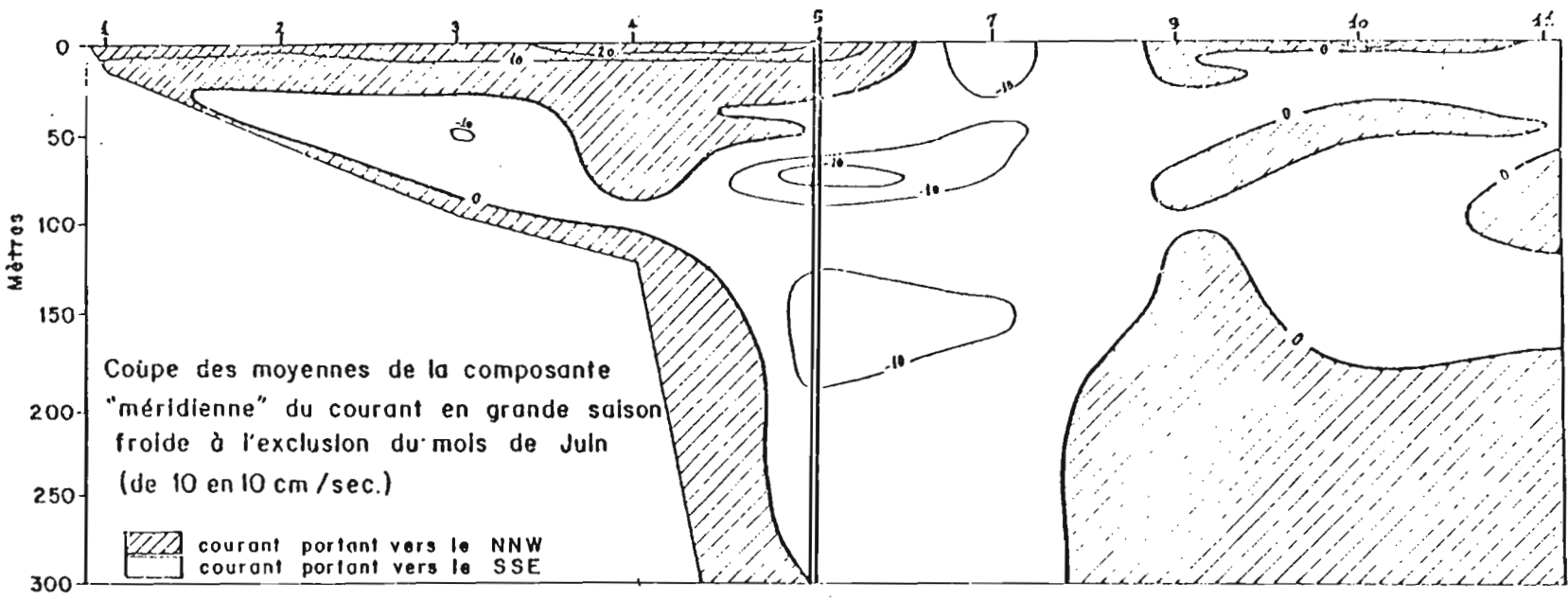


Figure 75 - Distribution moyenne de la composante méridienne du courant mesuré en Grande Saison Froide (mois de juin excepté)
Même légende que pour la figure 73.

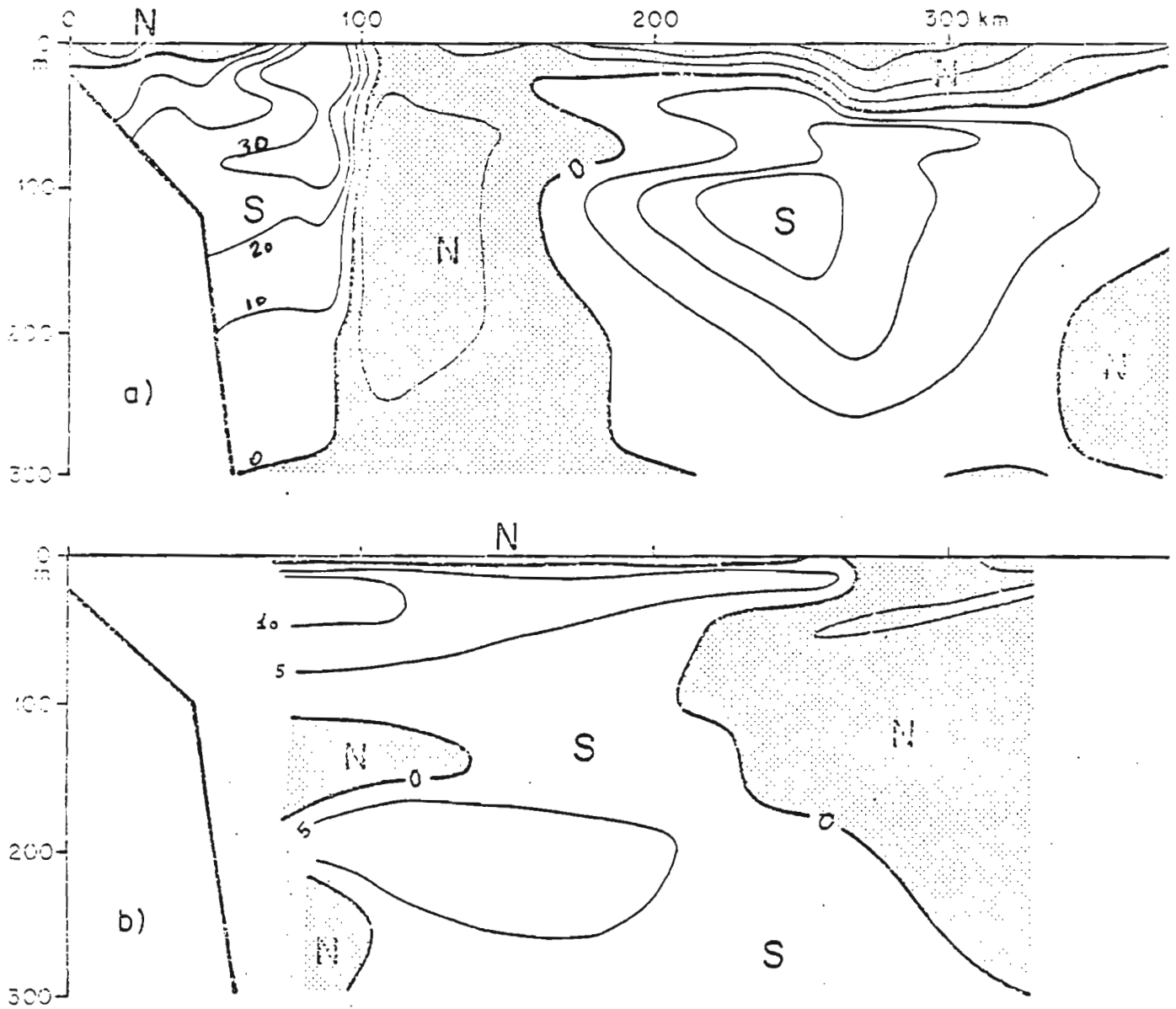


Figure 76 - Distribution de la composante méridienne du courant en début de Grande Saison Froide (juin 1974 - R P 14)
Même légende que pour la figure 74.

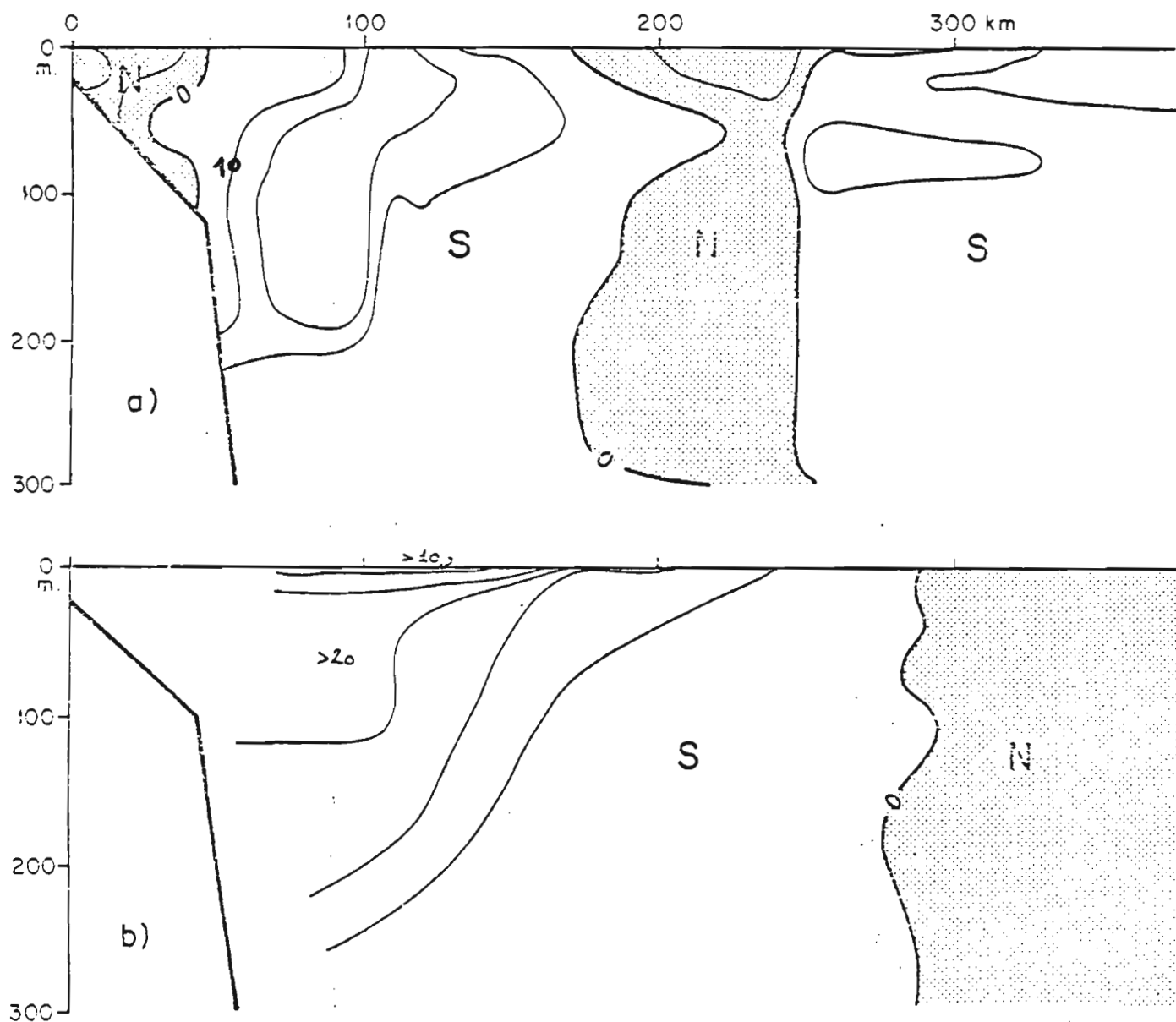


Figure 77 - Distribution de la composante méridienne du courant en fin juillet (juillet 1974 - R P 15)
Même légende que pour la figure 74.

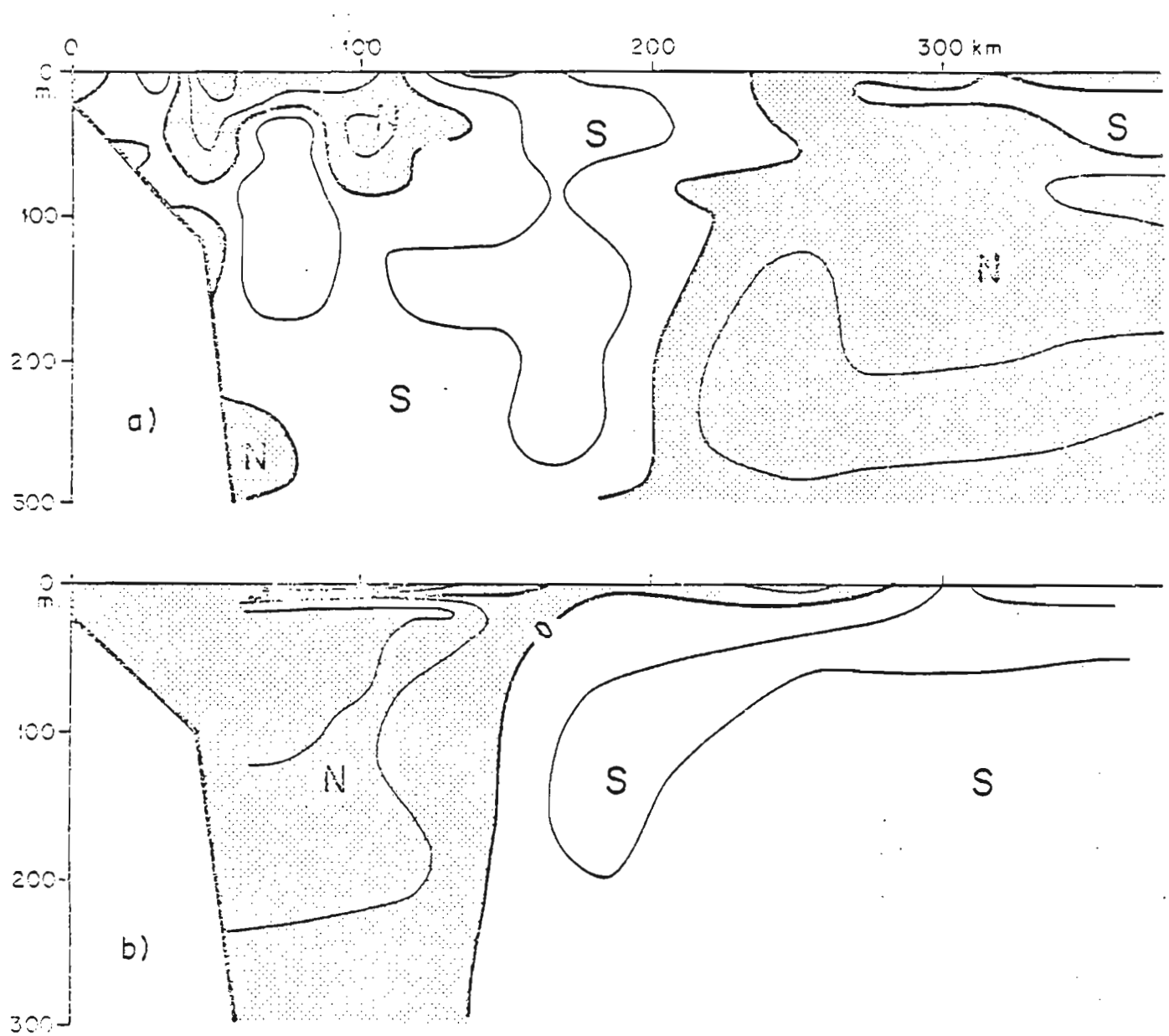


Figure 78 - Distribution de la composante méridienne du courant en fin de Grande Saison Froide (septembre 1974 - R P 16)
Même légende que pour la figure 74.

30 cm s⁻¹ ainsi qu'au large dans la veine Nord superficielle,

- une situation de fin de saison, début septembre 1974 (fig. 78), caractérisée par le partage de la radiale en deux aires, l'une de circulation dominante Sud de la côte au point 9 environ, l'autre de circulation dominante Nord dans la partie océanique. Mais dans chacune de ces aires s'observent, dans la troposphère supérieure principalement, des veines de courant contraires, l'une Nord épaisse de 90 mètres environ s'étend au-dessus du plateau et du talus jusque dans la partie intermédiaire, l'autre Sud épaisse de 45 mètres occupe la subsurface de la partie océanique.

Nous n'avons pas de mesures relatives au coeur de la G.S.F. (août), mais la sortie n° 15 faite en fin juillet montre une situation assez voisine de celle de juin (fig. 77 a et b). Les principales différences étant : des vitesses plus faibles en général, l'occupation presque complète du plateau par la circulation Nord, le déplacement vers le large de la veine Nord qui sépare de la surface à 300 mètres les deux circulations Sud et enfin la moindre extension de la circulation Nord en surface dans la partie océanique.

La concordance en G.S.F. des courants mesurés et des courants géostrophiques est mauvaise, à la fois pour les vitesses les plus élevées en courantométrie directe et pour les directions, les aires de courant Nord et Sud étant difficilement comparables.

Les conditions de circulation aux petites saisons ne sont représentées sur l'ensemble de la radiale que par les sorties n° 21 à 23 (annexe III) pour lesquelles nous avons exprimé nos réserves.

6.2 - CYCLE ANNUEL DES TRANSPORTS MERIDIENS

En termes de transports à travers la radiale, la prédominance des flux portant 150° (Sud) s'affirme nettement. En moyenne pour l'année, on peut estimer à environ 3 millions de m³ s⁻¹ l'excès des flux vers le Sud pour l'ensemble de la radiale et la couche de 0 à 300 mètres (tableau XIV).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Plateau O à 120 m	- 0.66 S	- 0.87 S	- 0.36 S	- 0.98 S	- 0.24 S	- 0.70 S	+ 0.36 N	- -	+ 0.12 N	- 0.85 S	- -	- -
Radiale O à 120 m	- -	- 1.5 S	- 4.4 S	- 3.11 S	- 3.16 S	- 2.37 S	- 2.61 S	- -	- 0.26 S	- 3.43 S	- -	- -
Radiale O à 300 m	- -	+ 0.22 N	- 3.80 S	- 1.58 S	- 4.69 S	- 4.75 S	- 4.89 S	- -	+ 0.01 N	- 3.39 S	- -	- -

Tableau XIV - Débits totaux à travers la radiale : somme algébrique des flux portant au 330° (Nord, comptés positivement) et des flux portant au 150° (Sud, comptés négativement).

Plateau : moyennes mensuelles années 1973-1974

Radiale entière : moyennes mensuelles années 1973-1975

Les sorties R P n° 21 à 23 ne sont pas prises en compte dans ces moyennes

Débits en millions de $m^3 s^{-1}$ et centièmes

La modulation de cet excès de transport Sud au cours du cycle annuel (fig. 79) montre sa diminution en Grande Saison Froide, saison où, nous venons de le voir, la circulation Nord s'accroît en particulier dans la troposphère supérieure de la partie côtière.

C'est sur le plateau continental que l'inversion des transports est, en moyenne en G.S.F., la plus nettement marquée (fig. 79a), de $0,7 \text{ M m}^3 \text{ s}^{-1}$ vers le Sud en juin, ils passent à $0,4 \text{ M m}^3 \text{ s}^{-1}$ vers le Nord en juillet.

Sur l'ensemble de la couche (0 à 300 m, fig. 79c) et dans la troposphère supérieure (0 à 120 m, fig. 79b) sur l'étendue de la radiale, il n'y a pas d'inversion significative du sens du transport total, mais une diminution importante de sa valeur en fin de G.S.F. qui traduit l'accroissement de la circulation Nord en cette période de l'année. Pour l'ensemble de la couche (0 à 300 mètres) cette valeur s'annule pratiquement ($0,01 \text{ M m}^3 \text{ s}^{-1}$ vers le Nord) en septembre, traduisant l'équivalence en importance des circulations Nord et Sud (fig. 79c).

En Petite Saison Chaude (octobre), le flux Sud redevient nettement prédominant quelle que soit la division de la radiale que l'on retient.

Si l'on considère les seuls flux portant Sud (fig. 80) et non plus les transports méridiens totaux, leur évolution annuelle montre un maximum en mai-juin avec environ $7 \text{ M m}^3 \text{ s}^{-1}$, ce maximum est suivi d'une diminution importante en juillet et surtout en septembre ($3,7 \text{ M m}^3 \text{ s}^{-1}$). Ceci confirme que la circulation et les transports dans la région congolaise peuvent être décrits principalement en termes de modulation annuelle d'une circulation portant Sud.

La circulation saisonnière et les évolutions annuelles décrites ici présentent des analogies avec celles des conditions hydrologiques décrites précédemment. En particulier, le renforcement général du transport Sud en mai-juin est à rapprocher de l'évolution analogue de la couche du maximum de salinité subsuperficielle.

Il faut remarquer aussi la coïncidence approximative des aires superficielles de circulation Nord (fig. 73) qui peuvent être mises en relation avec les noyaux de dessalure. La nature de nos mesures ne permet pas malheureusement de tenter cette corrélation, les dessalures superficielles

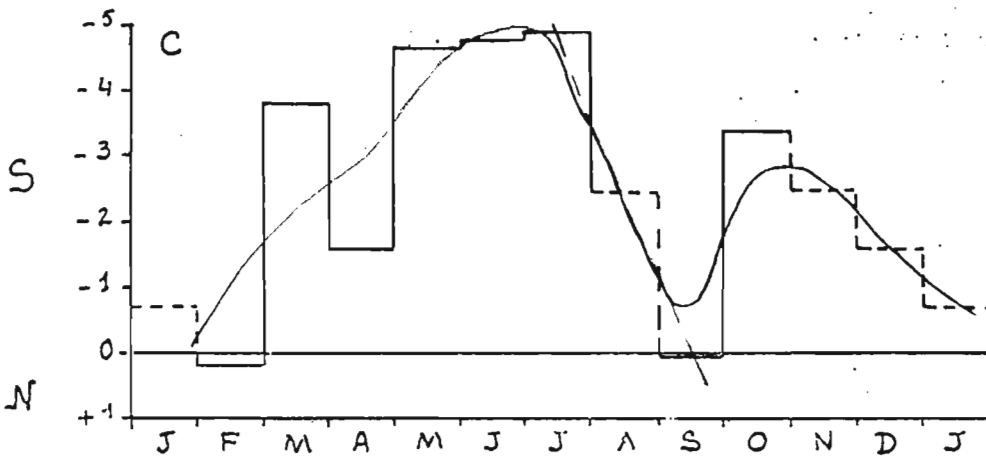
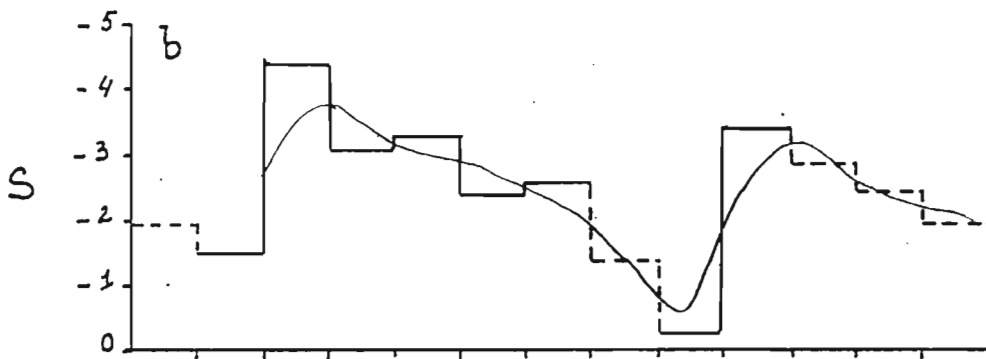
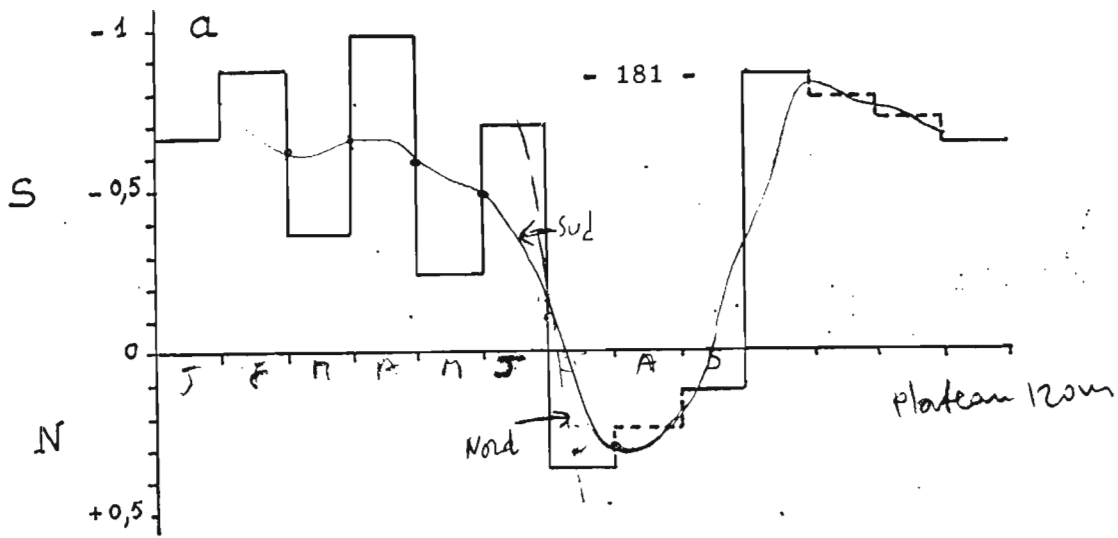


Figure 79 - Cycle annuel du transport méridien total à travers la radiale
Débits en millions de $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$

- a - sur le plateau continental de la côte au point 4 et de la surface à l'immersion 120 m
Moyennes mensuelles pour les années 1973-1974
- b - sur toute la radiale (370 km) de la surface à l'immersion 120 m
Moyennes mensuelles des radiales longues pour les années 1974-1975 (excepté les radiales n° 21 à 23).
Les valeurs représentées sont les sommes algébriques des flux portant au 330° (notés N et comptés positivement) et des flux portant au 150° (notés S et comptés négativement)
- c - sur toute la radiale de la surface à l'immersion 300 mètres
Les flux ont été calculés en pondérant les surfaces planimétrées sur les coupes par les valeurs moyennes du courant méridien (GUILLERM, 1975)
Les valeurs interpolées sont indiquées par des tiretés.

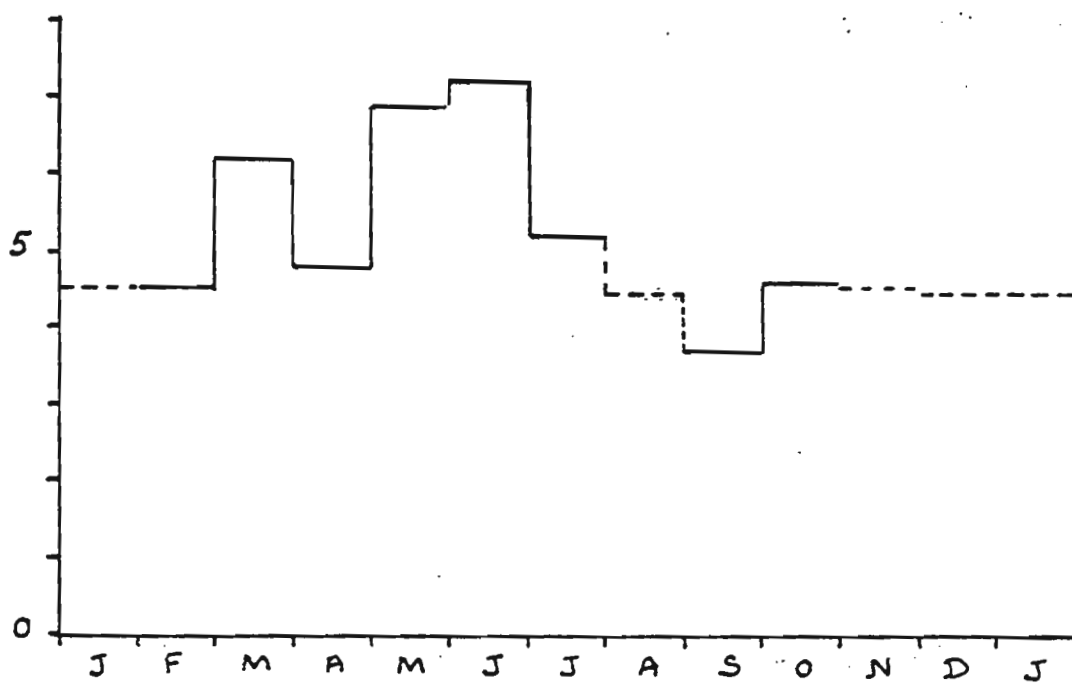


Figure 80 - Cycle annuel des transports Sud sur la radiale de 0 à 300 m
Flux Sud en millions de $m^3 s^{-1}$.

occupent souvent une faible épaisseur et nous ne tenons compte ici que des courants à partir de l'immersion 5 mètres.

6.3 - CYCLE ANNUEL DU COURANT MERIDIEN ASSOCIE AUX SALINITES MAXIMALES

L'évolution saisonnière de la couche du maximum de salinité subsuperficiel peut être caractérisée, nous l'avons montré en 5.3., par les variations de deux noyaux de fortes salinités. Pour chacun de ces noyaux, nous avons représenté le cycle annuel de la salinité maximale ainsi que celui de la composante méridienne du courant mesuré au même niveau (fig. 81).

Bien qu'il s'agisse, pour la majorité des mois, de mesures ponctuelles, la correspondance entre les cycles annuels des maxima de salinité et ceux des conditions halines intégrées dans la couche où $S \geq 35,65 \text{ ‰}$ (fig. 70 à 72) est remarquable. Si l'on considère le cycle annuel des salinités moyennes dans cette couche par exemple (fig. 72), on voit qu'à sa partie croissante de février à mai correspond une croissance semblable de la salinité maximale dans le noyau oriental (courbe 1, fig. 81). La diminution en juin de la salinité moyenne correspond au début de la décroissance de la salinité maximale alors que le noyau occidental n'est pas encore apparu. Les valeurs élevées de la salinité moyenne en juillet coïncident avec l'apparition de ce noyau oriental et pour le reste de l'année les décroissances des trois courbes sont analogues. Les cycles annuels des maxima de salinité dans les deux noyaux représentent donc bien l'évolution de la couche entière du maximum de salinité subsuperficiel. Les cycles annuels de la composante méridienne du courant qui leur sont associés présentent les caractères suivants :

Dans le noyau oriental, la circulation porte Sud de janvier à juin. Pendant la période de février à juin, le noyau oriental est unique dans la couche et le courant Sud a une vitesse de l'ordre de 20 à 30 cm s^{-1} . De juillet à septembre, alors que continue la décroissance des valeurs du maximum de salinité commencée en juin, le courant porte au Nord avec des vitesses de l'ordre de 20 cm s^{-1} . En octobre

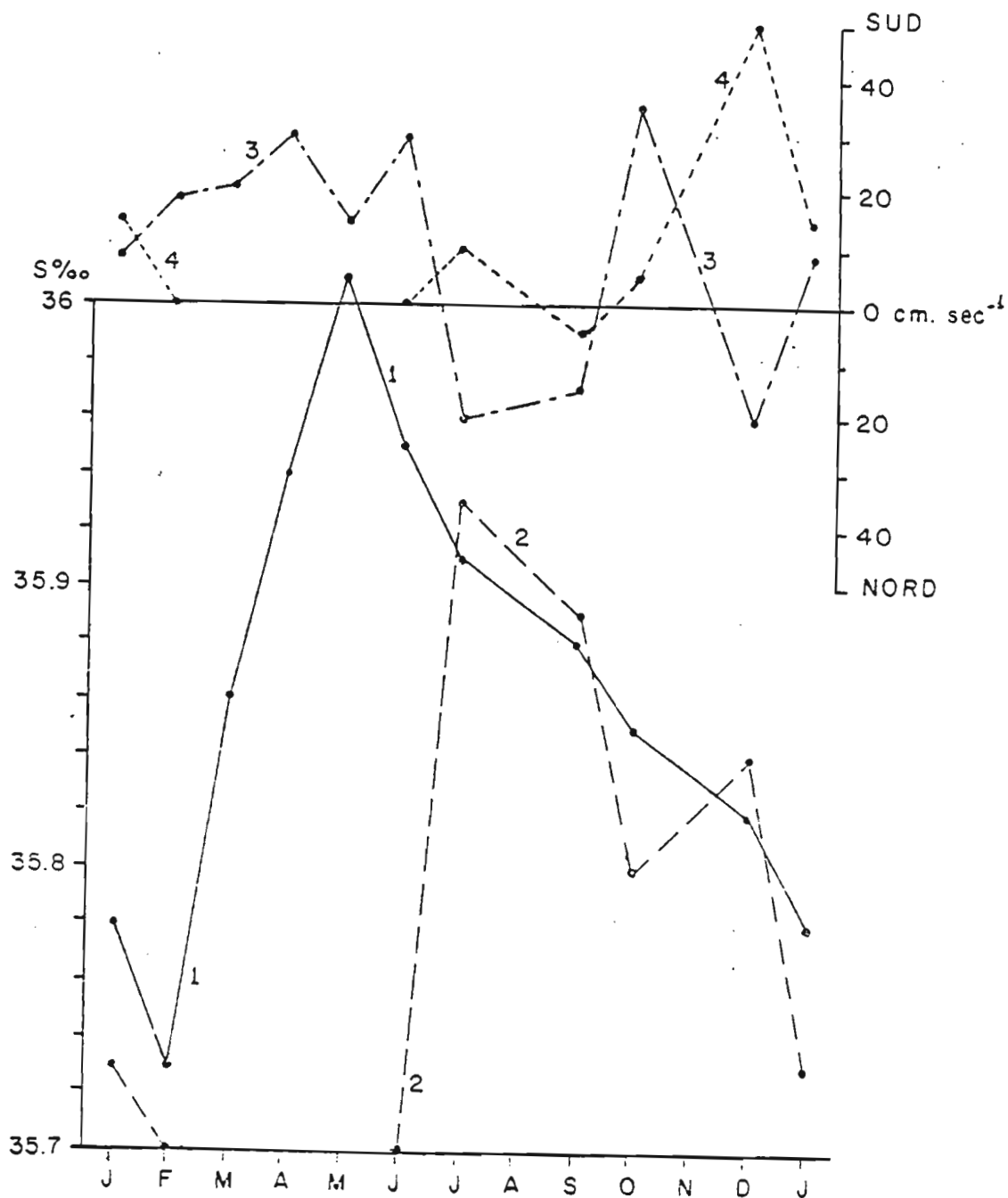


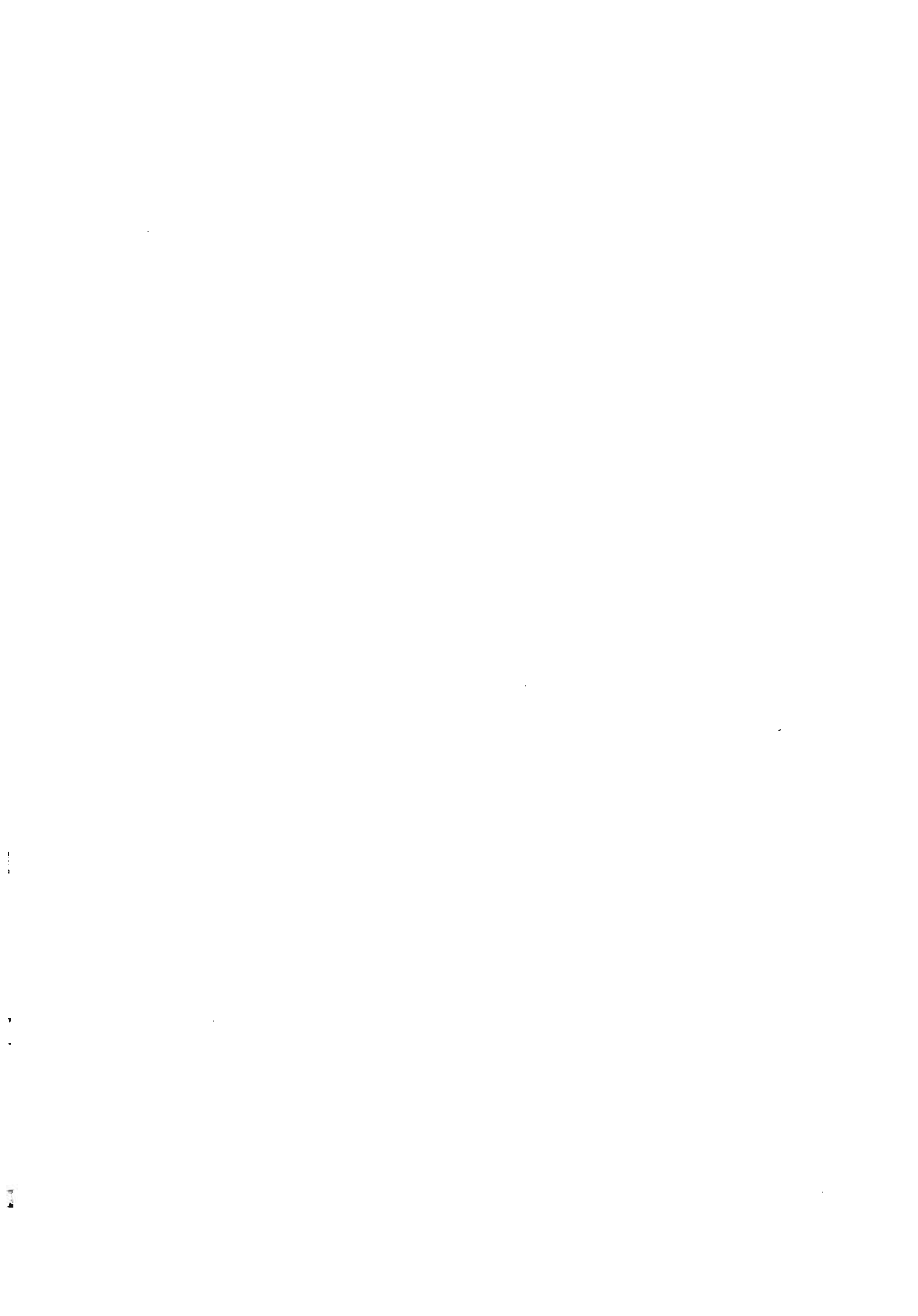
Figure 81 - Cycles annuels des valeurs du maximum de salinité dans les noyaux, oriental et occidental, et composantes méridiennes du courant associé
 1 - maximum de la salinité dans le noyau oriental
 2 - maximum de la salinité dans le noyau occidental
 3 - composante méridienne du courant associé au maximum de salinité du noyau oriental
 4 - composante méridienne du courant associé au maximum de salinité du noyau occidental.

(Petite Saison Chaude), le courant porte Sud de nouveau (35 cm s^{-1}) tandis qu'en décembre il revient au Nord (20 cm s^{-1}) alors que la salinité continue à décroître dans le noyau oriental.

Au noyau occidental qui n'existe que de juillet à janvier correspondent des courants Sud de vitesse en général moindre que celle du noyau oriental. Rappelons que nous considérons comme douteuse la vitesse élevée (50 cm s^{-1}) mesurée en décembre (R P 22). Le mois de septembre fait toutefois exception avec un faible courant Nord (5 cm s^{-1}).

La circulation associée au noyau oriental, dont l'évolution déterminée à la côte le début de la Grande Saison Froide (cf. 5.3.) confirme ainsi nos observations relatives aux origines différentes des masses d'eau côtières de caractère subtropical en début et fin de saison froide.

En début de saison froide, les eaux subtropicales observées à la côte ont une origine Nord. Tandis qu'à partir de fin juillet, elles sont peut-être en partie dues à une formation locale et proviennent du Sud en surface.



VII - DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Dans cette étude nous avons tenté d'étendre au domaine océanique, bordant la région congolaise, la description de l'hydroclimat observé à la station de référence du wharf de Point-Noire. Nous avons considéré deux objectifs principaux :

- estimer la représentativité de cette station côtière ponctuelle pour la description et la compréhension de l'hydroclimat d'une aire océanique de quelque étendue,
- contribuer à la compréhension de cet hydroclimat en reliant nos observations des caractéristiques des masses d'eau et de leurs mouvements à l'océanographie du golfe de Guinée.

Pour atteindre ces objectifs, nous avons choisi d'étudier des situations saisonnières moyennes dans le plan vertical de la radiale plutôt que des situations "instantanées". Cette démarche permet la mise en évidence de caractéristiques qui peuvent être qualifiées de constantes saisonnières de l'hydroclimat régional, particulièrement pour les deux grandes saisons, Grande Saison Chaude et Grande Saison Froide, pour lesquelles le nombre de parcours de la radiale (11 et 6 respectivement) peut être estimé suffisant. De ce point de vue, notre contribution apporte des précisions utiles pour les futures études des anomalies de l'hydroclimat congolais. Notre choix implique cependant une limitation de la portée de cette étude en raison du lissage important qu'il introduit dans la représentation des conditions observées. Pour pallier en partie ce défaut, nous avons complété ces représentations saisonnières d'une part en essayant de reconstituer un cycle annuel des principaux caractères thermo-halins et de la circulation, d'autre part en résumant (fig. 69 en 5.3.) l'évolution des principales structures verticales "instantanées" observées dans les couches superficielles (0 - 150 m).

La région que nous avons étudiée est située aux confins orientaux des deux grands systèmes de circulation de l'Atlantique Sud tropical : système équatorial et tourbillon anticyclonique Sud (courant de Benguêla,

courant Sud-équatorial). La côte africaine détermine également une part importante de ses caractères par des influences continentales. La position en latitude de cette région dans la zone d'alternance des influences superficielles Nord et Sud (zone d'alternance Sud selon BERRIT) y surimpose encore des caractères spécifiques.

Le cycle annuel des caractéristiques de l'hydrologie et de la circulation est, dans la région, la résultante des évolutions saisonnières des deux systèmes de circulation frontière (équatoriale et anticyclonique Sud) et des influences continentales (orientation Nord-Ouest de la côte, débits fluviaux). L'évolution annuelle des facteurs météorologiques contribue également à définir le cycle annuel des caractères de la région. En particulier, les déplacements des systèmes frontaux atmosphériques (fronts intertropicaux et fronts de mousson) au cours de l'année marquent les eaux superficielles par le déplacement de fronts marins associés.

L'étude détaillée des conditions côtières à Pointe-Noire avait déjà fourni dans le passé une description du cycle annuel des conditions marines de cette région. Il importait de savoir si ces observations côtières avaient des caractères généralisables au domaine hauturier. La station côtière du wharf de Pointe-Noire implantée plus récemment et visitée quotidiennement depuis 1969, nous a permis de préciser ce cycle annuel côtier. Nous avons utilisé largement ces observations côtières récentes pour situer le cadre temporel de notre étude hauturière et tenter de répondre à la question impliquée par notre premier objectif :

Les critères saisonniers définis à la côte sont-ils pertinents pour définir l'évolution des conditions océaniques et quelle est l'extension hauturière des conditions observées à la côte ?

La répartition des radiales dans le temps selon les critères saisonniers définis à la côte nous a permis d'obtenir des situations saisonnières moyennes homogènes et caractéristiques tout au long de la radiale ; ces situations moyennes saisonnières confirment la réalité des saisons marines dans les couches superficielles (0 - 150 m) jusqu'aux limites de notre étude (400 km environ). Ce résultat nous conduit à donner une

réponse positive à la première partie de la question posée. Quant à la correspondance entre conditions côtières et conditions océaniques, elle est en général bonne aux grandes saisons. On doit cependant noter qu'une inversion saisonnière à la côte et au large peut être observée aux petites saisons ; cette observation ne remet pas en cause la validité des critères saisonniers utilisés mais peut traduire un décalage entre date d'apparition des petites saisons à la côte et au large. A court terme, l'alternance rapide des catégories d'eau traduisant dans la couche superficielle (0 - 20 m) une variabilité côtière importante, observée par BERRIT, s'explique par l'amincissement de la couche homogène à la côte et l'appartenance des isolignes limites (24°C et 35 ‰) à la thermocline sous-jacente. Cette variabilité importante serait donc spécifique des régions côtières, bien que notre fréquence d'observation au large soit insuffisante pour affirmer que de ce point de vue les régions hauturières sont très différentes des régions côtières. Cependant, l'accroissement, en toutes saisons, de la turbulence verticale à la limite du plateau continental, aux accores du talus (fig. 35 en 4.), suggère la génération d'ondes internes de plateau qui seraient à l'origine de la variabilité à court terme observée au wharf. La compréhension de ce phénomène nécessiterait une étude spécifique analogue à celle de PARK (1979) sur le plateau continental de Côte d'Ivoire. Dans la région de Pointe-Noire le sujet a été seulement effleuré par LEFEUVRE (1977).

Une première conclusion de notre étude est donc que les séries temporelles de mesures de la température et de la salinité faites au wharf constituent une bonne représentation de l'hydroclimat de la couche superficielle (0 - 20 m) à l'échelle régionale moyennant un filtrage convenables des oscillations de courte période.

En présentant la région étudiée, dans la première partie de cette étude, nous avons montré que les problèmes posés par l'interprétation de l'hydroclimat côtier à Pointe-Noire peuvent être formulés en termes d'origine des masses d'eau présentes saisonnièrement dans la région. Les résultats de notre étude, analyse des structures verticales thermo-halines et circulation associée, suggèrent des schémas de transports saisonniers

dans la troposphère océanique du golfe de Guinée oriental qu'il convient maintenant d'expliciter.

A l'échelle de la radiale (400 km), l'hydroclimat régional peut être caractérisé par l'évolution annuelle des principaux caractères de la pycnocline supérieure permanente ; l'alternance des principales catégories d'eau dans la couche de surface (0-20 m) apparaît liée d'une part à l'émergence en surface, aux saisons froides, de cette pycnocline supérieure et d'autre part à la plus ou moins grande extension des noyaux de faible salinité qui surmontent cette pycnocline.

Les dessalures superficielles très importantes en toutes saisons accentuent encore la stratification verticale du champ de densité et conduisent à ne pouvoir identifier ce champ de densité au champ thermique ; ces eaux dessalées, généralement d'origine continentale (Congo), sont donc à l'origine d'une circulation superficielle distincte de la circulation générale subsuperficielle. Les variations saisonnières en extension et intensité des dessalures superficielles sont bien marquées. Aux petites saisons, les surfaces de très faibles salinités ($S < 30 \text{ ‰}$) ont une extension maximale et sont à mettre en relation avec la crue principale du Congo en novembre-décembre ; en Grande Saison Froide, on note encore des faibles salinités mais moins étendues et plus proches de la côte, en relation avec l'étiage du Congo (en juillet-août). Des conditions atmosphériques particulières de type saison sèche (absence de précipitations - renforcement du vent et de l'évaporation, entre juin et septembre) amènent un maximum de salinité en surface au large ; on aurait donc en cette saison formation locale d'eau subtropicale là où la nappe d'eau dessalée du Congo est absente. En Grande Saison Chaude, les conditions générales superficielles sont caractérisées par des eaux de salinité voisine de 32 ‰ . L'origine de ces eaux dessalées en Grande Saison Chaude semble, d'après nos résultats, correspondre au schéma proposé par BERRIT (1961), elle serait triple : effluents du Congo et des petits fleuves côtiers, formation locale par l'abondance des précipitations en cette saison, advection venant du nord (baie de Biafra). Ce dernier point controversé par WAUTHY (1977) est cependant étayé par le mouvement local des eaux de surface. Sur toutes nos représentations de la

composante méridienne du courant, les veines de courant portant nord ont généralement une extension réduite (annexe III) en cette saison. De plus, le bilan global des transports dans la couche superficielle (0 - 120 m) montre la prépondérance des transports vers le sud (fig. 79 en 6.).

L'évolution annuelle dans la région de Pointe-Noire de certaines espèces planctoniques liées aux eaux chaudes vient encore conforter l'hypothèse d'un transport des eaux superficielles vers le Sud en saisons chaudes, au sud du cap Lopez. En particulier, la diminution depuis le cap Lopez de la proportion des juvéniles du copépode Undinula vulgaris (DESSIER, communication personnelle).

Bien que les mécanismes à l'origine d'un transport vers le sud des eaux de la baie de Biafra ne soient pas évidents, en particulier les vents dominants mais faibles induiraient plutôt une circulation nord ou nord-ouest, nos observations conduisent à une seconde conclusion qui est la confirmation de l'origine guinéenne d'une partie des eaux dessalées présentes en Grande Saison Chaude dans la région de Pointe-Noire.

Nos analyses des structures verticales thermo-halines font apparaître, sous la couche de surface, un éclatement de la thermocline et de la pycnocline au voisinage du talus. Cet éclatement est le mieux caractérisé en Grande Saison Chaude où il se traduit à la côte par la quasi-disparition de la couche homogène. Aux autres saisons, cet éclatement est moins prononcé mais il existe de façon permanente et la couche homogène sus-jacente n'apparaît que dans la partie océanique excepté en Petite Saison Chaude. A la partie inférieure de cette thermocline éclatée et au large du talus est associé un noyau de salinité maximum dont les variations de valeurs semblent liées à l'importance de l'épaississement de la thermocline. En particulier, en Grande Saison Chaude, cet épaississement au talus correspond à un noyau de salinité de valeur très élevée pouvant dépasser 36 ‰. De plus, entre juillet et février, nous avons pu montrer la présence d'un second noyau de salinités moins élevées dans la partie océanique de la radiale (fig. 81).

Une relation étroite semble exister entre l'évolution des noyaux de salinité maximum subsuperficiels et la circulation. Les variations saisonnières de la circulation font apparaître la permanence d'un flux portant Sud, parallèle à la côte, dans la couche du maximum de salinité. L'intensification de la salinité maximum subsuperficielle en fin de Grande Saison Chaude s'accompagne d'un courant général portant au Sud, plus étendu et plus rapide ($\geq 30 \text{ cm s}^{-1}$) (fig. 69 et 73). Ce résultat est à mettre en relation avec l'intensification du contre-courant subsuperficiel équatorial (courant de Lomonossov) observé généralement entre mars et juin à l'ouest du méridien 0 et à l'équateur (HISARD, 1973) (fig. 82).

Nous savons que le courant de Lomonossov transporte un maximum de salinité et qu'il existe une relation entre intensité du courant de Lomonossov et valeur du maximum de salinité (HISARD, 1973). RINKEL et NEUMANN en 1963 ont montré, avec des mesures de drogues faites au niveau du maximum de salinité, que le sous-courant équatorial s'infléchissait vers le sud au voisinage du méridien 6° Est (NEUMANN, 1966). Une langue de forte salinité accompagne ce courant Sud (fig. 83). Elle a été observée au cours des campagnes EQUALANT qu'utilise NEUMANN et au cours de campagnes ultérieures de l'OMBANGO et du JEAN CHARCOT en 1968 par HISARD et MORLIERE et aussi au cours de campagnes plus récentes (PITON et al., 1978). Cette langue de forte salinité (fig. 84) trace de manière irréfutable la continuité entre les valeurs maximales de salinité transportées par le courant de Lomonossov et celles observées devant Pointe-Noire en fin de Grande Saison Chaude. En début de saison froide, cette situation de flux général portant sud associé à une langue de salinité élevée persiste avec cependant des intensités plus faibles et une extension spatiale plus restreinte. Il est cependant à remarquer que ce noyau de salinité maximale se rapproche considérablement de la côte en cette saison et est à l'origine des salinités les plus élevées observées à la station côtière du wharf en juin. A 5° Ouest, le maximum de salinité associé au courant de Lomonossov est observé fin mars-début avril. Il s'écoule environ deux mois (7 décades) jusqu'à son apparition à la station du wharf de Pointe-Noire. Nous pouvons ainsi estimer à environ 38 cm s^{-1} la vitesse moyenne de la circulation entre ces deux points dans le noyau du maximum

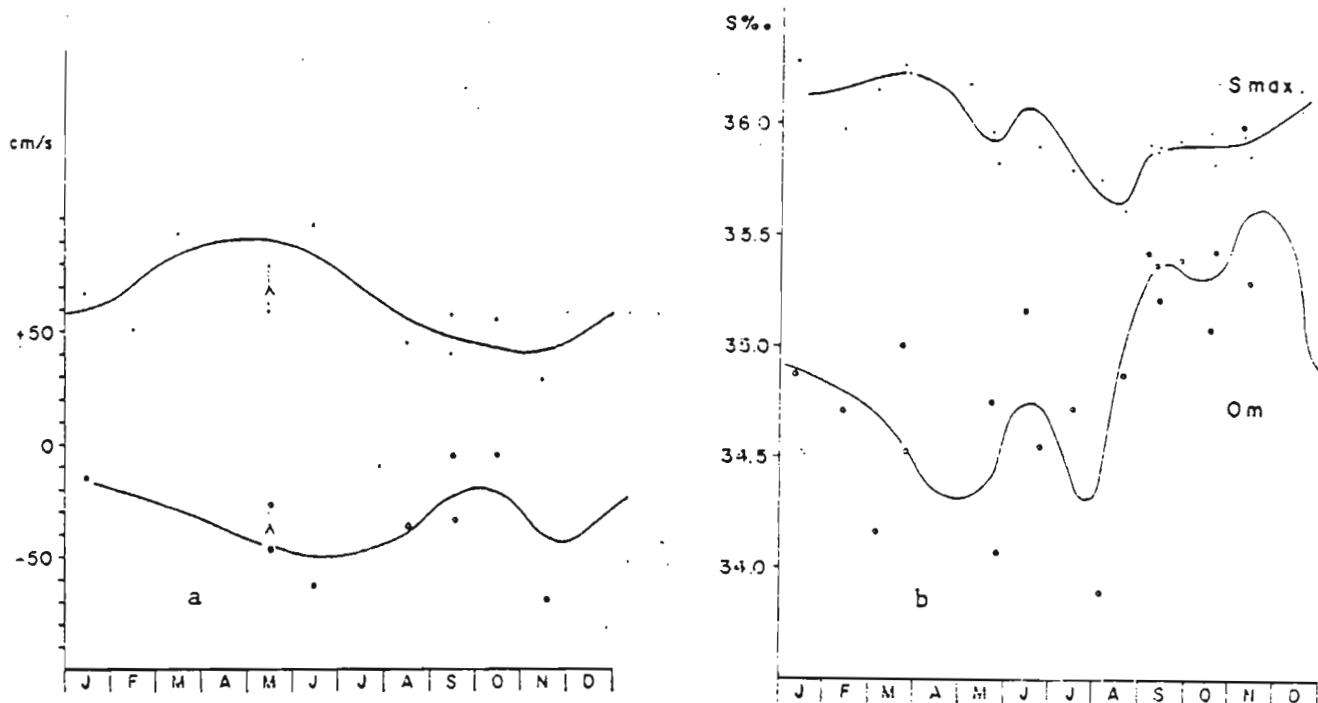


Figure 82 - Evolutions annuelles à 5° Ouest :

- a de l'intensité maximale du courant de Lomonossov (courbe supérieure) et de celle du courant équatorial Sud (courbe inférieure).
- b du maximum de salinité subsuperficiel (courbe supérieure) et de la salinité en surface (courbe inférieure) à l'équateur. D'après HISARD (1973).

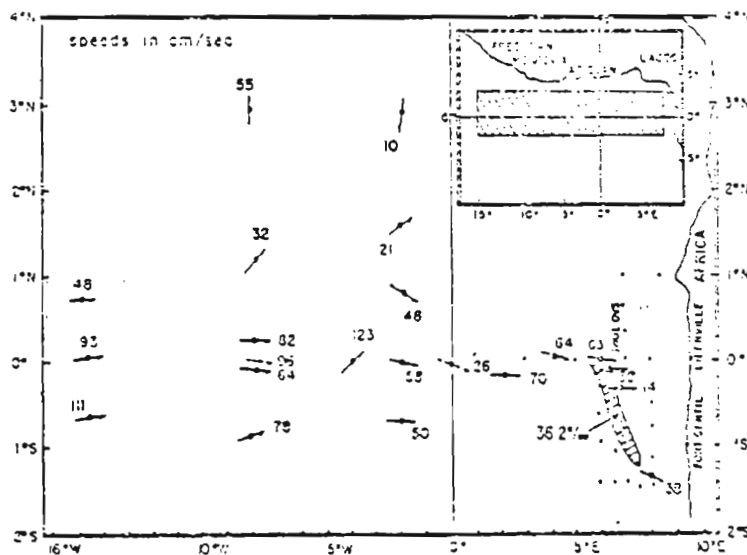


Figure 93 - Courants mesurés avec une drague dans la couche du maximum de salinité dans l'Atlantique équatorial. Vitesse moyenne en cm s^{-1} . L'aire hachurée indique l'extension Sud-Est du noyau des salinités supérieures à 36.2‰ (d'après NEUMANN, 1966).

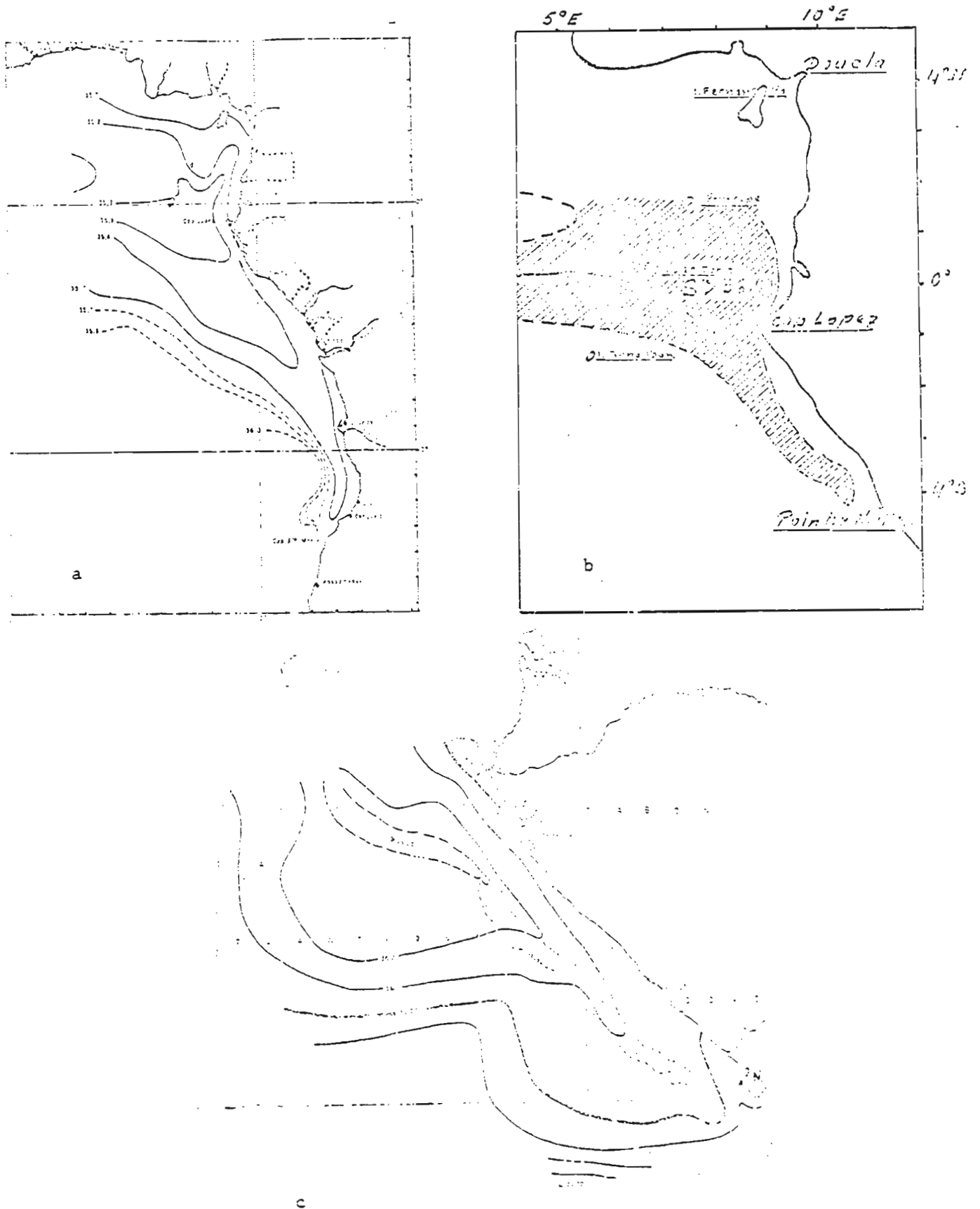


Figure 84 - Langues du maximum de salinité subsuperficiel au sud du cap Lopez.

a octobre-novembre 1959 (Ombango : om 9 et 10, extrait de WAUTHY, 1977).

b mai-juin (HISARD et MORLIERE, 1973).

c mai 1977 (PITON et al., 1978 - ETERLOM I).

de salinité, ce qui est en bonne concordance avec nos résultats devant Pointe-Noire où la vitesse du courant mesuré dans le noyau oriental est comprise entre 20 et 30 cm s^{-1} (fig. 81). Une troisième conclusion de cette étude est donc que la Grande Saison Froide est initialisée à Pointe-Noire par la remontée en surface et sur le plateau continental du sous-courant côtier issu du courant de Lomonossov et dirigé vers le SE, le long des côtes du Gabon et du Congo dans la pycnocline. Cette conclusion est en bon accord avec les travaux antérieurs de HISARD et MORLIERE (1973), HISARD et al. (1975) en particulier mais aussi avec une étude récente de PICAUT (1981) qui montre que l'upwelling côtier, caractérisé par le refroidissement en surface, se propage du nord au sud depuis le cap Lopez.

Pendant la saison froide, à partir de juillet, la circulation sur le plateau s'inverse et porte au nord ; cette circulation est associée à des eaux plus froides et moins salées. Ainsi, se trouve confortée l'observation faite sur le cycle annuel au wharf au sujet de la Grande Saison Froide pendant laquelle des couples T-S très différents caractérisent les eaux présentes à la côte en début et en fin de saison. Il semble qu'on observe en cette période des eaux dont l'origine serait un courant côtier dévié nord de la dérive de Benguéla. En début septembre 1974 (fig. 13, annexe III), ce courant portant nord est nettement marqué, sa vitesse atteint 20 cm s^{-1} au talus et son épaisseur est de l'ordre de 70 mètres. Cette circulation nord, si elle atteint le cap Lopez, ce que nos observations ne permettent pas d'affirmer, confirme l'hypothèse émise par LE FLOCH (1970) d'une advection d'eaux subtropicales de l'Atlantique S.E dans la baie de Biafra en cette saison. L'intensification de l'alizé pendant l'hiver austral contribue à diminuer l'intensité du courant de Lomonossov qui n'atteint plus alors le fond du golfe de Guinée, laissant le champ libre à une invasion de la baie de Biafra, en subsurface, par les eaux subtropicales d'origine S.E de l'Atlantique. Nous remarquerons que DESSIER (1979), étudiant l'ensemble des données du wharf, physiques et biologiques, au moyen d'une analyse mathématique multivariable, conclut comme nous à l'inhomogénéité de la Grande Saison Froide et à l'arrivée d'eaux "benguéléennes" typiques sur le plateau

continental congolais.

Une quatrième conclusion est donc que les eaux "benguéléennes" au sens de BERRIT apparaissent dans la région de Pointe-Noire pendant la Grande Saison Froide, en relation avec l'affaiblissement de l'upwelling au sud du cap Lopez et que l'on peut raisonnablement admettre leur extension en subsurface dans le fond du golfe de Guinée en août-début septembre. Aux petites saisons, les noyaux de salinités maximales faiblissent en extension et en valeur ; la circulation associée aux caractéristiques de ces eaux est plus variable. On observe cependant un flux généralement Sud en Petite Saison Chaude. En Petite Saison Froide, au contraire, on a observé un flux portant Nord ; on peut donc faire l'hypothèse qu'en Petite Saison Chaude, la branche déviée vers le Sud du sous-courant de Lomonossov alimente de nouveau la région de Pointe-Noire en eaux venant du Nord. Ceci est en accord avec ce que l'on sait du cycle annuel du sous-courant de Lomonossov qui serait en deux modes avec justement un maximum d'intensité secondaire en octobre-novembre (MERLE et LE FLOCH, 1978).

Au-dessous des maxima de salinité subtropicaux, au niveau de l'eau centrale, la circulation porte en toute saison au Nord ; on observe cependant une intensification de cette circulation dans deux noyaux l'un collé au talus, l'autre au-delà de 250 km de la côte. Entre les deux on peut observer un flux Sud très faible.

CONCLUSION GENERALE

Dans une région au régime hydroclimatique complexe, du fait de sa situation en bordure Est d'un océan et aux limites de plusieurs systèmes de la circulation générale, notre contribution apporte, malgré ses trop nombreuses lacunes, des précisions qui permettent de suggérer ou de confirmer les relations de cet hydroclimat avec l'océanographie du golfe de Guinée oriental. La première de ces précisions est celle, au moyen d'une analyse détaillée des structures thermo-halines verticales, d'une structure spécifique de la pycnocline supérieure. Cette structure éclatée à

la côte (plateau et talus) est significative à la fois de la permanence d'un upwelling côtier peu intense mais surtout de la présence au large de Pointe-Noire d'une circulation subsuperficielle dirigée S.E, en sens contraire donc de la circulation N.O des couches moins denses qui la recouvre. Une structure analogue a été observée vers 15° Sud, sur la côte du Pérou (SMITH et al., 1971), associée elle aussi à une circulation S.E. La seconde précision que nous apportons est une évaluation des transports, qui confirme par leur dominante S.E, l'origine principalement nord des eaux subtropicales dans la région de Pointe-Noire mais aussi l'existence d'un faible courant côtier (sur le plateau et le talus) transportant des eaux de la dérive de Benguéla en fin de Grande Saison Froide. Le régime hydroclimatique à Pointe-Noire qui découle de ce schéma des transports est très proche de celui de BERRIT (1958), excepté en ce qui concerne la Grande Saison Froide :

La Grande Saison Chaude, de janvier à mai, correspond au recouvrement des eaux de la thermocline, peu profondes, par les eaux dessalées qui ont trois origines : pluviosité locale, eaux du Congo et eaux en provenance de la baie de Biafra. En subsurface, elle est caractérisée par une accentuation progressive de la circulation S.E en relation avec l'évolution analogue du courant de Lomonossov.

La Grande Saison Froide, de juin à septembre, est d'abord initialisée par l'affleurement sur le plateau de la thermocline et des eaux salées ($S \geq 36 \text{ ‰}$) en provenance du courant de Lomonossov. Les eaux superficielles de la fin de Grande Saison Chaude sont chassées vers le large. En juillet, le courant côtier s'inverse, devient nord ; il amène devant Pointe-Noire les eaux originaires du courant de Benguéla.

Les petites saisons résultent sans doute de l'oscillation de la circulation du courant de Lomonossov qui par un phénomène analogue à celui de Grande Saison Froide amène en surface pendant une courte période (Petite Saison Froide) les eaux du courant de Lomonossov qui connaît deux mois auparavant un maximum secondaire d'intensité.

Ainsi, l'explication du refroidissement intense qui caractérise les saisons froides devant Pointe-Noire est à rechercher dans les mécanismes de la circulation du système des contre-courants subsuperficiels

équatoriaux. L'alternance saisonnière des flux verant du Nord et du Sud dans la couche du niveau intermédiaire (maximum de salinité subtropical) en relation avec le cycle annuel d'évolution en deux modes des conditions marines et atmosphériques du golfe de Guinée corrobore l'idée récente que ces cycles annuels (marin et atmosphérique) sont dus principalement à l'advection marine. Non seulement, ainsi que le remarque VENNETIER (1968), l'océan ne joue pas dans cette région un rôle de volant thermique atténuant les contrastes climatiques, mais au contraire il contribue fortement à créer et entretenir les saisons sèches.

L'hydroclimat de Pointe-Noire pose encore de nombreux problèmes, qui ont été évoqués dans cette étude, les uns font l'objet actuellement d'études à une échelle relativement étendue, campagnes "ETERLOM" du Centre O.R.S.T.O.M. de Pointe-Noire (PITON et al., 1978) tandis que se poursuivent les observations locales à la côte. Mais une juste compréhension de cet hydroclimat nécessite celle de la dynamique océanique équatoriale et des variations saisonnières de la circulation subsuperficielle qui apparaît déterminante. Faisant suite aux campagnes GATE (1973-1974) et CIPREA (1978), un programme national : FOCAL (MERLE, 1980) est envisagé pour 1982-1983. Ce programme, qui rassemble plusieurs organismes français : O.R.S.T.O.M., C.N.R.S., Université de Bretagne Occidentale et C.N.E.X.O., a pour objectifs l'observation et la compréhension "des causes de la variabilité basse fréquence (saisonnière et interannuelle) des flux de masse et de chaleurs transportés par le système de circulation équatoriale atlantique". L'on peut penser que FOCAL mettra en oeuvre les moyens puissants nécessaires à ces objectifs ambitieux qui seuls permettront, à terme, d'établir des modèles fiables de la circulation dans cette zone complexe et d'atteindre ainsi le stade de la prédiction des phénomènes.

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

=====

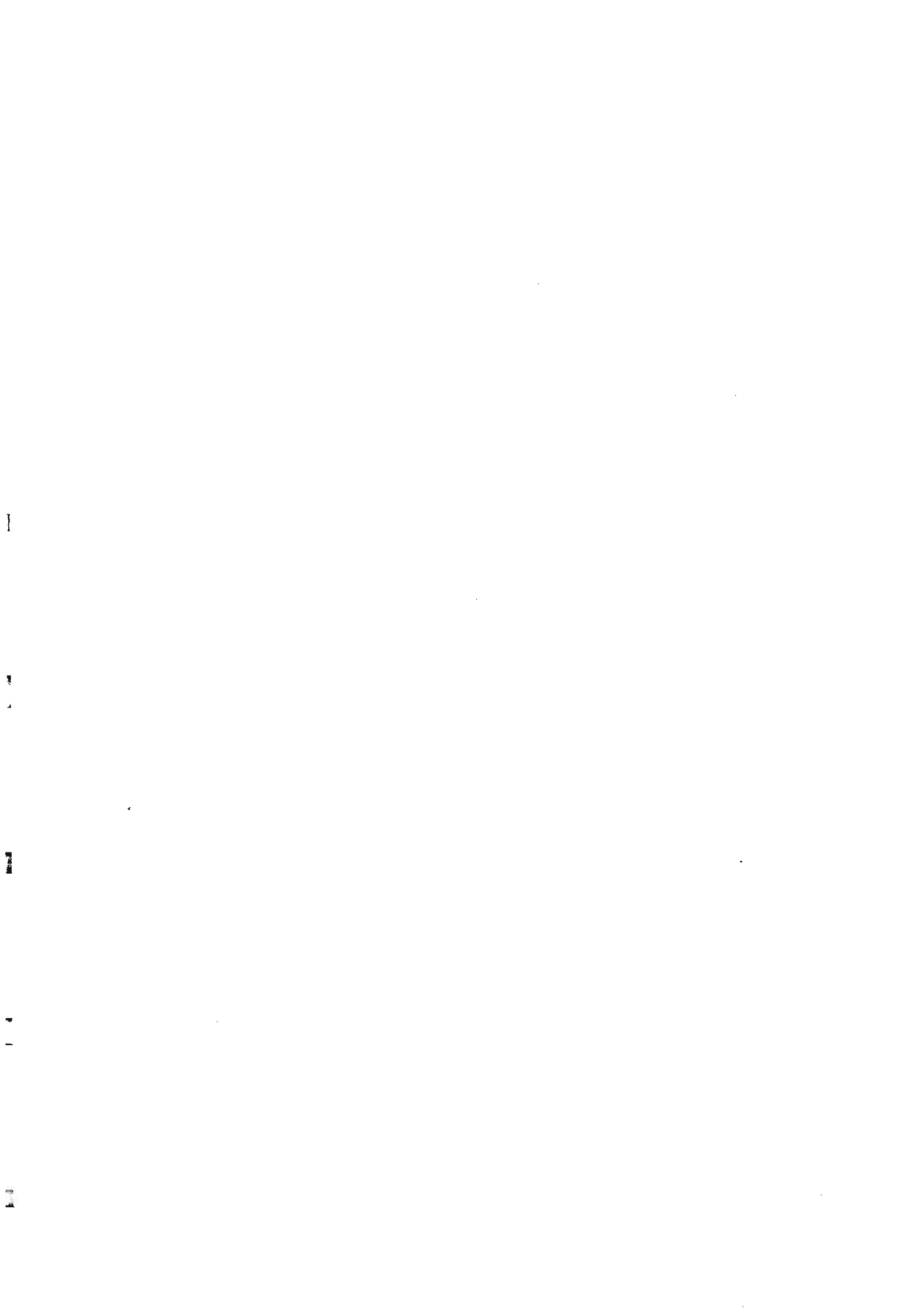
- Anonyme, 1975. - Golfe de Guinée. Bilan et perspectives de recherches. O.R.S.T.O.M., Comité Technique d'Océanogr. et Hydrobiol., 30 p.
- A.S.E.C.N.A., 1964. - Aperçu sur le climat du Congo-Brazzaville. Brazzaville. Non paginé, croquis, tableaux
- BERRIT (G.R.), 1952. - Esquisse des conditions hydrologiques du plateau continental du Cap Vert à la Gambie. Bull. IFAN, 14 (3) : 735-761.
- BERRIT (G.R.), 1958. - Les saisons marines à Pointe-Noire. Cah. C.O.E.C., Xème année, n° 6 : 335-360
- BERRIT (G.R.), 1961, 1962. - Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le Golfe de Guinée. Observations en surface le long des lignes de navigation. Cah. C.O.E.C., XIII ème année, n° 10, déc. 1961 : 715-727
XIV ème année, n° 9, nov. 1962 : 633-643 et
n° 10, déc. 1962 : 719-729
- BERRIT (G.R.), 1964. - Observations océanographiques côtières à Pointe-Noire de 1955 à 1963. Cahiers O.R.S.T.O.M., Océanogr., 2 (3) : 51-56
- BERRIT (G.R.), 1966. - Les eaux dessalées du Golfe de Guinée. U.N.E.S.C.O. - F.A.O.. Actes Sympos. Océanogr. et Ress. Halieut. Atlantique Tropical. Abidjan
- BERRIT (G.R.), 1973. - Recherches hydroclimatiques dans les régions côtières de l'Atlantique tropical oriental. Etat des connaissances et perspectives. Bull. Mus. Nat. Hist. Nat., Paris, 3ème sér. n° 148, Ecologie Générale 4 : 85-99
- BERRIT (G.R.), 1976. - Les eaux froides côtières du Gabon à l'Angola sont-elles dues à un upwelling d'EKMAN ? Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., XIV (4).
- BERRIT (G.R.), DONGUY (J.R.), 1961. - La Petite Saison Chaude en 1959 dans la région orientale du Golfe de Guinée. Cah. C.O.E.C., XVI ème année, n° 8 : 657-672
- BOUDREAU (F.R.), LAPRISSE (J.P.), 1973. - Vers une analyse objective de la thermocline saisonnière. J. Fish. Res. Board. Can. 30 : 320-322
- BRUNEL (P.), 1959. - Le zooplancton de la baie des chaleurs en 1955 : distribution horizontale quantitative et corrélations hydroclimatiques. Dep. Pêcheries Province de Québec. n° 73, 65 p.
- COLLIGNON (J.), 1955. - Observations hydrologiques dans la baie de Pointe-Noire. Bull. Etudes Centrafr. Brazzaville 10 : 153-166.
- DEFANT (A.), 1956. - Schichtung und circulation des Atlantischen Ozeans. Die Troposphäre. Berlin.
- DEFANT (A.), 1961. - Physical oceanography. Oxford
- DESSIER (A.), 1979. - Ecologie dynamique des peuplements zooplanctoniques côtiers, et plus particulièrement des Copépodes, du sud du golfe de Guinée (côtes du Congo, du Gabon et de l'Angola). Thèse de doctorat ès-sciences naturelles. Université de Paris VI.

- DHONNEUR (G.) et al, 1976. - Draft scientific and observational proposal for a west african monsoon experiment. I.C.S.U. - W.M.O., the G.A.R.P. monsoon subprogramm, 81 p.
- DIETRICH (G.), 1963. - General oceanography - an introduction. Intersciences Publishers. A division of John Wiley and Sons New York - London.
- DONGUY (J.R.), HARDVILLE (J.), LE GUEN (J.C.), 1964. - Essai de représentation du bilan d'eau douce dans une région marine. Application à la baie de Biafra. Doc. n° 213, multigr. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire
- DONGUY (J.R.), HARDVILLE (J.), LE GUEN (J.C.), 1965. - Le parcours maritime des eaux du Congo. Cah. Océanogr. XVII n° 2 : 85-97
- DUFOUR (Ph.), MERLE (J.), 1972. - Station côtière en Atlantique tropical. Hydro-climat et production primaire. Doc. Scient. Nelle sér. n° 25. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire, 48 p.
- DURAND (J.R.), 1967. - Etude des poissons benthiques du plateau congolais. 2. Le milieu physique. Doc. S.P. 285 multigr. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire. 16 p., 4 fig.
- FLOHN (H.), 1968. - Le temps et le climat. Hachette. L'Univers des Connaissances. Paris, 253 p.
- FOMIN (L.M.), 1964. - The dynamic method in oceanography. Elsevier publishing company. Amsterdam. London. New-York, 212 p.
- GALLARDO (Y.), LE GUEN (J.C.), 1972. - Caractères hydrologiques des régions frontales d'Angola, du Gabon et du Congo favorables aux concentrations d'albacores. Doc. Scient., Nelle sér. 23, Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire. 18 p.
- GALLARDO (Y.), BANDONNEAU (Y.), VOITURIEZ (B.), 1974. - Variabilité, circulation et chlorophylle dans la région du dôme d'Angola en février-mars 1971. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, (1-2) : 1-51
- GUILCHER (A.), 1965. - Précis d'hydrologie marine et continentale. Masson et Cie. Paris, 389 p.
- GUILLEM (J.M.), 1974. - Radiales productivité n° 9 à 14 (de janvier à juin 1974). Rapports de mer et résultats d'observations. Doc. Scient. SR n° 878. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire
- GUILLEM (J.M.), 1975. - Variation saisonnière des transports côtiers dans le sud-est du Golfe de Guinée. Bull. Union Océanogr. de France, VII (1-2) : 55-67
- GUILLEM (J.M.), 1976. - Données océaniques acquises pendant les croisières "Radiales Productivité" du Centre de Pointe-Noire. Doc. Scient. SR n° 917. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire, 24 p.
- GUILLEM (J.M.), LE BOUTILLIER (A.), 1972. - Observations océanographiques côtières à Pointe-Noire (R.P.C.) en 1970. Doc. Scient., Nelle sér. 24. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire, 50 p.
- HISARD (Ph.), 1975. - Variations saisonnières à l'équateur dans le Golfe de Guinée. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., XI (3) : 549-558

- HISARD (Ph.), MERLE (J.), 1980. - Unset of summer surface cooling in the gulf of Guinea during GATE - W. DURING editor. Pergamon press Oxford and New York. 1980.
- HISARD (Ph.), MORLIERE (A.), 1975. - La terminaison du contre-courant équatorial subsuperficiel Atlantique (courant de Lomonossov) dans le Golfe de Guinée. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., XI (4) : 455-464
- HISARD (Ph.), CITEAU (J.) et MORLIERE (A.). - 1975. - Le courant de Lomonossov et la formation de la zone frontale du cap Lopez (Baie de Biafra, golfe de Guinée). Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., XIII (2) : 107-116.
- HISARD (Ph.), CITEAU (J.) et MORLIERE (A.), 1976. - Le système des contre-courants équatoriaux subsuperficiels. Permanence et extension de la branche sud dans l'océan Atlantique. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr. XIV (3) : 209-220.
- IVANOFF (A.), 1972. - Introduction à l'océanographie. Propriétés physiques et chimiques des eaux de mer. VUIBERT. Paris, Tome 1, 208 p.
- KHANAICHENKO (N.K.), 1974. - Le système des contre-courants équatoriaux dans l'océan. GUIDROMETEORIZDAT LENINGRAD. 1974. Traduit du russe et adapté par Ph. HISARD et H. ROTSCHE. O.R.S.T.O.M. Abidjan.
- KRAUS (E.B.), TURNER (J.S.), 1967. - A one dimensional model of the seasonal thermocline. I. A laboratory experiment and its consequences. TELLUS XIX (1) : 82-105
- LACOMBE (H.), 1965. - Cours d'océanographie physique (théorie de la circulation générale. Houles et vagues). GAUTHIER-VILLARDS. PARIS.
- LACOMBE (H.), 1968. - Les énergies de la mer. Coll. "Que Sais-Je". N° 431. PUF, PARIS.
- LACOMBE (H.), 1972. - Sur un modèle simple de la thermocline saisonnière et sur sa prévision. C.R.A.S., Paris, D, 275 : 2211-2214
- LE FEUVRE (P.), 1975. - Contribution à l'étude des variations saisonnières devant Pointe-Noire - critique des mesures hydrologiques soumises à des variations de courte période. Doc. O.R.S.T.O.M. Centre de Pointe-Noire NS n° 43.
- LE GUEN (J.C.), 1971. - Dynamique des populations de Pseudolithus (Fonticulus) Elongatus (Bowd. 1825), Poissons Sciaenidae. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., IX (1)
- LEMASSEN (L.), REBERT (J.P.), 1975 (a). - 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 (5) : 505-516
- LEMASSEN (L.), REBERT (J.P.), 1975 (b). - circulation dans la partie orientale de l'Atlantique sud. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, IV (1) : 91-124
- LE FLOCH (J.), 1970. - 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 1968. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., VII (3) : 77-115

- LE FLOCH (J.), 1974. - Mouvements verticaux associés au contre-courant subsuperficiel équatorial dans le secteur Est-Atlantique. TETHYS 6 (1-2) 1974 : 419-424.
- LE FLOCH (J.), 1976. - Cours d'océanographie physique. U.B.O. Brest, multigr.
- LE FLOCH (J.), MERLE (J.), 1975. - Les eaux intermédiaires antarctiques dans l'Atlantique intertropical. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr. XIII (3) : 217-237
- LONGHURST (A.R.), 1962. - A review of the oceanography of the Gulf of Guinea. I.F.A.N., sér. A., XXIV (5)
- MAZEIKA (P.A.), 1967. - Thermal domes in the eastern tropical Atlantic Ocean. Limnol. Oceanogr. 12 (3) : 537-539
- MERLE (J.), 1972. - Conditions hydrologiques saisonnières de la marge continentale du Gabon et du Congo (de 1° N à 6° S). Etude descriptive. Doc. Scient., Nelle sér. n° 27, Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire, 20 p., 40 fig.
- MERLE (J.), 1977 (a). - Atlas hydrologique saisonnier de l'océan Atlantique intertropical. O.R.S.T.O.M. Travaux et documents, (sous presse)
- MERLE (J.), 1977 (b). - Seasonal variations of temperature and circulation in the upper layers of the equatorial Atlantic ocean. Communication au G A T E Workshop de Miami, 28 février-10 mars 1977
- MERLE (J.), 1980. - ASP "évolution des climats", projet : FOCUS. Programme FOCAL. doc. multigr. 30 p.
- MERLE (J.), 1980. - Seasonal variations of heat storage in the tropical Atlantic. Oceanol. Acta 1980, Vol. 3 n° 4.
- MERLE (J.), FIEUX (M.), HISARD (Ph.), 1978. - Annual signal and interannual anomalies of sea surface temperature in the Eastern Equatorial Atlantic ocean. Deep Sea Research, GATE supplément II to V. 26 : 77-102.
- MERLE (J.), LE FLOCH (J.), 1978. - Cycle annuel moyen de la température dans les couches supérieures de l'océan Atlantique intertropical. Oceanol. Acta. 1.3.1978 : 271-276.
- MOORE (D.); HISARD (Ph.), Mc CREARY (J.), MERLE (J.), O'BRIEN (J.), PICAUT (J.), VERSTRAETE (J.M.) and WUNSCH (G.), 1978. - Equatorial adjustment in the Eastern Atlantic. Geophysical Research Letters, 5, 637-640.
- MOROSHKIN (K.V.), SUBNOV (V.A.) et BULATOV (R.P.), 1970. - Circulation des eaux dans l'Atlantique Sud oriental. Oceanology 10 (1) : 27-34 (traduction américaine).
- NEUMANN (G.), 1966. - The equatorial undercurrent of the Atlantic ocean. J.N.E.S.C. F.A.O., Actes Sympos. Oceanogr. et Ress. Halieut. Atlantique Tropical. Abidjan
- PARK (Y.H.), 1979. - Contribution à l'étude de la génération et de la propagation des marées internes au large de la Côte d'Ivoire. Thèse doctorat Côte d'Ivoire. Université de Bretagne Occidentale. n° 103.
- PIJUY (Ch. P.), 1970. - Précis de climatologie. MASSON et Cie. Paris, 2ème édition. 468 p.

- PICAUT (J.), 1981. - Seasonal coastal upwelling in the eastern Atlantic. The tropical ocean-atmosphere newsletters (unpublished manuscript).
- PITON (B.), PERRIN (R.), GAUSI (J.P.), 1977. - Nouvelles considérations sur les saisons marines et la circulation superficielle dans le golfe de Guinée. Doc. ORSTOM Pointe-Noire NS n° 49.
- PITON (B.), MONTEL (Y.), GAUSI (J.P.), 1978. - Compte rendu des campagnes effectuées par le N.O NIZERY de mars à septembre 1977 dans le Sud-Est du golfe de Guinée. Doc. n° 623. Centre O.R.S.T.O.M. de Pointe-Noire.
- PITON (B.), POINTEAU (J.M.), WAUTHY (B.), 1980. - Données hydroclimatiques à Pointe-Noire (Congo) 1953-1979. Doc. O.R.S.T.O.M. NS n° 53, Centre de Pointe-Noire.
- RENOUARD, 1975. - Etudes préliminaires en vue d'un modèle de thermocline saisonnière. Mar. Nat., S.H.O., Doc. EPSHOM/E/OC n° 390, 117 p.
- RINKEL (M.O.), SUND (P.) and NEUMANN (G.), 1966. - The location of the termination area of the Equatorial Undercurrent in the gulf of Guinea based on observations during EQUALANT III. Journal of Geophysical Research. 71 (16) : 3893-3901.
- ROSSIGNOL (M.), 1968. - Contribution à l'étude du "Complexe guinéen". Doc. Scient. C.R.S.T.O.M., Rép. du Sénégal, Serv. Océanogr. et Pêches. Août 1970, 143 p.
- SMITH (R.L.), ENFIELD (D.B.), MOPKINS (T.S.) and PILLSBURY (R.D.), 1971. - The circulation in an upwelling ecosystem : the Pisco cruise. Investigación pesquera. Vol. 35 (1). Barcelona : 9-24.
- STEIGNER (J.M.), INGHAM (M.C.), 1971. - Surface winds of the southeastern tropical Atlantic ocean. N.O.A.A. Techn. report, N.M.F.S. S.S.R.F. 645, Seattle, W.A., 20 p.
- SVEDDRUP (R.U.), JOHNSON (M.W.), FLEMING (R.R.), 1942. - The oceans. Their physical chemistry and general biology. Prentice-Hall inc. Englewood Cliffs, N.J. 10e édit., août 1961, 1087 p.
- TROADEC (J.P.), 1960. - Transparence des eaux dans le Golfe de Guinée. Doc. Scient. multigr., n° 80, Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire, 35 p., 9 fig.
- VARLET (F.), 1958. - Le régime de l'Atlantique près d'Abidjan. Etudes éburn. 7 : 1-17.
- VENNETIER (P.), 1968. - Pointe-Noire et la façade maritime du Congo-Brassaville. Mémoire O.R.S.T.O.M., n° 26, Paris, 458 p.
- WAUTHY (B.), 1977. - Révision de la classification des eaux de surface du golfe de Guinée (BERRIT 1961). Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., XV (3), 1977 : 279-295.



A N N E X E I

=====

CYCLE ANNUEL DES PARAMETRES HYDROLOGIQUES
A LA STATION DU WHARF DE POINTE-NOIRE

====

Température, salinité, densité (σ_t), teneurs en oxygène et phosphate minéral dissous, moyennées par périodes de dix jours pendant la période de mars 1969 à juin 1976.

Les calculs ont été automatisés au B.N.D.O..

====

Les températures sont en degrés Celcius et centièmes.

Les salinités en grammes par kilogramme d'eau et centièmes.

Les teneurs en oxygène dissous en millilitre par litre d'eau et centièmes.

Les teneurs en phosphate minéral dissous sont en micro-atome gramme par litre d'eau et centièmes.

TABLEAU DES SALINITES * MOYENNE PAR PERIODE DE 10 JOURS
DU 1 1 AU 30 12

# JOUR	# MOIS	# NB. MES	# MIN	# MAX	# 0 M	# 2 M	# 3 M	# 5 M	# 10 M	# 15 M	# 17 M
# 1/10	1	# 44	# 25.44	# 35.93	# 33.28	# 33.85	# 34.15	# 34.64	# 35.04	# 35.26	# 35.46
# 11/20	1	# 47	# 26.90	# 35.79	# 33.40	# 33.69	# 33.85	# 34.14	# 34.59	# 34.80	# 35.17
# 21/30	1	# 46	# 30.08	# 35.60	# 33.57	# 33.64	# 33.73	# 33.86	# 34.24	# 34.52	# 34.60
# 1/10	2	# 49	# 24.14	# 35.36	# 32.82	# 33.02	# 33.13	# 33.33	# 33.83	# 34.23	# 34.21
# 11/20	2	# 46	# 21.51	# 35.61	# 31.00	# 31.76	# 32.21	# 32.93	# 33.88	# 34.35	# 34.36
# 21/30	2	# 41	# 28.18	# 35.54	# 31.26	# 31.77	# 32.07	# 32.60	# 33.77	# 34.54	# 34.54
# 1/10	3	# 44	# 23.72	# 35.64	# 31.27	# 32.18	# 32.66	# 33.55	# 34.42	# 34.78	# 34.70
# 11/20	3	# (52)	# 20.55	# 35.69	# 31.10	# 31.61	# 31.81	# 32.35	# 33.41	# (34.54)	# 33.52
# 21/30	3	# 47	# 23.48	# 35.94	# 31.31	# 32.14	# 32.58	# 33.61	# 34.47	# 34.82	# 34.64
# 1/10	4	# 61	# 29.17	# 35.97	# 32.71	# 33.25	# 33.56	# 34.04	# 34.64	# 34.98	# 34.87
# 11/20	4	# 53	# 20.07	# 35.96	# 32.66	# 33.24	# 33.69	# 34.37	# 34.91	# 35.16	# 35.00
# 21/30	4	# 56	# 28.20	# 35.89	# 33.24	# 33.64	# 33.89	# 34.40	# 34.92	# 35.24	# 35.23
# 1/10	5	# 47	# 28.51	# 35.97	# 33.40	# 33.75	# 34.02	# 34.52	# 35.25	# 35.54	# 35.60
# 11/20	5	# 50	# 25.56	# 35.97	# 33.37	# 34.09	# 34.36	# 34.99	# 35.45	# 35.59	# 35.61
# 21/30	5	# 47	# 27.33	# 35.98	# 33.78	# 34.25	# 34.55	# 35.12	# 35.65	# 35.77	# 35.79
# 1/10	6	# 51	# 33.13	# 36.16	# 35.20	# 35.41	# 35.54	# 35.76	# 35.87	# 35.91	# 35.89
# 11/20	6	# 47	# 20.62	# 36.18	# 33.72	# 34.41	# 34.73	# 35.64	# 35.79	# 35.87	# 35.87
# 21/30	6	# 46	# 32.11	# 36.05	# 35.29	# 35.45	# 35.54	# 35.68	# 35.83	# 35.85	# 35.86
# 1/10	7	# 38	# 20.76	# 35.96	# 34.30	# 34.85	# 35.13	# 35.69	# 35.82	# 35.85	# 35.87
# 11/20	7	# 38	# 29.80	# 35.96	# 35.22	# 35.41	# 35.52	# 35.71	# 35.80	# 35.81	# 35.83
# 21/30	7	# 37	# 34.09	# 35.92	# 35.42	# 35.52	# 35.56	# 35.66	# 35.76	# 35.77	# 35.78
# 1/10	8	# 41	# 33.55	# 35.89	# 35.40	# 35.51	# 35.57	# 35.68	# 35.71	# 35.72	# 35.75
# 11/20	8	# 31	# 29.44	# 35.84	# 34.75	# 35.05	# 35.18	# 35.42	# 35.63	# 35.66	# 35.67
# 21/30	8	# 47	# 29.16	# 35.84	# 34.82	# 35.01	# 35.12	# 35.36	# 35.56	# 35.61	# 35.62
# 1/10	9	# 43	# 26.82	# 35.86	# 33.69	# 34.13	# 34.34	# 34.76	# 35.37	# 35.44	# 35.45
# 11/20	9	# 41	# 24.32	# 35.70	# 33.74	# 33.97	# 34.15	# 34.39	# 35.03	# 35.20	# 35.18
# 21/30	9	# 40	# 23.07	# 35.65	# 32.94	# 33.22	# 33.41	# 33.75	# 34.57	# 34.92	# 34.97
# 1/10	10	# 36	# 30.32	# 35.58	# 33.30	# 33.54	# 33.67	# 33.95	# 34.54	# 34.82	# 34.82
# 11/20	10	# 40	# 30.44	# 35.33	# 32.61	# 32.79	# 32.93	# 33.20	# 34.21	# 34.65	# 34.77
# 21/30	10	# 39	# 22.14	# 35.24	# 32.19	# 32.60	# 32.80	# 33.22	# 34.30	# 34.73	# 34.86
# 1/10	11	# 40	# 28.65	# 35.35	# 32.19	# 32.50	# 32.67	# 32.99	# 34.35	# 34.79	# 34.94
# 11/20	11	# 36	# 25.00	# 35.58	# 32.61	# 33.04	# 33.42	# 33.86	# 34.66	# 34.95	# 35.07
# 21/30	11	# 40	# 30.74	# 35.47	# 33.43	# 33.78	# 33.96	# 34.32	# 34.90	# 35.11	# 35.20
# 1/10	12	# 40	# 29.76	# 35.66	# 33.85	# 34.22	# 34.41	# 34.76	# 34.99	# 35.20	# 35.32
# 11/20	12	# 48	# 30.82	# 35.70	# 34.14	# 34.42	# 34.56	# 34.83	# 35.14	# 35.29	# 35.38
# 21/30	12	# 44	# 30.69	# 35.80	# 34.20	# 34.45	# 34.61	# 34.92	# 35.23	# 35.42	# 35.45

TABLEAU DES SIGNA-T * MOYENNE PAR PERIODE DE 10 JOURS

DU 1 1 AU 30 12

#	JOUR	MOIS	NBR.	MCS#	MIN	#	MAX	#	0 M	#	2 M	#	3 M	#	5 M	#	10 M	#	15 M	#	17 M	#	
#	1/10	1	#	44	#	15.27	#	25.85	#	21.99	#	22.58	#	22.90	#	23.43	#	24.12	#	24.56	#	24.91	#
#	11/20	1	#	47	#	16.28	#	25.68	#	21.83	#	22.18	#	22.36	#	22.72	#	23.35	#	23.71	#	24.24	#
#	21/30	1	#	46	#	18.44	#	25.14	#	21.67	#	21.76	#	21.86	#	22.03	#	22.50	#	22.94	#	23.01	#
#	1/10	2	#	49	#	13.88	#	24.58	#	20.97	#	21.17	#	21.29	#	21.49	#	22.09	#	22.62	#	22.58	#
#	11/20	2	#	46	#	11.82	#	24.70	#	19.47	#	20.14	#	20.55	#	21.20	#	22.23	#	22.84	#	22.92	#
#	21/30	2	#	41	#	17.08	#	24.59	#	19.67	#	20.16	#	20.41	#	20.91	#	22.15	#	23.01	#	23.02	#
#	1/10	3	#	43	#	13.80	#	24.89	#	19.71	#	20.52	#	20.95	#	21.75	#	22.80	#	23.32	#	23.27	#
#	11/20	3	#	75	#	11.01	#	24.75	#	19.57	#	20.07	#	20.25	#	20.75	#	21.65	#	22.09	#	21.89	#
#	21/30	3	#	47	#	14.02	#	25.36	#	19.75	#	20.52	#	20.93	#	21.87	#	22.80	#	23.36	#	23.20	#
#	1/10	4	#	61	#	18.17	#	25.63	#	20.84	#	21.39	#	21.70	#	22.20	#	22.92	#	23.49	#	23.36	#
#	11/20	4	#	53	#	11.15	#	25.53	#	20.92	#	21.57	#	22.01	#	22.71	#	23.42	#	23.88	#	23.59	#
#	21/30	4	#	56	#	17.81	#	25.39	#	21.44	#	21.86	#	22.12	#	22.65	#	23.37	#	24.01	#	23.94	#
#	1/10	5	#	47	#	18.13	#	25.83	#	21.75	#	22.15	#	22.45	#	22.97	#	23.96	#	24.49	#	24.49	#
#	11/20	5	#	49	#	16.05	#	25.84	#	21.88	#	22.66	#	22.97	#	23.71	#	24.39	#	24.64	#	24.64	#
#	21/30	5	#	47	#	17.01	#	25.83	#	22.41	#	22.96	#	23.30	#	23.94	#	24.67	#	24.92	#	24.96	#
#	1/10	6	#	51	#	22.16	#	26.05	#	24.13	#	24.40	#	24.57	#	24.85	#	25.23	#	25.36	#	25.42	#
#	11/20	6	#	47	#	12.46	#	26.05	#	23.25	#	23.85	#	24.16	#	25.02	#	25.38	#	25.56	#	25.60	#
#	21/30	6	#	46	#	22.31	#	26.12	#	24.68	#	24.91	#	25.04	#	25.26	#	25.58	#	25.70	#	25.73	#
#	1/10	7	#	38	#	13.29	#	26.03	#	23.87	#	24.42	#	24.72	#	25.29	#	25.60	#	25.73	#	25.72	#
#	11/20	7	#	38	#	20.17	#	26.11	#	24.77	#	25.05	#	25.22	#	25.51	#	25.73	#	25.84	#	25.85	#
#	21/30	7	#	37	#	23.90	#	26.23	#	25.04	#	25.25	#	25.36	#	25.57	#	25.86	#	25.96	#	25.96	#
#	1/10	8	#	41	#	23.50	#	26.33	#	25.13	#	25.35	#	25.47	#	25.71	#	25.90	#	25.99	#	25.97	#
#	11/20	8	#	31	#	20.06	#	26.40	#	24.41	#	24.82	#	25.01	#	25.41	#	25.79	#	25.91	#	25.87	#
#	21/30	8	#	47	#	20.02	#	26.25	#	24.49	#	24.75	#	24.89	#	25.19	#	25.59	#	25.75	#	25.75	#
#	1/10	9	#	43	#	17.48	#	26.27	#	23.16	#	23.61	#	23.84	#	24.29	#	24.98	#	25.18	#	25.20	#
#	11/20	9	#	41	#	15.41	#	26.07	#	22.95	#	23.18	#	23.34	#	23.56	#	24.28	#	24.54	#	24.49	#
#	21/30	9	#	40	#	18.65	#	25.85	#	22.16	#	22.43	#	22.61	#	22.94	#	23.75	#	24.16	#	24.26	#
#	1/10	10	#	36	#	19.89	#	25.38	#	22.38	#	22.61	#	22.73	#	22.99	#	23.61	#	23.98	#	23.89	#
#	11/20	10	#	39	#	19.85	#	24.59	#	21.60	#	21.77	#	21.89	#	22.14	#	23.01	#	23.51	#	23.61	#
#	21/30	10	#	39	#	12.95	#	24.47	#	21.04	#	21.42	#	21.61	#	22.00	#	22.91	#	23.43	#	23.58	#
#	1/10	11	#	39	#	18.24	#	24.54	#	20.94	#	21.23	#	21.40	#	21.69	#	22.89	#	23.43	#	23.56	#
#	11/20	11	#	36	#	15.47	#	25.26	#	21.29	#	21.68	#	22.01	#	22.42	#	23.23	#	23.64	#	23.85	#
#	21/30	11	#	40	#	19.73	#	24.93	#	21.95	#	22.29	#	22.47	#	22.82	#	23.46	#	23.78	#	23.94	#
#	1/10	12	#	40	#	13.94	#	25.66	#	22.36	#	22.76	#	22.98	#	23.37	#	23.79	#	24.18	#	24.44	#
#	11/20	12	#	48	#	19.72	#	25.67	#	22.67	#	22.98	#	23.17	#	23.51	#	24.07	#	24.42	#	24.54	#
#	21/30	12	#	44	#	19.41	#	25.75	#	22.99	#	23.31	#	23.52	#	23.93	#	24.48	#	24.86	#	24.94	#

TABLEAU DES OXYGENES * MOYENNE PAR PERIODE DE 10 JOURS
DU 1 1 AU 30 12

JOUR	MOIS	NB. MES	MIN	MAX	0 M	2 M	3 M	5 M	10 M	15 M	17 M
#	1/10	1	37	8.31	5.22	5.00	4.79	4.42	3.90	3.48	3.13
#	11/20	1	39	5.99	4.86	4.73	4.63	4.54	4.05	3.81	3.56
#	21/30	1	40	5.49	4.72	4.67	4.65	4.65	4.46	4.23	4.18
#	1/10	2	41	5.27	4.67	4.61	4.57	4.56	4.37	4.11	4.08
#	11/20	2	40	5.94	4.69	4.59	4.56	4.52	4.32	4.11	4.03
#	21/30	2	32	5.75	4.75	4.69	4.64	4.55	4.25	3.98	3.91
#	1/10	3	39	5.68	4.70	4.61	4.55	4.47	4.16	3.92	3.90
#	11/20	3	66	5.13	4.66	4.59	4.56	4.47	4.25	4.09	3.99
#	21/30	3	41	5.54	4.61	4.52	4.47	4.39	4.05	3.85	3.77
#	1/10	4	53	5.59	4.69	4.57	4.49	4.41	4.09	3.75	3.61
#	11/20	4	48	5.43	4.65	4.53	4.45	4.31	3.96	3.65	3.66
#	21/30	4	45	5.52	4.65	4.50	4.37	4.14	3.72	3.40	3.33
#	1/10	5	42	5.21	4.66	4.49	4.37	4.14	3.55	3.12	3.17
#	11/20	5	48	6.58	4.74	4.33	4.18	3.79	3.25	2.97	3.02
#	21/30	5	46	5.95	4.67	4.38	4.22	3.94	3.37	3.02	2.96
#	1/10	6	50	5.91	4.40	4.06	3.81	3.40	2.92	2.77	2.62
#	11/20	6	46	5.96	4.39	3.87	3.67	3.08	2.65	2.30	2.17
#	21/30	6	46	7.14	4.38	3.96	3.70	3.26	2.45	2.12	2.05
#	1/10	7	38	6.11	4.78	4.21	3.89	3.34	2.55	2.18	2.18
#	11/20	7	38	5.60	4.08	3.59	3.30	2.68	2.10	1.98	2.04
#	21/30	7	36	6.44	4.24	3.81	3.49	2.95	2.10	1.75	1.72
#	1/10	8	41	6.21	4.47	3.81	3.32	2.52	1.92	1.71	1.70
#	11/20	8	31	7.53	5.02	4.44	4.08	3.19	2.29	1.84	1.95
#	21/30	8	48	7.42	5.01	4.59	4.19	3.56	2.56	2.07	2.09
#	1/10	9	43	8.37	5.38	4.99	4.78	4.32	3.56	3.10	2.89
#	11/20	9	40	7.40	5.17	5.06	4.98	4.88	4.24	3.92	3.87
#	21/30	9	40	5.56	4.92	4.77	4.66	4.48	4.01	3.69	3.42
#	1/10	10	36	5.69	4.94	4.85	4.79	4.68	4.27	3.96	4.02
#	11/20	10	40	5.64	4.90	4.93	4.89	4.87	4.52	4.25	4.03
#	21/30	10	38	5.54	4.90	4.82	4.77	4.71	4.42	4.12	3.96
#	1/10	11	38	5.17	4.73	4.70	4.67	4.64	4.27	4.04	3.94
#	11/20	11	34	5.21	4.69	4.60	4.53	4.41	4.04	3.78	3.56
#	21/30	11	40	5.59	4.71	4.63	4.54	4.41	4.12	3.87	3.70
#	1/10	12	40	5.52	4.60	4.39	4.27	4.04	3.76	3.37	3.04
#	11/20	12	41	5.90	4.71	4.60	4.50	4.23	3.98	3.60	3.33
#	21/30	12	36	6.16	4.58	4.33	4.18	3.91	3.41	3.08	2.92

TABLEAU DES PHOSPHATES * MOYENNE PAR PERIODE DE 10 JOURS

		DU 1 1 AU 30 12																				
JOUR	HAIS	ANP	MES	MIN	4	MAX	#	0 M	#	2 M	#	3 M	#	5 M	#	10 M	#	15 M	#	17 M	#	
# 1/10	1	4	37	#	•11	#	1.64	#	•35	#	•35	#	•38	#	•42	#	•53	#	•64	#	•69	#
# 11/20	1	#	40	#	•02	#	1.36	#	•29	#	•29	#	•31	#	•29	#	•38	#	•43	#	•47	#
# 21/30	1	#	40	#	•01	#	1.36	#	•31	#	•30	#	•30	#	•26	#	•35	#	•41	#	•49	#
# 1/10	2	#	41	#	•02	#	1.06	#	•28	#	•28	#	•26	#	•28	#	•32	#	•41	#	•43	#
# 11/20	2	#	41	#	•01	#	1.86	#	•35	#	•34	#	•35	#	•35	#	•38	#	•42	#	•41	#
# 21/30	2	#	32	#	•02	#	3.60	#	•27	#	•38	#	•39	#	•37	#	•40	#	•48	#	•41	#
# 1/10	3	#	37	#	•01	#	1.88	#	•27	#	•33	#	•36	#	•40	#	•44	#	•51	#	•48	#
# 11/20	3	#		#	•06	#	.	#	•40	#	•34	#	•34	#	•53	#	•63	#	•55	#	•49	#
# 21/30	3	#	41	#	•04	#	2.76	#	•39	#	•39	#	•36	#	•41	#	•43	#	•49	#	•49	#
# 1/10	4	#	53	#	•03	#	3.40	#	•48	#	•46	#	•48	#	•47	#	•56	#	•65	#	•67	#
# 11/20	4	#	47	#	•11	#	2.89	#	•50	#	•56	#	•62	#	•68	#	•62	#	•74	#	•73	#
# 21/30	4	#	45	#	•05	#	2.75	#	•38	#	•40	#	•45	#	•48	#	•60	#	•70	#	•57	#
# 1/10	5	#	42	#	•12	#	2.42	#	•42	#	•44	#	•53	#	•56	#	•59	#	•72	#	•68	#
# 11/20	5	#	42	#	•04	#	2.40	#	•40	#	•54	#	•47	#	•53	#	•61	#	•67	#	•65	#
# 21/30	5	#	38	#	•15	#	2.80	#	•46	#	•52	#	•56	#	•64	#	•71	#	•80	#	•82	#
# 1/10	6	#	48	#	•16	#	2.42	#	•60	#	•62	#	•64	#	•70	#	•77	#	•85	#	•91	#
# 11/20	6	#	47	#	•13	#	2.66	#	•61	#	•68	#	•67	#	•73	#	•83	#	•90	#	•89	#
# 21/30	6	#	46	#	•14	#	2.03	#	•64	#	•68	#	•72	#	•75	#	•87	#	•94	#	•92	#
# 1/10	7	#	36	#	•05	#	2.40	#	•54	#	•66	#	•69	#	•75	#	•92	#	•94	#	•91	#
# 11/20	7	#	37	#	•01	#	2.45	#	•60	#	•66	#	•70	#	•74	#	•81	#	•86	#	•92	#
# 21/30	7	#	37	#	•04	#	2.28	#	•47	#	•53	#	•60	#	•62	#	•73	#	•80	#	•81	#
# 1/10	8	#	41	#	•06	#	3.05	#	•55	#	•60	#	•64	#	•74	#	•79	#	•84	#	•85	#
# 11/20	8	#	31	#	•06	#	2.62	#	•64	#	•69	#	•71	#	•78	#	•96	#	1.08	#	1.00	#
# 21/30	8	#	47	#	•10	#	2.10	#	•51	#	•57	#	•63	#	•71	#	•82	#	•89	#	•83	#
# 1/10	9	#	43	#	•05	#	3.21	#	•61	#	•54	#	•55	#	•61	#	•77	#	•81	#	•86	#
# 11/20	9	#	41	#	•10	#	2.24	#	•53	#	•56	#	•59	#	•59	#	•66	#	•74	#	•73	#
# 21/30	9	#	40	#	•10	#	2.58	#	•55	#	•62	#	•55	#	•57	#	•60	#	•63	#	•68	#
# 1/10	10	#	35	#	•07	#	1.73	#	•39	#	•46	#	•46	#	•50	#	•54	#	•58	#	•52	#
# 11/20	10	#	40	#	•06	#	2.50	#	•36	#	•37	#	•36	#	•39	#	•46	#	•49	#	•52	#
# 21/30	10	#	39	#	•09	#	1.89	#	•33	#	•35	#	•34	#	•33	#	•30	#	•37	#	•43	#
# 1/10	11	#	40	#	•05	#	2.37	#	•41	#	•36	#	•36	#	•38	#	•42	#	•47	#	•52	#
# 11/20	11	#	36	#	•07	#	7.86	#	•55	#	•41	#	•41	#	•42	#	•48	#	•53	#	•61	#
# 21/30	11	#	40	#	•03	#	4.75	#	•48	#	•40	#	•40	#	•51	#	•49	#	•51	#	•57	#
# 1/10	12	#	40	#	•10	#	2.19	#	•47	#	•48	#	•48	#	•50	#	•61	#	•70	#	•77	#
# 11/20	12	#	41	#	•07	#	2.60	#	•43	#	•39	#	•39	#	•40	#	•52	#	•62	#	•63	#
# 21/30	12	#	35	#	•04	#	2.54	#	•49	#	•48	#	•51	#	•52	#	•64	#	•71	#	•74	#

A N N E X E II

=====

VALEURS MOYENNES SAISONNIERES DES PARAMETRES
HYDROLOGIQUES SUR LA RADIALE

=====

Moyennes, extrêmes, écarts types des mesures de la température, de la salinité, de la densité (σ_t), des teneurs en oxygène et phosphate minéral dissous pendant les radiales regroupées par saisons marines (voir tableau VIII, chap. III).

Les positions moyennes des points de mesures sont données dans le tableau I ci-dessous.

Les calculs par point de mesure et immersions interpolées (voir chap. IV) ont été faits avec le programme "STATS FCPR" du B.N.D.O..

Les tableaux des moyennes par point de mesures sont présentés ainsi :

Tableaux 2 à 11	Grande Saison Chaude
Tableaux 12 à 19	Grande Saison Froide
Tableaux 20 à 28	Petite Saison Chaude.

Point n°	Position moyenne		nbre de stations	Ecart type à la position moyenne		distance moyenne à la côte (km)
	latitude Sud	longitude Est		latitude	longitude	
1	04°49;3	011°50;4	quotidienne	0	0	1,8
2	04°53;8	011°43;2	24	0;4	0;4	17
3	04°57;4	011°36;3	23	0;5	0;9	32
4	05°02;3	011°29;8	29	1;8	0;8	46
5	05°05;9	011°22;1	24	1;8	2;1	61
6	05°15;6	011°05;9	7*	0;5	0;4	100
7	05°26;5	010°47;7	13	0;5	0;6	139
8	05°37;7	010°29'	3	0;5	0	178
9	05°47;6	010°11;6	14	0;5	2;1	217
10	06°10'	009°35;6	13	2;1	1;1	295
11	06°29;8	009°00'	13	0;5	0	368

TABIEAU I : Position moyenne des points de mesures (voir aussi fig. 17, chap. II).

Grande Saison Chaude
Point n° 2

NIVEAUX	NB.SPS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	11	26.510	28.410	27.557	0.809
F	11	23.620	24.240	26.915	1.303
10	11	22.750	28.170	26.301	1.535
15	11	22.070	28.175	25.645	1.097
20	11	21.390	28.040	25.000	1.965
30	11	20.370	27.950	23.940	2.991
50	11	17.510	23.530	21.565	1.938
55	10	17.480	23.473	21.015	1.899

SALINITE						OXYGENE					
NIVEAUX	NB.SPS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE	NIVEAUX	NB.SPS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	11	26.250	34.500	32.330	2.655	C	11	4.540	5.600	4.945	0.325
F	11	31.440	35.670	33.036	1.301	F	11	4.520	5.500	4.946	0.270
10	11	33.240	35.770	34.320	0.902	10	11	3.570	5.010	4.633	0.310
15	11	33.345	35.770	34.604	0.831	15	11	4.210	5.150	4.645	0.305
20	11	33.530	35.910	34.889	0.691	20	11	3.910	5.580	4.665	0.666
30	11	33.470	35.890	35.143	0.725	30	11	3.640	5.340	4.443	0.577
50	11	35.210	35.890	35.630	0.210	50	11	2.700	5.430	3.674	0.826
55	9	35.450	35.870	35.665	0.133	55	10	2.070	5.440	3.555	0.910

SIGMA-T						PHOSPHATE					
NIVEAUX	NB.SPS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE	NIVEAUX	NB.SPS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	11	15.963	22.070	20.435	2.115	C	11	0.100	0.560	0.340	0.245
F	11	20.141	24.153	21.720	1.323	F	11	0.090	1.510	0.805	0.411
10	11	21.279	24.434	22.725	1.035	10	11	0.010	0.940	0.274	0.264
15	11	21.305	24.674	22.243	1.071	15	11	0.090	1.470	0.445	0.331
20	11	21.331	24.914	23.260	1.157	20	11	0.090	2.430	0.610	0.822
30	11	21.543	25.170	23.755	1.200	30	11	0.040	0.850	0.375	0.272
50	11	23.958	25.944	24.462	0.602	50	11	0.250	1.270	0.657	0.313
55	9	24.347	25.952	24.954	0.520	55	8	0.290	0.970	0.535	0.226

NIVEAU	NB.OBS.	TEMPERATURE			ECART-TYPE
		MINI	MAXI	MOY.	
C	11	26.640	29.320	28.005	.431
E	11	25.540	23.600	27.328	.961
10	11	23.720	23.200	24.474	1.242
15	11	22.845	23.060	25.649	1.532
20	11	21.370	27.960	24.904	1.470
30	11	21.150	27.440	23.552	1.730
50	11	15.270	23.140	21.371	1.545
55	11	18.117	22.621	21.051	1.453
75	11	17.509	21.449	19.774	1.282
95	10	16.370	19.510	18.011	.994

TABLEAU 3

Grande Saison Chaude
Point n° 3

SALINITE						OXYGENE					
NIVEAU	NB.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE	NIVEAU	NB.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	11	26.420	34.430	31.879	2.706	C	11	4.450	5.650	4.972	.355
E	11	31.270	35.550	33.520	1.321	E	11	4.550	5.470	4.824	.278
10	11	33.120	35.790	34.464	.905	10	11	4.620	4.950	4.736	.126
15	11	33.200	35.815	34.757	.843	15	11	4.400	4.980	4.714	.170
20	11	33.220	35.840	35.050	.838	20	11	4.060	5.050	4.670	.268
30	11	33.610	35.850	35.373	.651	30	11	4.070	4.940	4.545	.272
50	11	34.100	35.940	35.573	.513	50	11	2.750	4.550	3.744	.432
55	11	34.431	35.930	35.611	.415	55	11	2.780	4.380	3.647	.460
75	11	35.650	35.850	35.766	.082	75	11	2.500	4.040	3.265	.438
95	10	35.670	35.810	35.737	.058	95	10	1.800	3.060	2.539	.369

SIGMA-T						PHOSPHATE					
NIVEAU	NB.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE	NIVEAU	NB.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	11	16.103	21.978	20.059	2.053	C	11	.110	.320	.197	.063
E	11	19.424	23.203	21.545	1.318	E	11	.070	.510	.210	.149
10	11	20.535	24.213	22.498	1.045	10	11	.120	.420	.232	.118
15	11	21.039	24.604	23.943	1.056	15	11	.050	.830	.307	.221
20	11	21.033	24.956	23.417	1.144	20	11	.040	1.240	.215	.344
30	11	21.554	25.060	23.975	.933	30	11	.040	1.140	.326	.346
50	11	23.270	25.780	24.837	.655	50	11	.260	1.150	.557	.315
55	11	23.521	25.821	24.941	.597	55	11	.260	1.130	.514	.291
75	11	24.523	25.983	25.357	.405	75	11	.280	1.030	.725	.233
95	10	25.525	26.208	25.846	.224	95	10	.360	1.310	1.004	.302

TEMPERATURE

NIVEAU	NB. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	16	27.140	30.150	28.256	.900
E	16	24.640	29.060	27.552	1.033
10	16	23.940	28.670	26.737	1.579
15	16	23.190	28.370	25.912	1.475
20	16	22.440	28.070	25.118	1.477
30	16	21.060	27.470	23.618	1.872
50	16	18.310	23.660	21.249	1.240
55	16	18.017	23.150	20.856	1.186
75	16	16.850	20.960	19.326	1.121
95	16	16.238	19.242	17.941	.841
100	16	15.910	18.820	17.597	.802
120	7	16.070	17.570	16.693	.638

TABLEAU 4

Grande Saison Chaude

Point n° 4

SALINITE

NIVEAU	NB. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	16	26.140	34.830	31.037	2.935
E	16	30.200	35.630	33.262	1.555
10	16	32.565	35.730	34.264	1.125
15	16	33.402	35.810	34.713	.824
20	16	33.635	35.850	35.169	.633
30	16	34.100	35.920	35.514	.464
50	16	35.570	36.040	35.785	.145
55	16	35.530	36.015	35.789	.133
75	16	35.670	36.039	35.806	.116
95	16	35.643	35.815	35.745	.084
100	16	35.629	35.789	35.729	.066
120	9	35.620	35.790	35.696	.068

OXYGENE

NIVEAU	NB. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	16	4.590	5.560	4.990	.251
E	16	4.520	5.220	4.746	.157
10	16	4.370	5.050	4.728	.163
15	16	4.480	5.000	4.710	.166
20	16	4.430	4.950	4.709	.200
30	16	3.950	4.940	4.476	.254
50	16	3.410	4.940	3.826	.304
55	16	3.300	4.500	3.706	.294
75	16	2.770	3.700	3.235	.254
95	16	2.180	3.480	2.811	.369
100	16	2.030	3.470	2.691	.411
120	9	1.800	3.430	2.354	.496

SIGMA-T

NIVEAU	NB. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	16	15.323	22.554	19.304	2.374
E	16	13.665	23.704	21.253	1.398
10	16	20.590	24.060	22.271	1.301
15	16	21.025	24.266	22.871	1.034
20	16	21.367	24.537	23.440	.914
30	16	21.911	24.978	24.156	.742
50	16	24.277	25.748	25.037	.324
55	16	24.448	25.823	25.142	.303
75	16	25.131	26.126	25.560	.255
95	16	25.570	26.203	25.865	.181
100	16	25.679	26.269	25.943	.174
120	7	25.584	26.255	26.130	.114

PHOSPHATE

NIVEAU	NB. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	16	.040	.450	.215	.117
E	16	.020	.410	.195	.089
10	16	.020	.800	.279	.225
15	16	.020	.610	.267	.144
20	16	.020	.450	.255	.128
30	16	.050	1.050	.346	.259
50	16	.030	1.240	.582	.324
55	16	.160	1.160	.597	.251
75	16	.150	1.050	.689	.231
95	16	.350	1.030	.753	.192
100	16	.370	1.050	.778	.204
120	9	.010	2.060	1.112	.439

TABLEAU 5

Grande Saison Chaude
Point n° 5

TEMPERATURE					
NIVEAU	NB. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	11	26.740	29.880	27.245	.717
E	11	24.420	27.490	27.476	1.030
10	11	23.740	29.350	26.795	1.298
15	11	23.170	27.820	25.717	1.668
20	11	22.530	27.770	24.939	1.959
30	11	20.730	26.286	23.313	1.618
40	11	18.590	22.940	21.073	1.474
50	11	18.370	22.661	20.680	1.359
60	11	17.333	21.550	19.149	1.213
70	11	16.843	20.246	18.024	1.047
80	11	16.139	19.920	17.766	.983
100	11	15.935	18.644	16.993	.738
150	11	15.039	16.730	15.552	.470
200	11	13.368	14.965	14.165	.467
250	11	11.373	13.955	12.414	.493
300	11	9.970	12.988	10.949	.985
350	11	9.155	10.618	9.728	.636
400	8	7.972	9.300	8.553	.475
450	8	7.270	8.525	7.764	.443

SALINITE						OXYGENE					
NIVEAU	NB. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE	NIVEAU	NB. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	11	27.400	37.850	31.161	2.451	C	11	4.650	5.420	4.975	.268
E	11	29.597	39.480	33.126	1.658	E	11	4.210	5.080	4.761	.239
10	11	32.330	39.600	34.161	1.069	10	11	4.040	5.100	4.745	.265
15	11	33.460	39.716	34.696	.793	15	11	4.220	4.820	4.653	.207
20	11	35.870	39.873	35.094	.665	20	11	4.000	4.900	4.615	.209
30	11	35.240	39.952	35.638	.211	30	11	3.850	4.340	4.019	.306
40	11	35.578	38.010	35.763	.153	40	11	3.140	4.210	3.541	.345
50	11	35.828	39.976	35.767	.123	50	11	4.080	3.750	3.750	.316
60	11	35.648	39.900	35.791	.098	60	11	2.910	3.850	3.394	.309
70	11	35.640	39.811	35.749	.084	70	11	2.140	3.510	3.109	.363
80	11	35.835	39.809	35.741	.031	80	11	2.120	3.480	3.035	.370
100	11	38.615	39.765	39.698	.075	100	11	2.220	3.000	2.710	.233
150	11	38.539	39.699	39.622	.078	150	11	1.830	2.850	2.226	.292
200	11	35.341	39.562	39.440	.043	200	11	1.230	2.620	1.787	.421
250	11	35.119	39.422	39.234	.117	250	11	1.250	1.940	1.605	.215
300	11	34.939	39.263	39.081	.104	300	11	.470	2.230	1.476	.437
350	11	34.837	39.032	34.912	.082	350	11	1.000	1.980	1.504	.283
400	9	34.731	34.836	34.794	.058	400	9	1.280	1.760	1.543	.163
450	9	34.646	34.786	34.716	.056	450	9	1.500	2.150	1.756	.247

SIGMA-T						PHOSPHATE					
NIVEAU	NB. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE	NIVEAU	NB. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	11	16.445	21.757	19.559	1.830	C	11	.040	.410	.233	.111
E	11	18.241	23.883	21.176	1.415	E	11	.020	1.580	.316	.117
10	11	20.747	24.191	22.179	1.101	10	11	.020	1.920	.319	.129
15	11	21.219	24.398	22.900	1.076	15	11	.020	1.320	.312	.130
20	11	21.642	24.605	23.463	1.036	20	11	.020	1.260	.314	.133
30	11	23.638	25.032	24.320	.473	30	11	.050	1.000	.310	.129
40	11	24.419	25.617	25.004	.367	40	11	.110	1.100	.286	.125
50	11	24.635	25.672	25.173	.318	50	11	.120	1.100	.286	.125
60	11	24.984	25.986	25.592	.276	60	11	.130	2.010	.775	.427
70	11	25.331	26.200	25.884	.227	70	11	.400	1.850	.332	.125
80	11	25.417	26.221	25.908	.211	80	11	.470	1.640	.343	.129
100	11	25.703	26.252	26.060	.151	100	11	.660	2.320	1.125	.501
150	11	26.122	26.395	26.272	.068	150	11	.680	3.070	1.295	.642
200	11	26.421	26.595	26.507	.063	200	11	.720	4.570	1.479	1.057
250	11	26.544	26.854	26.703	.111	250	11	.550	1.500	1.212	.323
300	11	26.518	26.929	26.879	.130	300	11	.420	1.870	1.470	.267
350	11	26.407	26.999	26.946	.079	350	11	.600	1.830	1.555	.294
400	8	26.051	27.087	27.003	.042	400	9	.660	2.080	1.649	.414
450	8	27.022	27.153	27.113	.042	450	9	1.060	2.080	1.683	.360

Grande Saison Chaude
Point n° 6

NIVEAU	NB.SBS.	MINI	MAXI	MUY.	ECART-TYPE
C	3	28.650	30.810	29.670	1.345
E	3	28.160	23.750	28.475	.297
10	3	26.930	28.620	27.778	.845
15	3	25.625	27.910	26.444	1.115
20	3	24.440	27.200	25.764	1.383
30	3	22.709	25.746	23.950	1.593
50	3	20.799	22.907	21.758	1.058
55	3	20.338	22.345	21.336	1.005
75	3	15.555	20.145	19.345	.797
95	3	17.132	18.257	18.004	.863
100	3	17.023	18.556	17.773	.767
120	3	16.583	17.691	17.134	.555
150	3	15.837	16.393	16.072	.249
200	3	14.284	14.413	14.327	.076
250	3	11.993	12.919	12.567	.498
300	3	9.774	10.846	10.169	.589
350	3	8.835	9.655	9.162	.434
400	2	8.139	8.565	8.352	.301
450	2	7.629	8.106	7.867	.337

SALINITE

NIVEAU	NB.SBS.	MINI	MAXI	MUY.	ECART-TYPE
C	3	33.320	33.690	30.030	5.319
E	3	35.060	35.000	33.946	.978
10	3	33.070	35.430	34.196	1.164
15	3	34.180	35.515	34.707	.734
20	3	34.986	35.600	35.229	.325
30	3	35.743	35.933	35.827	.097
50	3	35.260	35.955	35.920	.069
55	3	35.260	35.970	35.907	.056
75	3	35.839	35.873	35.846	.024
95	3	35.771	35.813	35.798	.022
100	3	35.759	35.836	35.786	.022
120	3	35.715	35.741	35.729	.015
150	3	35.622	35.658	35.637	.018
200	3	35.438	35.473	35.450	.021
250	3	35.164	35.268	35.233	.059
300	3	34.911	35.063	34.963	.085
350	3	34.814	34.927	34.860	.058
400	3	34.738	34.804	34.769	.033
450	3	34.688	34.763	34.717	.041

SIGMA-T

NIVEAU	NB.SBS.	MINI	MAXI	MUY.	ECART-TYPE
C	3	12.770	21.220	18.151	4.675
E	3	20.714	22.362	21.449	.828
10	3	20.765	23.084	21.840	1.162
15	3	21.753	23.534	22.563	.901
20	3	22.742	23.983	23.292	.632
30	3	23.732	24.595	24.273	.432
50	3	24.665	25.217	24.936	.287
55	3	24.607	25.340	25.110	.273
75	3	25.372	25.726	25.541	.207
95	3	25.204	26.050	25.875	.198
100	3	25.766	26.107	25.944	.171
120	3	25.912	26.176	26.059	.134
150	3	26.131	26.284	26.229	.085
200	3	26.479	26.483	26.481	.000
250	3	26.631	26.724	26.671	.048
300	3	26.869	26.937	26.910	.037
350	3	26.965	27.015	26.996	.029
400	2	27.053	27.087	27.070	.025
450	2	27.091	27.111	27.101	.012

OXYGENE

NIVEAU	NB.SBS.	MINI	MAXI	MUY.	ECART-TYPE
C	3	4.660	6.100	5.173	.904
E	3	4.660	4.800	4.733	.070
10	3	4.670	4.780	4.713	.059
15	3	4.670	4.830	4.763	.083
20	3	4.680	4.980	4.817	.162
30	3	4.740	4.790	4.593	.230
50	3	3.540	4.100	3.850	.272
55	3	3.510	3.900	3.743	.206
75	3	3.290	3.540	3.357	.134
95	3	2.980	3.650	3.263	.347
100	3	2.940	3.660	3.220	.310
120	3	2.660	3.290	3.063	.316
150	3	2.060	2.870	2.567	.426
200	3	1.410	1.870	1.630	.231
250	3	1.240	1.700	1.467	.231
300	3	.910	1.250	1.117	.161
350	3	1.190	1.280	1.230	.046
400	3	1.170	1.510	1.373	.160
450	3	1.360	1.730	1.567	.199

PHOSPHATE

NIVEAU	NB.SBS.	MINI	MAXI	MUY.	ECART-TYPE
C	3	.030	.120	.070	.046
E	3	.010	.110	.077	.058
10	3	.040	.140	.087	.050
15	3	.040	.170	.093	.065
20	3	.060	.210	.113	.064
30	3	.150	.290	.200	.075
50	3	.270	.340	.307	.064
55	3	.260	.490	.340	.105
75	3	.470	.840	.607	.150
95	3	.400	1.030	.737	.317
100	3	.390	1.050	.747	.333
120	3	.520	1.160	.837	.320
150	3	.710	1.330	.940	.318
200	3	1.050	1.480	1.313	.231
250	3	1.520	1.810	1.657	.146
300	3	1.250	2.100	1.730	.479
350	3	1.070	2.060	1.440	.526
400	2	.950	2.000	1.450	.527
450	3	1.400	1.880	1.627	.241

TABLEAU 7

Grande Saison Chaude
Point n° 7

TEMPERATURE					
NIVEAU	NE.OUS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	6	22.040	29.510	26.525	.541
5	6	22.082	29.700	26.272	.238
10	6	27.433	25.710	27.970	.435
15	6	24.645	27.440	26.574	1.038
20	6	21.340	27.010	25.215	2.003
30	6	15.750	24.928	22.245	2.067
50	6	17.060	23.750	20.004	2.155
55	6	16.512	22.804	19.540	1.914
75	6	16.332	19.160	17.244	1.113
55	6	15.991	19.168	17.105	.794
100	6	15.907	17.937	16.944	.734
120	6	15.585	17.292	16.370	.625
150	6	14.778	16.325	15.485	.559
200	6	14.196	14.624	14.352	.213
250	6	12.591	13.475	12.960	.322
300	6	9.259	11.367	10.632	.545
350	6	9.094	9.700	9.367	.251
400	5	8.302	8.624	8.417	.134
450	4	7.652	7.933	7.755	.123

SALINITE					
NIVEAU	NE.OUS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	6	27.290	33.300	29.738	2.069
5	6	28.220	33.290	31.625	1.545
10	6	33.070	34.658	33.762	.559
15	6	33.915	35.203	34.446	.428
20	6	34.160	35.810	35.200	.538
30	6	35.428	35.859	35.735	.158
50	6	35.624	35.944	35.808	.094
55	6	35.623	35.916	35.797	.084
75	6	35.663	35.829	35.758	.071
55	6	35.643	35.835	35.738	.063
100	6	35.636	35.836	35.731	.071
120	6	35.604	35.767	35.676	.060
150	6	35.518	35.663	35.576	.046
200	6	35.426	35.425	35.445	.022
250	6	35.232	35.361	35.290	.044
300	6	34.957	35.111	35.027	.077
350	6	34.858	34.952	34.897	.037
400	5	34.774	34.815	34.791	.000
450	4	34.709	34.785	34.732	.026

SIGMA-T					
NIVEAU	NE.OUS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	6	16.532	20.914	18.243	1.577
5	6	17.696	20.904	19.743	1.135
10	6	20.914	22.352	21.496	.529
15	6	21.722	23.028	22.443	.489
20	6	22.105	24.753	23.433	.667
30	6	24.028	25.606	24.644	.532
50	6	24.445	26.043	25.376	.517
55	6	24.626	26.067	25.443	.450
75	6	25.616	26.142	25.849	.214
55	6	25.896	26.256	26.168	.142
100	6	25.544	26.275	26.101	.125
120	6	26.041	26.303	26.213	.108
150	6	26.127	26.437	26.336	.039
200	6	26.430	26.517	26.440	.033
250	6	26.592	26.679	26.639	.028
300	6	26.789	26.946	26.540	.058
350	6	26.950	27.027	26.991	.024
400	5	27.041	27.059	27.065	.023
450	4	27.025	27.174	27.118	.037

OXYGENE					
NIVEAU	NE.OUS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	6	4.200	5.610	4.848	.513
5	6	4.560	4.970	4.753	.182
10	6	4.510	4.800	4.657	.105
15	6	4.330	4.850	4.675	.165
20	6	3.560	4.930	4.545	.337
30	6	3.820	4.630	4.375	.366
50	6	2.250	4.110	3.627	.472
55	6	2.730	3.940	3.503	.427
75	6	2.560	3.280	3.005	.307
55	6	2.330	2.970	2.717	.246
100	6	2.290	2.900	2.643	.234
120	6	2.290	2.700	2.420	.184
150	6	1.530	2.300	2.045	.261
200	6	1.580	1.930	1.657	.126
250	6	1.170	1.610	1.385	.134
300	6	.750	1.450	1.102	.271
350	6	1.110	1.620	1.247	.202
400	5	1.250	1.760	1.474	.176
450	4	1.420	1.710	1.567	.144

PHOSPHATE					
NIVEAU	NE.OUS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	6	.050	.620	.223	.210
5	6	.050	.740	.263	.246
10	6	.050	1.000	.340	.316
15	6	.090	.620	.243	.203
20	6	.050	2.150	.572	.757
30	6	.040	2.310	.678	.806
50	6	.160	1.030	.600	.334
55	6	.160	1.030	.640	.339
75	6	.160	1.110	.732	.358
55	6	.280	1.430	.927	.348
100	6	.280	1.580	.952	.405
120	6	.400	1.790	1.015	.449
150	6	.570	1.670	.943	.414
200	6	.840	1.620	1.117	.320
250	6	.830	1.680	1.287	.383
300	6	.870	2.370	1.640	.567
350	6	.930	2.060	1.567	.471
400	5	.740	2.170	1.522	.568
450	4	.630	2.010	1.342	.518

Grande Saison Chaude
Point n° 8

NIVEAU	NE. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	3	28.650	29.150	28.877	.253
E	3	28.450	28.650	28.553	.099
10	3	28.270	28.600	28.413	.190
15	3	26.075	28.370	27.360	1.172
20	3	25.930	28.350	26.317	2.231
30	3	19.820	23.939	22.341	2.203
50	3	16.154	20.814	19.043	1.364
55	3	17.924	20.487	19.143	1.300
75	3	17.028	19.156	18.049	1.066
95	3	16.538	17.620	17.114	.516
100	3	16.470	17.326	16.724	.431
120	3	15.870	16.691	16.352	.429
130	3	14.986	15.767	15.477	.443
150	3	13.247	14.466	14.155	.310
180	3	11.325	12.977	12.252	.844
200	3	9.649	11.215	10.346	.797
250	3	8.977	9.690	9.294	.353
400	1	8.304	8.304	8.304	.000
500	1	7.644	7.644	7.644	.000

SALINITE

OXYGENE

NIVEAU	NE. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE	NIVEAU	NE. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	3	26.560	37.820	31.313	4.119	C	3	4.660	4.990	4.560	.176
E	3	33.560	34.010	33.753	.231	E	3	4.490	4.820	4.670	.167
10	3	33.550	34.330	34.017	.424	10	3	4.600	5.290	4.957	.259
15	3	34.275	34.835	34.553	.280	15	3	4.720	5.040	4.840	.174
20	3	34.770	35.440	35.070	.340	20	3	4.750	4.850	4.793	.051
30	3	35.760	35.820	35.742	.033	30	3	3.560	4.950	4.317	.703
50	3	35.816	35.867	35.844	.028	50	3	3.150	4.160	3.717	.690
55	3	35.800	35.855	35.825	.028	55	3	3.090	3.980	3.570	.649
75	3	35.738	35.816	35.746	.043	75	3	2.740	3.280	3.003	.270
95	3	35.698	35.784	35.746	.044	95	3	2.470	2.820	2.673	.162
100	3	35.626	35.773	35.734	.044	100	3	2.410	2.740	2.617	.150
120	3	35.635	35.705	35.678	.045	120	3	2.200	2.560	2.373	.160
130	3	35.534	35.636	35.571	.052	150	3	1.490	2.280	2.009	.646
150	3	35.337	35.470	35.410	.041	200	3	1.240	1.840	1.550	.300
200	3	35.028	35.271	35.148	.092	250	3	1.170	1.450	1.293	.143
300	3	34.905	35.076	34.977	.088	300	3	.860	1.070	1.000	.121
350	3	34.829	34.928	34.875	.050	350	3	1.120	1.190	1.133	.026
400	2	34.755	34.786	34.770	.023	400	2	1.340	1.480	1.410	.099
500	2	34.655	34.701	34.698	.007	500	2	1.730	1.740	1.735	.007

SIGMA-1

PHOSPHATE

NIVEAU	NE. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE	NIVEAU	NE. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	3	15.731	21.257	19.370	3.152	C	3	.020	.120	.073	.050
E	3	21.172	21.458	21.245	.168	E	3	.030	.220	.100	.095
10	3	21.130	21.784	21.560	.373	10	3	.070	.140	.107	.035
15	3	21.956	22.890	22.278	.531	15	3	.040	.210	.140	.068
20	3	22.127	24.014	22.945	.953	20	3	.020	.270	.173	.134
30	3	24.257	25.405	24.742	.498	30	3	.130	.610	.373	.240
50	3	25.146	25.875	25.500	.349	50	3	.260	.910	.643	.340
55	3	25.272	25.919	25.576	.325	55	3	.230	.940	.673	.348
75	3	25.221	26.090	25.872	.235	75	3	.350	1.020	.740	.373
95	3	25.551	25.164	26.074	.092	95	3	.250	1.170	.740	.450
100	3	26.045	25.163	26.112	.069	100	3	.240	1.220	.803	.505
120	3	26.138	26.273	26.200	.069	120	3	.330	1.290	.870	.491
150	3	26.278	26.404	26.339	.066	150	2	.460	1.390	.970	.471
200	3	26.467	26.534	26.502	.034	200	3	.670	1.590	1.153	.462
250	3	26.623	26.802	26.700	.092	250	3	.920	1.780	1.327	.432
300	3	26.810	26.956	26.849	.073	300	3	1.230	1.980	1.607	.375
350	3	26.956	27.005	26.945	.025	350	3	1.150	1.850	1.577	.374
400	1	27.079	27.079	27.079	.000	400	1	1.340	1.500	1.440	.087
500	1	27.110	27.110	27.110	.000	500	1	1.070	1.400	1.235	.233

TABLEAU 9

Grande Saison Chaude
Point n° 9

TEMPERATURE					
NIVEAUX	NB. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	7	28.050	29.760	28.404	.669
E	7	28.060	29.520	28.749	.546
10	7	27.018	29.170	28.140	.466
15	7	22.153	28.926	26.943	2.252
20	7	18.391	28.537	25.576	3.269
30	7	17.514	25.171	20.742	2.642
40	7	16.550	19.969	17.945	1.352
50	7	16.361	19.493	17.714	1.211
75	7	15.773	17.760	16.704	.636
95	7	15.522	16.710	16.125	.502
100	7	15.476	16.574	16.016	.473
120	7	15.209	16.106	15.637	.367
150	7	14.736	15.431	15.072	.238
200	7	13.582	14.341	14.007	.303
250	7	11.567	13.098	12.506	.543
300	7	9.713	11.580	10.813	.631
350	7	9.112	10.151	9.612	.332
400	7	8.356	8.836	8.573	.158
450	7	7.443	8.063	7.815	.209

SALINITE					
NIVEAUX	NB. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	7	29.750	34.130	32.347	1.670
E	7	30.430	34.140	32.637	1.329
10	7	33.220	34.130	33.667	.315
15	7	33.605	34.850	34.318	.438
20	7	34.250	35.587	34.900	.529
30	7	35.490	35.727	35.644	.091
40	7	35.684	35.826	35.745	.042
50	7	35.859	35.867	35.714	.054
75	7	35.626	35.771	35.694	.046
95	7	35.608	35.729	35.667	.050
100	7	35.553	35.715	35.636	.041
120	7	35.420	35.657	35.535	.053
150	7	35.503	35.575	35.544	.011
200	7	34.471	35.483	35.420	.362
250	7	35.113	35.320	35.233	.070
300	7	34.904	35.158	35.044	.048
350	7	34.836	35.005	34.925	.058
400	7	34.767	34.864	34.814	.045
450	7	34.695	34.779	34.731	.020

SIGMA-T					
NIVEAUX	NB. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	7	18.367	21.503	20.170	1.340
E	7	18.793	21.500	20.376	1.243
10	7	20.536	21.094	21.265	.268
15	7	21.273	24.018	22.207	.929
20	7	21.564	25.514	23.069	1.331
30	7	23.773	25.911	25.046	.757
40	7	25.438	26.162	25.455	.299
50	7	25.523	26.194	25.914	.262
75	7	25.933	26.297	26.132	.128
95	7	26.140	26.343	26.247	.043
100	7	26.163	26.349	26.265	.079
120	7	26.163	26.375	26.274	.110
150	7	26.026	26.438	26.335	.161
200	7	25.739	26.585	26.453	.297
250	7	26.621	26.778	26.644	.054
300	7	26.764	26.943	26.849	.057
350	7	26.873	26.929	26.943	.041
400	7	26.921	27.070	27.042	.034
450	7	27.050	27.133	27.105	.012

OXYGENE					
NIVEAUX	NB. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	7	4.610	4.840	4.671	.090
E	7	3.500	4.800	4.507	.448
10	7	4.530	4.750	4.640	.094
15	7	4.280	5.030	4.693	.281
20	7	3.960	5.250	4.713	.405
30	7	3.180	5.280	4.389	.711
40	7	2.240	3.350	2.986	.801
50	7	2.150	3.400	2.933	.646
75	7	2.140	3.480	2.817	.447
95	7	1.540	3.020	2.514	.405
100	7	1.540	2.900	2.437	.340
120	7	1.900	2.670	2.237	.297
150	7	1.530	2.800	1.956	.421
200	7	1.160	2.160	1.537	.305
250	7	1.110	1.440	1.281	.110
300	7	.870	1.300	1.076	.149
350	7	.970	1.430	1.131	.170
400	7	1.070	1.600	1.244	.154
450	7	1.390	1.530	1.454	.057

PHOSPHATE					
NIVEAUX	NB. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	7	.020	.240	.133	.096
E	7	.020	.850	.266	.286
10	7	.030	.490	.206	.175
15	7	.040	.620	.233	.223
20	7	.020	.680	.260	.250
30	7	.140	.850	.521	.250
40	7	.230	1.340	.779	.364
50	7	.260	1.310	.781	.354
75	7	.470	1.230	.826	.258
95	7	.150	1.280	.905	.366
100	7	.100	1.280	.914	.316
120	7	.300	1.310	.973	.349
150	7	.590	1.640	1.111	.356
200	7	.690	1.550	1.300	.235
250	7	.720	1.610	1.317	.305
300	7	.720	1.650	1.423	.336
350	7	1.030	1.860	1.574	.256
400	6	1.330	2.010	1.728	.297
450	6	1.400	2.130	1.813	.277

TABLEAU 10

Grande Saison Chaude
Point n° 10

NIVEAU	NE.SBS.	MINI	MAXI	MUY.	ECART-TYPE
C	6	27.940	29.140	28.657	.497
5	6	27.990	29.130	28.692	.465
10	6	27.323	29.103	28.456	.665
15	6	24.640	28.908	27.473	1.708
20	6	21.692	28.740	26.179	2.948
25	6	17.345	23.723	20.091	2.051
30	6	16.537	19.523	17.537	1.120
35	6	16.295	19.040	17.274	.937
40	6	15.282	17.324	16.422	.659
45	6	15.516	16.347	15.861	.248
50	6	15.424	15.287	15.756	.272
55	6	15.073	15.746	15.310	.222
60	6	14.645	15.048	14.846	.183
65	6	13.637	14.100	13.933	.179
70	6	12.276	13.030	12.640	.292
75	6	10.579	11.657	11.133	.482
80	6	9.375	10.308	9.813	.374
85	6	8.340	9.265	8.677	.333
90	6	7.660	8.260	7.667	.217

SALINITE

NIVEAU	NE.SBS.	MINI	MAXI	MUY.	ECART-TYPE
C	6	31.330	34.350	33.420	1.081
5	6	31.330	34.340	33.427	1.043
10	6	31.623	34.398	33.499	.944
15	6	33.013	34.822	34.051	.745
20	6	33.470	35.666	34.553	.796
25	6	35.566	35.733	35.640	.074
30	6	35.658	35.833	35.742	.067
35	6	35.692	35.812	35.721	.066
40	6	35.622	35.736	35.676	.041
45	6	35.603	35.682	35.672	.035
50	6	35.595	35.669	35.622	.035
55	6	35.555	35.614	35.584	.036
60	6	35.492	35.561	35.526	.020
65	6	35.370	35.451	35.407	.028
70	6	35.211	35.312	35.245	.048
75	6	35.007	35.157	35.078	.067
80	6	34.233	34.954	34.943	.046
85	6	34.779	34.889	34.828	.047
90	6	34.717	34.788	34.745	.037

SIGMA-T

NIVEAU	NE.SBS.	MINI	MAXI	MUY.	ECART-TYPE
C	6	19.292	21.948	21.015	.926
5	6	19.294	21.924	21.018	.922
10	6	19.527	22.175	21.129	.492
15	6	20.612	23.257	21.873	1.054
20	6	21.325	24.404	22.633	1.457
25	6	24.187	25.948	25.242	.579
30	6	25.936	26.169	25.945	.233
35	6	25.643	26.197	26.011	.203
40	6	26.017	26.275	26.177	.152
45	6	26.223	26.332	26.280	.049
50	6	26.226	26.353	26.297	.046
55	6	26.226	26.399	26.350	.040
60	6	26.284	26.467	26.427	.037
65	6	26.426	26.568	26.531	.020
70	6	26.621	26.703	26.668	.025
75	6	26.763	26.873	26.825	.046
80	6	26.911	26.977	26.940	.024
85	6	27.002	27.105	27.052	.034
90	6	27.027	27.146	27.108	.022

OXYGENE

NIVEAU	NE.SBS.	MINI	MAXI	MUY.	ECART-TYPE
C	6	4.580	5.090	4.780	.203
5	6	4.520	4.700	4.690	.061
10	6	4.500	5.350	4.813	.319
15	6	4.430	5.250	4.922	.354
20	6	4.000	5.910	4.820	.643
25	6	3.140	5.130	4.658	.741
30	6	1.600	3.510	2.725	.671
35	6	1.570	3.350	2.722	.508
40	6	1.340	2.940	2.247	.575
45	6	1.530	2.600	2.063	.365
50	6	1.560	2.460	2.017	.314
55	6	1.950	1.950	1.875	.150
60	6	1.660	1.710	1.642	.120
65	6	1.390	1.710	1.447	.100
70	6	1.360	1.660	1.447	.100
75	6	1.100	1.510	1.263	.140
80	6	1.000	1.690	1.233	.241
85	6	1.000	1.450	1.207	.142
90	6	1.050	1.360	1.232	.113
95	6	1.290	1.540	1.412	.094

PHOSPHATE

NIVEAU	NE.SBS.	MINI	MAXI	MUY.	ECART-TYPE
C	6	.050	.320	.213	.109
5	6	.020	.460	.212	.139
10	6	.020	.310	.133	.115
15	6	.100	.370	.200	.111
20	6	.160	.610	.350	.175
25	6	.220	1.040	.477	.231
30	6	.470	1.230	.805	.281
35	6	.500	1.230	.825	.244
40	6	.620	1.190	.910	.241
45	6	.740	1.370	1.027	.249
50	6	.760	1.400	1.046	.240
55	6	.800	1.610	1.092	.250
60	6	.810	1.950	1.223	.260
65	6	.820	1.670	1.295	.240
70	6	.820	1.730	1.280	.205
75	6	.820	2.170	1.550	.229
80	6	.800	2.200	1.603	.224
85	6	1.150	2.200	1.715	.208
90	6	.820	2.120	1.713	.240

TABLEAU 11

Grande Saison Chaude
Point n° 11

TEMPERATURE					
NIVEAU	NE.SBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	6	27.600	28.050	28.072	.531
E	6	27.570	28.010	28.495	.540
10	6	19.620	23.960	27.135	3.605
15	6	18.020	24.806	25.960	4.021
20	6	16.997	23.300	24.648	4.114
30	6	16.503	21.651	18.499	1.759
50	6	16.055	17.650	16.745	.644
55	6	15.970	17.400	16.032	.576
75	6	15.553	16.592	16.052	.434
95	6	15.146	16.040	15.642	.362
100	6	15.026	15.911	15.549	.336
120	6	14.448	15.537	15.201	.260
150	6	14.462	14.976	14.639	.176
200	6	13.535	14.139	13.833	.239
250	6	12.191	13.100	12.550	.360
300	6	10.573	11.465	11.016	.317
350	6	9.440	10.041	9.763	.209
400	6	8.420	8.756	8.674	.132
450	6	7.753	7.997	7.897	.095

SALINITE						OXYGENE					
NIVEAU	NE.SBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE	NIVEAU	NE.SBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	6	32.760	34.340	33.622	.540	C	6	4.620	5.360	4.775	.279
E	6	32.750	34.340	33.623	.525	E	6	4.680	4.780	4.730	.046
10	6	33.650	35.566	34.143	.718	10	6	4.100	4.860	4.595	.264
15	6	33.733	35.599	34.562	.695	15	6	3.430	4.940	4.537	.263
20	6	34.024	35.622	34.957	.754	20	6	2.900	5.100	4.513	.730
30	6	35.636	35.750	35.693	.046	30	6	2.830	4.970	4.506	.833
50	6	35.641	35.757	35.678	.044	50	6	1.870	3.160	2.750	.772
55	6	35.643	35.741	35.674	.037	55	6	2.000	3.190	2.730	.612
75	6	35.603	35.715	35.657	.038	75	6	2.460	3.270	2.682	.303
95	6	35.596	35.653	35.620	.040	95	6	2.280	2.860	2.550	.230
100	6	35.548	35.670	35.611	.036	100	6	2.230	2.750	2.500	.166
120	6	35.514	35.610	35.572	.036	120	6	1.950	2.460	2.267	.165
150	6	35.473	35.578	35.513	.033	150	6	1.510	2.370	1.930	.357
200	6	35.367	35.466	35.402	.034	200	6	1.360	1.880	1.613	.194
250	6	35.196	35.336	35.233	.046	250	6	1.100	1.630	1.355	.200
300	6	35.030	35.138	35.066	.048	300	6	.910	1.260	1.075	.132
350	6	34.906	34.980	34.930	.030	350	6	.800	1.240	.933	.140
400	6	34.793	34.841	34.812	.030	400	6	.900	1.250	1.003	.145
450	6	34.715	34.766	34.737	.028	450	6	1.010	1.410	1.193	.137

SIGMA-T						PHOSPHATE					
NIVEAU	NE.SBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE	NIVEAU	NE.SBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	6	20.411	21.697	21.190	.444	C	6	.040	.230	.127	.057
E	6	20.426	21.694	21.223	.439	E	6	.040	.420	.157	.124
10	6	21.027	25.308	22.033	1.615	10	6	.030	.890	.268	.310
15	6	21.193	25.736	22.676	1.637	15	6	.030	1.340	.375	.277
20	6	21.574	26.019	23.373	1.647	20	6	.150	1.510	.470	.526
30	6	24.321	26.152	25.551	.419	30	6	.140	1.170	.555	.350
50	6	25.947	26.256	26.110	.133	50	6	.250	1.110	.412	.374
55	6	26.001	26.266	26.141	.120	55	6	.220	1.070	.782	.315
75	6	26.140	26.344	26.256	.079	75	6	.110	.930	.648	.326
95	6	26.244	26.385	26.312	.030	95	6	.500	1.040	.780	.238
100	6	26.267	26.392	26.316	.033	100	6	.670	1.110	.880	.215
120	6	26.315	26.430	26.343	.042	120	6	.470	1.250	.675	.312
150	6	26.328	26.495	26.450	.037	150	6	.340	1.520	.933	.611
200	6	26.529	26.600	26.549	.035	200	6	.430	1.520	1.045	.445
250	6	26.649	26.724	26.646	.030	250	6	.840	1.610	1.223	.314
300	6	26.611	26.895	26.437	.034	300	6	.630	1.750	1.385	.540
350	6	26.622	26.926	26.949	.012	350	6	.630	1.920	1.440	.454
400	6	27.021	27.066	27.041	.009	400	6	.920	2.050	1.942	.437
450	6	27.077	27.121	27.100	.000	450	6	.950	2.270	1.728	.616

TABLEAU 12

Grande Saison Froide
Point n° 2

TEMPERATURE					
NIVEAU	NO. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	6	21.360	28.950	22.260	1.115
E	6	18.440	27.950	21.037	1.757
1C	6	18.190	27.280	20.617	1.728
1E	6	17.950	21.280	19.810	1.419
2C	6	17.670	20.570	19.303	1.016
2E	6	17.070	20.060	18.435	1.271
3C	6	16.070	19.870	17.670	1.334
3E	4	15.860	15.346	17.142	1.020

SALINITE						OXYGENE					
NIVEAU	NO. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE	NIVEAU	NO. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	6	31.180	35.870	34.545	1.778	C	6	4.150	6.330	5.440	0.515
E	6	34.180	35.880	35.348	0.765	E	6	2.220	6.800	4.545	1.741
1C	6	34.280	35.910	35.483	0.608	1C	6	2.150	6.510	4.112	1.435
1E	6	34.790	35.920	35.614	0.447	1E	6	2.440	4.650	3.525	0.542
2C	6	35.320	35.930	35.745	0.231	2C	6	2.650	3.480	2.933	0.313
2E	6	35.430	35.960	35.755	0.165	3C	6	2.200	2.950	2.653	0.265
3C	6	35.600	35.960	35.752	0.128	3E	6	1.460	2.670	2.255	0.505
3E	4	35.660	35.790	35.731	0.066	3E	4	1.370	2.560	1.902	0.534

1.0250 1.0252

SIGMA-T						PHOSPHATE					
NIVEAU	NO. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE	NIVEAU	NO. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	6	20.203	24.917	23.218	1.543	C	6	0.160	0.800	0.360	0.225
E	6	23.525	25.314	24.758	0.902	E	6	0.100	0.690	0.345	0.226
1C	6	23.627	25.892	24.774	0.903	1C	6	0.140	0.910	0.417	0.234
1E	6	24.393	25.933	25.248	0.544	1E	6	0.200	0.830	0.503	0.219
2C	6	25.108	25.990	25.602	0.351	2C	6	0.150	0.800	0.513	0.245
2E	6	25.289	25.052	25.752	0.339	3C	6	0.200	0.950	0.673	0.317
3C	6	25.545	26.247	25.938	0.278	3E	6	0.180	1.110	0.710	0.334
3E	4	25.802	26.303	26.044	0.206	3E	4	0.940	1.350	1.175	0.185

TABLEAU 13

Grande Saison Froide
Point n° 3

NIVEAU	NB.SPS.	TEMPERATURE			ECART-TYPE
		MINI	MAXI	MOY.	
0	6	20.470	24.970	22.423	1.208
5	6	18.620	23.170	21.233	1.609
10	6	18.350	22.000	20.173	1.528
15	6	17.745	21.025	19.678	1.416
20	6	17.160	20.600	19.163	1.374
25	6	16.740	20.400	18.842	1.237
30	6	16.180	19.700	17.845	1.302
35	6	16.010	19.433	17.358	1.208
45	6	15.330	18.369	16.723	1.097
55	6	15.170	17.194	16.095	.849

NIVEAU	NB.SPS.	SALINITE			
		MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	6	29.400	35.650	33.405	2.671
5	6	33.230	35.250	35.070	1.046
10	6	33.300	35.900	35.347	1.024
15	6	34.250	35.835	35.558	.649
20	6	35.200	35.970	35.770	.281
25	6	35.670	35.970	35.823	.107
30	6	35.650	35.560	35.778	.118
35	6	35.651	35.543	35.759	.111
45	6	35.579	35.879	35.717	.100
55	6	35.570	35.775	35.653	.077

OXYGENE

NIVEAU	NB.SPS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE	NIVEAU	NB.SPS.	OXYGENE			
								MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	6	3.710	6.980	5.013	1.204	0	6	3.710	6.980	5.013	1.204
5	6	3.320	5.640	4.340	.919	5	6	3.320	5.640	4.340	.919
10	6	3.070	4.870	3.765	.842	10	6	3.070	4.870	3.765	.842
15	6	2.920	4.370	3.482	.606	15	6	2.920	4.370	3.482	.606
20	6	2.570	4.320	3.187	.612	20	6	2.570	4.320	3.187	.612
25	6	2.490	3.120	2.402	.290	25	6	2.490	3.120	2.402	.290
30	6	1.870	2.950	2.095	.404	30	6	1.870	2.950	2.095	.404
35	6	1.760	2.850	2.072	.418	35	6	1.760	2.850	2.072	.418
45	6	1.280	2.770	2.030	.669	45	6	1.280	2.770	2.030	.669
55	6	1.260	2.650	2.063	.603	55	6	1.260	2.650	2.063	.603

SIGMA-T

NIVEAU	NB.SPS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE	NIVEAU	NB.SPS.	PHOSPHATE			
								MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	6	19.632	24.844	23.214	2.271	0	6	.070	.890	.318	.403
5	6	22.751	25.743	24.455	1.152	5	6	.070	.890	.318	.403
10	6	22.950	25.804	24.551	1.031	10	6	.150	1.030	.547	.290
15	6	23.935	25.846	25.283	.711	15	6	.190	.840	.613	.251
20	6	24.919	26.142	25.572	.455	20	6	.140	.920	.623	.271
25	6	25.411	26.143	25.777	.276	25	6	.050	1.010	.627	.317
30	6	25.529	26.237	25.905	.234	30	6	.240	1.080	.650	.329
35	6	25.645	26.263	26.011	.231	35	6	.210	1.070	.717	.336
45	6	25.369	26.363	26.129	.186	45	6	.120	1.250	.842	.352
55	6	26.077	26.390	26.241	.139	55	6	.090	1.270	.822	.341

PHOSPHATE

NIVEAU	NB.SPS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE	NIVEAU	NB.SPS.	PHOSPHATE			
								MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	6	.070	.890	.318	.403	0	6	.070	.890	.318	.403
5	6	.070	.890	.318	.403	5	6	.070	.890	.318	.403
10	6	.150	1.030	.547	.290	10	6	.150	1.030	.547	.290
15	6	.190	.840	.613	.251	15	6	.190	.840	.613	.251
20	6	.140	.920	.623	.271	20	6	.140	.920	.623	.271
25	6	.050	1.010	.627	.317	25	6	.050	1.010	.627	.317
30	6	.240	1.080	.650	.329	30	6	.240	1.080	.650	.329
35	6	.210	1.070	.717	.336	35	6	.210	1.070	.717	.336
45	6	.120	1.250	.842	.352	45	6	.120	1.250	.842	.352
55	6	.090	1.270	.822	.341	55	6	.090	1.270	.822	.341

Grande Saison Froide
Point n° 4

TEMPERATURE					
NIVEAU	NB.OBS.	MINI	MAXI	MBY.	ECART-TYPE
0	6	20.270	23.010	22.140	.707
5	6	18.950	22.790	21.208	1.431
10	6	18.320	21.920	20.357	1.415
15	6	17.430	21.125	19.713	1.256
20	6	16.640	20.780	19.070	1.496
30	6	16.050	20.340	18.508	1.552
50	6	15.740	19.850	17.705	1.471
55	6	15.670	19.700	17.529	1.420
75	6	15.590	19.100	16.823	1.285
95	6	15.141	17.772	16.102	.930
100	6	15.079	17.440	16.033	.849
120	4	14.210	16.110	15.280	.583

SALINITE						OXYGENE					
NIVEAU	NB.OBS.	MINI	MAXI	MBY.	ECART-TYPE	NIVEAU	NB.OBS.	MINI	MAXI	MBY.	ECART-TYPE
0	6	26.730	35.880	32.173	3.235	0	6	4.400	7.770	5.615	1.165
5	6	32.550	35.910	34.673	1.216	5	6	3.050	5.560	4.340	.800
10	6	33.420	35.930	35.337	.	10	6	3.050	4.640	3.837	.600
15	6	35.425	35.960	(35.560)	.	15	6	2.930	4.260	3.502	.540
20	6	35.510	35.940	35.723	.162	20	6	2.520	3.940	3.122	.510
30	6	35.670	35.950	35.315	.120	30	6	2.430	3.350	2.440	.367
50	6	35.650	35.940	35.753	.101	50	6	2.200	4.470	3.070	.253
55	6	35.637	35.943	35.779	.109	55	6	2.080	4.050	2.940	.561
75	6	35.549	35.959	35.726	.123	75	6	1.590	3.310	2.613	.573
95	6	35.565	35.240	35.663	.093	95	6	1.520	4.130	2.747	.859
100	6	35.559	35.810	35.648	.084	100	6	1.500	4.530	2.778	.984
120	4	35.530	35.630	35.575	.035	120	4	2.050	2.550	2.312	.192

SIGMA-T						PHOSPHATE					
NIVEAU	NB.OBS.	MINI	MAXI	MBY.	ECART-TYPE	NIVEAU	NB.OBS.	MINI	MAXI	MBY.	ECART-TYPE
0	6	17.829	24.949	22.051	2.528	0	6	.050	.470	.302	.164
5	6	22.345	29.355	24.193	1.004	5	6	.220	.640	.415	.135
10	6	15.521	25.526	(24.060)	.	10	6	.120	.610	.460	.136
15	6	20.533	25.777	(24.130)	.	15	6	.200	.700	.545	.193
20	6	25.246	25.145	25.010	.309	20	6	.230	.850	.637	.280
30	6	25.412	26.258	25.776	.315	30	6	.180	.890	.690	.272
50	6	25.534	26.324	25.901	.291	50	6	.060	1.080	.690	.353
55	6	25.577	26.330	25.993	.274	55	6	.060	1.080	.702	.349
75	6	25.745	26.346	26.123	.217	75	6	.070	1.080	.742	.349
95	6	25.986	26.393	26.220	.148	95	6	.190	1.190	.812	.350
100	6	26.046	26.402	26.252	.133	100	6	.220	1.220	.823	.357
120	4	26.223	26.438	26.308	.100	120	4	.360	1.260	.860	.364

TEMPERATURE

NIVEAU	NB.SBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	6	20.770	22.840	22.055	+0.280
1	6	20.710	22.550	21.614	+0.263
2	6	18.710	22.221	20.225	+1.038
3	6	18.015	22.176	19.650	+1.676
4	6	16.965	21.824	19.068	+1.455
5	6	16.556	20.731	18.768	+1.048
6	6	16.251	19.249	17.607	+1.346
7	6	15.571	18.972	17.422	+1.252
8	6	15.534	18.015	16.745	+1.059
9	6	15.256	17.129	16.131	+0.823
10	6	15.166	16.977	16.005	+1.004
11	6	14.908	16.373	15.555	+0.619
12	6	14.498	15.479	14.950	+0.393
13	6	13.341	14.450	13.671	+0.464
14	6	10.638	13.079	11.745	+0.887
15	6	9.327	11.196	10.235	+0.625
16	5	8.544	9.632	9.172	+0.319
17	4	8.229	8.819	8.427	+0.272
18	3	7.393	8.110	7.718	+0.363

TABLEAU 15

Grande Saison Froide

Point n° 5

SALINITE

NIVEAU	NB.SBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	6	34.730	35.390	34.918	+0.504
1	6	34.750	35.910	35.429	+0.444
2	6	34.340	35.900	35.479	+0.353
3	6	35.402	35.820	35.673	+0.193
4	6	35.730	35.874	35.623	+0.73
5	6	35.704	35.520	35.441	+0.098
6	6	35.657	35.984	35.400	+0.120
7	6	35.653	35.554	35.725	+0.112
8	6	35.631	35.842	35.723	+0.090
9	6	35.598	35.746	35.668	+0.072
10	6	35.589	35.732	35.655	+0.059
11	6	35.554	35.674	35.610	+0.055
12	6	35.496	35.593	35.534	+0.031
13	6	35.342	35.467	35.379	+0.053
14	6	35.042	35.302	35.160	+0.095
15	6	34.432	35.093	34.924	+0.75
16	5	34.343	34.900	34.865	+0.016
17	4	34.758	34.863	34.804	+0.042
18	3	34.700	34.785	34.732	+0.047

OXYGENE

NIVEAU	NB.SBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	6	4.410	7.650	5.425	+1.205
1	5	3.140	6.400	4.205	+1.135
2	6	2.650	5.530	4.300	+1.233
3	6	2.600	5.120	3.615	+0.932
4	6	2.440	4.750	3.008	+0.554
5	6	2.440	3.940	2.503	+0.21
6	6	2.360	3.460	2.513	+0.33
7	6	2.420	3.370	2.500	+0.358
8	6	2.550	3.090	2.722	+0.25
9	6	2.120	2.560	2.240	+0.325
10	6	2.040	2.530	2.205	+0.358
11	6	2.000	2.230	2.118	+0.24
12	6	1.770	2.510	2.243	+0.27
13	6	1.600	2.240	1.922	+0.255
14	6	1.420	1.910	1.670	+0.179
15	6	1.230	1.500	1.333	+0.106
16	5	1.170	1.570	1.320	+0.157
17	4	1.400	1.630	1.505	+0.099
18	3	1.620	1.940	1.760	+0.164

SIGMA-T

NIVEAU	NB.SBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	6	16.248	24.459	20.372	+3.436
1	6	21.533	25.364	23.456	+1.931
2	6	24.839	25.543	25.059	+0.558
3	6	24.766	25.724	25.372	+0.02
4	6	24.874	26.104	25.485	+0.443
5	6	25.240	26.176	25.757	+0.348
6	6	25.639	26.248	25.791	+0.251
7	6	25.692	26.273	26.022	+0.236
8	6	25.493	26.334	26.142	+0.163
9	6	26.059	26.392	26.244	+0.118
10	6	26.085	26.401	26.263	+0.128
11	6	26.130	26.436	26.322	+0.098
12	6	26.338	26.441	26.413	+0.055
13	6	26.456	26.627	26.453	+0.053
14	6	26.626	26.891	26.773	+0.095
15	6	26.815	26.992	26.911	+0.065
16	6	26.943	27.001	27.001	+0.055
17	4	27.058	27.091	27.072	+0.012
18	3	27.106	27.144	27.123	+0.020

PHOSPHATE

NIVEAU	NB.SBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	6	0.240	0.540	0.243	+0.218
1	6	0.330	0.600	0.285	+0.214
2	6	0.060	0.900	0.442	+0.373
3	6	0.500	0.930	0.482	+0.322
4	6	0.040	0.920	0.540	+0.316
5	6	0.100	0.930	0.602	+0.317
6	6	0.090	1.170	0.780	+0.347
7	6	0.040	1.110	0.745	+0.341
8	6	0.040	1.120	0.827	+0.390
9	6	0.220	1.490	0.829	+0.429
10	6	0.250	1.510	0.927	+0.424
11	6	0.250	1.220	1.007	+0.340
12	6	0.240	1.260	1.045	+0.311
13	6	0.300	1.370	1.055	+0.306
14	6	0.730	1.440	1.017	+0.291
15	6	0.760	1.830	1.055	+0.304
16	6	0.900	1.900	1.054	+0.398
17	4	1.070	1.950	1.020	+0.335
18	3	1.070	1.910	1.457	+0.330

Grande Saison Froide
Point n° 7

NIVEAU	NE.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	4	21.420	23.930	22.877	1.103
5	4	19.590	23.810	21.610	1.635
10	4	18.950	23.830	20.723	2.353
15	4	17.345	22.724	19.480	1.773
20	4	17.740	21.237	19.349	1.591
25	4	17.250	20.640	18.379	1.247
30	4	16.220	18.274	17.246	.743
35	4	16.512	17.957	17.070	.643
40	4	15.573	16.940	16.341	.541
45	4	15.566	16.349	15.965	.432
50	4	15.496	16.211	15.361	.397
55	4	15.254	15.684	15.463	.249
60	4	14.759	14.930	14.866	.076
65	4	13.607	13.811	13.679	.147
70	4	11.844	12.452	12.054	.468
75	4	9.512	10.649	10.233	.508
80	4	8.915	9.623	9.236	.348
85	4	8.306	8.645	8.478	.161
90	3	7.655	8.023	7.899	.212

SALINITE

NIVEAU	NE.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	4	34.270	34.280	34.452	2.949
5	4	33.754	35.610	34.748	.910
10	4	34.460	35.778	35.347	.605
15	4	35.103	35.623	35.595	.280
20	4	35.774	35.840	35.718	.015
25	4	35.724	35.807	35.768	.032
30	4	35.736	35.797	35.777	.021
35	4	35.717	35.782	35.761	.029
40	4	35.646	35.746	35.700	.048
45	4	35.614	35.703	35.658	.040
50	4	35.606	35.687	35.644	.029
55	4	35.569	35.634	35.607	.026
60	4	35.511	35.604	35.541	.050
65	4	35.342	35.408	35.369	.037
70	4	35.109	35.254	35.186	.070
75	4	34.888	35.047	34.945	.069
80	4	34.821	34.912	34.866	.044
85	4	34.753	34.800	34.742	.004
90	3	34.702	34.739	34.726	.019

SIGMA-T

NIVEAU	NE.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	4	18.953	27.238	21.605	2.331
5	4	23.240	25.275	24.143	1.051
10	4	23.332	35.371	24.339	.983
15	4	24.239	25.764	25.243	.662
20	4	25.035	25.957	25.616	.419
25	4	25.320	26.055	25.775	.333
30	4	25.230	26.217	26.046	.170
35	4	25.185	26.234	26.070	.154
40	4	26.101	26.259	26.213	.097
45	4	26.202	26.345	26.276	.073
50	4	26.334	26.380	26.343	.070
55	4	26.299	26.425	26.342	.057
60	4	26.409	26.507	26.445	.048
65	4	26.446	26.561	26.503	.015
70	4	26.623	26.774	26.717	.043
75	4	26.857	26.965	26.914	.046
80	4	26.946	27.017	26.941	.032
85	4	27.023	27.063	27.049	.014
90	3	27.078	27.114	27.092	.020

OXYGENE

NIVEAU	NE.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	4	5.430	6.150	5.715	.310
5	4	4.820	5.570	4.870	.457
10	4	3.330	5.420	4.162	.307
15	4	2.280	4.850	3.737	.537
20	4	2.420	4.360	3.267	.923
25	4	2.370	3.950	2.942	.733
30	4	2.480	3.000	2.712	.245
35	4	2.450	3.010	2.697	.260
40	4	2.230	3.060	2.657	.326
45	4	2.230	2.900	2.572	.533
50	4	2.190	2.870	2.517	.320
55	4	1.970	2.550	2.232	.296
60	4	1.670	2.000	1.760	.160
65	4	1.260	1.850	1.565	.286
70	4	1.350	1.620	1.442	.123
75	4	1.120	1.350	1.235	.101
80	4	1.160	1.600	1.302	.206
85	4	1.200	1.870	1.462	.349
90	3	1.420	1.810	1.617	.195

PHOSPHATE

NIVEAU	NE.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	4	.030	.510	.232	.204
5	4	.220	.410	.350	.088
10	4	.170	.670	.500	.234
15	4	.270	.720	.557	.222
20	4	.350	.880	.680	.235
25	4	.440	1.000	.742	.240
30	4	.730	.910	.825	.048
35	4	.740	.920	.847	.055
40	4	.910	.980	.960	.034
45	4	.910	1.120	1.005	.047
50	4	.910	1.150	1.015	.101
55	4	.910	1.270	1.085	.134
60	4	.900	1.450	1.172	.234
65	4	.860	1.400	1.142	.211
70	4	.950	1.630	1.315	.332
75	4	.950	1.760	1.385	.341
80	4	.980	2.010	1.482	.333
85	4	1.020	2.150	1.565	.481
90	3	1.070	2.180	1.573	.562

TABLEAU 17

Grande Saison Froide
Point n° 9

TEMPERATURE				
NIVEAU	NB.OBS.	MINI	MAXI	MEY.
C	4	22.450	24.120	23.070
5	4	22.430	24.177	23.007
10	4	19.170	23.845	22.076
15	4	18.625	23.034	20.831
20	4	18.170	21.525	19.446
30	4	17.400	19.682	18.219
50	4	16.665	17.732	17.197
75	4	16.540	17.514	17.040
95	4	16.284	16.937	16.491
110	4	15.803	16.354	16.007
120	4	15.465	16.181	15.853
130	4	15.224	15.672	15.413
140	4	14.866	15.074	14.740
150	4	13.272	14.646	13.747
160	4	11.550	14.105	12.273
170	4	10.743	12.674	10.780
180	3	9.260	10.949	9.269
190	3	8.423	9.423	8.218
200	3	7.847	8.648	8.163

SALINITE				
NIVEAU	NB.OBS.	MINI	MAXI	MEY.
C	4	33.430	35.750	35.092
5	4	33.425	35.820	35.109
10	4	34.026	35.840	35.344
15	4	35.243	35.835	35.049
20	4	35.670	35.860	35.773
30	4	35.742	35.840	35.792
50	4	35.629	35.838	35.743
75	4	35.634	35.842	35.748
95	4	35.666	35.858	35.720
110	4	35.619	35.768	35.672
120	4	35.605	35.756	35.640
130	4	35.559	35.670	35.606
140	4	35.489	35.565	35.523
150	4	35.320	35.458	35.392
160	4	35.109	35.399	35.212
170	4	34.947	35.228	35.059
180	3	34.906	35.029	34.953
190	3	34.804	34.858	34.823
200	3	34.739	34.802	34.764

SIGMA-T				
NIVEAU	NB.OBS.	MINI	MAXI	MEY.
C	4	22.474	24.656	24.030
5	4	22.451	24.647	24.013
10	4	22.372	25.647	24.465
15	4	24.127	25.770	25.045
20	4	24.237	25.854	25.475
30	4	25.425	26.025	25.816
50	4	25.903	26.139	26.061
75	4	25.521	26.165	26.094
95	4	26.102	26.202	26.273
110	4	26.195	26.330	26.273
120	4	26.322	26.351	26.291
130	4	26.329	26.413	26.348
140	4	26.408	26.504	26.454
150	4	26.442	26.616	26.505
160	4	26.490	26.753	26.710
170	4	26.648	26.925	26.849
180	3	26.811	26.955	26.976
190	3	26.957	27.085	27.047
200	3	27.030	27.109	27.041

OXYGENE				
NIVEAU	NB.OBS.	MINI	MAXI	MEY.
C	4	5.060	5.660	5.340
5	4	5.060	5.850	5.297
10	4	4.190	5.110	4.607
15	4	3.540	4.700	4.140
20	4	2.890	4.710	3.600
30	4	2.430	4.400	3.117
50	4	2.130	3.220	2.642
75	4	2.150	3.210	2.640
95	4	2.150	2.760	2.517
110	4	1.740	3.640	2.447
120	4	1.670	3.840	2.447
130	4	1.550	3.240	2.280
140	4	1.440	2.350	1.957
150	4	1.230	2.120	1.557
160	4	1.050	1.800	1.305
170	4	1.100	1.230	1.157
180	3	1.230	1.380	1.207
190	3	1.270	1.610	1.413
200	3	1.490	1.610	1.540

PHOSPHATE				
NIVEAU	NB.OBS.	MINI	MAXI	MEY.
C	4	0.070	0.340	0.287
5	4	0.070	0.440	0.280
10	4	0.260	0.410	0.317
15	4	0.330	0.630	0.485
20	4	0.380	0.550	0.572
30	4	0.470	0.510	0.640
50	4	0.520	0.960	0.805
75	4	0.570	0.940	0.792
95	4	0.660	0.940	0.797
110	4	0.760	1.130	0.975
120	4	0.760	1.170	1.005
130	4	0.870	1.300	1.042
140	4	0.950	1.400	1.130
150	4	1.060	1.370	1.225
160	4	0.990	1.460	1.257
170	4	1.370	1.670	1.485
180	3	1.250	1.500	1.343
190	3	1.150	1.560	1.367
200	3	1.500	1.600	1.560

TABLEAU 18

Grande Saison Froide
Point n°10

TEMPERATURE					
NIVEAU	NR. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
1	4	22.620	25.320	23.340	1.296
2	4	22.490	25.315	23.411	1.342
3	4	21.900	25.202	23.003	1.490
4	4	19.940	24.959	21.597	2.287
5	4	17.940	24.472	20.191	2.895
6	4	17.346	21.636	18.765	1.913
7	4	16.540	17.509	17.074	.536
8	4	16.427	17.333	16.767	.409
9	4	15.962	16.703	16.402	.347
10	4	15.470	16.076	15.773	.262
11	4	15.347	15.929	15.648	.246
12	4	14.907	15.521	15.142	.259
13	4	14.236	14.509	14.243	.304
14	4	13.051	13.826	13.331	.361
15	4	11.326	11.615	11.213	.210
16	3	9.926	10.292	10.078	.191
17	3	9.119	9.176	9.144	.030
18	3	8.024	8.417	8.284	.225
19	3	7.413	7.838	7.633	.235

SALINITE						OXYGENE					
NIVEAU	NR. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE	NIVEAU	NR. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
1	4	34.450	35.870	35.202	.547	0	4	4.920	5.210	5.040	.138
2	4	34.560	35.870	35.205	.545	5	4	5.040	5.150	5.115	.051
3	4	34.580	35.860	35.220	.533	10	4	4.850	5.160	5.010	.153
4	4	35.291	35.870	35.507	.251	15	4	3.800	5.010	4.235	.533
5	4	35.530	35.880	35.764	.159	20	4	3.910	4.940	3.922	.545
6	4	35.660	35.850	35.773	.080	25	4	2.560	5.130	3.220	1.218
7	4	35.705	35.740	35.720	.038	30	4	1.900	3.780	2.762	.789
8	4	35.685	35.771	35.743	.036	35	4	1.800	3.100	2.207	.537
9	4	35.653	35.737	35.695	.035	40	4	1.660	2.530	2.105	.352
10	4	35.609	35.631	35.620	.010	45	4	1.580	2.480	2.017	.397
11	4	35.597	35.667	35.619	.034	100	4	1.510	2.460	1.955	.376
12	4	35.547	35.622	35.569	.031	120	4	1.430	2.370	1.900	.376
13	4	35.453	35.555	35.495	.045	140	4	1.330	2.220	1.720	.399
14	4	35.259	35.425	35.341	.061	160	4	1.260	1.520	1.390	.111
15	4	35.049	35.143	35.127	.050	180	4	1.080	1.290	1.185	.105
16	3	34.953	35.045	34.954	.047	200	3	1.100	1.150	1.120	.026
17	3	34.890	34.922	34.905	.017	220	3	1.150	1.190	1.170	.020
18	3	34.771	34.871	34.716	.051	240	3	1.260	1.310	1.285	.025
19	3	34.710	34.769	34.739	.028	260	3	1.500	1.660	1.567	.063

SIGMA-T						PHOSPHATE					
NIVEAU	NR. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE	NIVEAU	NR. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
1	4	23.498	24.647	23.952	.534	0	4	.160	.350	.260	.079
2	4	23.507	24.715	24.013	.542	5	4	.080	.260	.167	.076
3	4	23.565	24.741	24.112	.528	10	4	.140	.290	.203	.073
4	4	23.638	24.151	24.110	.086	15	4	.170	.310	.235	.055
5	4	23.935	25.299	25.205	.911	20	4	.240	.730	.472	.221
6	4	24.411	26.026	25.545	.555	25	4	.440	.880	.725	.225
7	4	25.029	26.179	26.047	.122	30	4	.700	.960	.802	.071
8	4	26.017	26.149	26.121	.081	35	4	.680	.840	.762	.040
9	4	26.139	26.277	26.208	.065	40	4	.690	.960	.827	.027
10	4	26.261	26.353	26.302	.041	45	4	.960	1.070	1.005	.033
11	4	26.291	26.369	26.320	.035	100	4	.880	1.050	1.022	.031
12	4	26.331	26.430	26.376	.033	120	4	1.030	1.110	1.060	.026
13	4	26.437	26.516	26.470	.038	140	4	.940	1.210	1.095	.044
14	4	26.568	26.643	26.605	.031	160	4	.940	1.270	1.150	.040
15	4	26.774	26.814	26.750	.014	180	4	.850	1.450	1.095	.160
16	3	26.895	26.954	26.922	.031	200	3	.780	2.000	1.280	.512
17	3	27.028	27.051	27.026	.023	220	3	1.410	2.030	1.740	.340
18	3	27.076	27.129	27.100	.027	240	3	1.600	2.080	1.810	.240
19	3	27.117	27.151	27.134	.015	260	3	1.560	2.220	1.790	.373

TABLEAU 19

Grande Saison Froide
Point n° 11

TEMPERATURE					
NIVEAU	NB.SBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	4	22.040	25.330	23.742	1.443
5	4	22.330	25.330	23.767	1.451
10	4	22.520	25.320	23.757	1.451
15	4	20.302	25.875	22.162	2.537
20	4	18.165	25.446	20.545	3.132
25	4	16.503	21.660	18.446	2.389
30	4	16.050	17.453	16.737	.719
35	4	15.972	17.243	16.582	.664
40	4	15.605	16.430	15.985	.472
45	4	15.150	15.237	15.534	.364
50	4	15.093	15.750	15.432	.359
55	4	14.732	15.358	15.021	.335
60	4	14.175	14.805	14.437	.302
65	4	13.033	13.708	13.325	.281
70	4	11.355	12.279	11.886	.397
75	4	9.580	10.611	10.343	.327
80	4	9.048	9.668	9.347	.254
85	3	8.111	8.805	8.413	.356
90	3	7.454	7.942	7.718	.247

SALINITE					
NIVEAU	NB.SBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	4	34.250	35.820	35.625	.451
5	4	34.940	35.290	35.627	.460
10	4	34.940	35.880	35.622	.457
15	4	34.034	35.025	35.612	.423
20	4	35.002	35.930	35.671	.366
25	4	35.630	35.320	35.729	.110
30	4	35.630	35.796	35.695	.069
35	4	35.627	35.780	35.690	.060
40	4	35.617	35.717	35.662	.054
45	4	35.561	35.658	35.604	.049
50	4	35.547	35.645	35.592	.049
55	4	35.507	35.605	35.550	.044
60	4	35.445	35.541	35.484	.048
65	4	35.371	35.395	35.343	.034
70	4	35.119	35.214	35.160	.047
75	4	34.979	35.063	35.026	.029
80	4	34.871	34.912	34.849	.030
85	3	34.772	34.803	34.785	.013
90	3	34.706	34.738	34.718	.018

SIGMA-T					
NIVEAU	NB.SBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	4	23.039	24.637	24.193	.773
5	4	23.031	24.646	24.193	.782
10	4	23.033	24.642	24.197	.780
15	4	23.021	25.256	24.625	1.033
20	4	23.229	25.753	25.073	1.193
25	4	24.226	26.165	25.719	.583
30	4	25.032	26.251	26.125	.150
35	4	25.551	26.274	26.154	.132
40	4	26.155	26.355	26.276	.072
45	4	26.224	26.355	26.341	.061
50	4	26.328	26.407	26.335	.030
55	4	26.454	26.454	26.455	.045
60	4	26.345	26.526	26.451	.038
65	4	26.570	26.654	26.613	.038
70	4	26.711	26.819	26.755	.047
75	4	26.843	26.975	26.897	.066
80	4	26.945	27.036	26.983	.049
85	3	27.012	27.098	27.066	.047
90	3	27.078	27.141	27.114	.032

OXYGENE					
NIVEAU	NB.SBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	4	4.920	5.150	5.040	.118
5	4	4.930	5.150	5.045	.104
10	4	4.930	5.240	5.067	.153
15	4	4.230	4.960	4.670	.342
20	4	3.230	5.030	4.277	.704
25	4	2.590	5.180	3.885	1.254
30	4	2.090	3.110	2.625	.427
35	4	2.110	2.920	2.607	.345
40	4	2.200	2.620	2.415	.192
45	4	1.640	2.550	1.947	.409
50	4	1.530	2.520	1.925	.432
55	4	1.560	2.380	1.882	.371
60	4	1.360	2.140	1.740	.339
65	4	1.350	1.460	1.385	.082
70	4	1.100	1.300	1.182	.087
75	4	.970	1.180	1.067	.130
80	4	.990	1.150	1.052	.079
85	2	1.250	1.330	1.290	.057
90	2	1.500	1.680	1.590	.127

PHOSPHATE					
NIVEAU	NB.SBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	4	.170	.300	.230	.070
5	4	.170	.320	.240	.072
10	4	.230	.340	.272	.053
15	4	.200	.510	.357	.166
20	4	.200	.730	.525	.269
25	4	.390	.950	.720	.298
30	4	.670	.830	.767	.078
35	4	.690	.890	.800	.100
40	4	.710	1.120	.925	.210
45	4	.850	1.260	1.042	.156
50	4	.850	1.260	1.075	.177
55	4	.750	1.260	1.075	.240
60	4	.710	1.350	1.075	.304
65	4	1.040	1.560	1.290	.229
70	4	1.030	1.660	1.340	.253
75	4	1.270	1.650	1.455	.165
80	4	1.680	1.920	1.720	.157
85	3	1.750	2.200	1.977	.247
90	3	1.810	1.990	1.890	.092

TABLEAU 20

Petite Saison Chaude
Point n° 2

NIVEAU	NB.PRS.	TEMPERATURE			
		MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	5	23.470	26.240	24.560	1.128
E	5	24.110	26.380		.457
10	5	23.340	25.400	24.725	.540
15	5	23.670	24.275	23.819	.333
20	5	22.050	23.450	22.800	.526
30	5	20.500	23.540	21.906	1.384
50	5	17.620	22.890	19.520	2.141
55	2	17.580	17.660	17.720	.198

SALINITE					OXYGENE						
NIVEAU	NB.PRS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE	NIVEAU	NB.PRS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	5	33.920	34.900	34.034	.628	C	5	4.550	5.450	5.230	.226
E	5	33.250	34.900	34.024	.617	E	5	4.660	5.250	5.042	.271
10	5	33.720	35.550	34.833	.713	10	5	4.540	5.570	5.072	.477
15	5	34.275	35.550	34.911	.495	15	5	4.400	5.270	4.890	.381
20	5	34.730	35.550	35.124	.273	20	5	4.260	5.100	4.704	.360
30	5	35.210	35.570	35.324	.146	30	5	3.420	5.080	4.392	.456
50	5	35.350	35.750	35.553	.141	50	5	1.520	4.650	2.570	1.240
55	2	35.520	35.610	35.595	.023	55	2	1.270	2.030	1.625	.573

SIGMA-T					PHOSPHATE						
NIVEAU	NB.PRS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE	NIVEAU	NB.PRS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	5	22.000	23.576	22.640	.628	C	5	.160	.390	.264	.106
E	5	22.155	23.543	22.567	.479	E	5	.100	.340	.202	.103
10	5	22.264	23.736	23.292	.615	10	5	.040	.310	.196	.105
15	5	23.014	24.168	23.636	.437	15	5	.090	.350	.270	.122
20	5	23.744	24.639	24.100	.328	20	5	.140	.540	.342	.178
30	5	23.955	25.051	24.477	.471	30	5	.040	.960	.436	.360
50	5	24.249	25.857	25.315	.665	50	5	.520	1.250	.814	.418
55	2	25.767	25.859	25.813	.065	55	2	1.170	2.000	1.585	.567

TABLEAU 21

Petite Saison Chaude
Point n° 3

NIVEAUX	NB. OBS.	TEMPERATURE			
		MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	4	23.870	27.540	25.467	1.525
E	4	23.870	27.460	25.465	1.490
10	4	23.870	27.070	25.265	1.344
15	4	23.750	24.765	24.450	.459
20	4	22.450	24.250	23.645	.811
30	4	18.456	22.900	20.956	1.908
50	4	16.720	19.590	14.552	1.347
55	4	16.570	19.292	18.156	1.222
75	4	15.572	17.390	16.573	.691
95	2	15.389	16.347	15.868	.678

NIVEAUX	NB. OBS.	SALINITE				NIVEAUX	NB. OBS.	RAYONNE			
		MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE			MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	4	30.830	34.900	32.615	1.722	C	4	4.670	5.340	5.005	.425
E	4	30.830	34.900	32.617	1.719	E	4	4.670	5.670	5.115	.484
10	4	33.630	35.230	34.502	.707	10	4	4.550	5.160	4.857	.275
15	4	34.520	35.305	34.872	.329	15	4	4.830	5.140	5.012	.148
20	4	34.900	35.680	35.242	.357	20	4	5.030	5.170	5.075	.048
30	4	35.290	35.591	35.425	.130	30	4	4.080	4.970	4.475	.445
50	4	35.624	35.830	35.721	.095	50	4	3.050	3.250	3.142	.070
55	4	35.634	35.815	35.717	.084	55	4	2.850	3.010	2.917	.068
75	4	35.620	35.769	35.701	.073	75	4	1.490	2.150	1.932	.316
95	3	35.583	35.730	35.672	.078	95	3	1.550	3.200	2.537	.866

NIVEAUX	NB. OBS.	SIGMA-T				NIVEAUX	NB. OBS.	PERCHLORATE			
		MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE			MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
C	4	19.439	23.625	21.420	1.737	C	4	.140	.350	.242	.075
E	4	19.437	23.619	21.430	1.727	E	4	.060	.450	.247	.157
10	4	21.638	23.616	22.904	.673	10	4	.090	.300	.210	.092
15	4	23.155	23.635	23.426	.267	15	4	.080	.340	.200	.112
20	4	23.535	24.625	23.947	.473	20	4	.070	.430	.205	.150
30	4	24.201	25.627	24.921	.603	30	4	.070	.720	.413	.302
50	4	25.440	26.076	25.696	.250	50	4	.480	.930	.705	.210
55	4	25.560	26.119	25.742	.243	55	4	.480	1.030	.617	.269
75	4	26.027	26.277	26.165	.111	75	4	.490	1.470	1.040	.482
95	2	26.225	26.352	26.238	.090	95	3	.380	1.170	.620	.403

TABLEAU 22

Petite Saison Chaude
Point n° 4

NIVEAUX	NB.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	5	23.740	26.490	25.114	.076
5	5	23.700	25.840	24.912	.759
10	5	23.660	25.460	24.812	.664
15	5	23.370	25.250	24.369	.751
20	5	22.620	25.040	23.916	1.032
30	5	20.250	23.330	21.606	1.205
50	5	17.410	19.790	18.634	.941
55	5	17.210	19.352	18.303	.820
75	5	15.940	17.610	16.990	.756
85	5	15.514	16.251	16.156	.602
100	5	15.250	16.689	15.940	.531
120	3	15.690	16.450	15.970	.417

SALINITE						OXYGENE					
NIVEAUX	NB.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE	NIVEAUX	NB.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	5	30.510	34.970	32.373	1.634	0	5	4.660	5.440	5.130	.309
5	5	32.360	34.980	33.092	1.172	5	5	4.610	5.350	5.074	.291
10	5	33.140	35.470	34.656	.937	10	5	4.560	5.400	5.034	.314
15	5	34.005	35.475	34.924	.615	15	5	4.450	5.220	4.875	.273
20	5	34.240	35.570	35.190	.717	20	5	4.420	5.070	4.714	.277
30	5	35.760	35.720	35.490	.170	30	5	4.030	4.940	4.402	.274
40	5	35.090	35.840	35.744	.106	40	5	2.670	3.730	3.200	.445
55	5	35.595	35.843	35.751	.093	55	5	2.520	3.520	3.020	.306
75	5	35.619	35.799	35.699	.054	75	5	1.670	2.650	2.310	.309
95	5	35.521	35.715	35.648	.061	95	5	1.970	2.060	2.014	.021
100	5	35.559	35.699	35.675	.062	100	5	1.940	3.150	2.436	.657
120	3	35.640	35.640	35.640	.000	120	3	2.030	2.640	2.243	.333

SIGMA-T						PHOSPHATE					
NIVEAUX	NB.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE	NIVEAUX	NB.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	5	19.570	23.716	21.347	1.514	0	5	.000	.550	.342	.314
5	5	21.174	27.734	21.925	1.052	5	5	.000	.350	.340	.140
10	5	21.533	23.746	23.119	.742	10	5	.070	.560	.312	.167
15	5	22.700	24.022	23.491	.546	15	5	.100	.510	.314	.166
20	5	23.355	24.493	23.813	.483	20	5	.130	.470	.316	.155
30	5	24.167	25.261	24.767	.441	30	5	.200	1.020	.516	.314
40	5	25.234	26.042	25.712	.294	40	5	.400	1.250	.506	.312
55	5	25.405	26.355	25.773	.262	55	5	.480	1.250	.812	.341
75	5	25.726	26.262	26.069	.152	75	5	.340	1.350	.544	.200
95	5	26.160	26.330	26.244	.110	95	5	.300	1.420	.876	.300
100	5	26.103	26.355	26.243	.102	100	5	.290	1.570	.508	.521
120	3	26.151	26.327	26.262	.096	120	3	.310	.900	.647	.321

TABLEAU 23

Petite Saison Chaude
Point n° 5

TEMPERATURE					
NIVEAU	NE. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	4	24.270	27.360	24.430	1.376
5	4	24.310	26.370	25.242	.862
10	4	24.220	25.750	25.025	.641
15	4	24.520	25.435	24.933	.507
20	4	23.252	25.190	24.625	.605
30	4	20.443	23.612	22.676	1.513
40	4	17.644	19.603	18.949	.918
50	4	17.349	19.240	18.641	.908
60	4	16.455	18.070	17.474	.737
70	4	15.229	17.543	16.751	.644
80	4	15.263	17.409	16.590	.641
90	4	15.361	16.873	16.125	.623
100	4	14.237	16.069	15.433	.507
150	4	14.173	15.309	14.590	.524
200	4	12.762	13.870	13.402	.531
250	4	10.723	11.915	11.439	.504
300	4	9.549	10.405	10.247	.266
400	4	8.025	9.592	9.180	.266
500	3	8.021	9.592	8.402	.280

SALINITE					
NIVEAU	NE. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	4	29.540	34.840	31.960	2.305
5	4	31.040	34.830	32.427	1.735
10	4	33.291	35.430	34.773	.676
15	4	34.436	35.430	34.973	.431
20	4	34.240	35.430	35.149	.300
30	4	35.373	35.529	35.448	.043
40	4	35.610	35.832	35.733	.119
50	4	35.610	35.824	35.730	.095
60	4	35.614	35.836	35.735	.115
70	4	35.636	35.787	35.709	.076
80	4	35.635	35.776	35.699	.073
90	4	35.668	35.733	35.643	.066
100	4	35.459	35.669	35.569	.049
150	4	35.434	35.589	35.493	.067
200	4	35.273	35.405	35.343	.068
250	4	35.064	35.176	35.124	.050
300	4	34.953	35.043	35.002	.040
400	4	34.847	34.961	34.892	.057
500	3	34.772	34.813	34.795	.018

SIGMA-T					
NIVEAU	NE. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	4	18.531	23.455	20.919	2.075
5	4	20.009	23.442	21.345	1.542
10	4	22.541	23.447	23.181	.444
15	4	22.996	23.552	23.361	.245
20	4	23.453	23.661	23.554	.049
30	4	24.055	24.059	24.370	.063
40	4	25.410	26.012	25.603	.274
50	4	25.501	26.047	25.653	.246
60	4	25.526	26.167	25.574	.131
70	4	26.000	26.255	26.131	.105
80	4	26.024	26.275	26.162	.103
90	4	26.120	26.355	26.239	.046
100	4	26.263	26.434	26.344	.071
150	4	26.374	26.510	26.457	.049
200	4	26.544	26.667	26.596	.064
250	4	26.733	26.841	26.740	.063
300	4	26.855	26.916	26.871	.029
400	4	26.970	27.086	27.019	.047
500	3	27.045	27.099	27.066	.026

OXYGENE					
NIVEAU	NE. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	4	4.270	5.440	5.190	.269
5	4	4.650	5.300	5.110	.306
10	4	4.570	5.210	4.962	.233
15	4	4.490	5.160	4.956	.311
20	4	4.400	5.120	4.845	.322
30	4	3.940	5.070	4.647	.543
40	4	3.100	3.650	3.302	.204
50	4	2.890	3.370	3.117	.283
60	4	2.090	3.130	2.740	.489
70	4	2.090	3.090	2.477	.462
80	4	2.100	3.060	2.337	.443
90	4	2.010	2.860	2.332	.356
100	4	1.810	2.800	2.305	.360
150	4	2.060	2.540	2.374	.274
200	4	1.660	1.990	1.780	.161
250	4	1.370	1.720	1.640	.151
300	4	1.350	1.740	1.642	.166
400	4	1.300	1.840	1.600	.185
500	3	1.650	2.060	1.790	.227

PHOSPHATE					
NIVEAU	NE. OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	4	.070	.350	.225	.147
5	4	.070	.270	.190	.066
10	4	.070	.300	.170	.117
15	4	.070	.340	.215	.131
20	4	.070	.430	.290	.196
30	4	.170	.580	.372	.189
40	4	.220	.650	.456	.245
50	4	.400	.920	.640	.226
60	4	.770	1.140	.940	.154
70	4	.950	1.250	1.070	.121
80	4	1.020	1.260	1.042	.112
90	4	1.050	1.300	1.177	.121
100	4	1.040	1.370	1.185	.164
150	4	1.070	1.500	1.275	.235
200	4	1.350	1.600	1.472	.131
250	4	1.450	2.040	1.812	.283
300	4	1.630	1.750	1.682	.066
400	4	1.040	1.870	1.572	.360
500	3	.890	1.790	1.340	.436

TABLEAU 24

Petite Saison Chaude
Point n° 6

TEMPERATURE

NIVEAU	NB.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	2	25.370	26.400	26.070	1.042
5	2	24.870	26.370	26.640	.982
10	2	25.050	26.610	26.430	.937
15	2	22.240	26.698	23.969	2.445
20	2	19.430	26.356	22.393	4.170
30	2	18.190	26.966	20.670	3.379
50	2	17.310	20.861	19.075	2.511
55	1	20.165	20.165	20.165	.000
75	1	17.667	17.667	17.667	.000
95	1	16.734	16.734	16.734	.000
100	1	16.632	16.632	16.632	.000
120	1	16.075	16.075	16.075	.000
150	1	15.332	15.332	15.332	.000
200	1	14.370	14.370	14.370	.000
250	1	13.253	13.253	13.253	.000
300	1	11.145	11.145	11.145	.000
350	1	9.875	9.875	9.875	.000
400	1	8.743	8.743	8.743	.000
450	1	8.052	8.052	8.052	.000

SALINITE

NIVEAU	NB.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	2	27.130	29.570	28.340	1.725
5	2	31.690	33.200	32.445	1.068
10	2	34.500	35.440	34.970	.665
15	2	38.100	35.434	35.267	.307
20	2	35.517	35.600	35.558	.060
30	2	35.493	35.470	35.641	.266
50	2	35.523	35.810	35.636	.161
55	1	35.641	35.641	35.641	.000
75	1	35.822	35.822	35.822	.000
95	1	35.705	35.705	35.705	.000
100	1	35.691	35.691	35.691	.000
120	1	35.649	35.649	35.649	.000
150	1	35.566	35.566	35.566	.000
200	1	35.472	35.472	35.472	.000
250	1	35.325	35.325	35.325	.000
300	1	35.100	35.100	35.100	.000
350	1	34.952	34.952	34.952	.000
400	1	34.824	34.824	34.824	.000
450	1	34.758	34.758	34.758	.000

OXIGENE

NIVEAU	NB.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	1	4.860	4.860	4.860	.000
5	1	4.610	4.610	4.610	.000
10	1	4.450	4.450	4.450	.000
15	1	4.570	4.570	4.570	.000
20	1	4.570	4.570	4.570	.000
30	1	4.430	4.430	4.430	.000
50	1	4.180	4.180	4.180	.000
55	1	3.870	3.870	3.870	.000
75	1	2.830	2.830	2.830	.000
95	1	2.960	2.960	2.960	.000
100	1	2.920	2.920	2.920	.000
120	1	2.710	2.710	2.710	.000
150	1	2.370	2.370	2.370	.000
200	1	1.740	1.740	1.740	.000
250	1	1.670	1.670	1.670	.000
300	1	1.140	1.140	1.140	.000
350	1	1.140	1.140	1.140	.000
400	1	1.130	1.130	1.130	.000
450	1	1.370	1.370	1.370	.000

SIGMA-T

NIVEAU	NB.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	2	16.505	19.198	18.051	1.621
5	2	20.879	21.597	21.238	.508
10	2	22.970	23.444	23.207	.335
15	2	23.512	24.177	23.844	.470
20	2	23.440	25.345	24.512	1.234
30	2	24.355	25.907	25.131	1.112
50	2	24.290	26.078	25.514	.769
55	1	25.215	25.215	25.215	.000
75	1	26.000	26.000	26.000	.000
95	1	26.123	26.123	26.123	.000
100	1	26.149	26.149	26.149	.000
120	1	26.240	26.240	26.240	.000
150	1	26.366	26.366	26.366	.000
200	1	26.429	26.429	26.429	.000
250	1	26.603	26.603	26.603	.000
300	1	26.842	26.842	26.842	.000
350	1	26.947	26.947	26.947	.000
400	1	27.040	27.040	27.040	.000
450	1	27.054	27.054	27.054	.000

PHOSPHATE

NIVEAU	NB.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	1	.330	.330	.330	.000
5	1	.250	.250	.250	.000
10	1	.200	.200	.200	.000
15	1	.260	.260	.260	.000
20	1	.310	.310	.310	.000
30	1	.310	.310	.310	.000
50	1	.470	.470	.470	.000
55	1	.590	.590	.590	.000
75	1	.970	.970	.970	.000
95	1	.870	.870	.870	.000
100	1	.890	.890	.890	.000
120	1	1.030	1.030	1.030	.000
150	1	1.190	1.190	1.190	.000
200	1	1.210	1.210	1.210	.000
250	1	1.350	1.350	1.350	.000
300	1	1.430	1.430	1.430	.000
350	1	1.310	1.310	1.310	.000
400	1	1.300	1.300	1.300	.000
450	1	1.620	1.620	1.620	.000

TEMPERATURE

NIVEAUX	NB.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	2	25.220	26.590	25.975	.909
5	2	25.250	26.710	25.990	1.042
10	2	25.290	26.430	25.740	.933
15	2	25.260	25.544	24.712	1.776
20	2	21.040	24.891	22.815	2.511
25	2	18.070	22.034	20.052	2.403
30	2	17.630	19.418	18.024	.557
35	2	17.501	19.133	17.817	.647
40	2	16.989	17.116	17.052	.359
45	2	16.341	16.599	16.470	.163
50	2	16.179	16.457	16.312	.196
55	2	15.775	15.867	15.831	.041
60	2	15.153	15.169	15.161	.019
65	2	14.220	14.424	14.322	.145
70	2	13.242	13.829	13.535	.415
75	2	11.230	11.562	11.396	.235
80	2	10.145	10.250	10.197	.076
85	2	9.560	9.090	9.075	.023
90	2	8.202	8.260	8.231	.043

TABLEAU 25

Petite Saison Chaude
Point n° 7

SALINITE

NIVEAUX	NB.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	2	27.450	29.910	28.700	1.711
5	2	28.130	30.500	29.315	1.676
10	2	32.200	33.700	33.295	.673
15	2	34.401	34.500	34.450	.069
20	2	35.320	35.604	35.452	.215
25	2	35.075	35.370	35.722	.208
30	2	35.713	35.340	35.779	.047
35	2	35.733	35.827	35.780	.068
40	2	35.770	35.779	35.774	.010
45	2	35.653	35.720	35.701	.027
50	2	35.659	35.705	35.682	.029
55	2	35.620	35.645	35.632	.012
60	2	35.560	35.565	35.562	.010
65	2	35.449	35.465	35.457	.003
70	2	35.319	35.359	35.339	.030
75	2	35.119	35.130	35.124	.006
80	2	34.990	34.955	34.972	.003
85	2	34.866	34.870	34.868	.003
90	2	34.775	34.804	34.789	.022

OXYGENE

NIVEAUX	NB.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	2	4.920	5.390	5.155	.432
5	2	4.720	5.390	5.075	.491
10	2	4.610	5.150	4.890	.552
15	2	4.640	4.680	4.660	.014
20	2	4.160	4.680	4.420	.555
25	2	3.350	4.610	3.985	.770
30	2	2.710	3.140	2.925	.304
35	2	2.660	3.170	2.915	.361
40	2	2.650	3.210	2.920	.435
45	2	2.660	2.830	2.745	.180
50	2	2.510	2.770	2.640	.134
55	2	2.230	2.630	2.340	.402
60	2	1.810	2.190	2.000	.269
65	2	1.350	1.740	1.545	.376
70	2	1.260	1.490	1.375	.163
75	2	1.230	1.240	1.235	.007
80	2	1.250	1.210	1.180	.113
85	2	1.040	1.170	1.105	.092
90	2	1.350	1.350	1.370	.028

SIGMA-T

NIVEAUX	NB.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	2	17.653	19.050	18.351	.988
5	2	18.123	19.453	18.788	.940
10	2	21.344	22.359	21.851	.718
15	2	22.744	23.544	23.144	.566
20	2	23.039	24.729	24.314	.659
25	2	24.658	25.937	25.297	.954
30	2	25.733	27.023	26.378	.995
35	2	25.215	26.044	25.929	.162
40	2	26.093	26.131	26.112	.029
45	2	26.177	26.211	26.194	.022
50	2	26.129	26.220	26.214	.020
55	2	26.224	26.251	26.247	.009
60	2	26.322	26.350	26.346	.007
65	2	26.472	26.504	26.445	.030
70	2	26.513	26.606	26.562	.063
75	2	26.732	26.844	26.816	.051
80	2	26.913	26.935	26.924	.019
85	2	27.016	27.025	27.020	.009
90	2	27.023	27.057	27.040	.011

PHOSPHATE

NIVEAUX	NB.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	2	.270	.320	.295	.035
5	2	.120	.300	.240	.045
10	2	.120	.220	.200	.058
15	2	.200	.740	.470	.352
20	2	.230	1.250	.740	.721
25	2	.370	.750	.565	.304
30	2	.540	1.020	.940	.197
35	2	.650	1.020	.845	.182
40	2	.690	.960	.820	.071
45	2	.690	1.190	1.020	.170
50	2	1.000	1.240	1.120	.120
55	2	1.170	1.240	1.205	.030
60	2	1.020	1.610	1.315	.304
65	2	1.530	1.950	1.740	.314
70	2	1.170	1.570	1.370	.252
75	2	1.640	1.780	1.710	.069
80	2	1.960	1.910	1.935	.035
85	2	2.000	2.100	2.050	.071
90	2	1.160	2.000	1.580	.554

TABLEAU 26

Petite Saison Chaude
Point n° 9

NIVEAU	NE.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	2	25.050	27.540	26.295	1.761
5	2	25.170	27.480	26.275	1.704
10	2	22.660	27.070	24.865	3.118
15	2	20.371	24.760	22.565	3.133
20	2	18.900	23.450	20.475	2.793
25	2	18.112	18.456	18.284	.243
30	2	16.750	17.447	17.083	.514
35	2	16.570	17.293	16.931	.511
40	2	15.772	16.693	16.332	.510
45	2	15.350	15.169	15.779	.552
50	2	15.312	16.066	15.669	.533
55	2	15.075	15.653	15.364	.409
60	2	14.712	15.152	14.932	.311
65	2	14.000	14.400	14.300	.424
70	2	12.619	13.292	13.055	.335
75	2	11.468	11.748	11.608	.199
80	2	10.235	10.400	10.317	.117
85	2	9.017	9.249	9.133	.164
90	2	7.852	8.310	8.081	.324

SALINITE

NIVEAU	NE.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	2	25.330	30.830	25.695	1.732
5	2	28.400	30.830	29.615	1.718
10	2	32.630	34.040	33.855	.318
15	2	34.655	35.045	34.870	.304
20	2	35.670	35.243	35.741	.143
25	2	35.591	35.835	35.713	.173
30	2	35.624	35.863	35.743	.169
35	2	35.674	35.836	35.745	.143
40	2	35.658	35.739	35.698	.058
45	2	35.593	35.657	35.635	.074
50	2	35.574	35.674	35.624	.071
55	2	35.544	35.673	35.583	.055
60	2	35.501	35.564	35.532	.044
65	2	35.449	35.504	35.441	.050
70	2	35.275	35.317	35.306	.044
75	2	35.174	35.159	35.141	.023
80	2	34.833	35.001	34.992	.007
85	2	34.853	34.855	34.874	.029
90	2	34.773	34.844	34.808	.050

SIGMA-T

NIVEAU	NE.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	2	18.370	19.439	18.954	.756
5	2	18.323	19.457	18.913	.761
10	2	21.643	23.355	22.521	1.179
15	2	23.156	24.732	23.944	1.114
20	2	24.475	25.840	25.232	.859
25	2	25.427	25.900	25.763	.193
30	2	26.076	26.085	26.040	.010
35	2	26.102	26.119	26.110	.011
40	2	26.170	26.277	26.223	.077
45	2	26.273	26.342	26.302	.069
50	2	26.257	26.362	26.314	.067
55	2	26.332	26.392	26.357	.049
60	2	26.390	26.436	26.414	.046
65	2	26.464	26.517	26.445	.046
70	2	26.459	26.559	26.444	.047
75	2	26.774	26.802	26.783	.020
80	2	26.806	26.919	26.912	.060
85	2	27.012	27.015	27.015	.000
90	2	27.121	27.151	27.126	.007

OXYGENE

NIVEAU	NE.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	2	4.670	5.420	5.045	.530
5	2	4.670	5.420	5.045	.530
10	2	4.370	4.550	4.460	.127
15	2	3.480	4.630	4.140	.976
20	2	2.730	5.110	3.920	1.483
25	2	2.690	4.050	3.445	.741
30	2	3.160	3.170	3.165	.006
35	2	2.920	3.070	2.995	.106
40	2	2.120	2.810	2.495	.445
45	2	2.230	2.930	2.880	.071
50	2	2.750	2.850	2.820	.042
55	2	2.450	2.540	2.485	.078
60	2	1.950	2.320	2.135	.262
65	2	1.660	2.630	2.145	.566
70	2	1.630	1.760	1.695	.092
75	2	1.160	1.260	1.200	.045
80	2	.900	1.030	.965	.092
85	2	.870	.960	.915	.044
90	2	1.060	1.370	1.215	.219

PHOSPHATE

NIVEAU	NE.OBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	2	.210	.240	.225	.021
5	2	.250	.260	.255	.007
10	2	.260	.670	.445	.240
15	2	.340	.950	.645	.331
20	2	.430	1.170	.800	.423
25	2	.750	1.060	.915	.233
30	2	.830	1.120	.975	.205
35	2	.960	1.270	1.115	.219
40	2	1.370	1.630	1.500	.164
45	2	1.160	1.170	1.165	.007
50	2	1.170	1.180	1.175	.007
55	2	1.220	1.250	1.235	.021
60	2	1.250	1.320	1.300	.085
65	2	1.240	1.300	1.270	.034
70	2	1.400	1.470	1.435	.060
75	2	1.500	1.560	1.530	.042
80	2	1.760	1.830	1.795	.049
85	2	1.870	2.000	1.935	.134
90	2	1.870	1.890	1.880	.014

TABLEAU 27

Petite Saison Chaude
Point n° 10

TEMPERATURE					
NIVEAU	NB.SBS.	MINI	MAXI	MBY.	ECART-TYPE
C	2	24.940	27.500	26.200	1.810
E	2	24.900	27.540	26.240	1.453
10	2	22.970	26.167	24.568	2.261
15	2	20.147	23.406	21.776	2.304
20	2	17.823	20.955	19.349	2.215
30	2	17.237	18.167	17.702	.658
40	2	16.452	16.731	16.641	.127
50	2	16.379	16.633	16.506	.179
75	2	15.820	16.227	16.023	.228
95	2	15.457	15.772	15.617	.230
110	2	15.289	15.657	15.543	.218
130	2	15.114	15.305	15.214	.171
150	2	14.790	14.864	14.827	.055
170	2	14.141	14.230	14.145	.065
190	2	13.254	13.535	13.244	.060
210	2	11.623	12.145	11.914	.327
230	2	10.153	10.895	10.524	.525
250	2	8.967	9.588	9.277	.439
260	1	8.073	8.073	8.073	.000

SALINITE					
NIVEAU	NB.SBS.	MINI	MAXI	MBY.	ECART-TYPE
C	2	29.530	34.560	32.045	3.557
E	2	29.570	34.550	32.040	3.521
10	2	35.120	35.136	35.128	.014
15	2	35.475	35.519	35.497	.028
20	2	35.735	35.760	35.747	.017
30	2	35.621	35.758	35.719	.065
40	2	35.650	35.743	35.696	.066
50	2	35.650	35.732	35.691	.058
75	2	35.676	35.625	35.655	.039
95	2	35.584	35.608	35.626	.030
110	2	35.579	35.621	35.600	.025
130	2	35.581	35.552	35.576	.020
150	2	35.517	35.548	35.542	.022
170	2	35.447	35.464	35.455	.017
190	2	35.320	35.331	35.325	.011
210	2	35.182	35.199	35.180	.026
230	2	34.975	35.077	35.026	.073
250	2	34.868	34.926	34.897	.021
260	1	34.827	34.827	34.827	.000

SIGMA-T					
NIVEAU	NB.SBS.	MINI	MAXI	MBY.	ECART-TYPE
C	2	18.490	23.049	20.764	3.231
E	2	18.456	23.047	20.771	3.218
10	2	23.085	24.052	23.573	.677
15	2	24.313	25.078	24.643	.615
20	2	25.175	25.914	25.494	.593
30	2	25.766	26.056	25.911	.205
40	2	26.155	26.185	26.140	.020
50	2	26.173	26.180	26.177	.000
75	2	26.233	26.287	26.262	.032
95	2	26.297	26.327	26.317	.025
110	2	26.311	26.348	26.339	.037
130	2	26.365	26.395	26.380	.025
150	2	26.433	26.441	26.437	.005
170	2	26.501	26.533	26.517	.020
190	2	26.597	26.604	26.600	.009
210	2	26.727	26.729	26.728	.006
230	2	26.872	26.918	26.845	.030
250	2	26.975	27.036	27.005	.044
260	1	27.145	27.145	27.145	.000

OXYGENE					
NIVEAU	NB.SBS.	MINI	MAXI	MBY.	ECART-TYPE
C	2	4.680	5.290	4.985	.431
E	2	4.680	5.260	4.970	.410
10	2	4.560	5.320	4.940	.537
15	2	4.320	4.890	4.600	.336
20	2	3.510	4.530	4.170	.633
30	2	3.450	3.870	3.660	.237
40	2	2.280	3.320	3.100	.310
50	2	2.670	3.210	2.940	.362
75	2	2.450	2.820	2.635	.242
95	2	2.600	3.720	2.660	.345
110	2	2.550	2.640	2.595	.064
130	2	2.300	2.320	2.310	.014
150	2	2.060	2.140	2.110	.071
170	2	1.820	1.960	1.895	.060
190	2	1.450	1.560	1.505	.074
210	2	1.280	1.350	1.315	.029
230	2	.900	1.130	1.015	.163
250	2	.930	1.070	.995	.120
260	1	1.280	1.280	1.280	.000

PHOSPHATE					
NIVEAU	NB.SBS.	MINI	MAXI	MBY.	ECART-TYPE
C	2	.230	.230	.230	.000
E	2	.160	.350	.245	.147
10	2	.210	.310	.260	.071
15	2	.270	.650	.460	.269
20	2	.410	.930	.670	.368
30	2	.770	.940	.845	.180
40	2	.890	1.030	1.010	.028
50	2	1.040	1.150	1.095	.075
75	2	1.140	1.150	1.145	.005
95	2	.760	1.240	1.000	.339
110	2	.700	1.240	1.020	.311
130	2	.950	1.240	1.115	.233
150	2	1.170	1.350	1.235	.163
170	2	1.210	1.570	1.390	.285
190	2	1.170	1.640	1.445	.352
210	2	1.260	1.750	1.515	.346
230	2	1.410	2.610	1.940	.775
250	2	1.590	3.720	2.145	.795
260	1	2.460	2.460	2.460	.000

TABLEAU 28

Petite Saison Chaude
Point n° 11

TEMPERATURE					
NIVEAU	NO. SBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	2	24.690	27.190	25.940	1.726
5	2	24.680	27.140	25.910	1.749
10	2	24.710	26.440	25.575	1.223
15	2	22.150	24.895	23.522	1.913
20	2	19.590	23.270	21.430	2.632
30	2	17.643	17.730	17.687	.085
40	2	16.087	16.450	16.268	.256
55	2	15.581	16.277	16.129	.210
75	2	15.571	16.569	16.540	.081
95	2	15.249	15.265	15.257	.020
100	2	15.182	15.192	15.187	.018
110	2	14.876	14.963	14.919	.039
120	2	14.294	14.608	14.451	.223
130	2	13.530	13.960	13.745	.334
140	2	12.534	13.281	12.977	.446
150	2	11.266	12.042	11.654	.549
160	2	10.075	10.679	10.377	.427
170	2	8.910	9.422	9.166	.362
180	2	8.040	8.371	8.205	.234

SULFATE						NAYTELE					
NIVEAU	NO. SBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE	NIVEAU	NO. SBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	2	31.410	35.500	33.495	2.832	0	2	4.690	5.270	4.960	.438
5	2	31.410	35.500	33.485	2.892	5	2	4.690	5.260	4.945	.451
10	2	35.390	35.490	35.435	.077	10	2	4.690	5.290	4.970	.453
15	2	35.610	35.615	35.612	.000	15	2	4.770	5.180	4.975	.240
20	2	35.740	35.840	35.790	.071	20	2	4.900	5.040	4.940	.113
30	2	35.677	35.750	35.713	.032	30	2	3.820	4.020	3.920	.141
40	2	35.637	35.660	35.648	.010	40	2	3.690	3.810	3.740	.065
55	2	35.631	35.661	35.645	.018	55	2	2.460	2.730	2.595	.131
75	2	35.589	35.604	35.596	.013	75	2	1.790	2.440	2.115	.480
95	2	35.566	35.569	35.562	.000	95	2	2.210	2.400	2.305	.184
100	2	35.548	35.564	35.556	.011	100	2	2.160	2.360	2.260	.141
110	2	35.516	35.543	35.529	.019	110	2	2.100	2.200	2.140	.071
120	2	35.467	35.507	35.487	.029	120	2	2.010	2.010	2.010	.001
130	2	35.347	35.416	35.341	.050	130	2	1.740	1.960	1.850	.186
140	2	35.337	35.321	35.279	.060	140	2	1.540	1.590	1.565	.027
150	2	35.037	35.192	35.144	.067	150	2	1.190	1.570	1.280	.269
160	2	34.994	35.034	35.014	.025	160	2	.900	1.160	1.025	.172
170	2	34.893	34.895	34.874	.000	170	2	.790	.800	.795	.014
180	2	34.793	34.808	34.800	.000	180	2	.950	1.130	1.040	.099

SIGMA-T						PHOSPHATE					
NIVEAU	NO. SBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE	NIVEAU	NO. SBS.	MINI	MAXI	MOY.	ECART-TYPE
0	2	20.004	23.833	21.915	2.707	0	2	.290	.730	.470	.339
5	2	20.001	23.835	21.913	2.711	5	2	.140	1.030	.585	.649
10	2	23.202	23.819	23.510	.436	10	2	.290	.300	.295	.007
15	2	23.856	24.635	24.245	.651	15	2	.340	.640	.490	.212
20	2	24.510	25.480	24.990	.665	20	2	.400	.950	.675	.417
30	2	25.235	25.931	25.904	.333	30	2	.690	1.150	.920	.394
40	2	26.182	26.254	26.208	.035	40	2	.600	1.200	.900	.424
55	2	26.203	26.244	26.231	.034	55	2	.730	1.210	.965	.348
75	2	26.311	26.326	26.313	.000	75	2	1.080	1.290	1.145	.148
95	2	26.339	26.372	26.365	.017	95	2	.870	1.540	1.140	.609
100	2	26.371	26.381	26.376	.010	100	2	.000	1.590	1.245	.485
110	2	26.410	26.424	26.410	.000	110	2	1.220	1.390	1.305	.120
120	2	26.465	26.503	26.484	.025	120	2	1.170	1.640	1.380	.497
130	2	26.534	26.571	26.552	.028	130	2	1.030	1.620	1.545	.423
140	2	26.613	26.686	26.649	.051	140	2	1.150	1.820	1.500	.483
150	2	26.744	26.821	26.772	.055	150	2	1.020	1.710	1.365	.469
160	2	26.970	26.947	26.908	.034	160	2	1.170	2.130	1.640	.679
170	2	26.933	27.068	27.025	.060	170	2	1.300	2.500	1.925	.812
180	2	27.070	27.133	27.111	.044	180	2	1.610	2.390	2.000	.552

A N N E X E III

COUPES DES COMPOSANTES DU COURANT MESURE
PERPENDICULAIRES (MERIDIENNES) ET PARALLELES
(ZONALES) A LA RADIALE

Figure 1(a) à 20(a) distributions des composantes méridiennes
Figure 1(b) à 17(b) distributions des composantes zonales

Les courants portant au 330°, 150°, 60° et 240° sont indiqués respectivement par les lettres N, S, E et W.

Les distributions de la composante méridienne pendant les radiales 21 à 25 figurent ici à titre indicatif des directions (voir chap. VI). Les composantes zonales correspondantes ne sont pas représentées.

Les tracés ont été automatisés avec le logiciel G.P.C.P. du B.N.D.O..

Les isolignes sont tracées de 10 en 10 cm sec⁻¹.

Les niveaux de mesures interpolées de 5 en 5 mètres sont représentés sur les coupes. Les isolignes qui ne recourent pas au moins un profil de mesures peuvent être des "artefacts" créés par le système d'interpolation de G.P.C.P..

Les échelles verticales et horizontales des radiales courtes et des radiales longues sont différentes :

Dans le sens vertical les divisions élémentaires de l'axe des profondeurs sont tracées tous les 20 mètres - les représentations des radiales courtes sont limitées à l'immersion 140 mètres.

Dans le sens horizontal les distances, sur les radiales courtes sont repérées par la position moyenne des points de mesure, sur les radiales longues par des amorces de traits tous les 100 kilomètres.

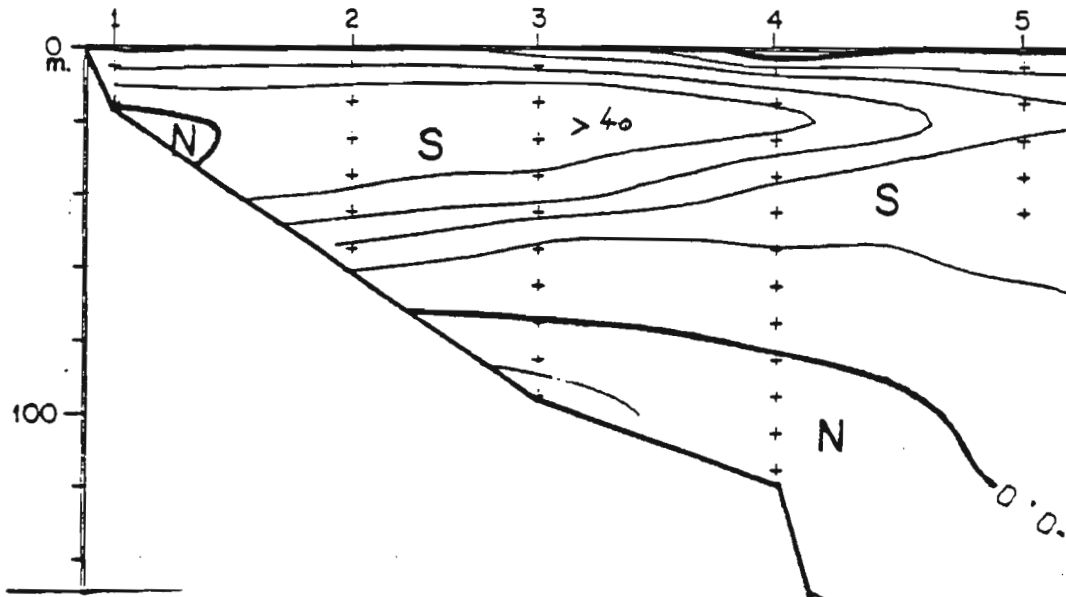
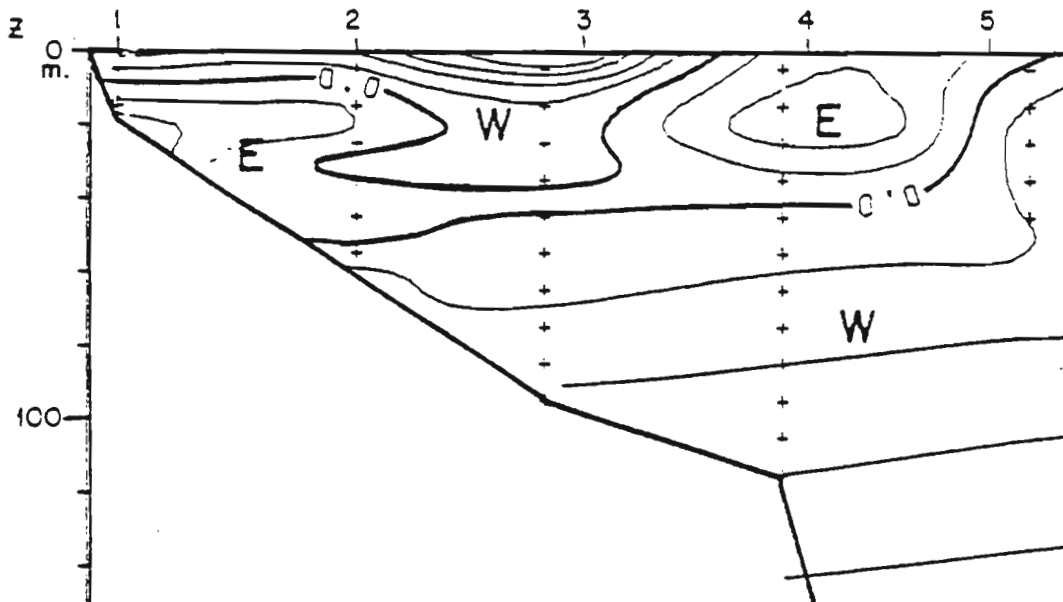


Figure 1 a et b - R P 2 : du 06 au 10 février 1973



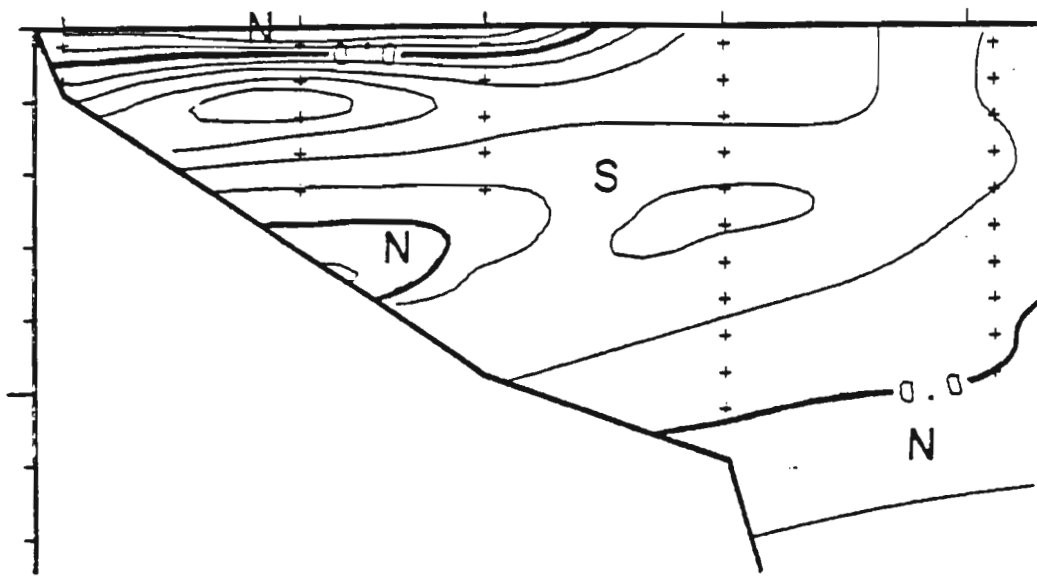
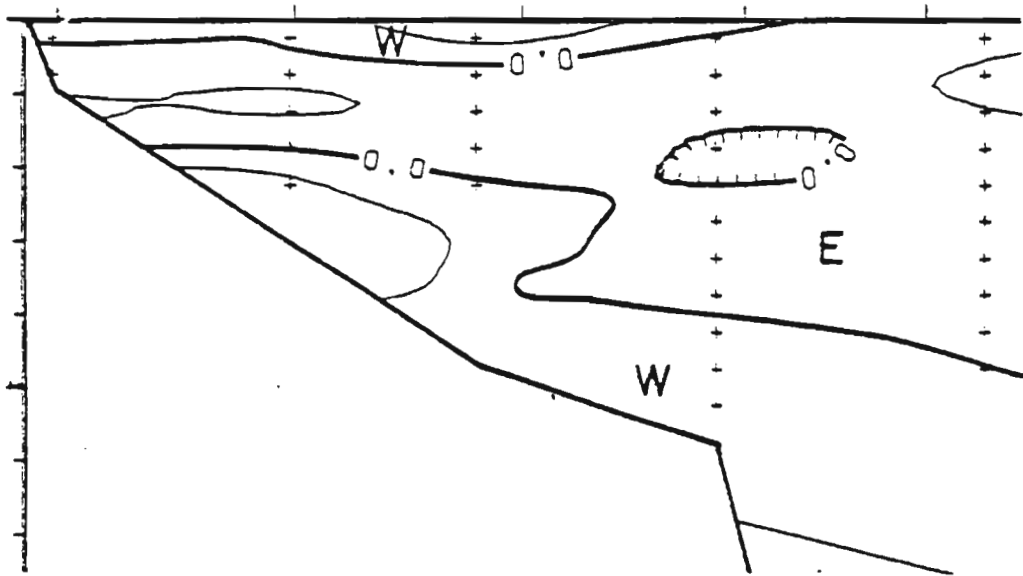


Figure 2 a et b - R P 3 : du 06 au 10 mars 1973



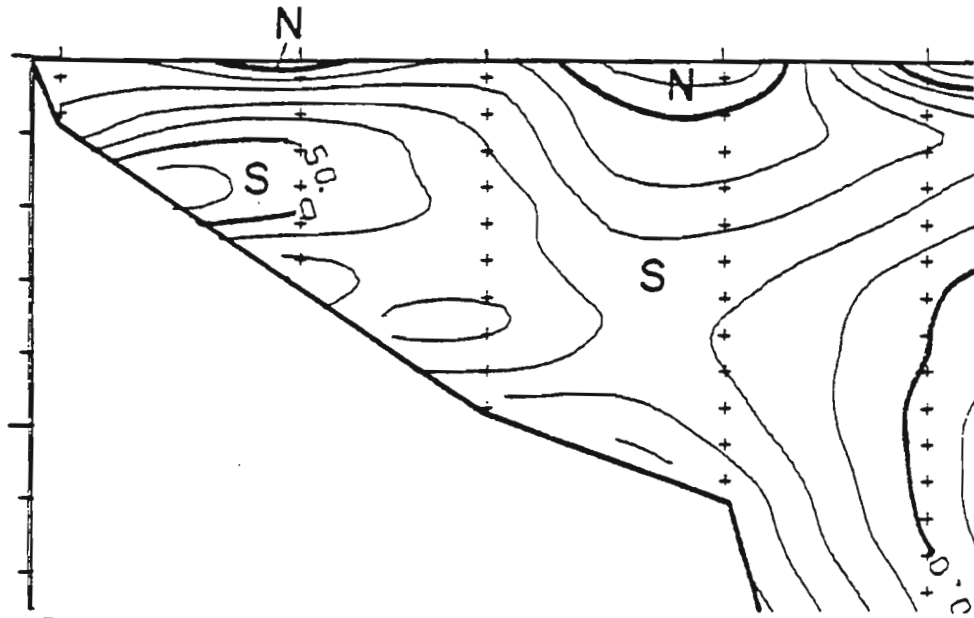
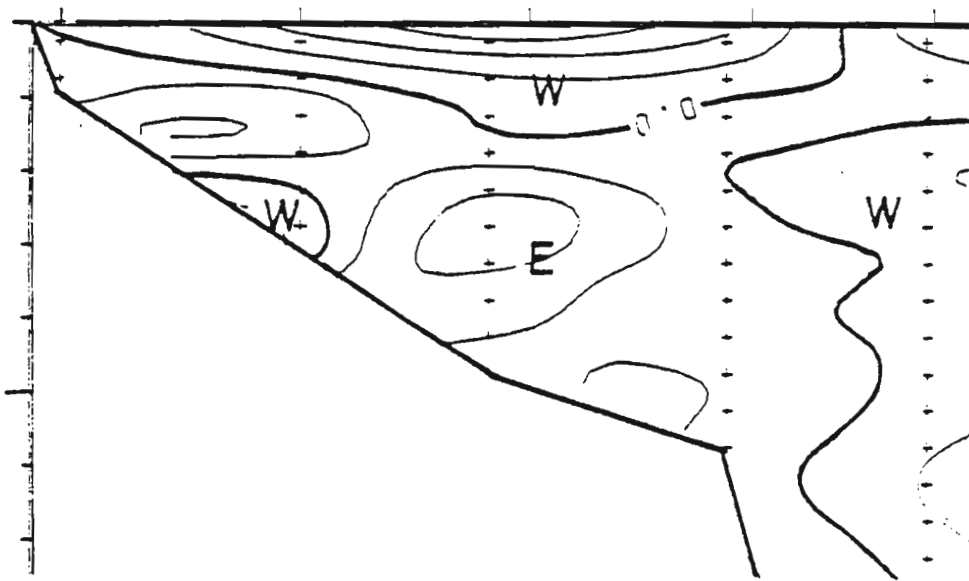


Figure 3 a et b - R P 4 : du 03 au 07 avril 1973



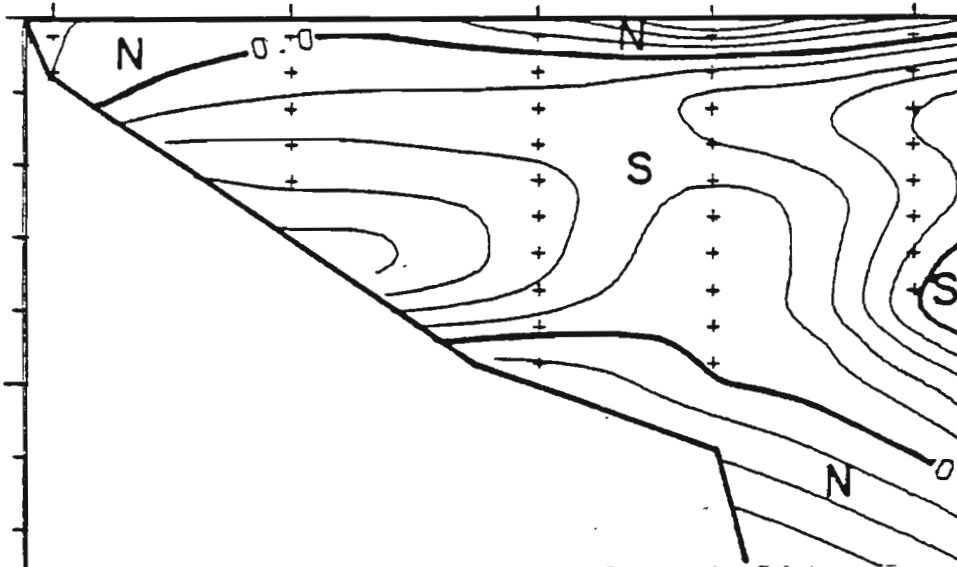
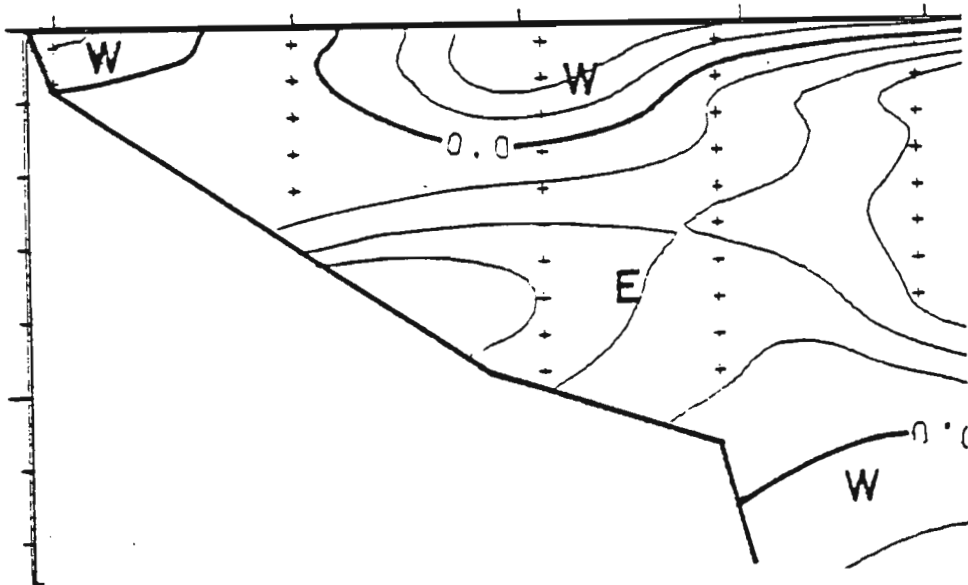


Figure 4 a et b - R P 5 : du 13 au 17 juin 1973



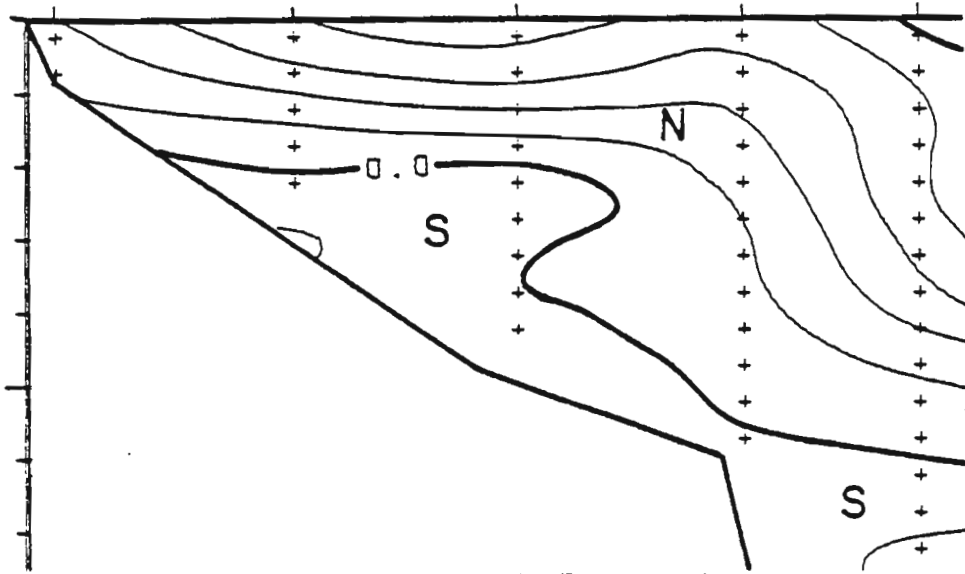
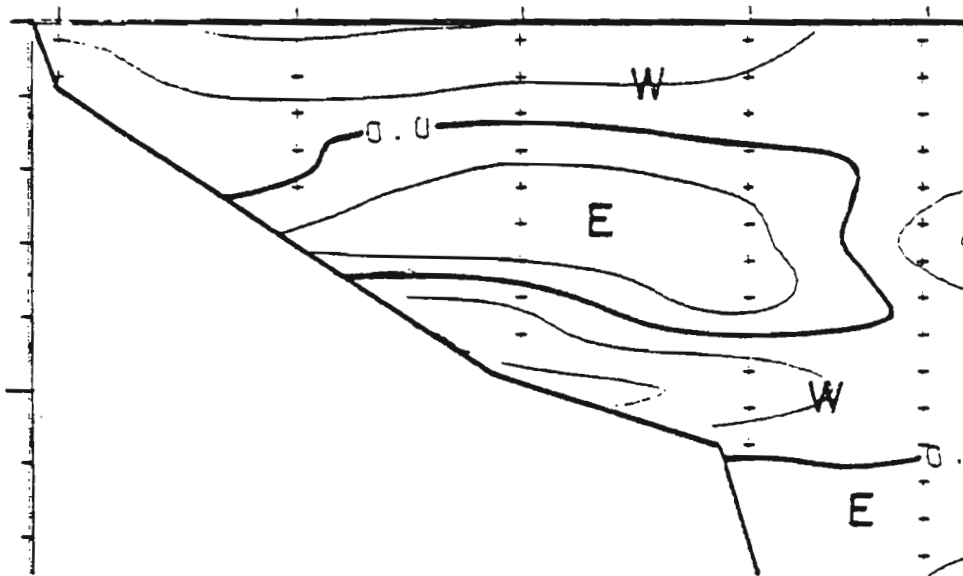


Figure 5 a et b - R P 6 : du 17 au 21 juillet 1973



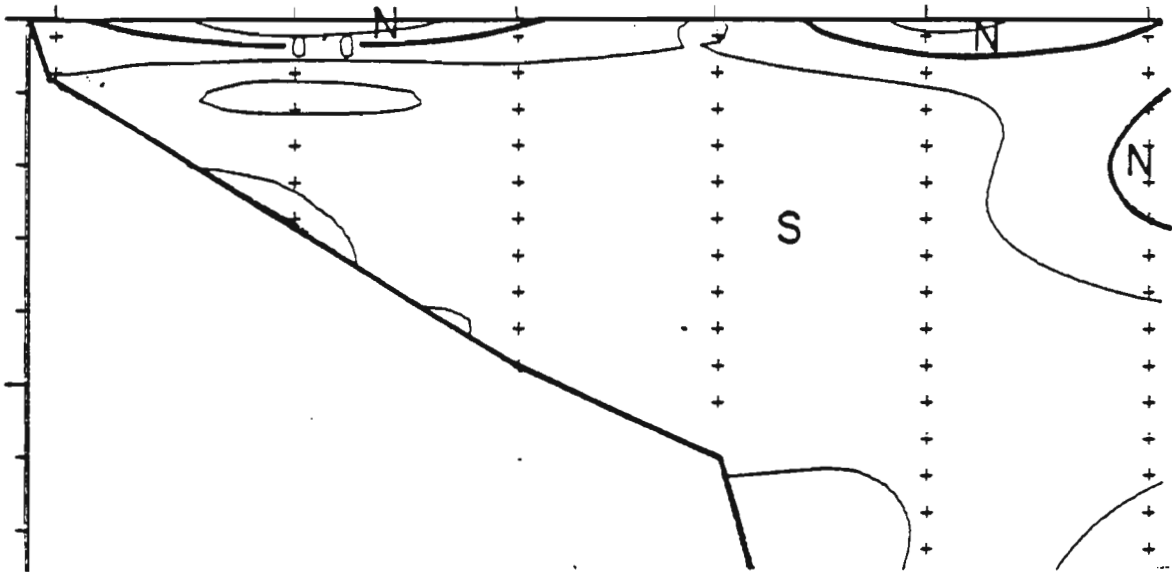
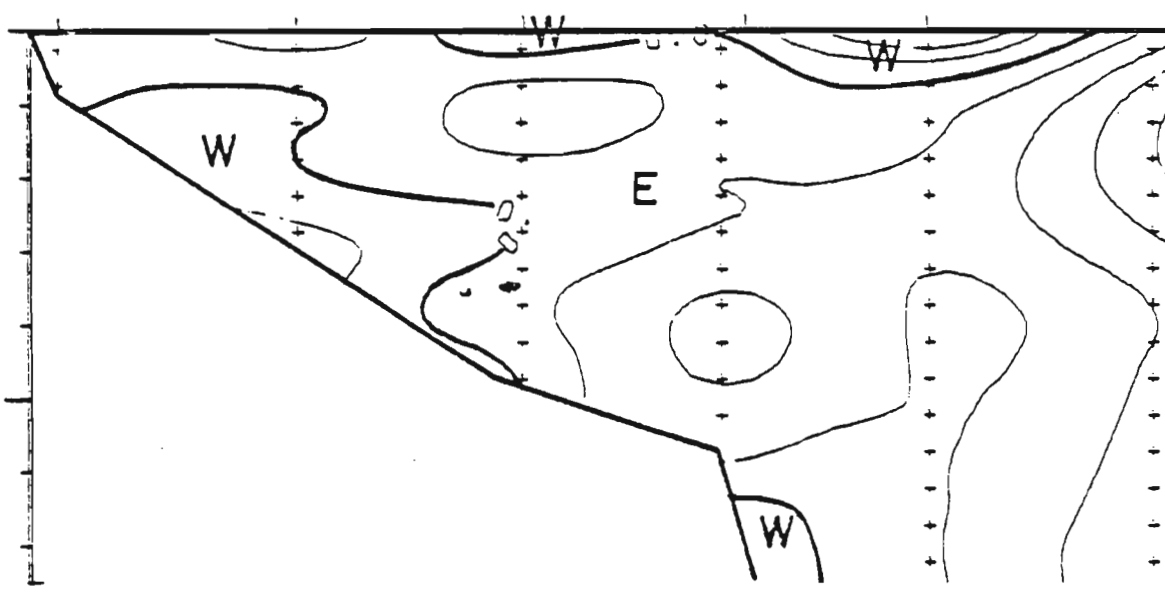


Figure 6 a et b - R P 9 : du 02 au 06 janvier 1974



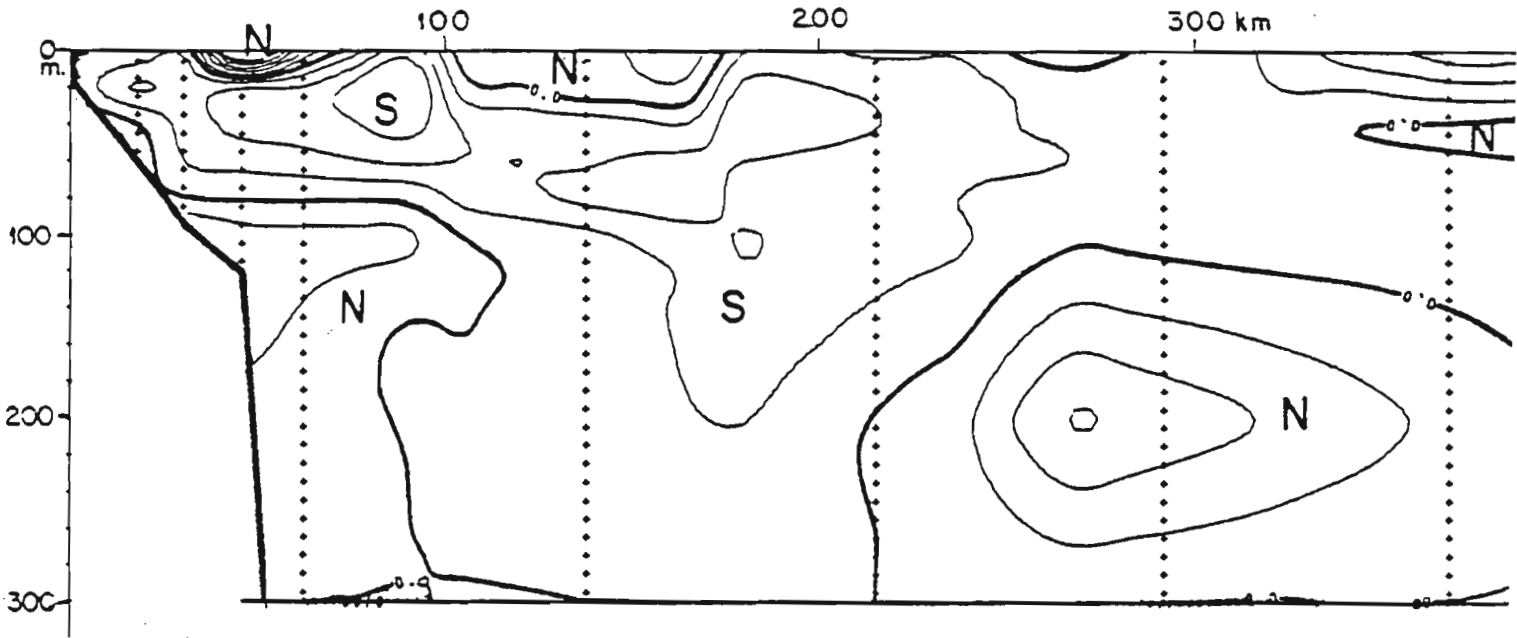
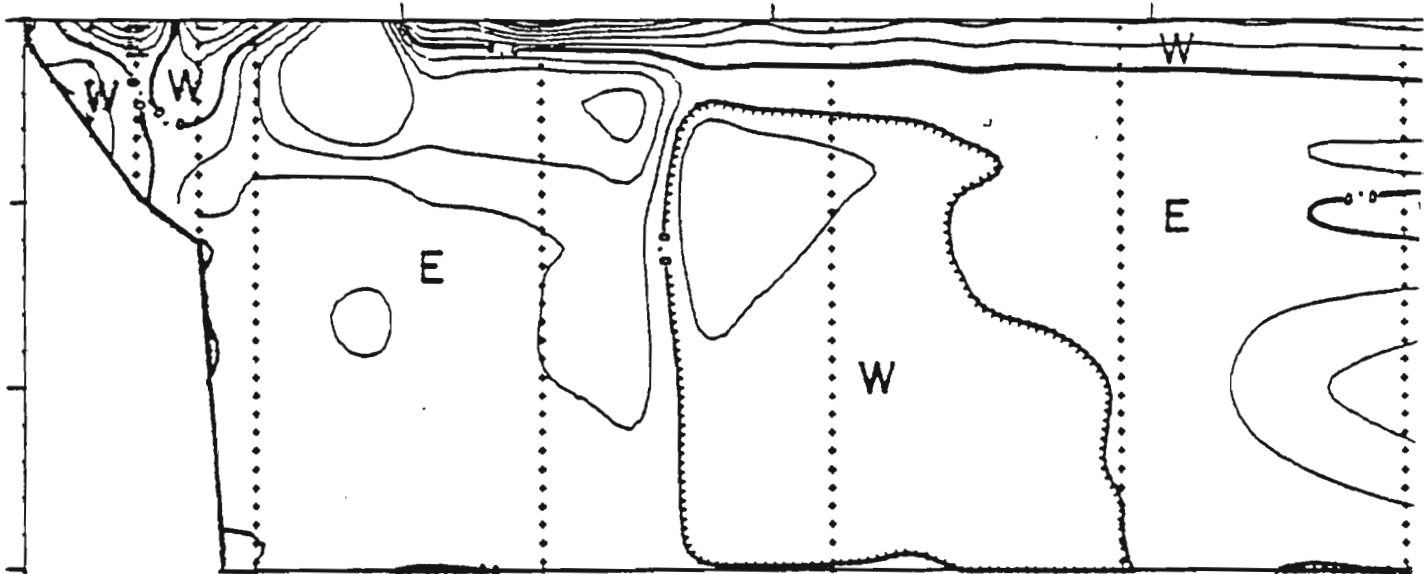


Figure 7 a et b - R P 10 : du 04 au 10 mars 1974



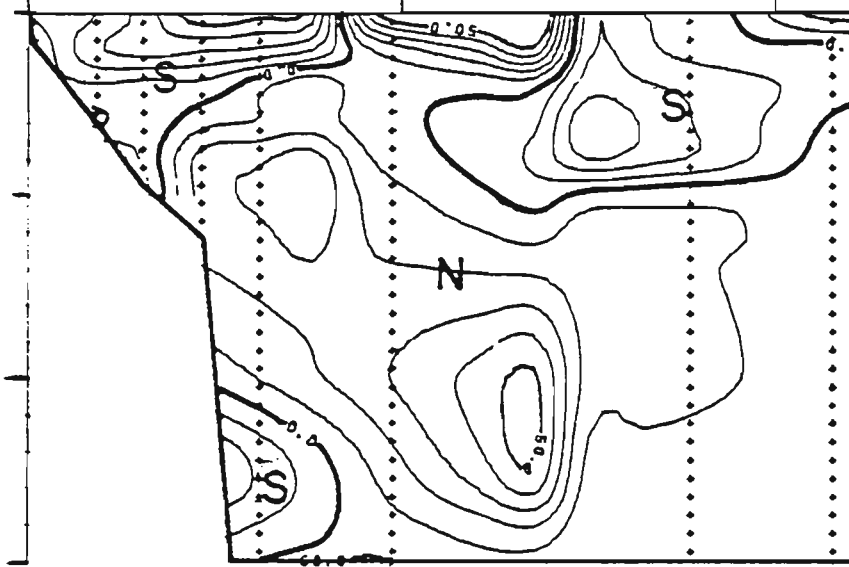
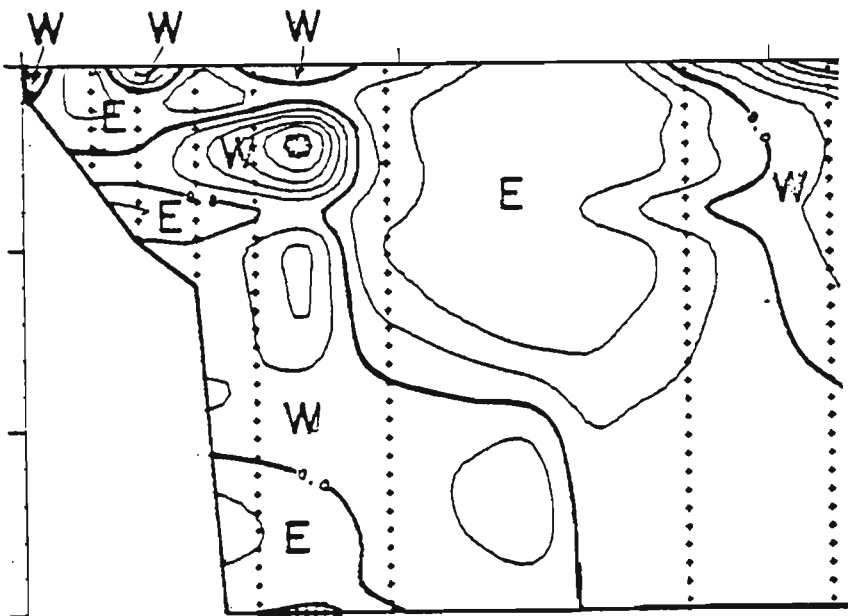


Figure 8 a et b - R P 11 : du 25 au 29 mars 1974



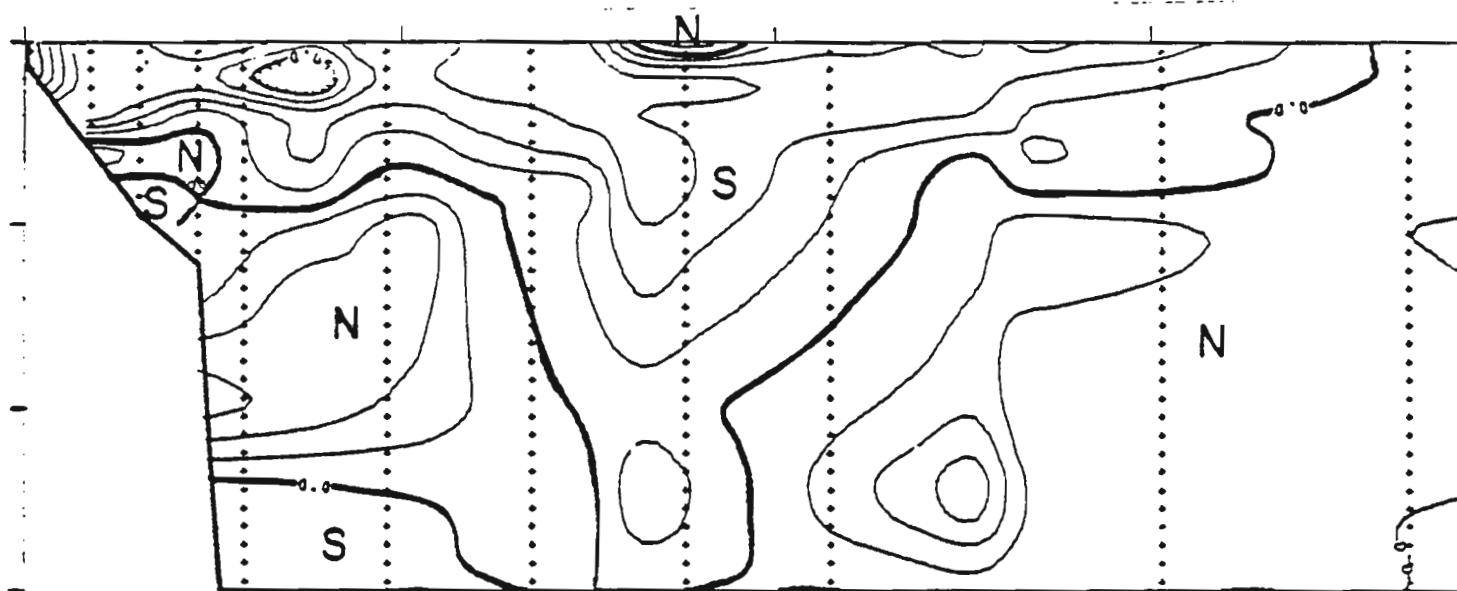
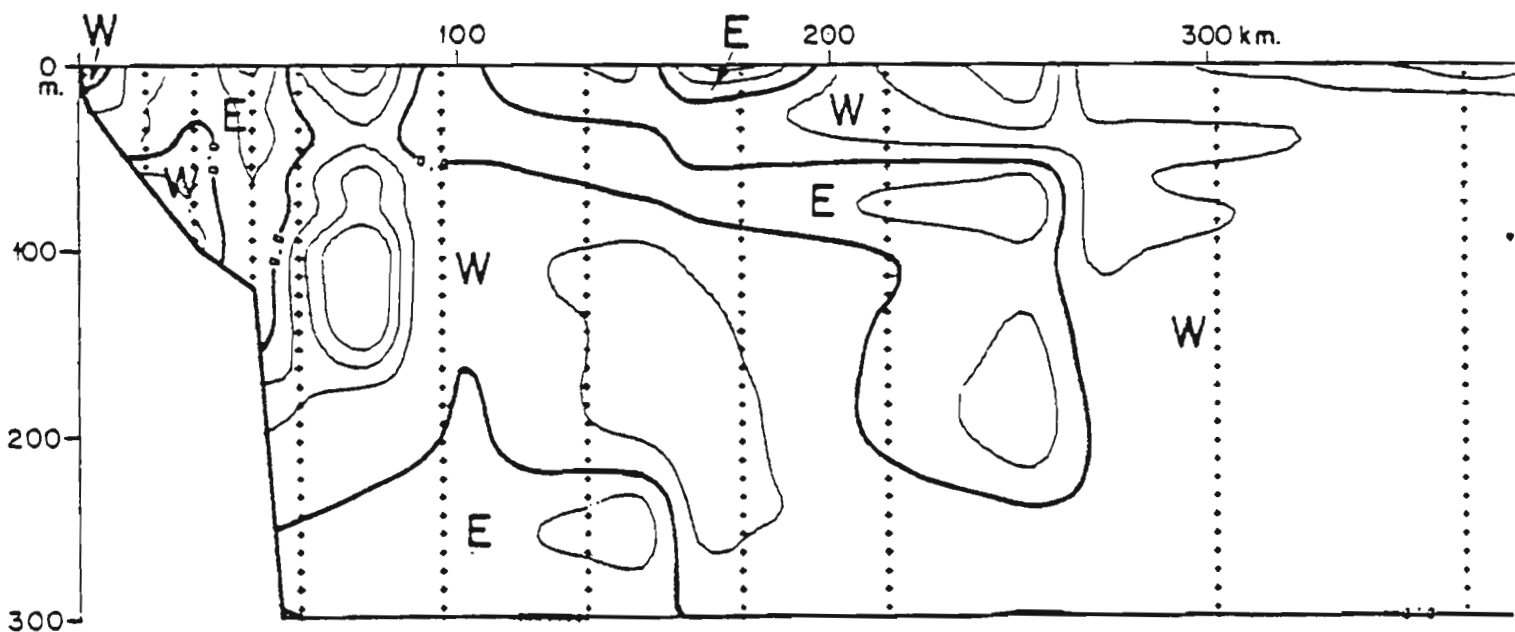


Figure 9 a et b - R P 12 : du 08 au 14 avril 1974



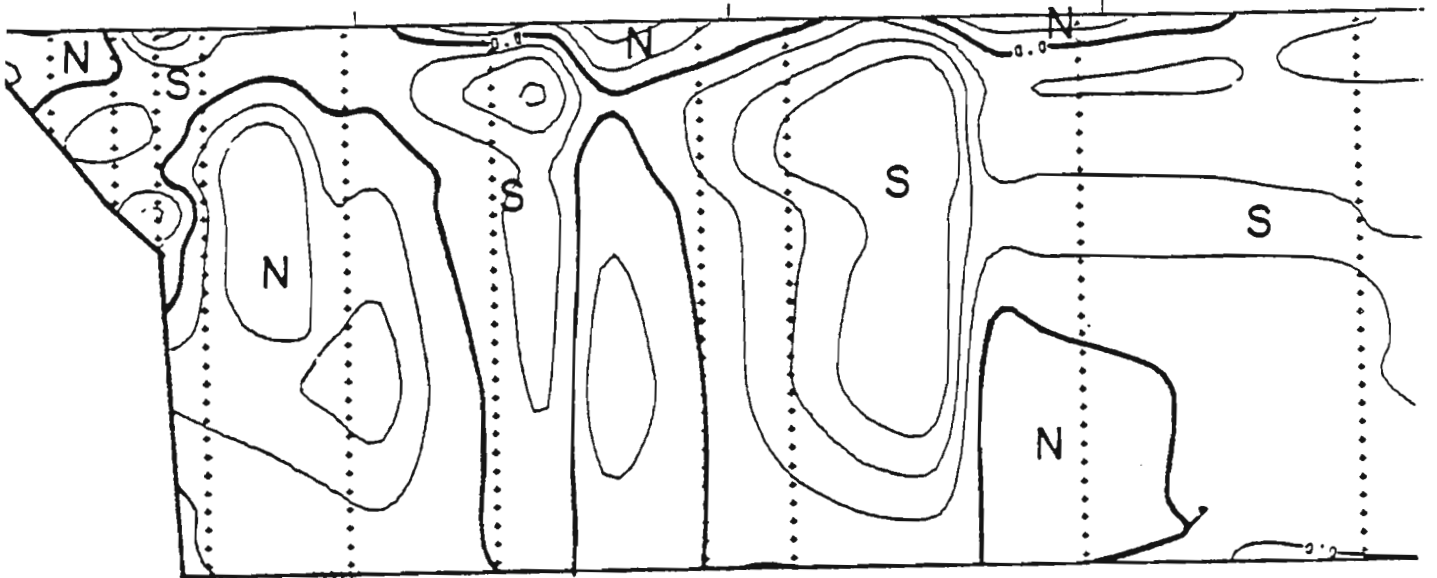
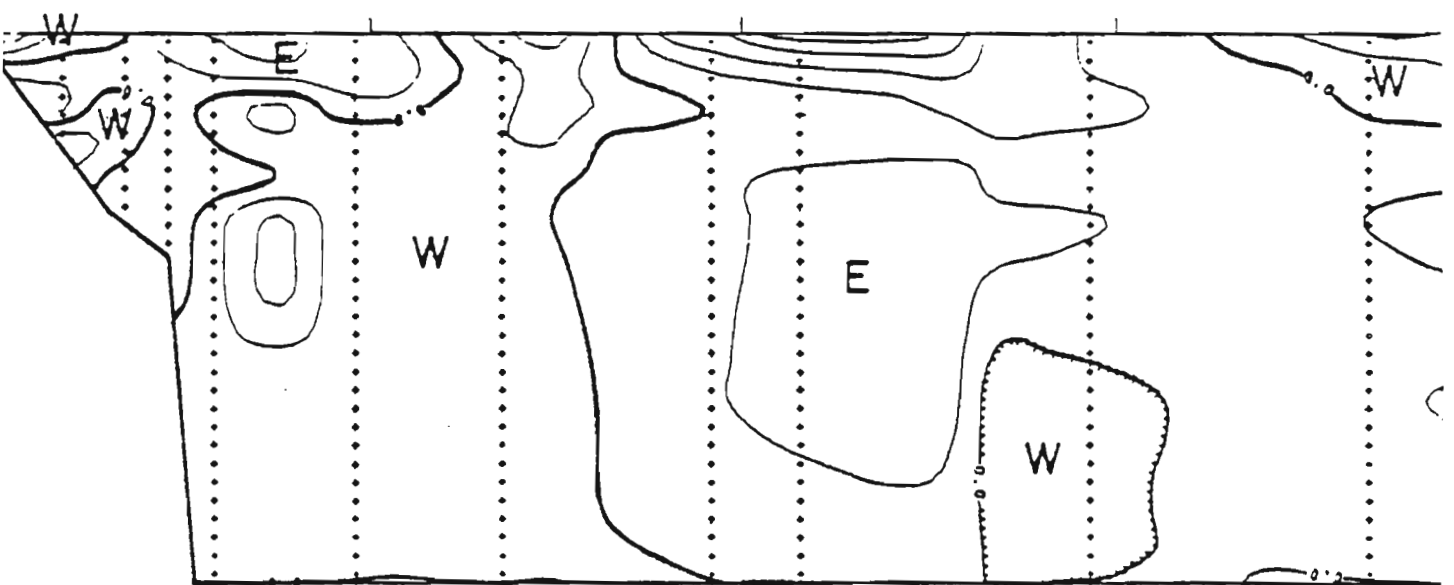


Figure 10 a et b - R P 13 : du 06 au 12 mai 1974



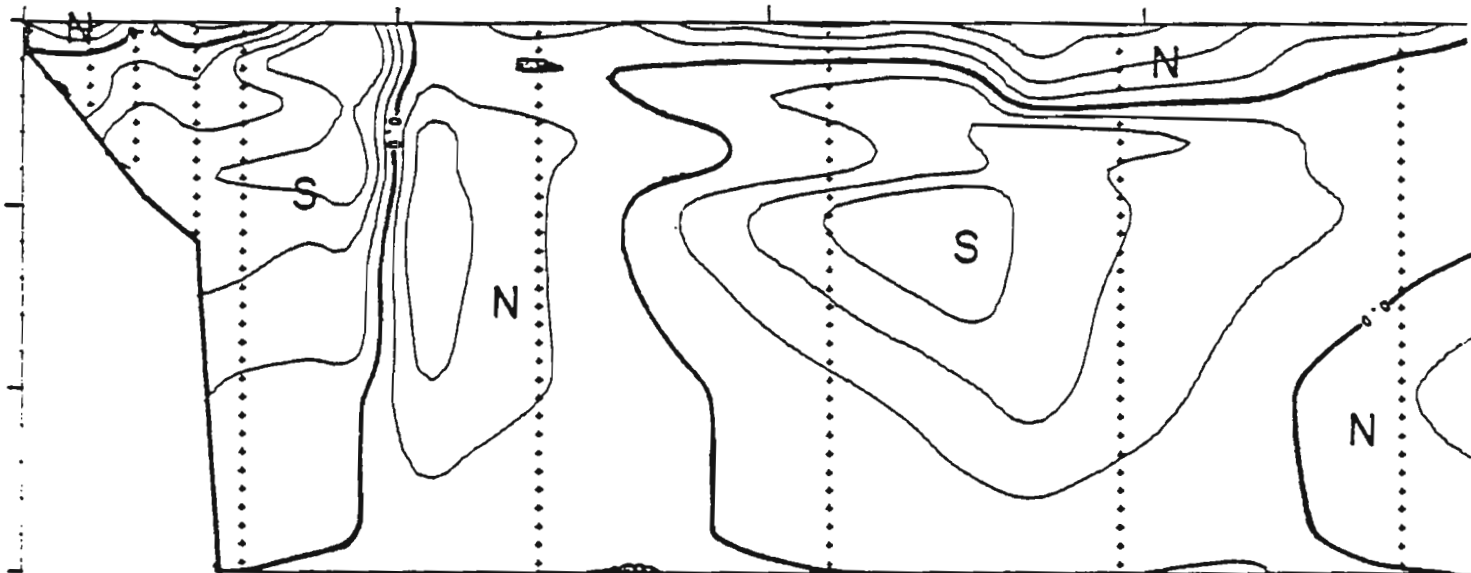
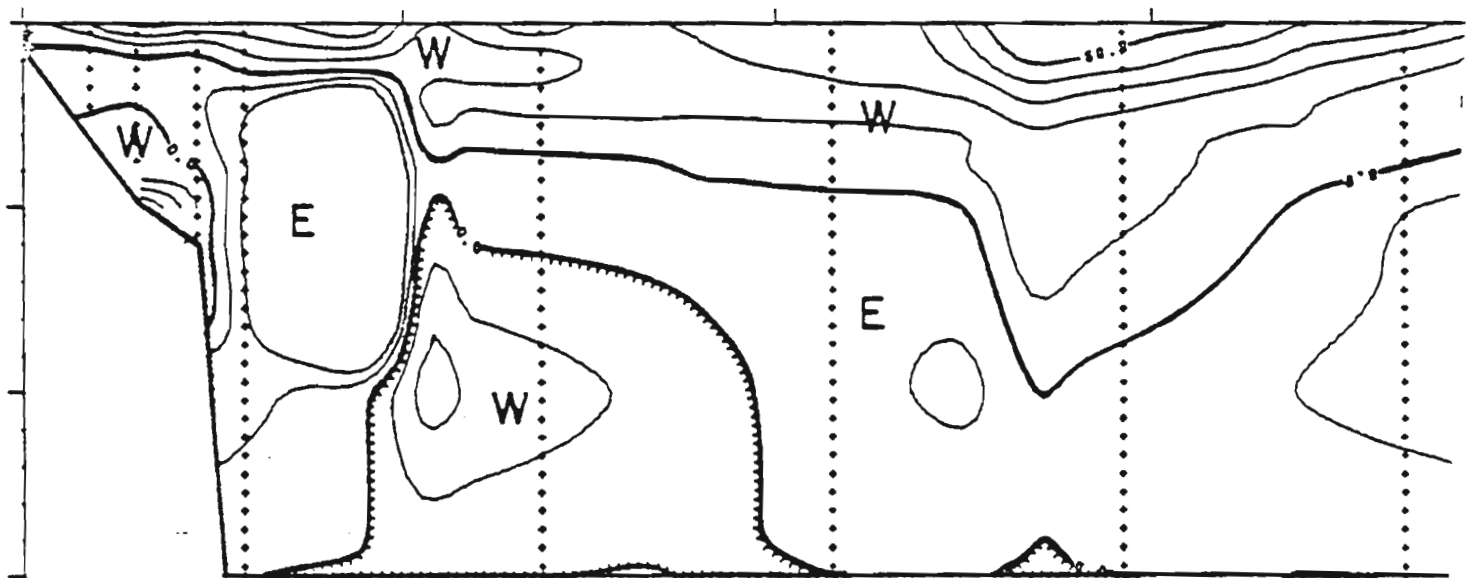


Figure 11 a et b - R P 14 : du 10 au 14 juin 1974



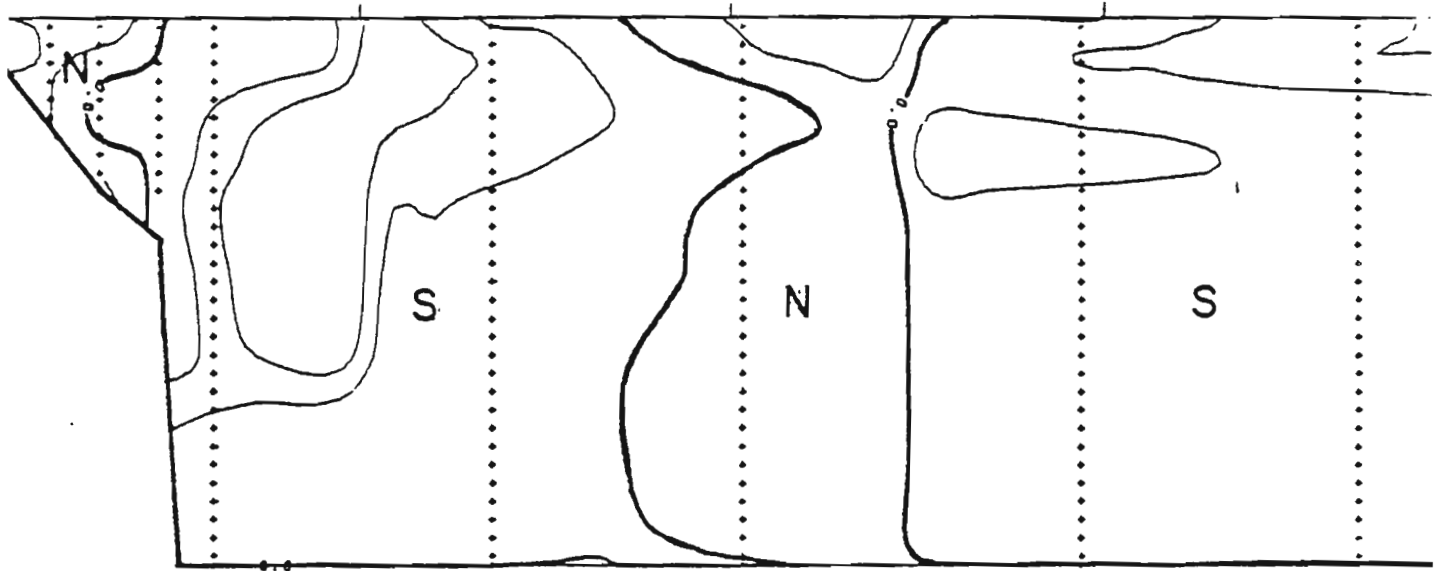
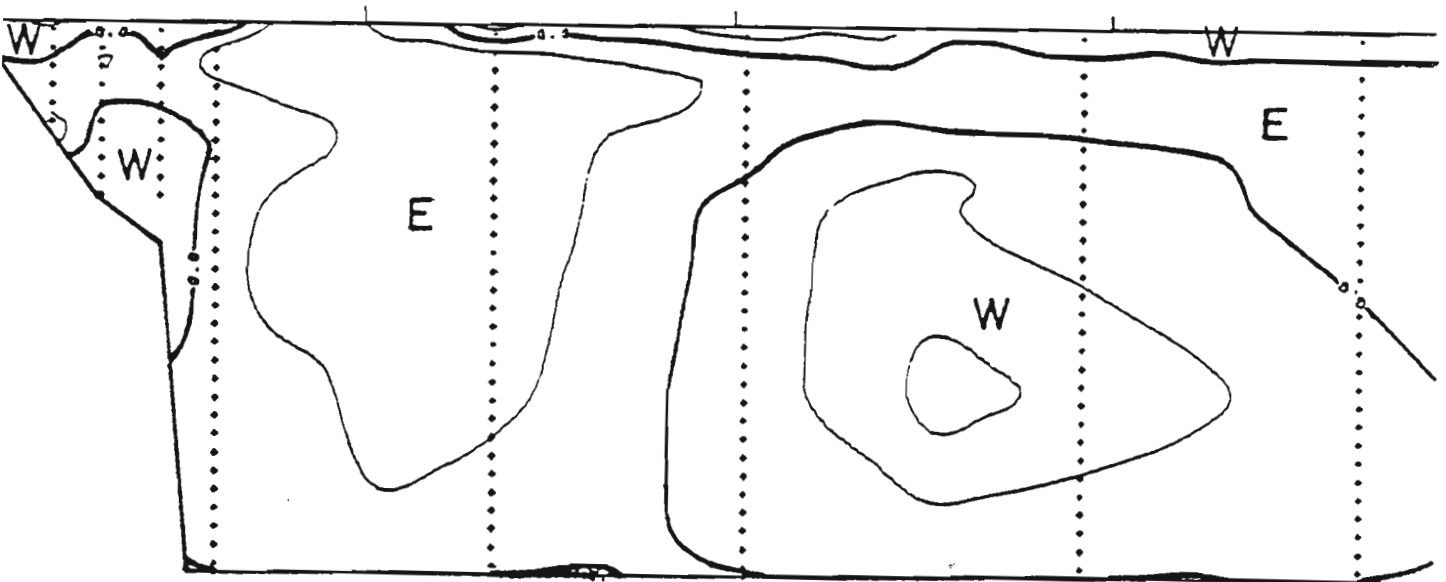


Figure 12 a et b - R P 15 : du 22 au 27 juillet 1974



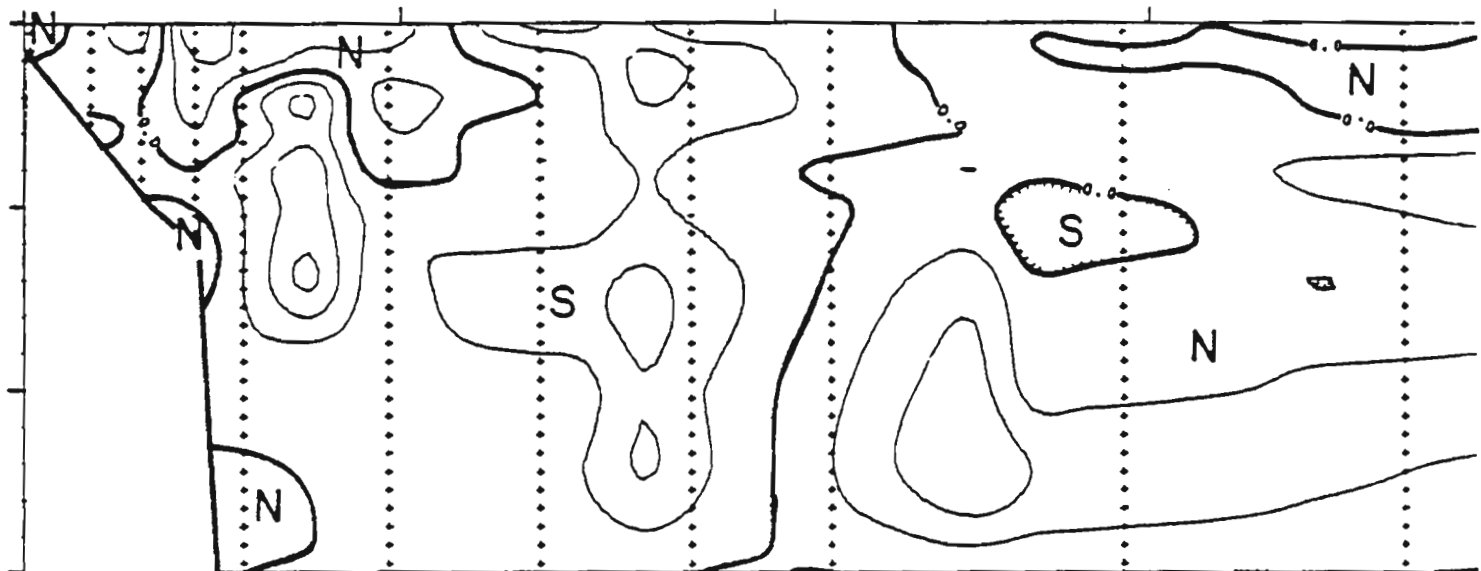
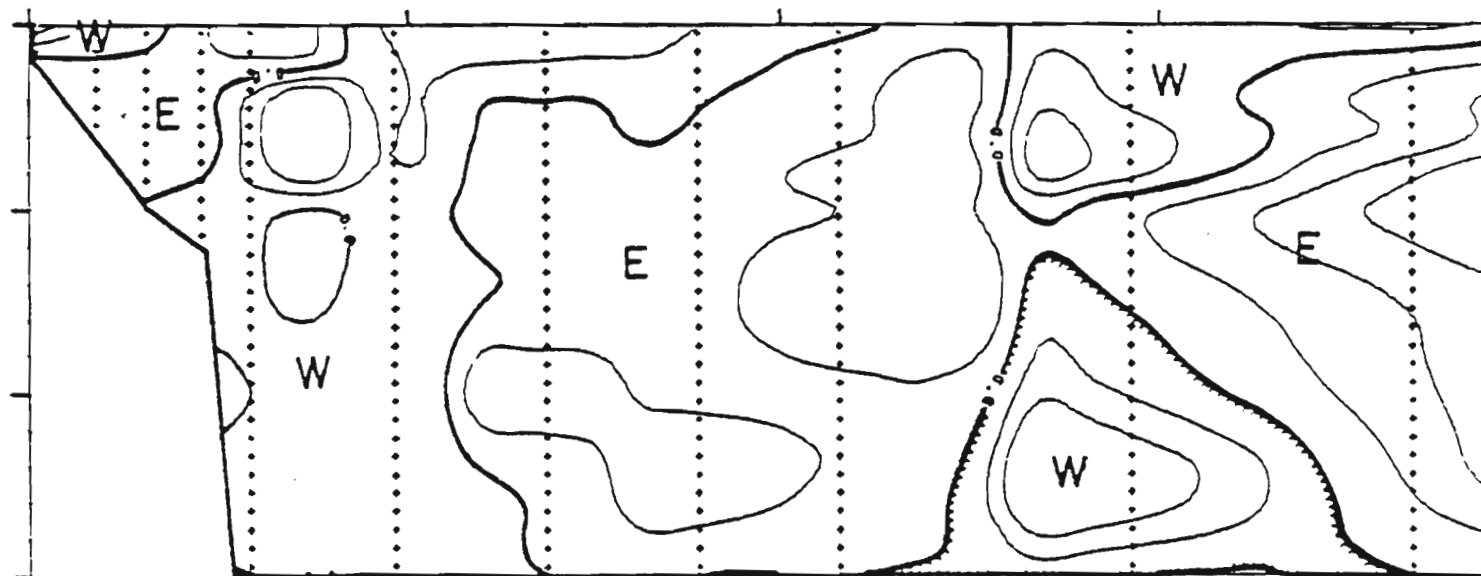


Figure 13 a et b - R P 16 : du 02 au 08 septembre 1974



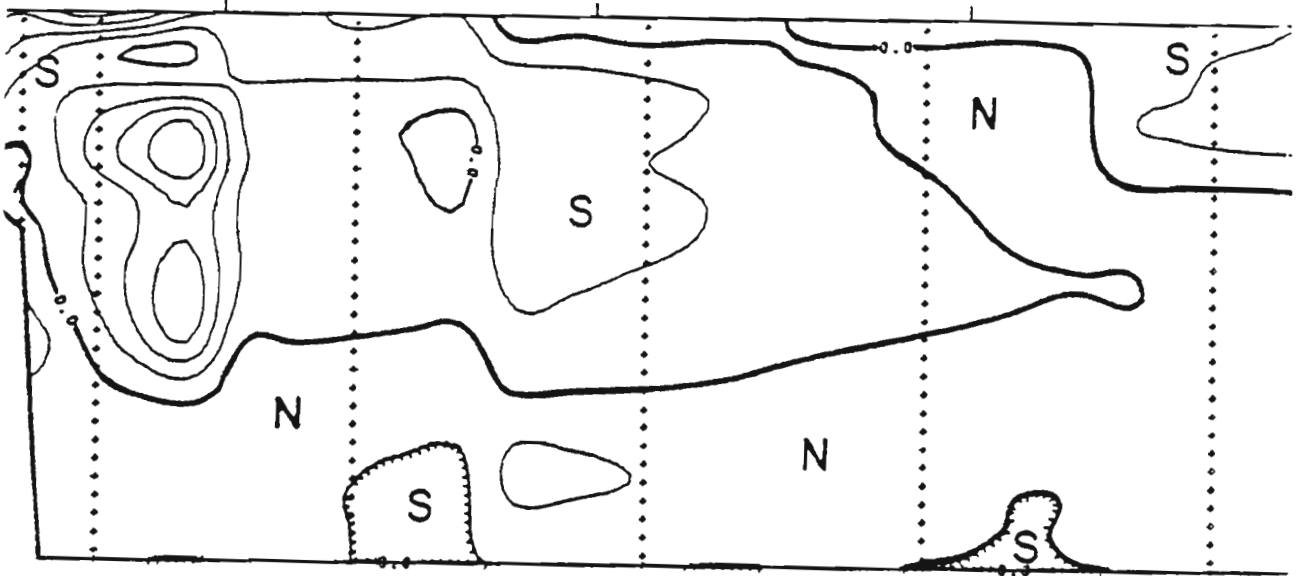
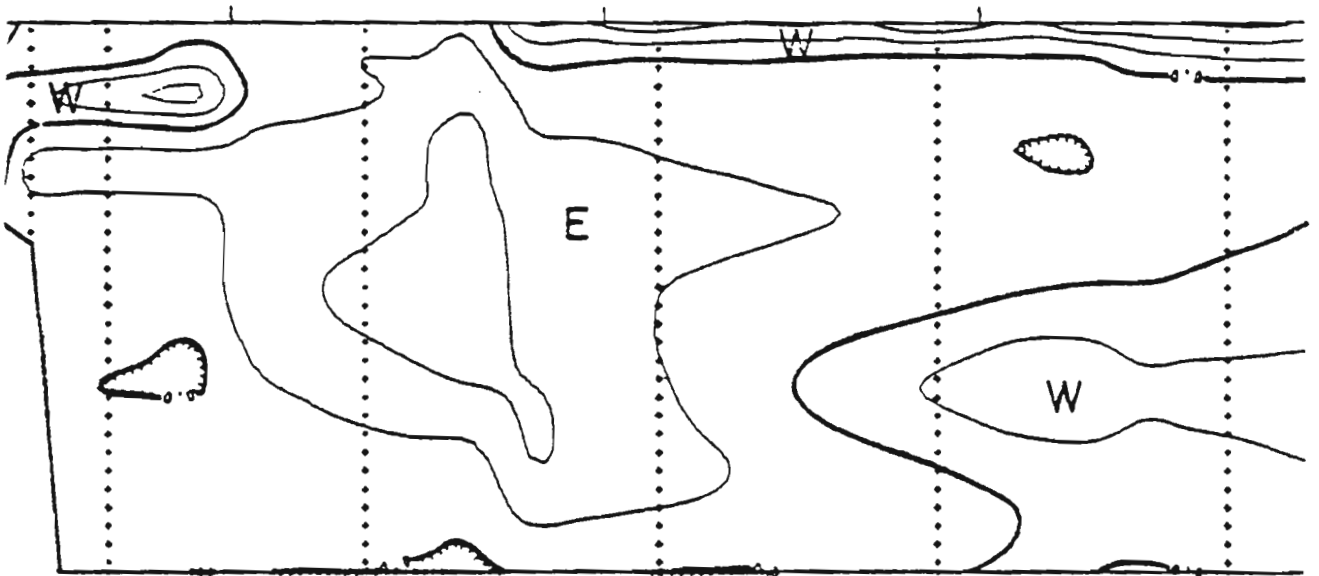


Figure 14 a et b - R P 17 : du 30 septembre au 6 octobre 1974



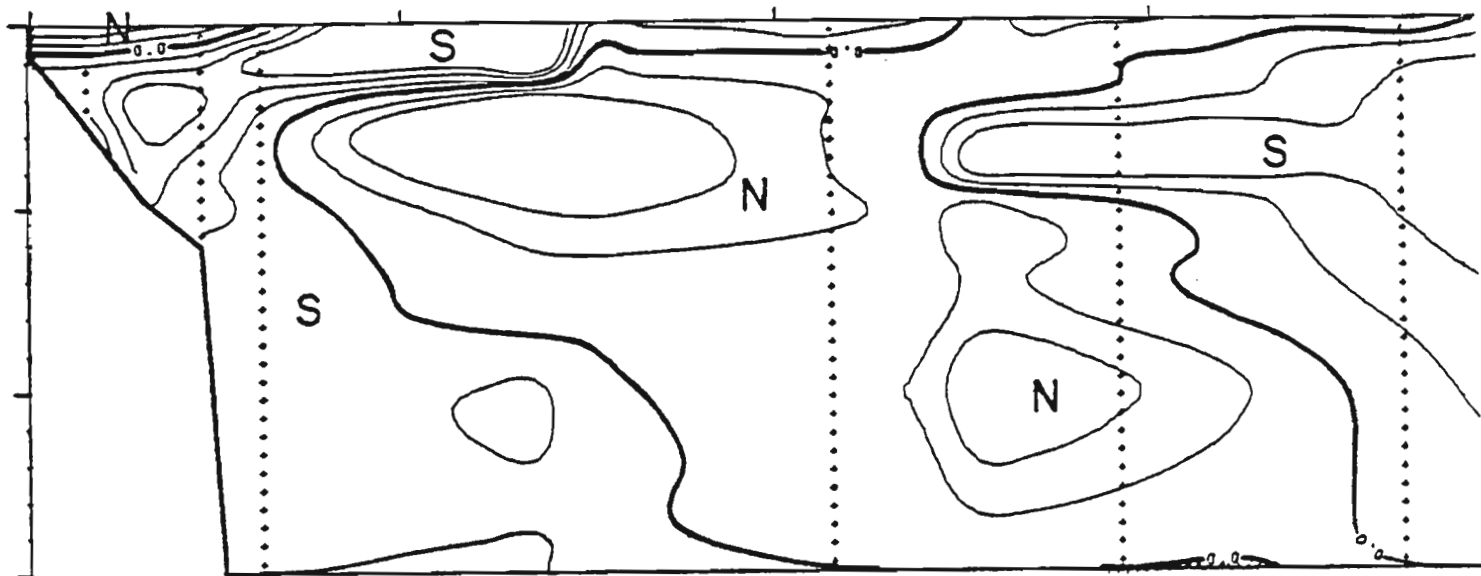
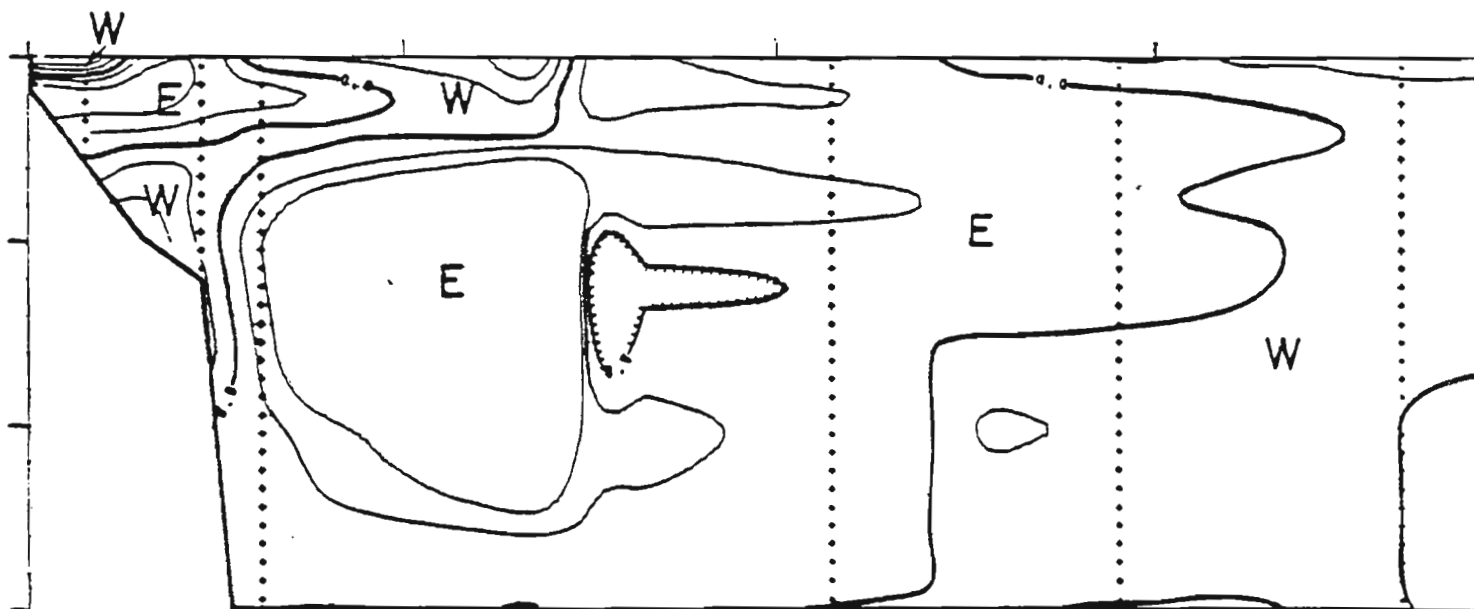


Figure 15 a et b - R P 18 : du 03 au 08 février 1975



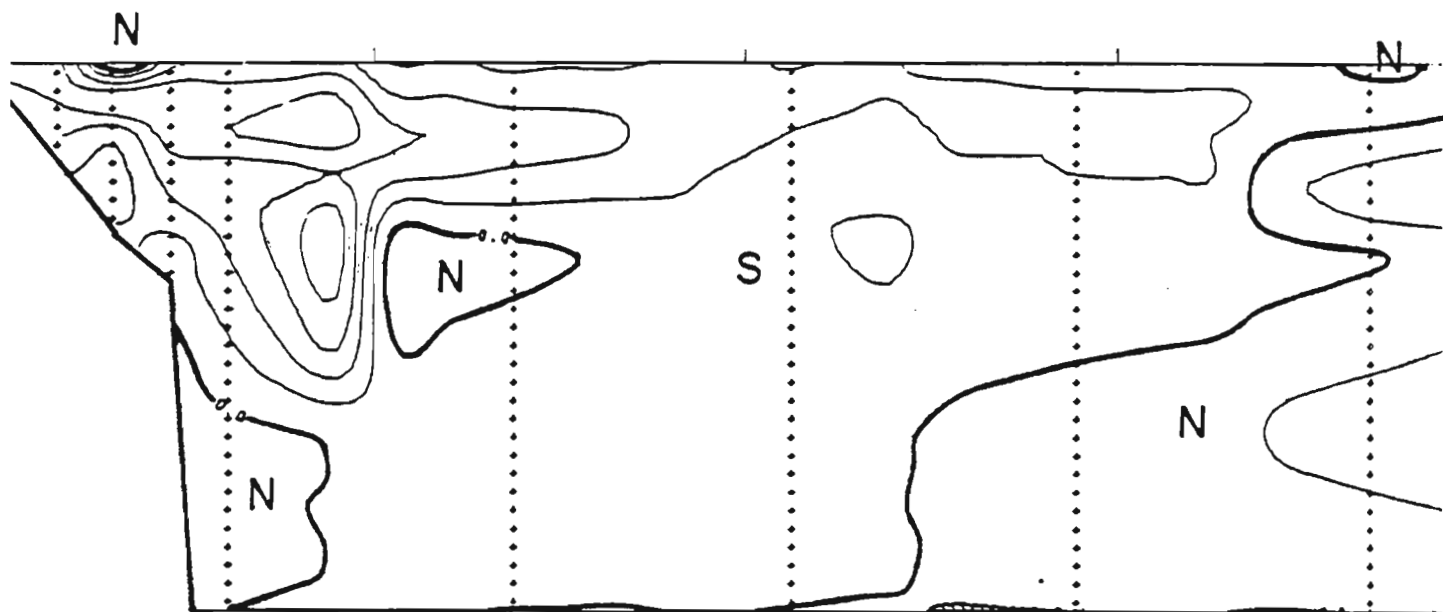
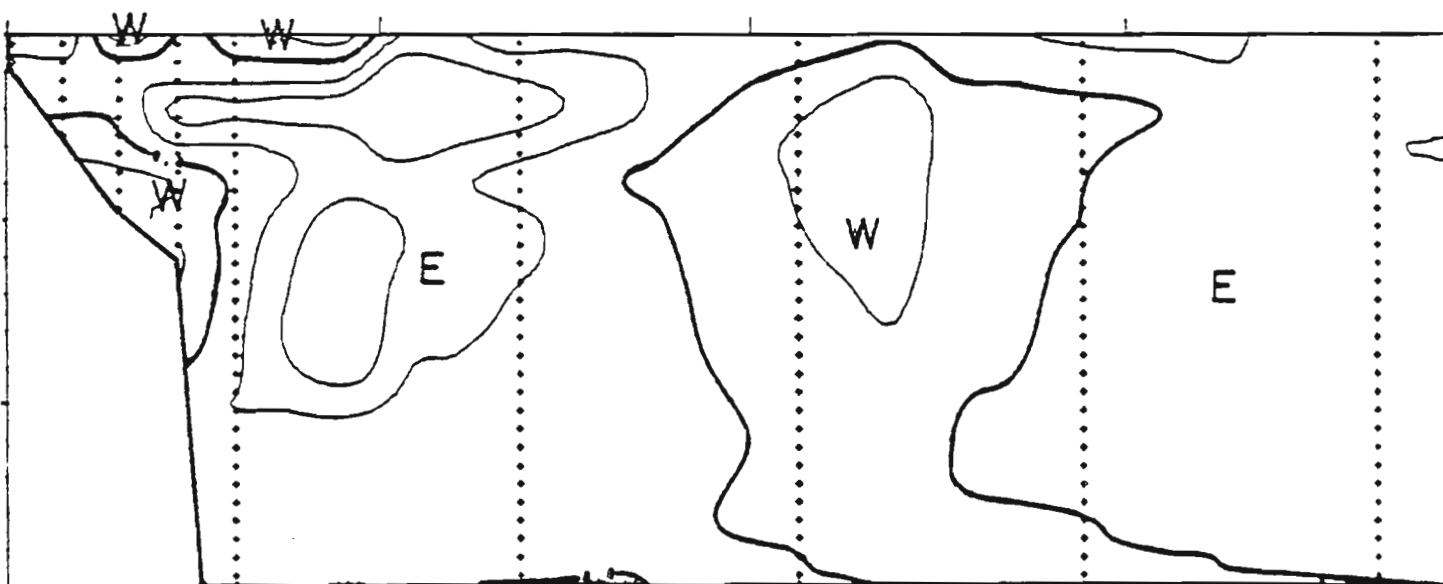


Figure 16 a et b - R P 19 : du 11 au 15 mars 1975



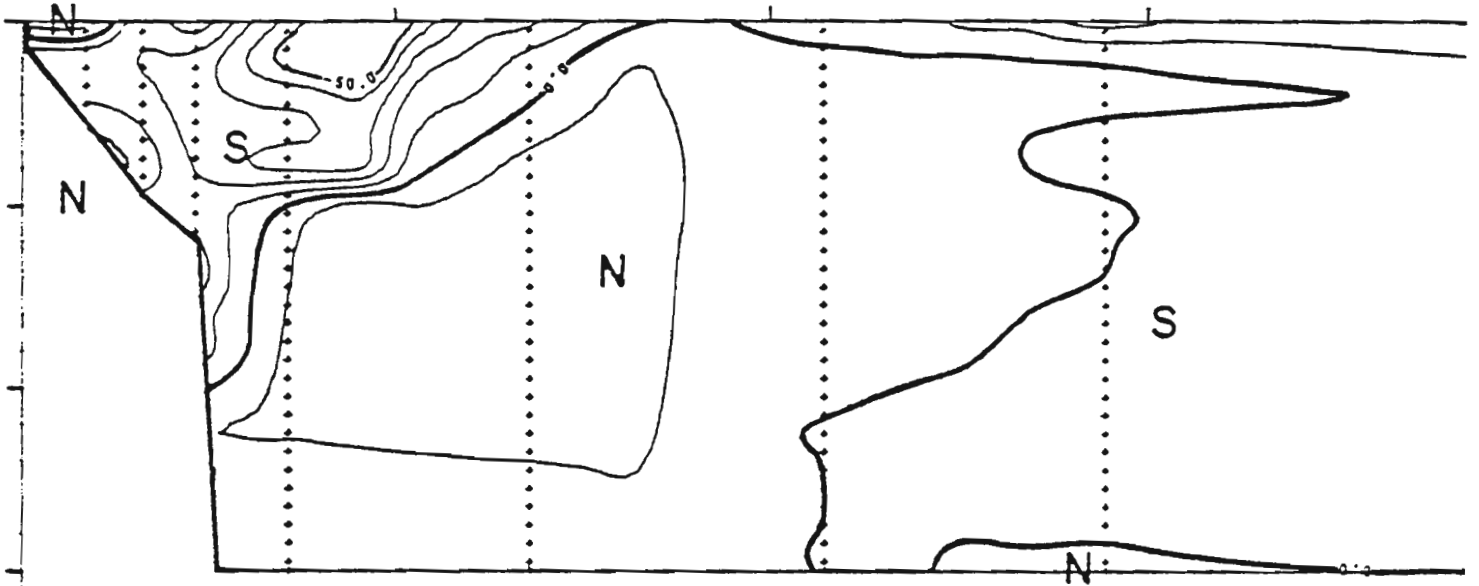
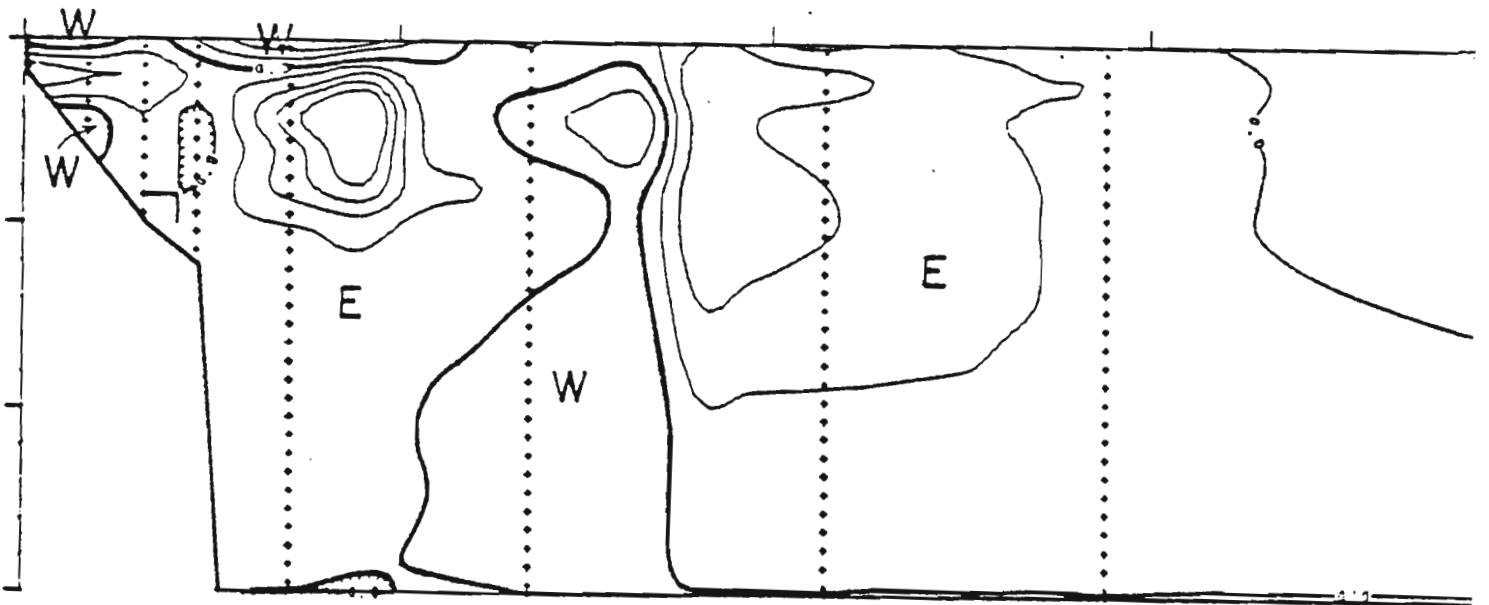


Figure 17 a et b - R P 20 : du 07 au 13 avril 1975



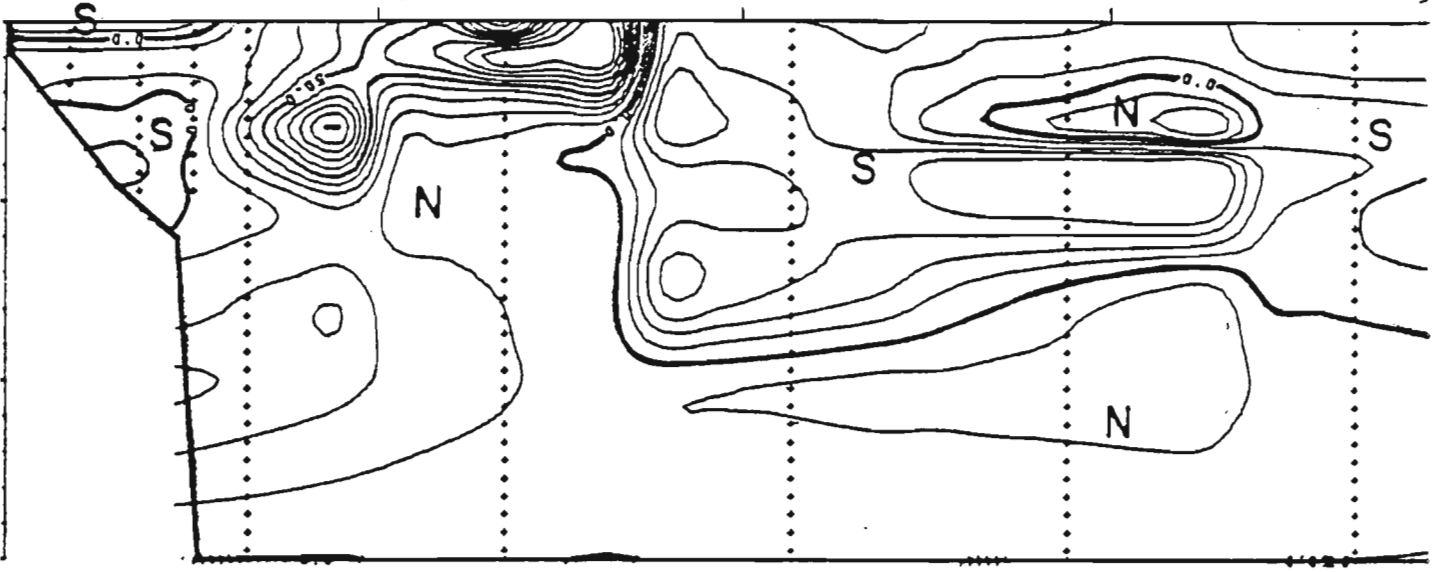


Figure 18 a - R P 21 : du 30 septembre au 04 octobre 1975

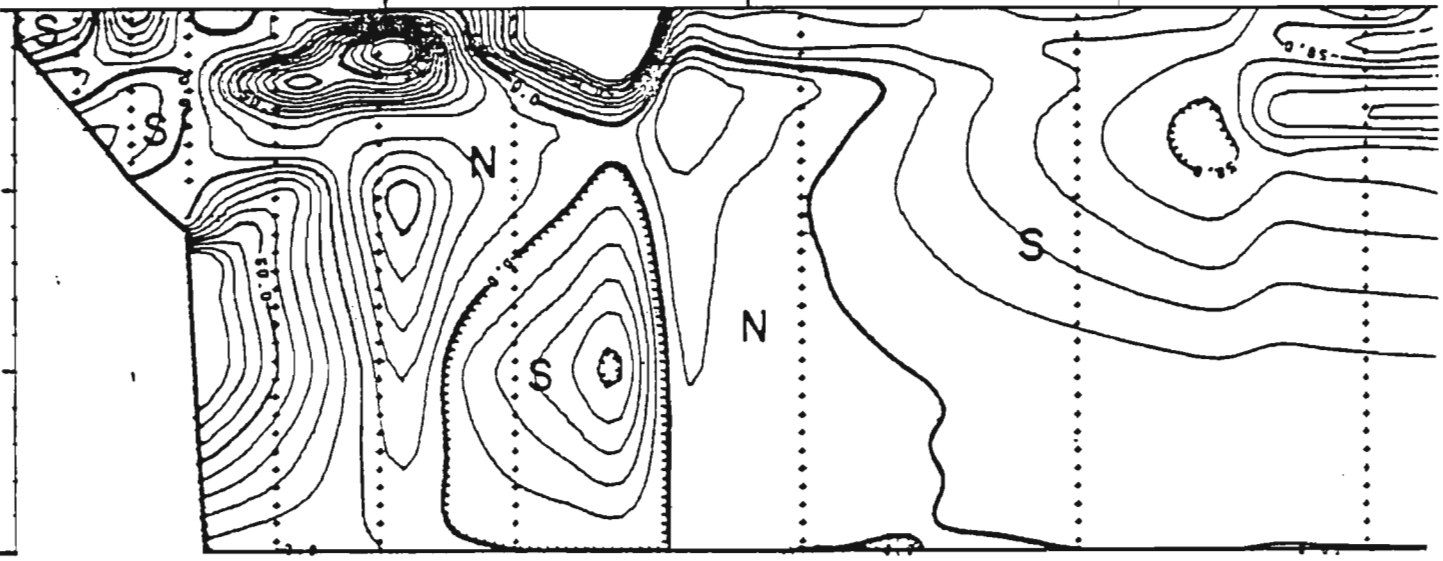


Figure 19 a - R P 22 : du 01 au 05 décembre 1975

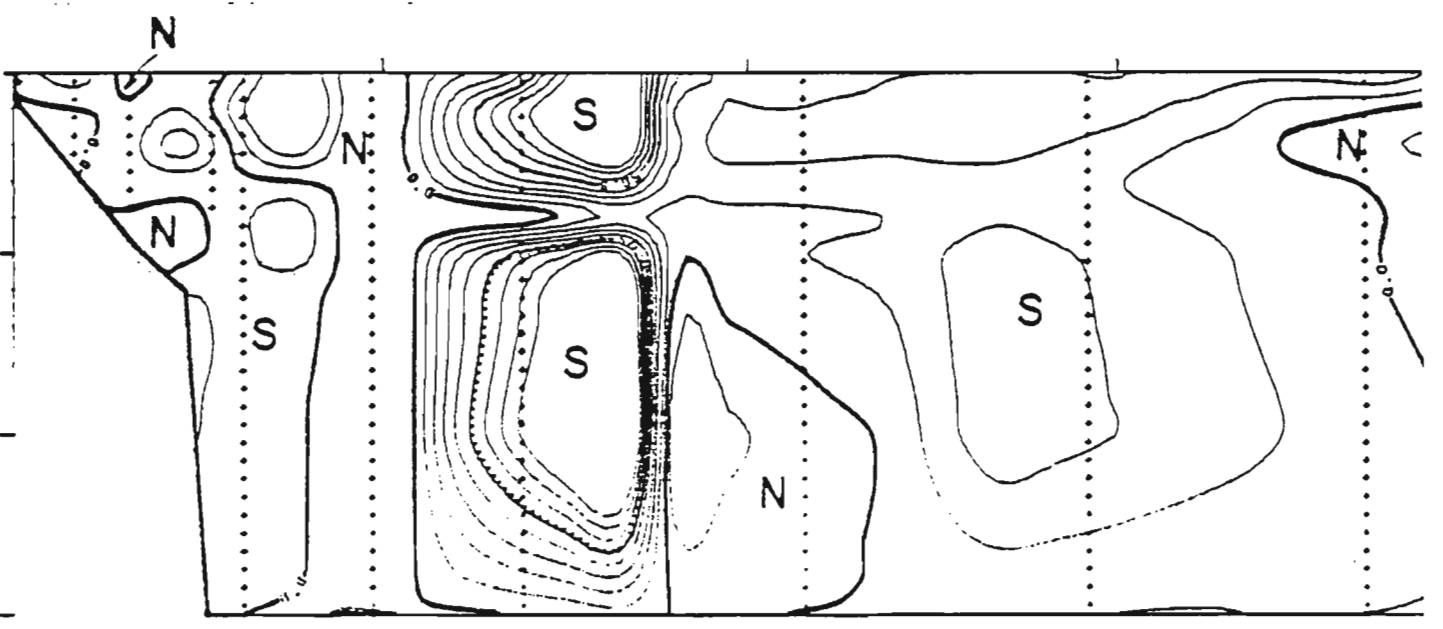


Figure 20 a - R P 23 : du 13 au 17 janvier 1976