

LES ANOMALIES DE L'ENVIRONNEMENT EN 1984
DANS LE GOLFE DE GUINEE

EFFETS POSSIBLES SUR LA CAPTURABILITE DE L'ALBACORE

par

Alain Fonteneau

RESUME

La présente étude met en relation les données de température des couches d'eau superficielles relevées dans le Golfe de Guinée de 1982 à 1987 par les navires marchands, les thoniers et les navires de recherche, et les rendements en albacore des flottilles de senneurs durant la même période. Cette analyse confirme qu'une importante anomalie des structures thermiques superficielles s'est développée dans la zone de pêche des senneurs fin 1983 et en 1984. L'article conclut qu'il est probable que les bas rendements en gros albacores alors observés chez les senneurs étaient dus à cette anomalie. La présence d'une thermocline profonde aurait dans cette hypothèse diminué la capturabilité des gros albacores, soit en rendant leur capture difficile dans la zone de pêche, soit en modifiant le schéma traditionnel des migrations liées à la reproduction du premier trimestre et en réduisant ainsi la biomasse présente dans le secteur.

SUMMARY

This study analyzes the apparent relationship between surface and subsurface temperatures in the Gulf of Guinea from 1982 to 1987 and yellowfin catch rates of purse seiners in the same area and period using oceanic data collected by merchant ships, tuna boats and research vessels. This analysis concludes that there was a significant thermal anomaly in the area at the end of 1983 and during 1984. This anomaly could have been responsible for the low yellowfin catch rates by purse seiners. Two mechanisms can explain the low catch rates. First, the catchability of the adult yellowfin stock could have been reduced because of the greater depth of the thermocline, making their catch more difficult. The second possible effect of the oceanic anomaly could have been a change in the migratory pattern of the adult yellowfin stock related to the seasonal spawning of the stock during the first quarter.

RESUMEN

Este estudio relaciona los datos de la temperatura de las capas de agua superficiales tomadas en el golfo de Guinea de 1982 a 1987 por los barcos mercantes, los atuneros y los buques de investigación, y los rendimientos de rabil de las flotas de cerqueros durante el mismo periodo. Este análisis confirma que a finales de 1983 y en 1984 se ha desarrollado en la zona de pesca de los cerqueros una importante anomalía en las estructuras térmicas superficiales. El artículo concluye diciendo que es probable que los escasos rendimientos de rabiles grandes que se observaron entre los cerqueros se debían a esta anomalía. Según esta hipótesis, la presencia de una termoclina profunda habría disminuido la capturabilidad de los grandes rabiles, bien haciendo que su captura fuera difícil en el caladero, bien modificando el esquema tradicional de las migraciones unidas a la reproducción del primer trimestre, disminuyendo de esta forma la biomasa presente en el sector.

1. INTRODUCTION

Les très bas niveaux des prises par unité d'effort des senneurs en gros albacores fin 1983 et début 1984 ont été la cause principale du départ brutal vers l'Océan Indien de nombreux senneurs français, ivoiriens et espagnols. Les rendements élevés observés dans l'Océan Indien font que cette estimation d'effort de pêche réduit se maintient depuis dans l'Atlantique.

La première hypothèse visant à expliquer les bas rendements en adultes de 1984 était la surexploitation du stock depuis le début des années 1980, qui aurait déprimé en 1984 la biomasse adulte à un niveau critique. Cette hypothèse pessimiste s'est trouvée rapidement démentie par la remontée très rapide des rendements; par ailleurs, il s'est avéré qu'une importante anomalie de l'environnement du type "El Niño" du Pacifique s'est développée dans la région simultanément à la baisse des rendements des senneurs. L'hypothèse a alors été émise par Fonteneau (1989) que cette anomalie de l'environnement, par ailleurs bien décrite par les océanographes physiciens (Philander 1986, Houghton et Colin 1986), aurait été la cause principale de la baisse des rendements. Selon cette hypothèse, le stock, loin d'avoir été très surexploité et d'être à un très bas niveau, n'aurait été que peu capturable par les senneurs. De ce fait le stock aurait été par la suite fin 1984 à un excellent niveau du fait de la mortalité par pêche réduite qu'il avait subie fin 1983 et en 1984.

Le présent article a pour objectif de faire un bilan de l'anomalie des rendements des senneurs, en particulier de la localisation spatio-temporelle de celle-ci et en parallèle un bilan des anomalies de l'environnement dans les zones de pêche. Cette étude est rendue possible par les très nombreuses données sur l'environne-

ment qui ont, par chance, été recueillies simultanément de 1982 à 1984 et dans la zone de pêche, dans le cadre du programme océanographique FOCAL.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Données de l'étude

Les données disponibles sont celles concernant les pêcheries et celles concernant l'environnement.

- Les données afférentes aux pêcheries sont les suivantes:

Les données sur les pêcheries sont les prises par espèces et les efforts des senneurs par quinzaine et par carré de 1°, ainsi que les données de fréquences de tailles disponibles par carré de 5° et par mois. Par ailleurs un fichier a été reconstitué à partir des livres de bord des senneurs pour la période 1980 à 1986, celui des prises d'albacores de plus de 30 kg par quinzaine et carré de 1°. Ce fichier, bien que non standard vis-à-vis des normes de l'ICCAT, s'avère utile à analyser du fait que ce sont principalement les albacores adultes dont les PUE ont été exceptionnellement faibles.

Une représentation graphique synthétique des prises et des rendements par espèce, par quinzaine et secteur de pêche, permet de bien mettre en évidence la localisation et la période de l'anomalie des pêcheries.

- Les données afférentes à l'environnement sont les suivantes:

Les données "moyennes" sur l'environnement dans le Golfe de Guinée sont issues de l'Atlas de Merle 1978. Les données détaillées concernant la période récente couvrent la période janvier 1982 à décembre 1987.

Ces données sont de deux types:

- a) les températures de surface issues de 3 types d'observations:
 - celles des navires de recherche,
 - celles des navires marchands,
 - celles des thoniers (français, ivoiriens, sénégalais, japonais, ghanéens et espagnols).

Toutes ces données ont été filtrées, dans la mesure du possible, d'un certain nombre d'erreurs évidentes (de position, date et températures), puis regroupées en strates mensuelles par secteurs de 2° de latitude et 5° de longitude. Le nombre d'observations ainsi disponibles annuellement est donné au tableau 1.

- b) Les données de températures en fonction de la profondeur (bathythermographes et XBT) sont celles collectées pour la banque de données de l'Atlantique du programme international TOGA, établie au centre IFREMER de Brest. Ces profils sont ceux recueillis par les navires océano-

graphiques ainsi que par les navires marchands équipés de lanceurs d'XBT et gérés par l'ORSTOM. Le nombre de profils ainsi disponibles par secteur et par trimestre est donné aux tableaux 2 à 6.

Ces données d'environnement couvrent la zone de pêche potentielle des albacores, c'est à dire de 25° Nord à 13° Sud, et de 30° Ouest à la côte d'Afrique. Ce fichier permet de calculer par mois et zones de 2° latitude et 5° de longitude divers paramètres:

- la profondeur de l'isotherme 18°C,
- la profondeur du gradient maximum de température,
- l'épaisseur de la couche homogène.

Ces trois paramètres permettent de définir la profondeur et la structure de la thermocline et d'en évaluer les variations et les anomalies spatio-temporelles. Enfin, tous les relevés de températures en fonction de la profondeur étant disponibles individuellement dans la base de données, des tracés de la température en fonction de la profondeur ont été réalisés dans les strates de pêche jugées intéressantes (aux 1^{er} et 4^{ème} trimestres de 1982 à 1984, figures 13 à 17).

2.2 Méthode

La méthode employée a consisté à détecter des anomalies spatio-temporelles de l'activité des pêcheries et de l'environnement, puis à tenter de mettre en relation ces deux types d'observations. Aucune analyse statistique de ces relations n'a été tentée, du fait de la grande hétérogénéité spatio-temporelle de la distribution des données d'environnement et de pêche.

3. LES ANOMALIES DES PECHERIES

Celles-ci sont mise en évidence globalement par les indices de prises par unité d'effort des flottilles de senneurs FIS (France, Côte d'Ivoire, Sénégal) et espagnols, en particulier des indices de rendements en gros albacores.

Divers indices de prises par unité d'effort en fonction du temps ont ainsi été calculés et représentés à la figure 1.

Tous ces indices montrent une baisse importante des rendements en albacores, surtout des rendements des gros albacores de plus de 30 kg. Cette baisse anormale des rendements intervient au dernier trimestre 1983 et se prolonge jusqu'à fin 1984. Les rendements deviennent ensuite normaux et supérieurs à la moyenne à partir de 1985.

Il est aussi nécessaire d'examiner dans quelles zones cette anomalie de rendements s'est développée. A cet effet les statistiques de prises et de rendements par espèce ont été regroupées par quinzaines dans les 12 secteurs de pêche représentés à la figure 2. Les rendements moyens par espèce de la période 1978 à 1986 par quinzaine et zone, sont ainsi représentés à la figure 3 et comparés à ceux des deux

années "critiques" 1983 et 1984. La figure 4 donne le même résultat pour les rendements des gros albacores dans les zones du large.

On constate à l'examen de ces deux figures que:

- 1) durant le 2^{ème} semestre 1983 les rendements en albacores, en particulier des gros individus, sont anormalement faibles dans le secteur situé au sud de l'équateur au large du Cap Lopez ("Equateur sud est").
- 2) durant le 1^{er} semestre 1984, l'anomalie négative des rendements d'albacores se généralise à toute la zone du large, dans les zones Equateur sud ouest, Equateur nord-ouest et Equateur central-sud. C'est habituellement et régulièrement durant les mois de janvier à avril que dans ces secteurs s'observent depuis 1975 les rendements les plus élevés en albacores.
- 3) durant le 2^{ème} semestre, saison de pêche moins importante, les rendements en albacores demeurent faibles et irréguliers.
- 4) durant le 1^{er} semestre 1985, les rendements reviennent à un niveau moyen sauf pour les deux secteurs situés le plus à l'ouest (peu visités par ailleurs), où les rendements restent nuls jusqu'à la mi-mars.
- 5) la situation de la pêcherie redevient ensuite normale.

4. LES ANOMALIES DE L'ENVIRONNEMENT

4.1 Températures de surface

Les températures de surface moyennes aux premier et quatrième trimestres observées dans le secteur sont données aux figures 5 et 6, figures reprises de l'atlas de Merle, 1978.

Les températures de surface moyennes mensuelles par zones de 2° de latitude ont été calculées pour 4 secteurs durant la période 1982-1987:

- secteur ouest: de 25° à 15° ouest
- secteur central: de 15° à 5° ouest
- secteur est: de 5° ouest à 5° est
- secteur Cap Lopez: de 5° est à l'Afrique.

Ces données ont ensuite été représentées par des tracés d'isocontours de températures de surface (figures 7 à 10) dans ces quatre zones. Ce tracé est réalisé automatiquement par ordinateur sans lissage. Aucune interpolation n'est faite dans les strates sans données, celles-ci restent donc "blanches", les isothermes étant interrompus. Afin de bien mettre en évidence les éventuelles anomalies des températures de surface, les eaux chaudes (+ de 28°C) et les eaux froides (- de 23°C) ont été identifiées par une trame caractéristique. Est aussi figurée en légende de ces

quatre figures, la correspondance avec les zones de pêche caractéristiques employées dans la présente étude (figure 2).

Concernant les anomalies éventuelles de la température de surface dans les secteurs de pêche du large, on peut faire les observations suivantes:

- Equateur nord-ouest (figure 7): l'année 1984 a des températures de surface très comparables à celles des autres années étudiées: eaux chaudes supérieures à 27°C jusqu'à Avril, puis léger refroidissement avec des eaux de 25-26°C jusqu'à la fin de l'année.
- Equateur sud-ouest (figure 7): les températures de surface dans ce secteur sont en 1984 typiques de ce secteur, en particulier au premier trimestre 1984, période pendant laquelle des eaux chaudes de 27° à 28°C sont observées en surface.
- Equateur central-sud (figure 8): Les températures sont aussi en 1984 dans ce secteur de type classique: présence d'eaux chaudes, 27° à 29°C de janvier à avril, puis refroidissement des eaux à 24-25°C jusqu'à la fin de l'année.
- Equateur sud-est (figure 9): les températures dans ce secteur sont classiques en début d'année 1984, eaux à 28°C jusqu'à avril, puis anormalement chaudes, entre 24.5°C et 26°C de juin à décembre.
- Cap Lopez (figure 10): la zone du Cap Lopez ne fait pas explicitement l'objet de la présente analyse du fait que les rendements en albacore y ont été "normaux" (Fonteneau et Roy 1987). On doit toutefois noter que les températures de surface dans cette zone ont été très anormales en 1984, avec des eaux chaudes (+25°C) présentes toute l'année dans le secteur (absence du front de Cap Lopez). Ces observations sont voisines de celles de Philander 1986 qui compare les températures de surface en 1983 et 1984 en analysant les températures des cartes GOSSCOMP (combinant les observations par satellite et celles des navires) (figure 11).

4.2. Anomalies de la thermocline

Il existe déjà une bibliographie complète sur les anomalies océanographiques observées durant la période dans l'Atlantique intertropical, en particulier celles concernant la profondeur de la thermocline. On se réfère par exemple à Houghton et Colin 1986 (article dont est reprise la figure 12) qui notent l'anomalie de la thermocline en saison chaude par 4° Ouest au premier trimestre 1984.

Afin de mettre en évidence les éventuelles anomalies de la structure thermique des couches superficielles dans les zones de pêche durant la période, la profondeur moyenne de la thermocline a été calculée dans chacune des principales zones de pêche (tableaux 2 à 6).

Cette profondeur de la thermocline est calculée par trimestre selon trois méthodes: profondeur de l'isotherme 18°C, profondeur de la couche thermiquement homogène et profondeur du gradient maximum de température. Le nombre d'observations sur lesquelles repose les calculs est aussi donné aux mêmes tableaux. La comparaison de ces résultats entre eux et avec les structures hydrologiques moyennes données par Merle 1978 permettent de déterminer où et quand ont pu se produire les anomalies de la thermocline. Les profils de températures en fonction de la profondeur qui correspondent pour chaque secteur durant les premier et quatrième trimestres à ces tableaux 2 à 6, sont tracés aux figures 13 à 17. Ces figures ont pour objectif de bien visualiser les profils et la variance des profils thermiques "normaux" et ceux des situations "anormales".

On note que ces divers paramètres montrent l'existence d'une anomalie qui se développe dans toute la région fin 1983 et début 1984. La plupart des indices indiquent ainsi une immersion de la thermocline plus importante et un accroissement de l'épaisseur de la couche homogène au quatrième trimestre 1983 et au premier trimestre 1984.

5. DISCUSSION DES RESULTATS

L'analyse conjointe des statistiques de pêche des thoniers senneurs et des données de l'environnement révèle qu'il y a eu dans les zones de pêche traditionnelles une importante anomalie comparable au phénomène El Niño du Pacifique, et qui a touché tant la pêche que l'environnement. L'anomalie de l'environnement se caractérise par la présence d'un excès d'eaux chaudes en surface et une thermocline anormalement profonde à un degré variable selon la zone et les périodes. Le lien entre la thermocline profonde et la forte baisse des rendements en gros albacores pendant le premier trimestre 1984 semble probable, même en l'absence d'une étude statistique exhaustive entre la profondeur de la thermocline et les rendements. Cette analyse statistique est rendue impossible par la courte série d'observations disponibles et par la non-concordance des opérations de pêche et des profils thermiques. Il faut garder à l'esprit le fait que les concentrations exploitées au premier trimestre dans la zone du large sont considérées comme étant des concentrations de ponte. Ceci est clairement montré par les indices gonadosomatiques élevés de ces albacores aux premiers trimestres (Bard 1989). L'importante anomalie de l'environnement aurait pu avoir sur ces concentrations divers effets hypothétiques:

Hypothèse 1: Modification de la grande migration des adultes au quatrième trimestre entre l'Atlantique central et la zone de ponte du Golfe de Guinée; dans cette hypothèse la biomasse d'adultes serait par exemple restée dans l'Atlantique central, donc non accessible, suite à l'anomalie de l'environnement dont les effets se seraient aussi fait sentir hors du Golfe de Guinée.

Hypothèse 2: Les albacores auraient été présents dans la zone, mais le comportement de ceux-ci aurait été modifié dans la zone de ponte du fait des conditions

océanographiques anormales; dans cette hypothèse les albacores auraient été par exemple plus dispersés, donc moins disponibles pour les senneurs.

Hypothèse 3 (Variante de l'hypothèse 2): les albacores présents dans la zone auraient été regroupés en concentrations de ponte habituelles, mais plus mobiles verticalement du fait de la grande profondeur de la thermocline. Un tel effet a été déjà montré dans le Pacifique est pour le listao (Evans *et al.*, 1981). Une telle réduction de la capturabilité des thons s'expliquerait dans ce cas simplement par la réduction de l'effet de barrière thermique lié à l'approfondissement de la thermocline. Ceci peut être d'autant plus le cas dans la pêcherie du Golfe de Guinée où les senneurs sont équipés de sennes "classiques" qui se referment entre 70 et 90 mètres de profondeur, contrairement aux sennes du Pacifique ouest qui sont conçues pour travailler entre 100 et 200 mètres de profondeur.

Quelle que soit l'hypothèse retenue, l'existence d'une anomalie importante de l'environnement dans les zones du large est maintenant clairement mise en évidence. La réduction de la capturabilité des thons qu'elle a provoqué semble devoir être l'hypothèse à retenir, même si dans le détail plusieurs explications peuvent être avancées pour interpréter les effets de l'environnement sur les rendements des senneurs.

On doit noter par ailleurs que les cohortes nées dans l'Atlantique est en 1984 et 1985 semblent faibles et très atypiques en termes de leurs dates de naissance: le suivi des filiations modales des ces deux faibles cohortes s'avère ainsi impossible dans l'Atlantique est (Capisano et Fonteneau 1989), suggérant fortement une ponte anormale plus étalée dans le temps lors de ces deux années, surtout en 1984. La faiblesse de ces deux cohortes est très probablement reliée aux anomalies de l'environnement observées durant la période.

6. CONCLUSION

L'anomalie océanographique d'un type analogue aux phénomènes d'"El Niño" observés dans le Pacifique, est désormais bien mise en évidence dans l'Atlantique Est fin 1983 et en 1984. Ses effets sur la baisse des rendements d'albacore par les senneurs semblent très probables. Il importe toutefois de mener à bien une analyse plus compréhensive et globale de la nature de l'anomalie environnementale, de son calendrier et de sa distribution géographique. Les excellentes et très complètes données recueillies, tant par les océanographes physiciens que par les biologistes des pêches, fournissent une base de données potentielles excellente pour ces études.

Le problème reste toutefois de bien comprendre et de bien modéliser ces relations; à cet effet les récents modèles mathématiques de simulations du milieu physique (Morlière 1990) devraient fournir le jeu complet de données sur l'environnement bien interpolées dans le temps et dans l'espace, qui permettront les études statistiques complètes des relations entre rendements des albacores et environnement dans le secteur du large.

Ces études devront naturellement prendre en compte les effets retards très classiques dans ce genre de problèmes qui font que la situation des thons au temps "t" à la position "z" peut dépendre des conditions antérieures dans des zones plus ou moins voisines (Mendelsshon et Roy, 1986).

Outre ces effets retards probables, il faut garder à l'esprit que les relations thon-environnement ne sont probablement pas linéaires, et que toute analyse statistique fine du problème devra prendre en compte cet élément (Cury et Roy 1989).

BIBLIOGRAPHIE

- Bard, F. X. et C. Capisano, 1991. Actualisation des connaissances sur la reproduction de l'albacore (*Thunnus albacares*) en Océan Atlantique. Ce volume.
- Capisano, C. et A. Fonteneau, 1991. Analyse des fréquences de longueur, du sex-ratio et des zones de reproduction de l'albacore, *Thunnus albacares*, de l'Atlantique. Ce volume.
- Cury, P. and C. Roy, 1989. Optimal Environmental Window and Pelagic Fish Recruitment Success in Upwelling Areas. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, Vol. 46, 4, p. 670-680.
- Evans, R. H., D. R. McLain and R. A. Bauer, 1981. Atlantic Skipjack Tuna: Influences of Mean Environmental Conditions on Their Vulnerability to Surface Fishing Gear. *Mar. Fish. Rev.* 43 (6):1-11.
- Fonteneau, A., 1989. Environnement et thons tropicaux de l'Atlantique: Introduction au problème. *ICCAT Rec. Doc. Sci.* XXX(1):104-117.
- Fonteneau, A. et C. Roy, 1987. Pêche thonière et anomalies climatiques de l'environnement dans l'Atlantique tropical centre-est en 1984. *ICCAT Rec. Doc. Sci.* XXVI(1):228-236.
- Houghton, R. W. et C. Colin, 1986. Thermal Structure Along 4°W in the Gulf of Guinea During 1983-1984. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 91, n° C10, pp. 11727-11739.
- Mendelsshon, R. et C. Roy, 1986. Environmental Influence on the French, Ivorian, Senegalese and Moroccan Tuna Catches in the Gulf of Guinea. *In ICCAT Proceedings of International Skipjack Year Program*:170-188.
- Merle, J., 1978. Atlas hydrologique saisonnier de l'Océan Atlantique intertropical. Travaux et doc. ORSTOM, n° 82.
- Morlière, A., 1990. Utilisation de la modélisation numérique par une observation permanente de l'océan. *ICCAT Rec. Doc. Sci.* Vol. XXXII(1):137-146.

Philander, G., 1986. Unusual Conditions in the Tropical Atlantic Ocean in 1984.
Nature, vol. 322:236-238.

Tableau 1. Nombres annuels de relevés de températures de surface disponibles dans la présente étude (25° nord à 13° sud, 30° ouest à 15° est).

Table 1. Annual surface temperature readings available in the present study (25°N to 13°S, 30°W to 15°E).

1982	1983	1984	1985	1986	1987
37055	38366	33026	22684	38132	44319

Tableau 2. Caractéristiques trimestrielles moyennes de la thermocline dans le secteur équateur nord-ouest et nombre d'observations.

Table 2. Average quarterly characteristics of the thermocline in the north-west equatorial area and number of observations.

ANNEE	TRIM	PROF 18 ²	EPAISSEUR COUCHE	PROFOND. GRAD MAX	NOMBRE BATHY.
1982	1	69	42	58	16
1982	2	77	37	57	15
1982	3	84	51	72	24
1982	4	96	58	80	41
1983	1	74	36	56	43
1983	2	74	37	62	55
1983	3	95	57	79	78
1983	4	108	70	96	13
1984	1	100	33	72	23
1984	2	82	42	62	37
1984	3	94	58	79	43
1984	4	77	56	69	11
1985	1	-	-	-	0
1985	2	-	-	-	0
1985	3	-	-	-	0
1985	4	91	47	87	7
1986	1	-	-	-	0
1986	2	-	-	-	0
1986	3	-	-	-	0
1986	4	113	68	86	16
1987	1	65	21	52	3
1987	2	80	59	70	17
1987	3	80	56	66	3
1987	4	-	-	-	0

Tableau 3. Caractéristiques trimestrielles moyennes de la thermocline dans le secteur équateur sud-ouest et nombre d'observations.

Table 3. Average quarterly characteristics of the thermocline in the south west equatorial area and number of observations.

ANNEE	TRIM	PROF 18°	EPAISSEUR COUCHE	PROFOND. GRAD MAX	NOMBRE BATHY.
1982	1	74	42	61	15
1982	2	75	45	56	27
1982	3	64	49	54	10
1982	4	89	64	77	45
1983	1	78	44	64	65
1983	2	70	42	59	45
1983	3	89	66	78	88
1983	4	92	75	86	29
1984	1	103	68	89	21
1984	2	71	41	53	30
1984	3	79	55	65	34
1984	4	85	60	67	12
1985	1	80	50	77	1
1985	2	59	37	41	9
1985	3	48	39	41	9
1985	4	-	-	-	0
1986	1	-	-	-	0
1986	2	-	-	-	0
1986	3	-	-	-	0
1986	4	-	-	-	0
1987	1	-	-	-	0
1987	2	68	44	52	16
1987	3	82	68	73	2
1987	4	-	-	-	0

Tableau 4. Caractéristiques trimestrielles moyennes de la thermocline dans le secteur équateur centre-sud et nombre d'observations.

Table 4. Average quarterly characteristics of the thermocline in the south central equatorial area and number of observations.

<i>ANNEE</i>	<i>TRIM</i>	<i>PROF 18°</i>	<i>EPAISSEUR COUCHE</i>	<i>PROFOND. GRAD MAX</i>	<i>NOMBRE BATHY.</i>
1982	1	57	31	44	19
1982	2	55	29	42	23
1982	3	51	31	46	32
1982	4	71	40	59	16
1983	1	60	29	47	20
1983	2	60	34	48	11
1983	3	61	41	53	7
1983	4	74	44	65	7
1984	1	77	36	63	14
1984	2	61	28	48	28
1984	3	52	30	42	34
1984	4	-	-	-	0
1985	1	58	29	46	21
1985	2	52	28	39	31
1985	3	41	24	36	20
1985	4	62	33	52	17
1986	1	64	34	47	5
1986	2	38	18	27	7
1986	3	42	20	34	24
1986	4	53	32	49	13
1987	1	68	32	52	15
1987	2	57	31	45	17
1987	3	62	39	56	12
1987	4	62	37	57	6

Tableau 5. Caractéristiques trimestrielles moyennes de la thermocline dans le secteur équateur sud-est et nombre d'observations.

Table 5. Average quarterly characteristics of the thermocline in the south-east equatorial area and number of observations.

<i>ANNEE</i>	<i>TRIM</i>	<i>PROF 18°</i>	<i>EPAISSEUR COUCHE</i>	<i>PROFOND. GRAD MAX</i>	<i>NOMBRE BATHY.</i>
1982	1	-	-	-	0
1982	2	-	-	-	0
1982	3	20	13	18	6
1982	4	58	32	44	15
1983	1	56	17	34	18
1983	2	45	26	36	97
1983	3	51	31	42	17
1983	4	60	36	51	27
1984	1	84	31	58	38
1984	2	59	23	37	58
1984	3	41	24	33	81
1984	4	79	40	59	7
1985	1	50	29	33	2
1985	2	31	26	27	2
1985	3	27	22	25	2
1985	4	42	33	35	5
1986	1	53	36	40	1
1986	2	65	38	59	6
1986	3	37	27	32	9
1986	4	47	32	36	7
1987	1	42	30	32	5
1987	2	54	38	44	5
1987	3	35	26	32	8
1987	4	60	43	53	3

ICCAT: YYP

Tableau 6. Caractéristiques trimestrielles moyennes de la thermocline dans le secteur Cap Lopez et nombre d'observations.

Table 6. Average quarterly characteristics of the thermocline in the Cap Lopez area and number of observations.

ANNEE	TRIM	PROF 18°	EPAISSEUR COUCHE	PROFOND. GRAD MAX	NOMBRE BATHY.
1982	1	0	0	0	0
1982	2	0	0	0	0
1982	3	26	16	19	9
1982	4	66	30	38	14
1983	1	65	12	17	13
1983	2	64	12	16	10
1983	3	36	25	30	11
1983	4	64	31	38	13
1984	1	116	32	52	11
1984	2	84	11	20	18
1984	3	50	23	27	23
1984	4	64	22	29	4
1985	1	-	-	-	0
1985	2	-	-	-	0
1985	3	-	-	-	0
1985	4	-	-	-	0
1986	1	-	-	-	0
1986	2	-	-	-	0
1986	3	-	-	-	0
1986	4	-	-	-	0
1987	1	-	-	-	0
1987	2	-	-	-	0
1987	3	-	-	-	0
1987	4	-	-	-	0

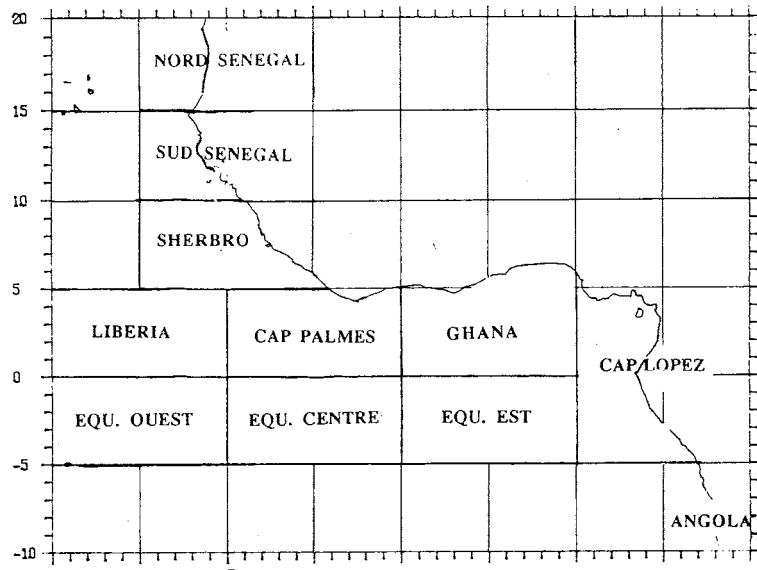


Fig. 2. Zones de pêche retenues pour l'étude des relations entre les anomalies de rendements et de l'environnement.

Fig. 2. Fishing areas used in the study of relationships between the anomalies in catch rates and in the environment.

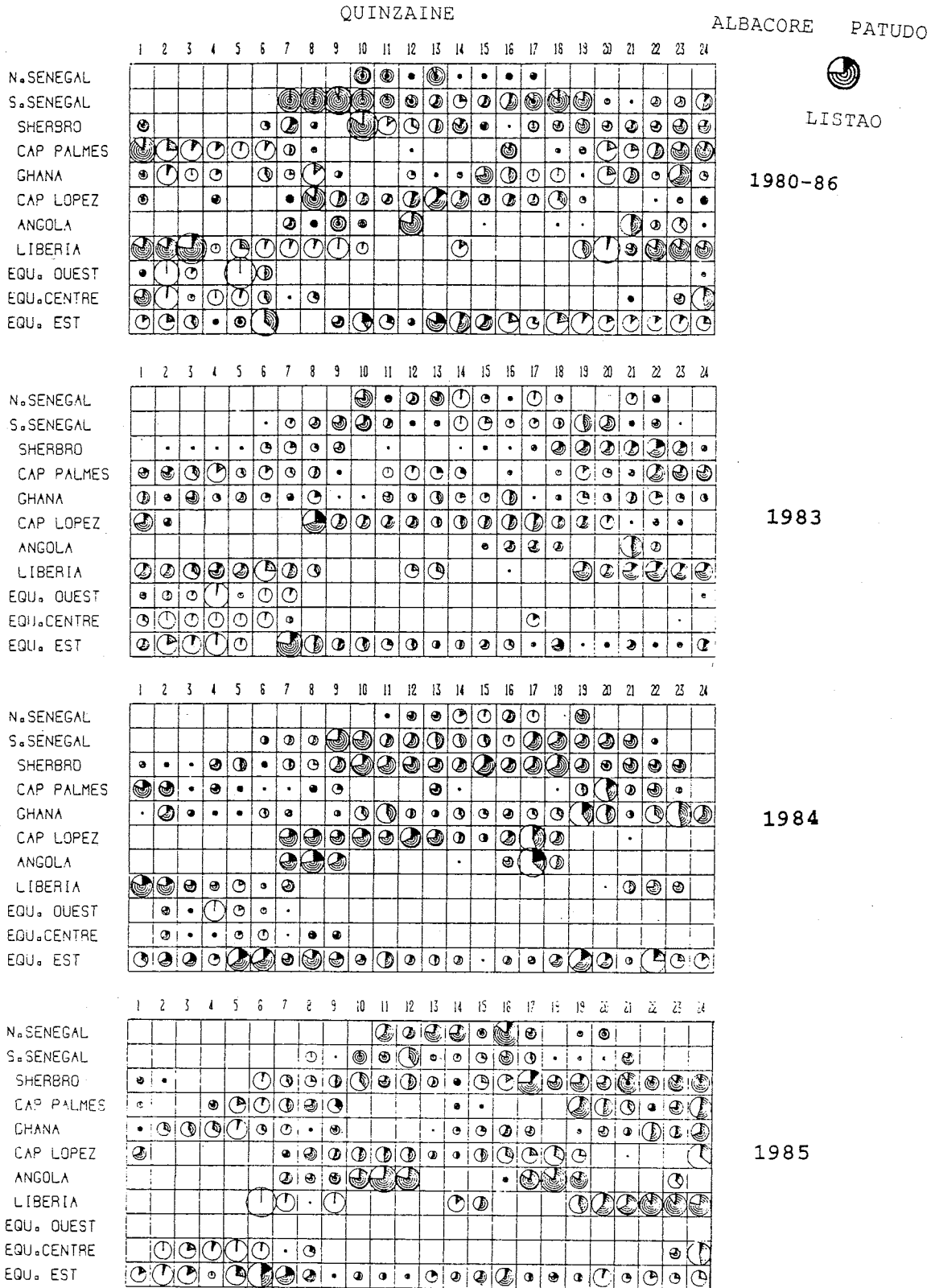


Fig. 3. Rendements par espèce des senneurs, tous pays, par quinzaine et zone de pêche durant la période 1980 à 1986 (haut) et durant les années 1983, 1984 et 1985.

Fig. 3. Catch rates by species for purse seiners, all countries, by 15-day periods and by fishing area for 1980 to 1986 (topmost figure) and for 1983, 1984 and 1985.

QUINZAINE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
LIBERIA	⊙	⊙	⊙	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕		⊕	⊕	⊕				⊙	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
EQU. OUEST	⊕	⊕	⊙	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕																⊕
EQU. CENTRE	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕											⊕	•	•	•	⊕
EQU. EST	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕		•	•	⊕	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕

⊕ 10 T/J.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
LIBERIA										⊕			•	⊕	⊕	⊙	⊕	⊕			⊕			
EQU. OUEST						•	⊕	⊙	⊙	⊙	•	•		⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕				
EQU. CENTRE				•	⊙	⊕	⊕	⊙	⊙									⊕	•	⊙	⊙		•	
EQU. EST		•	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕			⊕	⊕	⊕	⊕		⊙			⊕	⊕		⊕		•

83

LIBERIA	⊙	⊙	•	•	⊕	•																⊕	⊙	•
EQU. OUEST			•	⊕	⊕	⊙																		
EQU. CENTRE			•	⊙		⊕																		
EQU. EST	⊕	⊕	⊕	⊕						•	⊕	⊙	⊙								⊙		⊕	⊕

84

LIBERIA						⊕	⊕	•	⊕					⊕	⊙					⊕	⊕	⊕	•	⊙	⊕
EQU. OUEST																									
EQU. CENTRE		⊕	⊕	⊕	⊕	⊕																	•	⊕	
EQU. EST	⊕	⊕	⊕							⊙	•	•	⊕							⊙	⊕	⊕	⊕	⊕	

85

Fig. 4. Rendements en gros albacores des senneurs, par quinzaine et zone de pêche, moyenne de la période 1980 à 1986 (haut) et durant les années 1983, 1984 et 1985 dans les quatre secteurs du large.
 Fig. 4. Catch rates of large yellowfin taken by purse seiners, by 15-day periods and fishing area, mean for the period 1980 to 1986 (topmost figure) and for 1983, 1984 and 1985 in the four off-shore areas.

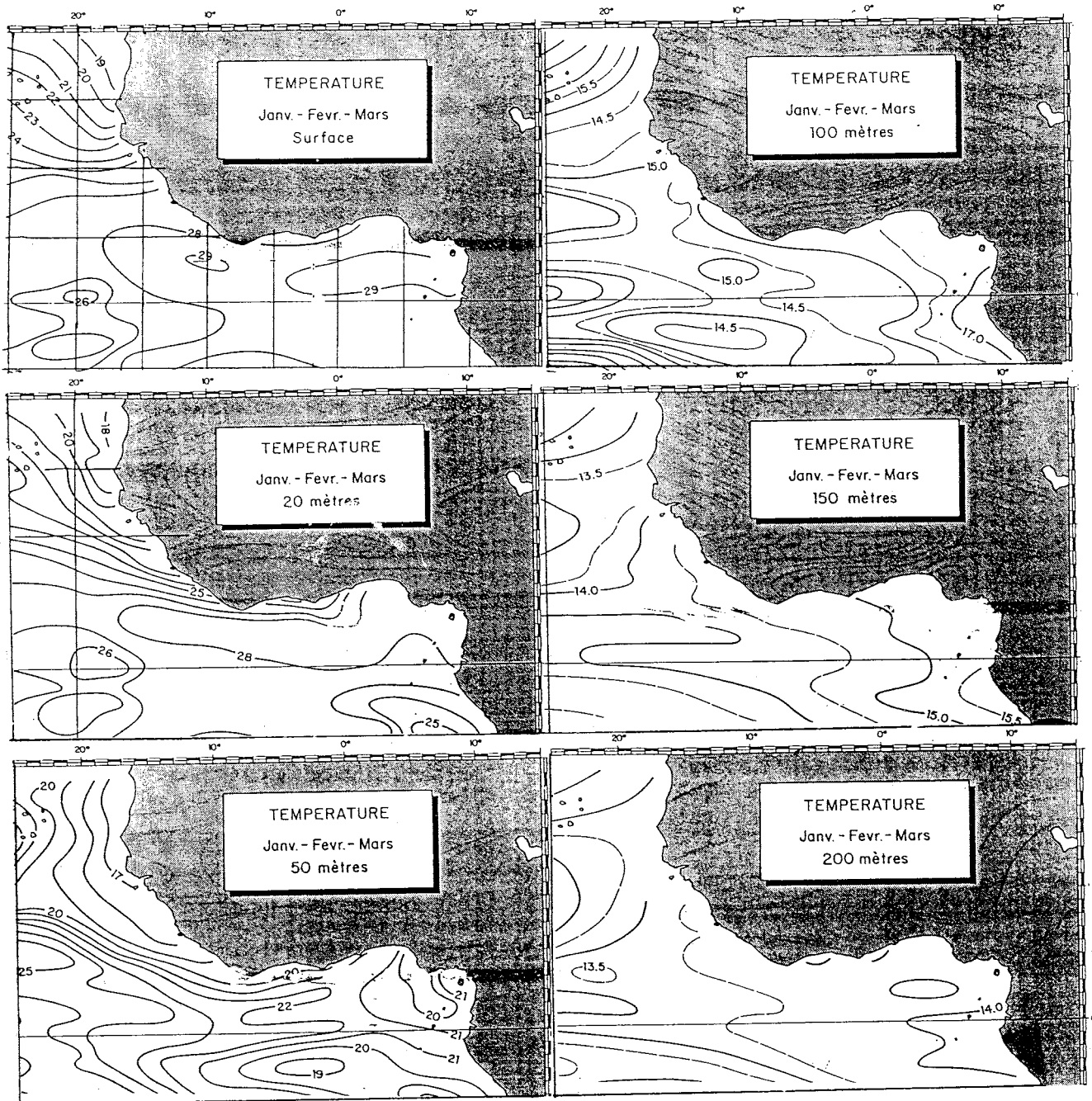


Fig. 5. Isothermes moyens au premier trimestre dans la zone d'étude en surface, à 20, 50, 100 et 200 m (d'après Merle 1976).

Fig. 5. Mean isotherms of the first quarter in the surface area studied, at 20, 50, 100 and 200 m (from Merle 1976).

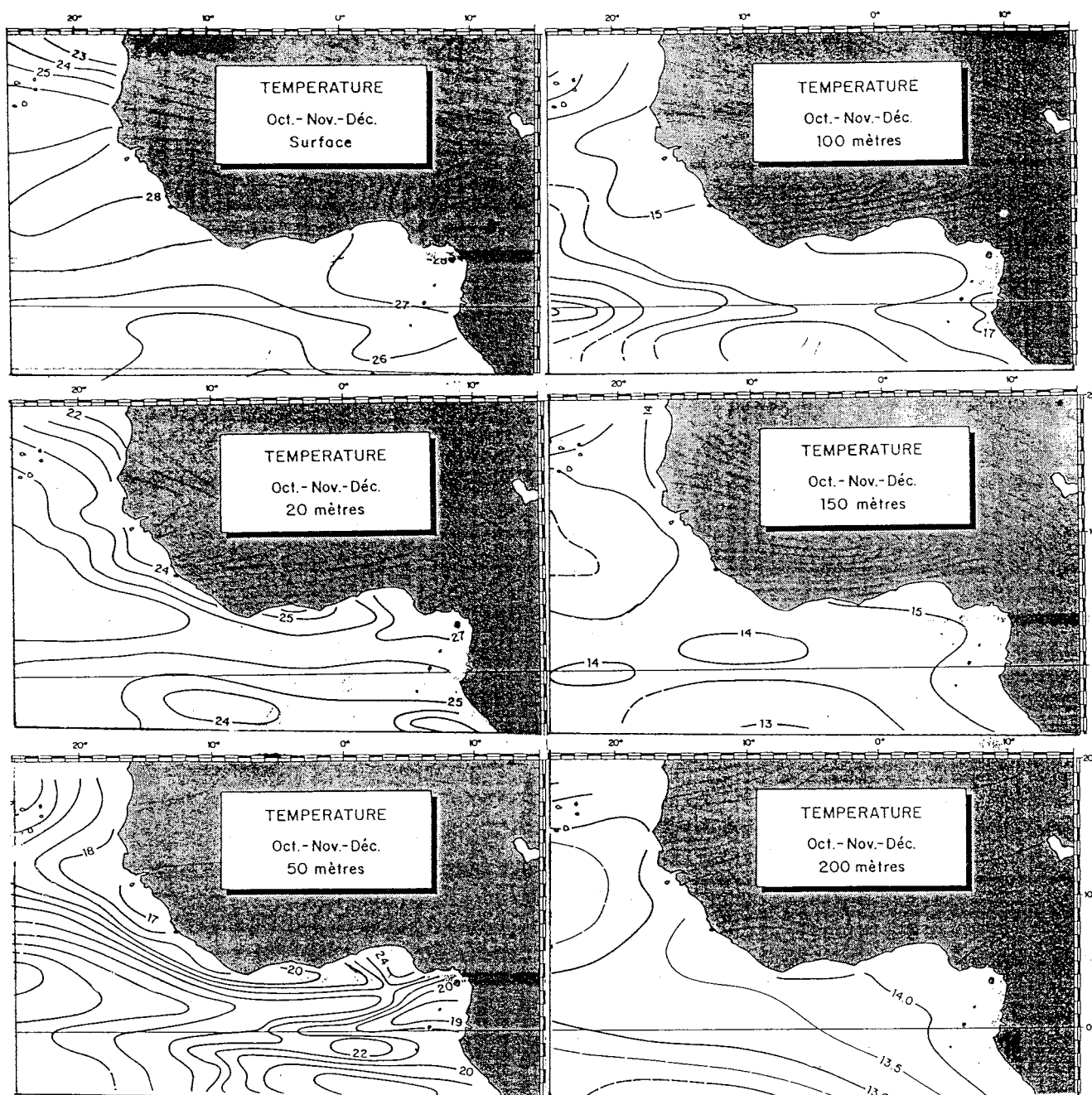


Fig. 6. Isothermes moyens au quatrième trimestre dans la zone d'étude en surface, à 20, 50, 100 et 200 m (d'après Merle 1976).

Fig. 6. Mean isotherms of the fourth quarter in the surface area studied, at 20, 50, 100 and 200 m (from Merle 1976).

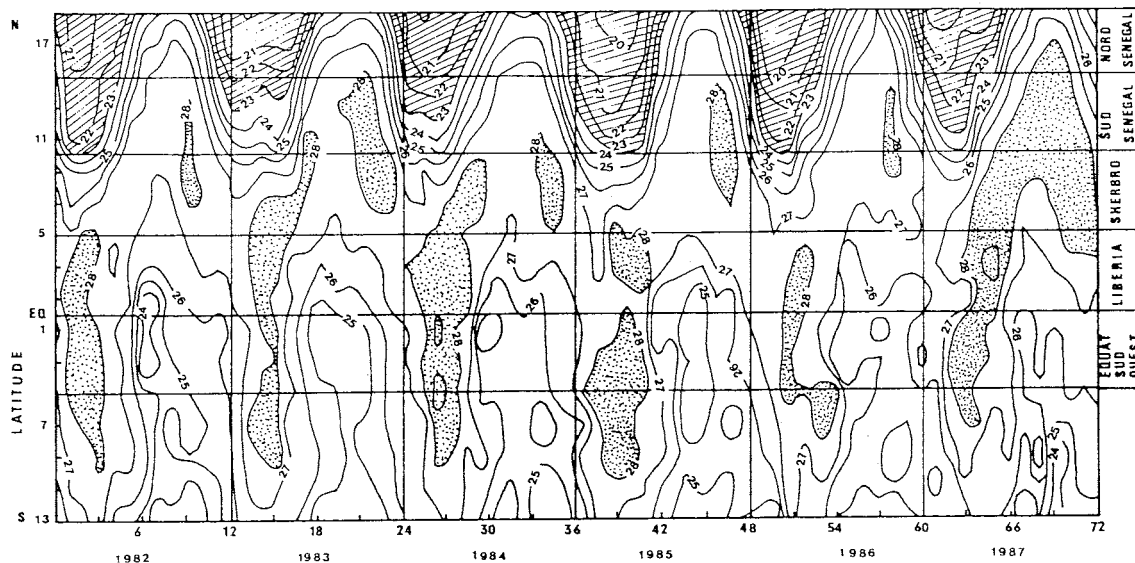


Fig. 7. Isothermes de surface mensuels par latitude dans la zone 15° à 25° Ouest de 1982 à 1987.
 Fig. 7. Monthly surface isotherms by latitude in the area 15° to 25°W from 1982 to 1987.

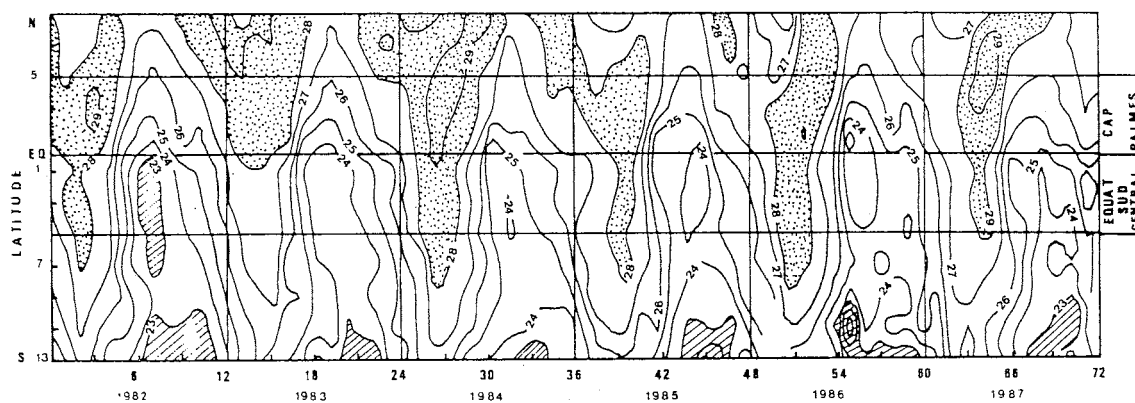


Fig. 8. Isothermes de surface mensuels par latitude dans la zone entre 5° et 15° Ouest de 1982 à 1987.
 Fig. 8. Monthly surface isotherms by latitude in the area between 5° and 15°W from 1982 to 1987.

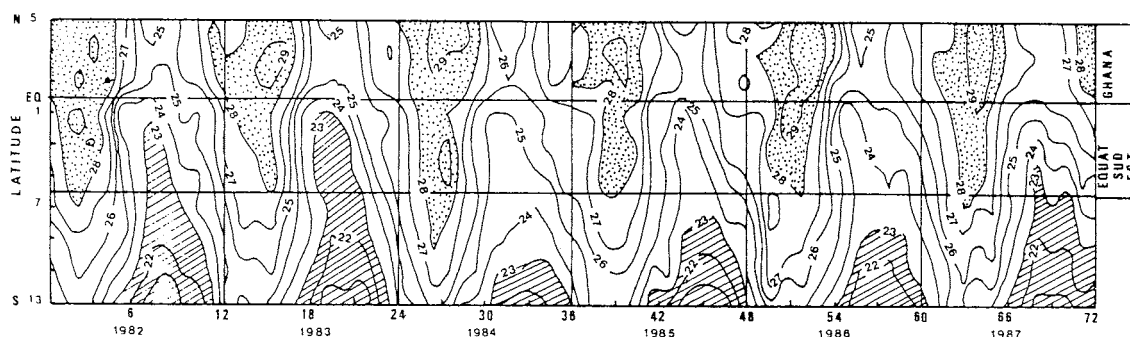


Fig. 9. Isothermes de surface mensuels par latitude dans la zone entre 5° Est et 5° Ouest de 1982 à 1987.
 Fig. 9. Monthly surface isotherms by latitude in the area between 5°E and 5°W from 1982 to 1987.

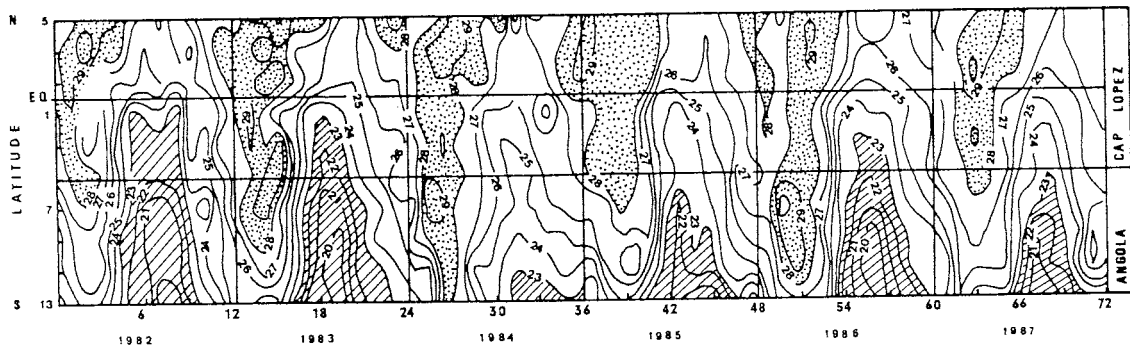


Fig. 10. Isothermes de surface mensuels par latitude dans la zone entre 5° Est et la côte africaine, de 1982 à 1987.

Fig. 10. Monthly surface isotherms by latitude in the area between 5°E and the African coast from 1982 to 1987.

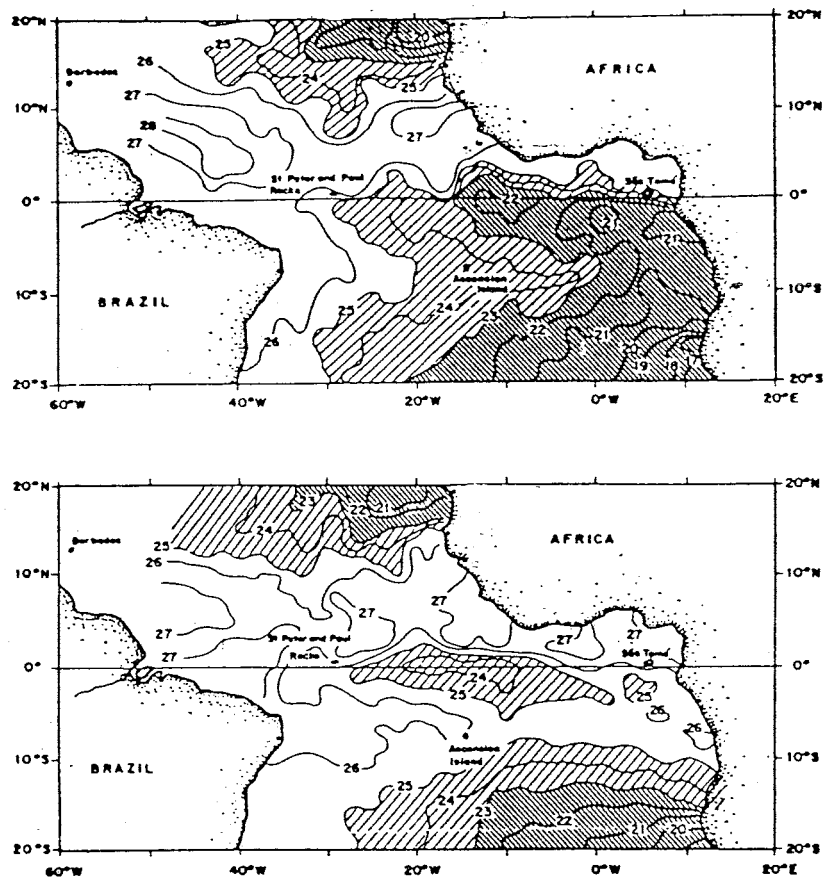


Fig. 11. Températures de surface observées en Juin 1983 et Juin 1984 (repris de Philander 1986).

Fig. 11. Surface temperatures observed in June 1983 and June 1984 (taken from Philander 1986).

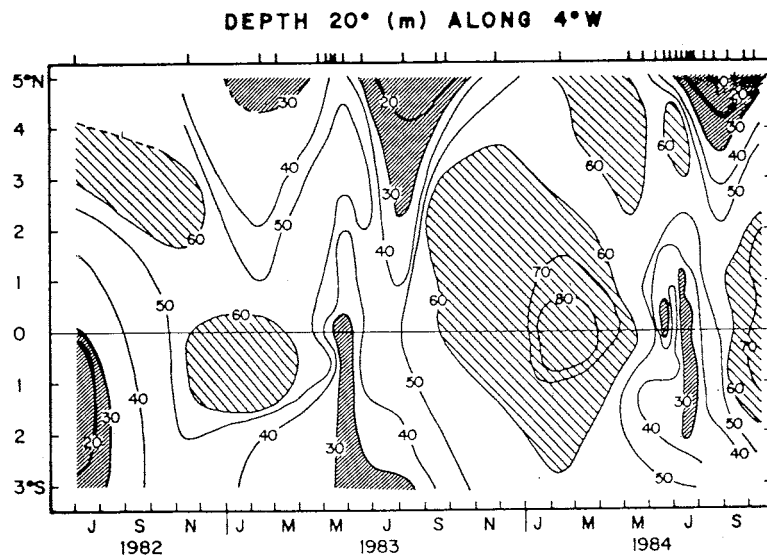


Fig. 12. Profondeur de l'isotherme 20°C à 4° Ouest de juillet 1982 à octobre 1984 (repris de Houghton et Colin 1986).

Fig. 12. Depth of the 20°C isotherm at 4°W from July 1982 to October 1984 (taken from Houghton and Colin 1986).

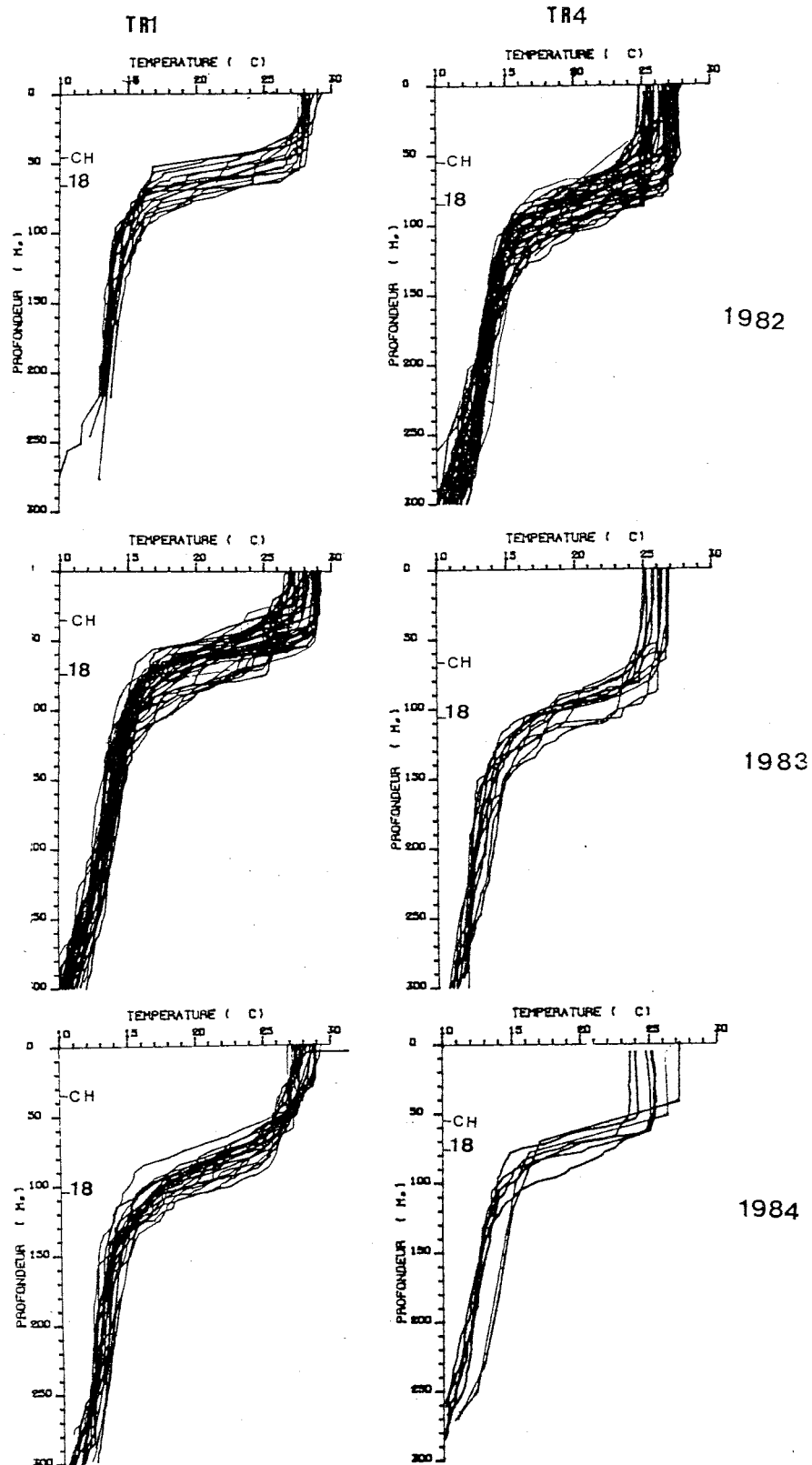


Fig. 13. Relevés de bathythermographes dans la zone de l'équateur nord-ouest aux 1^{er} (TR1) et 4^{ème} (TR4) trimestres en 1982, 1983 et 1984.

Fig. 13. Bathythermograph readings from the northwest equatorial area during the first (TR1) and fourth (TR4) quarters in 1982, 1983 and 1984.

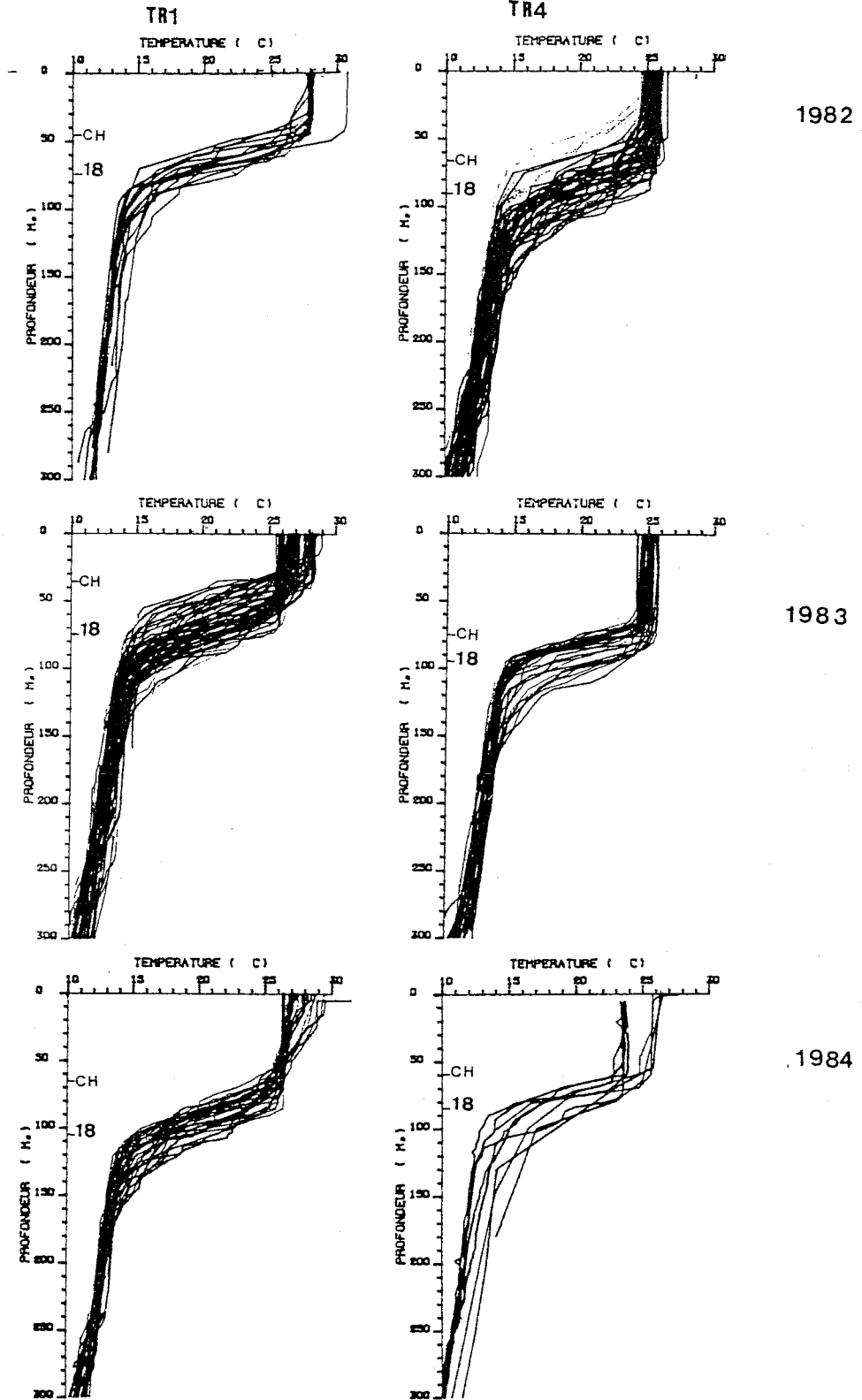


Fig. 14. Relevés de bathythermographes dans la zone de l'équateur sud-ouest aux 1^{er} (TR1) et 4^{ème} (TR4) trimestres en 1982, 1983 et 1984.

Fig. 14. Bathythermograph readings from the southwest equatorial area during the first (TR1) and fourth (TR4) quarters in 1982, 1983 and 1984.

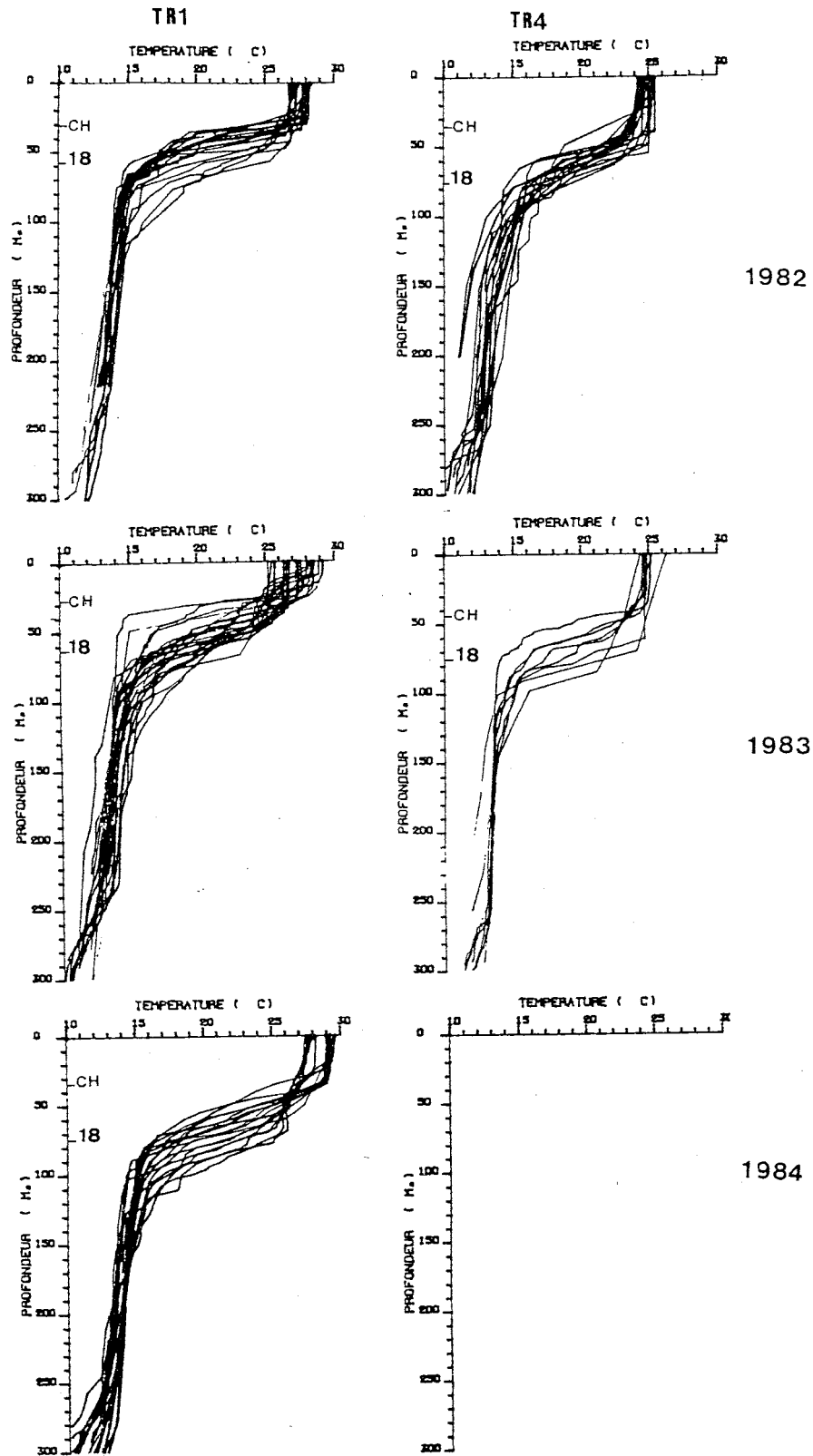


Fig. 15. Relevés de bathythermographes dans la zone de l'équateur sud-central aux 1^{er} (TR1) et 4^{ème} (TR4) trimestres en 1982, 1983 et 1984.

Fig. 15. Bathythermograph readings from the south central equatorial area during the first (TR1) and fourth (TR4) quarters in 1982, 1983 and 1984.

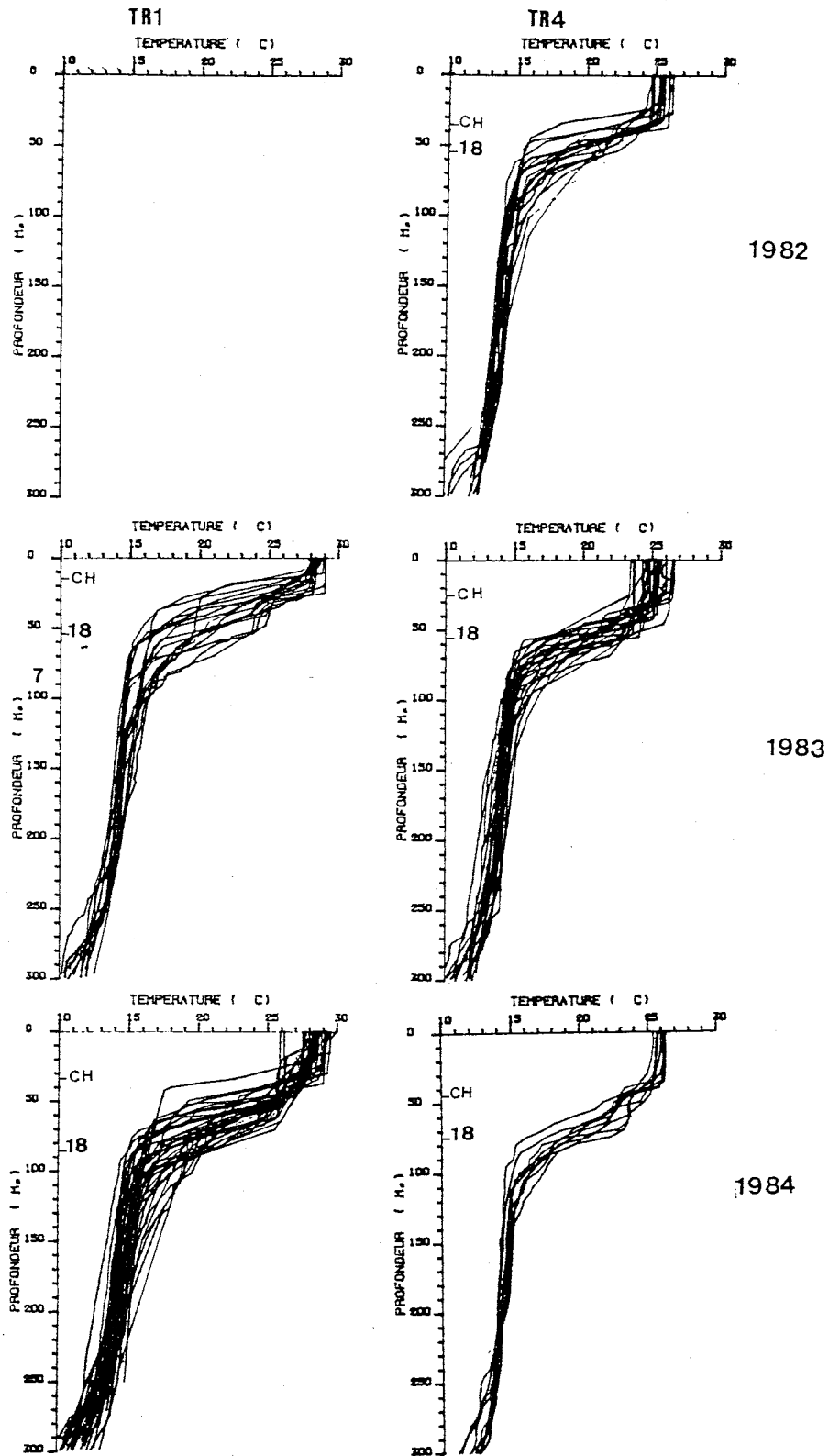


Fig. 16. Relevés de bathythermographes dans la zone de l'équateur sud-est aux 1^{er} (TR1) et 4^{ème} (TR4) trimestres en 1982, 1983 et 1984.

Fig. 16. Bathythermograph readings from the southeast equatorial area during the first (TR1) and fourth (TR4) quarters in 1982, 1983 and 1984.

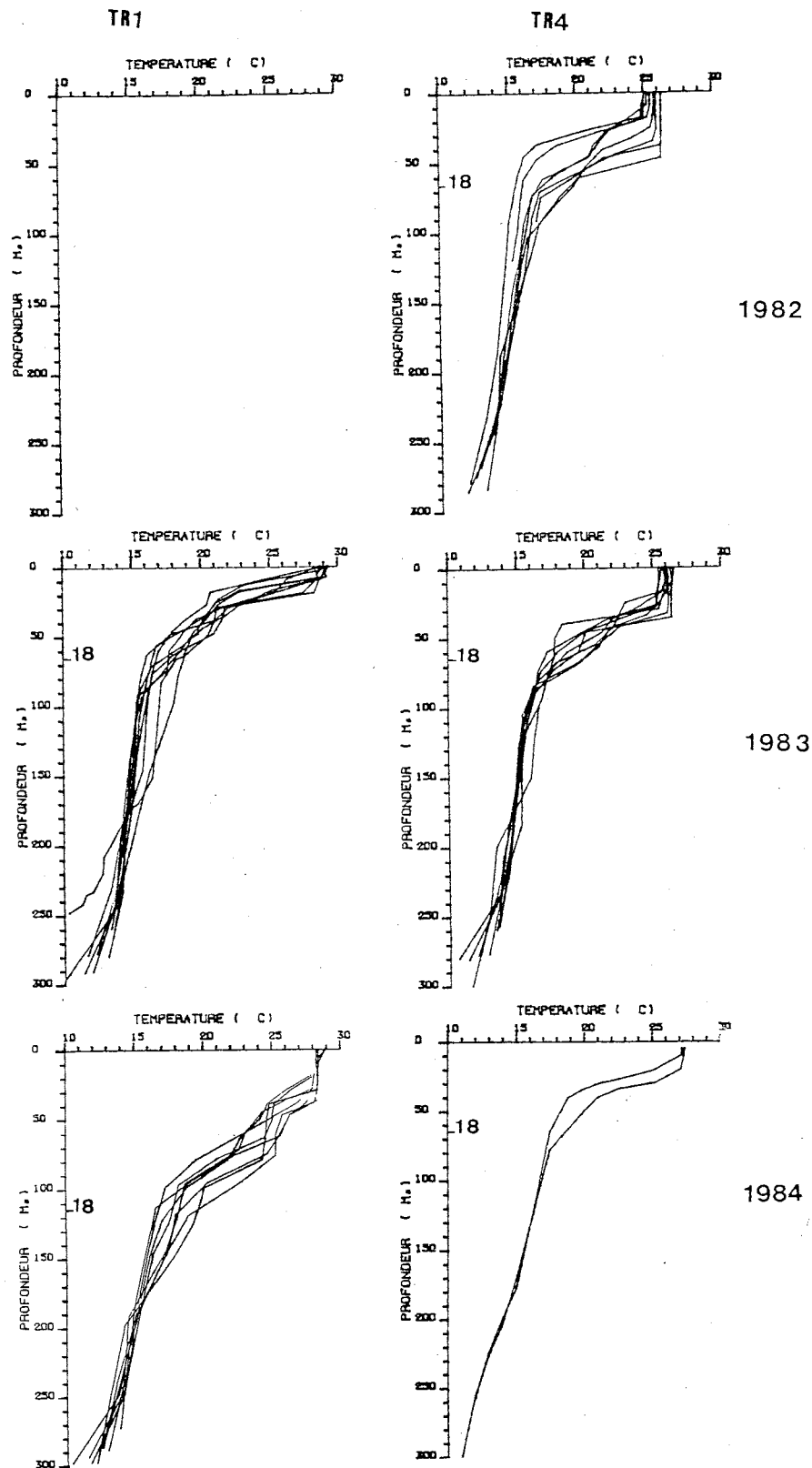


Fig. 17. Relevés de bathythermographes dans la zone du Cap Lopez, aux 1^{er} et 4^{ème} trimestre 1982, 1983 et 1984.

Fig. 17. Bathythermograph readings from the Cap Lopez area during the first and fourth quarters in 1982, 1983 and 1984.