

CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES  
ET PRODUCTION PRIMAIRE DES EAUX MARINES  
DE LA COTE NORD-OUEST MALGACHE

Par

Giuseppe MAGAZZU  
Expert UNESCO d'océanographie chimique  
et

RIVONJAKA RANDRIAMANAMISA

---

R E S U M E

En octobre 1983 et avril - mai 1984 le Centre National de Recherches Océanographiques de Nosy-Be, dans le cadre du projet UNESCO MAG/81/T.01, a effectué deux croisières d'océanographie chimique et physique dans la région du plateau continental Nord-Occidental malgache. Les résultats ont permis de déterminer les conditions ambiantes saisonnières d'une large zone maritime où la pêche est intense.

Les caractéristiques hydrologiques des masses d'eau contenues dans la "cuvette" du plateau continental sont liées, de la surface au fond, d'une manière très étroite, au climat tropical de la région.

A la fin de la saison sèche (croisière d'octobre), la salinité du fond varie entre 35,2 et 35,7‰ avec les valeurs les plus élevées proches de la zone côtière et des baies où le phénomène d'évaporation et la stabilité des masses d'eau favorisent l'augmentation de la salinité. Sur le bord extérieur de la "cuvette", dans la zone du récif immergé, la salinité reste comprise entre 35,2 à 35,3‰, valeurs qu'on peut considérer typiques des eaux au large du plateau. Au mois de mai, sur la zone franchement côtière et à l'embouchure des baies, on retrouve des salinités plus basses

(inférieures à 34%) qui augmentent régulièrement vers le récif où on constate des valeurs supérieures à 35%.

De telles fluctuations ont une très grande influence sur les biocénoses de l'écosystème comme le montre la distribution du taux d'assimilation du  $C^{14}$  et de la chlorophylle "a". Les variations saisonnières (respectivement première croisière 2,7 mg C/m<sup>3</sup>/h, 0,5 mg/m<sup>3</sup> CHL et seconde croisière 0,77 mg C/m<sup>3</sup>/h, 0,3 mg/m<sup>3</sup> CHL) de ces derniers paramètres sont commentées à la lumière des données physico-chimiques.

## INTRODUCTION

En octobre 1983, dans le cadre du projet UNESCO MAG/81/T.01, le Centre National de Recherches Océanographiques de Nosy-Be a commencé un programme de recherches d'océanographie chimique et physique dans la région du plateau continental qui va du Cap d'Ambre jusqu'au Cap St-André.

Cette région est une vaste zone côtière de plus de 300 milles de longueur, où il existe de nombreuses arrivées d'eau douce, provenant soit des rivières soit des pluies.

A l'intérêt théorique de cette étude, s'ajoute un intérêt procédant d'une orientation économique. C'est en effet dans cette zone côtière qu'ont été découvertes, depuis plusieurs années, des populations de Pé-néides qui font maintenant l'objet d'une exploitation industrielle intense. Il semblait intéressant de déterminer avec précision, les conditions ambiantes régissant le développement de ces populations.

En effet, les observations antérieures effectuées par les chercheurs de l'ORSTOM, à part quelques cycles annuels d'observations hydrologiques dans la région proche de Nosy-Be (Angot, 1965) et dans quelques baies isolées du contexte général des côtes (Piton et Magnier, 1971), s'étaient concentrées sur des zones au large du Canal de Mozambique.

Le programme de mesures hydrologiques a résidé essentiellement dans la réalisation de radiales serrées, éloignées de quinze milles les unes des autres et sur lesquelles ont été fixées de 3 à 6 stations espacées

d'une distance de cinq milles. Avec cette recherche, le C.N.R.O. a complété d'une manière remarquable les données océanographiques sur la zone entière du Nord du Canal de Mozambique.

#### METHODES D'ETUDES

Le milieu maritime côtier considéré, possède des caractères typiquement tropicaux où le facteur principal d'évolution saisonnière est la quantité de pluie tombée par unité de surface.

En raison de cela, les recherches ont été effectuées en deux croisières d'étude fixées, la première à la fin de la saison sèche (octobre 1983) et la deuxième à la fin de la saison des pluies (avril - mai 1984).

Les prélèvements ont été effectués à différentes immersions à l'aide de bouteilles de Niskin en PVC.

Les températures ont été obtenues à l'aide de thermomètres à renversement, régulièrement étalonnés, après corrections avec les calculs usuels.

Les salinités ont été déterminées à l'aide d'un salinomètre Autosal modèle 8400A de la Guildline, utilisant pour les calculs les formules recommandées par "Joint Panel on Oceanographic Tables and Standards" (Lewis, 1980).

Les teneurs en oxygène dissous ont été obtenues avec la méthode de Winkler, après fixage à bord ; la titration au laboratoire se faisant à terre.

Les concentrations en chlorophylle "a" et pigments dégradés (Phéo), ont été déterminées suivant la méthode spectrométrique et les formules données par Strickland et Parsons (1972).

Les taux d'assimilation du carbone en surface ont été mesurés par la méthode au  $C^{14}$  après incubation sur le pont, dans un flux d'eau de mer de surface, d'une durée de quatre heures. Après filtration sur filtres Millipores H.A. ; les filtres ont été gardés dans du silicagel jusqu'au moment du comptage avec un scintillateur liquide de chez LKG. Les comptages et le taux d'assimilation du  $C^{14}$  ont été obtenus au Département de Biologie Animale et Ecologie Marine de l'Université de Messina. Dans les stations où o

a mesuré la "Production Primaire", on a effectué aussi à bord, des mesures de pH et alcalinité totale pour obtenir les mg/l  $CO_2$ , nécessaires aux calculs.

#### APERÇU SUR LA SITUATION HYDROLOGIQUE EN SURFACE DANS LA PARTIE NORD DU CANAL DU MOZAMBIQUE

D'après les études détaillées effectuées dans cette zone par les chercheurs de l'ORSTOM (Donguy et Piton, 1969, Magnier et Piton, 1974), la circulation est caractérisée par les cellules anti-cycloniques concentrées sur l'archipel des Comores. Au Nord, on rencontre l'eau superficielle du Courant Sud Equatorial qui après avoir dépassé le Cap d'Ambre, se dirige vers la côte africaine où il se partage au niveau du Cap Delgado, en deux branches qui s'orientent en direction opposée, Nord et Sud, avec une intensité variable selon les saisons. C'est la branche méridionale de ce courant qui participe à la formation des cellules anti-cycloniques observées dans la région des Comores.

À partir de 12° Sud, dans le Canal du Mozambique, protégées des influences orientales par Madagascar, les masses d'eau superficielles subissent des influences locales caractérisées par l'alternance d'une saison des pluies (de novembre en avril) et d'une saison sèche (de mai en octobre).

La variation de la salinité de surface dans cette zone, reste comprise entre 34,5 - 34,7‰ (à la fin de la saison des pluies) et 35,0 - 35,2‰ (à la fin de la saison sèche). On peut appeler ces eaux, pour leurs caractéristiques, en accord avec Magnier et Piton, (1973 : "eaux superficielles du Canal du Mozambique".

En descendant vers le Sud entre 22° et 27°, on trouve une zone de mélange entre ces eaux et l'"eau tropicale de surface" plus salée (37,5‰) venant du Sud ; ce mélange conduit à une salinité comprise entre 35,1 et 35,4‰. Dans la figure 1, on reproduit le schéma des masses d'eau dans l'Ouest de l'Océan Indien et dans le Canal de Mozambique d'après Magnier et Piton (1973).

En conclusion, dans cette région, d'après Magnier et Piton (1973), l'eau superficielle peut être définie par une température supérieure à 22°C

et une salinité comprise entre 35,0 et 35,4‰ ; riche en oxygène avec un maximum de 4,7 - 5,0 ml/l et pauvre en sels nutritifs. Son épaisseur est variable de 40 à 60 m dans le Nord et de 80 à 100 m dans le Sud. Le type de circulation en circuit fermé, observé dans la région des Comores et la contribution des masses d'eau provenant du Sud du Cap St-André allant vers le Nord, produisent une circulation de direction constante pendant presque toute l'année, du Sud-Ouest vers le Nord-Est, pratiquement parallèle à la ligne du récif immergé qui contourne la côte Nord-Ouest malgache.

## R E S U L T A T S

Dans cet exposé, on a préféré donner les moyennes de chaque paramètre par radiale et les moyennes par station de chaque radiale, renvoyant pour les données originales aux rapports techniques (Magazzù, 1983, 1984) disponibles au C.N.R.O..

### Température

La distribution de la température en surface et à 10 mètres (moyenne par radiale), est reportée pour chaque croisière dans la figure 2.

On peut observer que les zones les plus froides de toute l'aire examinée, se trouvent au Nord entre les radiales 3 - 5, c'est-à-dire aux alentours du Cap St-Sébastien. En particulier, le champ de variation dans la couche 0 - 10m, reste compris durant la première croisière entre 25°7C et 28°0C, tandis que pendant la deuxième croisière, il varie entre 26°6C et 30°4C avec une différence entre les deux périodes d'échantillonnage de 4°7C en accord avec les observations de Angot (1965) pour la région de Nosy-Be.

En ce qui concerne les refroidissements relatifs observés dans la zone Nord, on peut avancer l'hypothèse que la baisse de température pendant la deuxième croisière, a été provoquée par un mélange de masses d'eau à la surface, dû au passage du cyclone "Kamisy", quelques semaines avant l'échantillonnage.

Dans le cas de la première croisière, on peut envisager une influence due au débordement au Cap d'Ambre, du Courant Sud Equatorial qui normalement

se dirige vers l'Ouest sans envahir la zone étudiée.

Dans la figure 3, on reproduit l'allure de la température moyenne de chaque station de toutes radiales c'est-à-dire se dirigeant de la côte (station 1) vers le large (station 6).

Pendant les deux périodes d'observation, l'allure est complètement bouleversée : toujours en accord avec Angot (1965), on observe que les eaux côtières, ou "franchement littorales", sont plus chaudes ( $26^{\circ}8\text{C}$ ) en octobre que les eaux du large ( $25^{\circ}8\text{C}$ ), tandis qu'en mai, et plus nettement à 30 m, les températures au large sont plus élevées que les températures côtières (respectivement  $28^{\circ}1\text{C}$  et  $26^{\circ}6\text{C}$  à 30 m.).

### Salinité

La distribution de la salinité (moyenne par radiale) durant les deux croisières, est reportée à la figure 4. On peut observer au mois d'octobre que la première couche (0 - 10 m) est homogène le long de toute la ligne des côtes, avec, cependant, des petites variations autour de  $35,45\%$ . Les effets de la dilution sont par contre très évidents pendant la deuxième croisière : la salinité de surface varie entre  $31,8\%$  (radiale 18) et  $34,5\%$  (radiale 6). Dans l'ensemble, on peut mettre en évidence trois minimums bien marqués au niveau des radiales 8, 17, 19 et 21, correspondant respectivement aux zones de dilution dues au Sambirano, à la Betsiboka et peut-être à la Mahavavy du Sud. À 10 mètres, l'allure de la salinité est presque constante dans toutes les radiales et se fixe aux alentours de  $34\%$  dans les zones centrale et méridionale et  $34,5\%$  dans la partie Nord jusqu'à l'île de Nosy-Be.

La distribution de la salinité (moyenne par station) à partir de la côte vers le large (fig. 5) est similaire à ce qu'on a déjà observé pour la température : des eaux à salinité presque homogène pendant la première croisière ayant une valeur supérieure à proximité de la côte ( $35,4 - 35,5\%$ ) et atteignant un minimum au large ( $35,2\%$ ). Cette allure paraît complètement renversée lors de la deuxième croisière : salinité plus faible à proximité de la côte ( $34\%$ ) qui croît en s'éloignant de cette dernière aux alentours de  $35\%$  à la limite du plateau continental.

### Densité

Les valeurs moyennes de la densité ( $\sigma_T$ ), presque constantes au cours de la première croisière sont comprises entre 22,5 et 23,5. Elles ont montré des variations considérables pendant la deuxième croisière par rapport aux différents degrés de dilution observés. Ces variations se répartissent selon les stations entre 19,7 à la surface et 23,9 à 75 mètres.

### Oxygène dissous et saturation

Pendant la première croisière, la concentration maximale en surface est de 5,68 ml/l et la minimale de 4,31 ml/l, avec une moyenne de 4,71.

D'une manière générale, la répartition superficielle de l'oxygène dissous est fonction de la largeur du plateau continental. Jusqu'à 15 - 20 milles de la côte, cette concentration reste constante. Ensuite, elle s'accroît progressivement vers le large où elle parvient à sa valeur maximale (4,8 ml/l).

La distribution selon les radiales, montre qu'en face des Baies d'Ambaro et d'Ampasindava, les valeurs de concentration en oxygène dissous sont très élevées, autour de 4,8 ml/l. A partir de la radiale 11, elles sont légèrement plus faibles, de l'ordre de 4,6 ml/l, avec des variations plus considérables qu'ailleurs. On trouve une autre valeur maximale en correspondance de la radiale 19, mais par contre, au niveau des radiales 20 et 21, on constate encore une décroissance régulière.

Toujours dans la première croisière, la répartition en fonction de la profondeur, montre une augmentation jusqu'au maximum de 20 mètres pour diminuer ensuite progressivement.

Le pourcentage de saturation pendant toute la croisière est pratiquement constant aux valeurs de sursaturation le long de toute la côte et jusqu'à une profondeur de 20 mètres où on enregistre une valeur maximale (moyenne de toutes les stations) de 103%. A partir de 30 mètres, la saturation diminue régulièrement jusqu'à 75 mètres où on constate une moyenne plus basse (97%).

La croisière du mois de mai se caractérise par de considérables variations dans les valeurs de l'oxygène dissous (les valeurs extrêmes en

surface sont 4,08 et 4,94 ml/l) : on peut observer (radiales 3 - 6) de faibles valeurs comprises entre 4,1 et 4,5 ml/l, avec une saturation correspondante plus basse que la théorique, tandis que dans la zone centrale (radiales 7 - 18), la concentration de surface obtenue est comprise entre 4,6 et 4,9 ml/l pour une saturation de 102 jusqu'à 110%. Sur les dernières radiales (19 - 23), il a été constaté une diminution de concentration relativement moins marquée que celle observée au Nord.

La répartition verticale montre que lors de cette croisière, les maximums sont compris entre 0 et 5 mètres (4,6 ml/l ; 101 - 102 %). En effet, la moyenne verticale pour toute la colonne d'eau montre que déjà à 30 mètres les eaux sont nettement sous-saturées avec un minimum à 75 mètres de 87%, plus basse de 10% à la valeur correspondant à la croisière précédente.

#### Pigments chlorophylliens et Production Primaire

En général, en ce qui concerne la répartition de la chlorophylle "a", les valeurs maximales constatées correspondent à l'entrée des baies. Elles sont moindres dans les stations subissant l'influence des eaux du large à la limite du plateau continental.

Pendant la première croisière, les valeurs de la biomasse phytoplanktonique varient de 0,09 (station 45) à 1,75 (station 191), la valeur moyenne étant de 0,50 mg/m<sup>3</sup>.

Dans la deuxième croisière, le minimum a été enregistré à la station 152 avec 0,03 mg/m<sup>3</sup>, le maximum à la station 192 avec 0,96 mg/m<sup>3</sup>, la moyenne générale étant de 0,31 mg/m<sup>3</sup>.

En octobre 1983, les valeurs de la production primaire de la côte Nord-Ouest de Madagascar, varient entre 0,6 mgC/m<sup>3</sup>/h (station 65) et 8,30 mgC/m<sup>3</sup>/h à la station 192 qui se trouve à l'embouchure du Betsiboka, la valeur moyenne étant de 2,71 mgC/m<sup>3</sup>/h (figure 6).

Au mois de mai, pendant la deuxième croisière, on a enregistré des valeurs moindres avec une moyenne générale de 0,77 mgC/m<sup>3</sup>/h (minimum 0,11, station 34 ; maximum 1,7, station 193) avec une variabilité beaucoup plus importante comparée au mois d'octobre (figure 7).



En général, durant la première croisière, la production primaire a été constatée plus forte à l'entrée des baies et au milieu du plateau mais elle diminue régulièrement, en direction du large, tandis que pendant la deuxième, les variations plus importantes constatées n'indiquent aucune allure particulière (figure 8).

#### DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats ci-dessus font apparaître les conditions tout à fait particulières du milieu côtier étudié. Le plateau continental de la côte Nord Occidentale malgache est constitué par une "cuvette" délimitée d'un côté par la côte, de l'autre par le récif immergé qui se prolonge presque parallèle à celle-ci, à une distance variable de 7 milles au large de la pointe Antangena jusqu'à 45 milles au niveau de la Baie d'Ambara. Sa topographie présente toujours un relèvement du fond à sa limite externe, due à des bancs coralliens inactifs (Guilcher, 1956) qui créent ainsi une barrière naturelle bien développée empêchant la libre circulation des eaux. Les îles et les flots distribués sur toute sa longueur sont aussi des facteurs de perturbation pour cette circulation.

Les caractéristiques hydrologiques de cette zone maritime sont liées d'une manière très étroite aux caractéristiques climatologiques. Le climat est essentiellement tropical. La température annuelle de l'air varie dans de très étroites limites,  $3^{\circ} - 4^{\circ}\text{C}$  selon Angot (1965), alors que la quantité des pluies tombées par unité de surface subit des fluctuations considérables. Dans ces conditions, la seule variable véritable est représentée par la pluviométrie qui directement ou indirectement (par les rivières) provoque de grandes oscillations de salinité. Les masses d'eau superficielles ou subsuperficielles contenues dans la "cuvette", dont la profondeur est suffisamment faible, sont sensibles aux fluctuations provoquées par le climat. La distribution de la salinité dans la couche au contact direct avec le fond marin est illustrée par les figures 9 - 14 : à la fin de la saison sèche (croisière d'octobre), les salinités du fond varient entre 35,2 et 35,7‰ avec les concentrations les plus élevées proches de la zone côtière et des baies fermées où le phénomène d'évaporation, la stabilité des masses d'eau et la profondeur moindre, favorisent l'augmentation de la salinité.

Au bord extérieur de la "cuvette", dans la zone du récif immergé, la salinité reste comprise entre 35,20 à 35,30‰, valeurs qu'on peut considérer comme typiques des eaux au large du plateau, telles qu'elles ont été observées pendant un cycle saisonnier dans une station fixe, située au large de Nosy-Be (Donguy et Piton, 1969).

Au mois de mai, sur la zone franchement côtière et à l'embouchure des baies, on observe des valeurs de salinité plus basses (intérieures à 34‰) et la salinité augmente régulièrement vers la région du récif où on retrouve des valeurs un peu supérieures à 35‰. D'après les auteurs sus-mentionnés, dans la station fixe qui peut être considérée comme station de référence pour définir les eaux du large (eaux Sud-Equatoriales du Canal de Mozambique), la salinité moyenne est maximum (34,14‰) en septembre-octobre, et minimum (34,88‰) en avril-mai. La salinité est cependant influencée par les précipitations qui peuvent être anormales.

De telles fluctuations ont certainement une grande influence sur les biocénoses de l'écosystème en cause. Les grandes variations de production primaire et de pigments chlorophylliens constatés lors de la seconde croisière en mai confirment cette hypothèse. Toutefois, on note, en ce qui concerne la production primaire, que le maximum est obtenu en octobre 1983 tandis que Sournia (1968) et Angot (1968) l'ont situé pendant la période estivale (novembre à avril). En particulier, ce dernier a montré que la diminution de la densité, au-dessous d'un certain seuil dit critique ( $\Sigma T = 21,0$ ), affectait d'une manière néfaste la production primaire. Cependant, compte tenu de la différence d'échelle entre nos propres études (2 mesures annuelles) et celles d'Angot (observations mensuelles sur un an), nos résultats ne sont absolument pas en contradiction avec ceux obtenus par cet auteur. En effet, une série de mesures effectuées toujours par Angot (1964) dans la zone comprise entre Nosy-Be et les Mitsio en octobre ont donné un taux d'assimilation du  $C^{14}$  compris entre 0,4 et 2,0  $mgC/m^3/h$  avec une moyenne de 1,3  $mgC/m^3/h$  en accord complet avec nos propres mesures dans la même zone (stations 53, 55, 65, 66, 81, 83 et 85) qui ont donné, toujours en octobre, une moyenne identique et des variations comprises entre 0,6 et 1,9  $mgC/m^3/h$ .

En ce qui concerne notre minimum relatif de mai, il ne s'oppose pas aux résultats des auteurs ci-dessus mentionnés, puisqu'il concerne uniquement l'eau de surface, où la forte dessalure entraîne une diminution considérable de la biomasse phytoplanctonique de surface tandis que Angot (1968) a considéré toute la colonne d'eau.

Le même raisonnement s'applique également à la distribution de la chlorophylle qui est étroitement liée (indice de corrélation  $r^2 = 0,92$ ) au taux d'assimilation du carbone.

En conclusion, le milieu étudié possède un climat essentiellement tropical qui influence de manière nette les caractéristiques océanographiques et biologiques de la masse d'eau contenue dans la "cuvette" du plateau continental.

D'un point de vue physico-chimique, selon Angot (1965, 1968), d'août à novembre on enregistre une grande stabilité de la salinité qui atteint sa valeur maximale avec une croissance régulière de la température. Décembre représente une période de transition avec une salinité peu variable mais plus faible que précédemment et une température stable. De janvier à avril, on constate une période d'irrégularité maximale, avec une variation considérable de la salinité vers les basses valeurs et de la température vers les valeurs élevées. D'avril à août, on note une chute rapide de la température ainsi qu'une augmentation régulière et lente de la salinité vers son maximum annuel.

D'un point de vue biologique, il est bien connu que sous les tropiques la production primaire est contrôlée presque exclusivement par la concentration des sels nutritifs et non par la température et l'intensité de la radiation solaire qui, dans la région étudiée sont presque constantes pendant toute l'année. Les variations saisonnières de la production primaire sont sous la dépendance de l'enrichissement en sels nutritifs apportés par les eaux fluviales et du relargage par les sédiments de P et N inorganiques. Toutefois, les phénomènes régionaux de dessalure peuvent provoquer de véritables bouleversements biologiques capables de s'opposer, même dans des zones limitées, aux effets positifs du drainage terrestre.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANGOT (M.), 1964 - Production primaire de la région de nosy-Be. Août à novembre 1963. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., 2 (4), pp. 27-53.
- ANGOT (M.), 1965 - Cycle annuel de l'hydrologie dans la région proche de Nosy-Be. Mars 1963 à mars 1964. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanographique, 3(1), pp. 55-66.
- ANGOT (M.), 1968 - Variations de la production primaire aux environs de Nosy-Be (Madagascar) en 1965. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., 6(2), pp. 1-27.
- DONGUY (J.R.) et PITON (B.), 1969 - Aperçu des conditions hydrologiques de la partie Nord du Canal de Mozambique. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., 7(2), pp. 1-26.
- GUILCHER (A.), 1954 - Caractères du récif-barrière de la côte Nord-Ouest de Madagascar. Extrait du C.R.S. société-géol. de France 14 pp. 373-374.
- LEWIS (E.L.), 1980 - The practical salinity scale. 1978 and its antecedents, J. Ocean. Eng. 5.
- MAGAZZU (G.), 1984 - Rapport technique sur les résultats de la première croisière d'océanographie chimique sur les côtes Nord-Ouest de Madagascar. Rapport 4/1 Projet UNESCO MAG/81/T.01.
- MAGAZZU (G.), 1984 - Rapport technique sur les résultats de la deuxième croisière d'océanographie chimique sur les côtes Nord-Ouest de Madagascar. Rapport 4/2 Projet UNESCO MAG/81/T.01.
- MAGNIER (Y.) et PITON (B.), 1973 - Les masses d'eau de l'Océan Indien à l'Ouest et au Nord de Madagascar au début de l'été austral (novembre, décembre). Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., 11(1), pp. 97-113.
- MAGNIER (Y.) et PITON (B.), 1974 - Les particularités de la couche 0-600 m dans l'Ouest de l'Océan Indien Sud-Equatorial. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., 12, pp. 143-158.

PITON (B.) et MAGNIER (Y.), 1971 - Les régimes hydrologiques de la Baie d'Ambaro (Nord-Ouest de Madagascar). Contribution à l'étude d'une baie eutrophiqne tropicale. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr. 9, pp. 149-166.

SOURNIA (A.), 1968 - Recherche sur le phytoplancton et la production primaire dans le Canal de Mozambique. Thèse de Doctorat d'Etat ; 96 p.

STRICKLAND (J.B.H.) - PARSONS (T.R.) - A practical handbook of seawater analysis. Bull. Fish. Res. Bd. Canada, 167, PP. 1-310.

---

LEGENDES DES FIGURES

- Fig. 1 - Schéma des masses d'eau dans l'Ouest de l'Océan Indien et dans le Canal de Mozambique (d'après Magnier et Piton, 1973).
- Fig. 2 - Distribution de la température de surface (0 et 10m) pendant les deux croisières. Moyennes par radiale.
- Fig. 3 - Allure de la température moyenne de chaque station de toutes radiales pendant les deux croisières.
- Fig. 4 - Distribution de la salinité de surface (0 et 10m) pendant les deux croisières. Moyennes par radiale.
- Fig. 5 - Allure de la salinité moyenne de chaque station de toutes radiales pendant les deux croisières.
- Fig. 6 - Distribution horizontale de la production primaire dans la couche superficielle pendant la première croisière (octobre).
- Fig. 7 - Distribution horizontale de la production primaire dans la couche superficielle pendant la seconde croisière (avril-mai).
- Fig. 8 - Allure de la concentration moyenne de la chlorophylle "a" et du taux d'assimilation du  $C^{14}$  en surface, de chaque station de toutes radiales pendant les deux croisières.
- Fig. 9 - 11 - Distribution horizontale de la salinité dans la couche au contact direct avec le fond. Première croisière.
- Fig. 12 - 14 - Distribution horizontale de la salinité dans la couche au contact direct avec le fond. Seconde croisière.

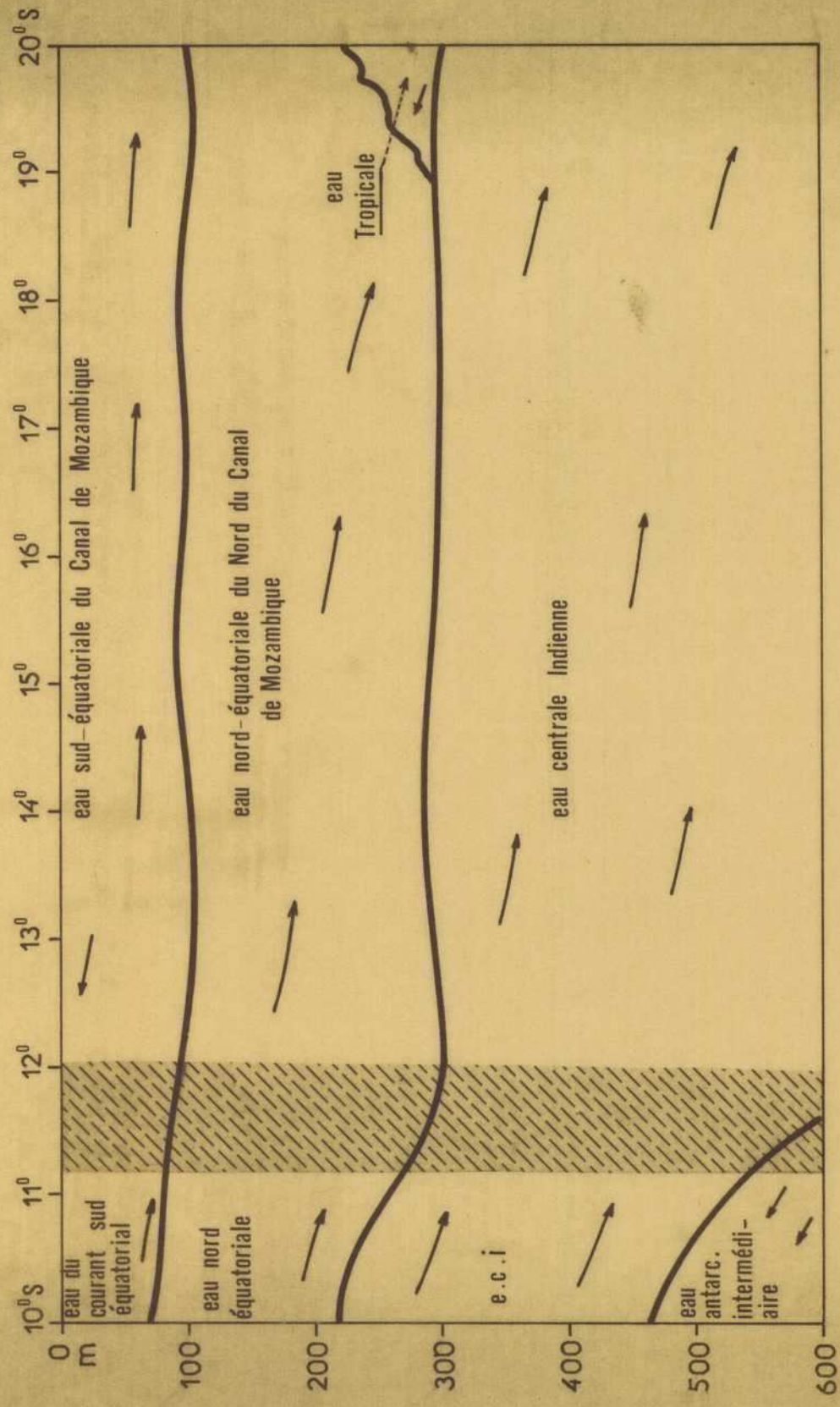
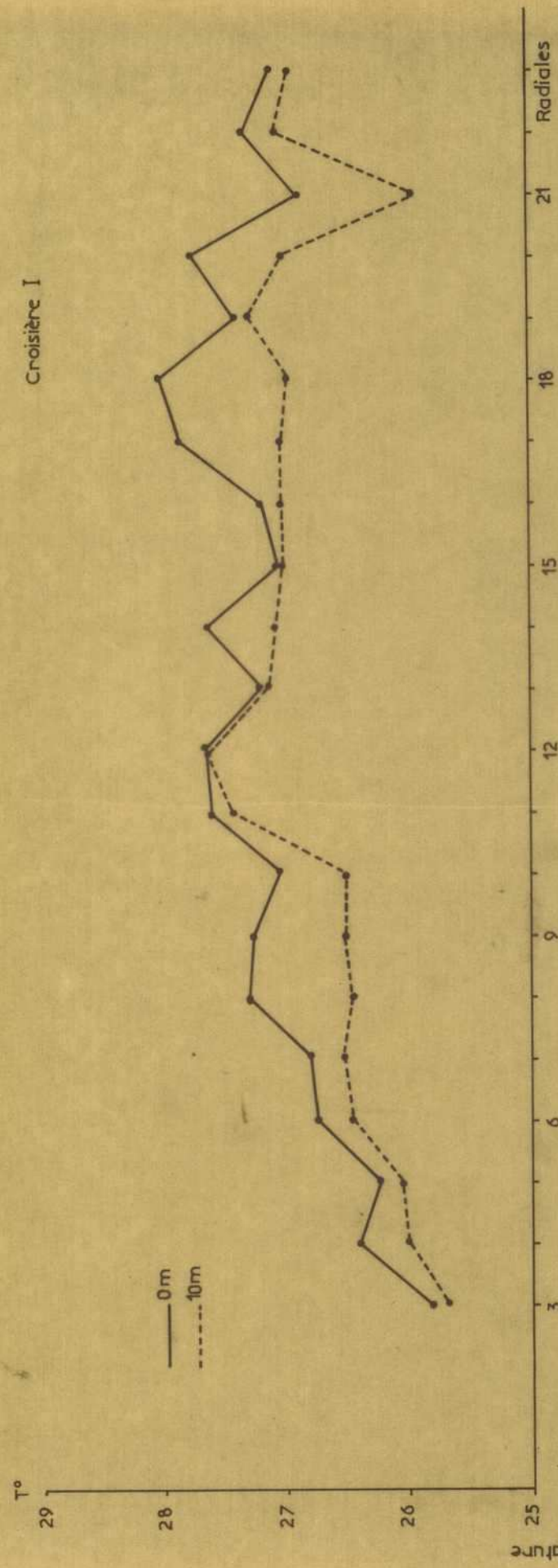
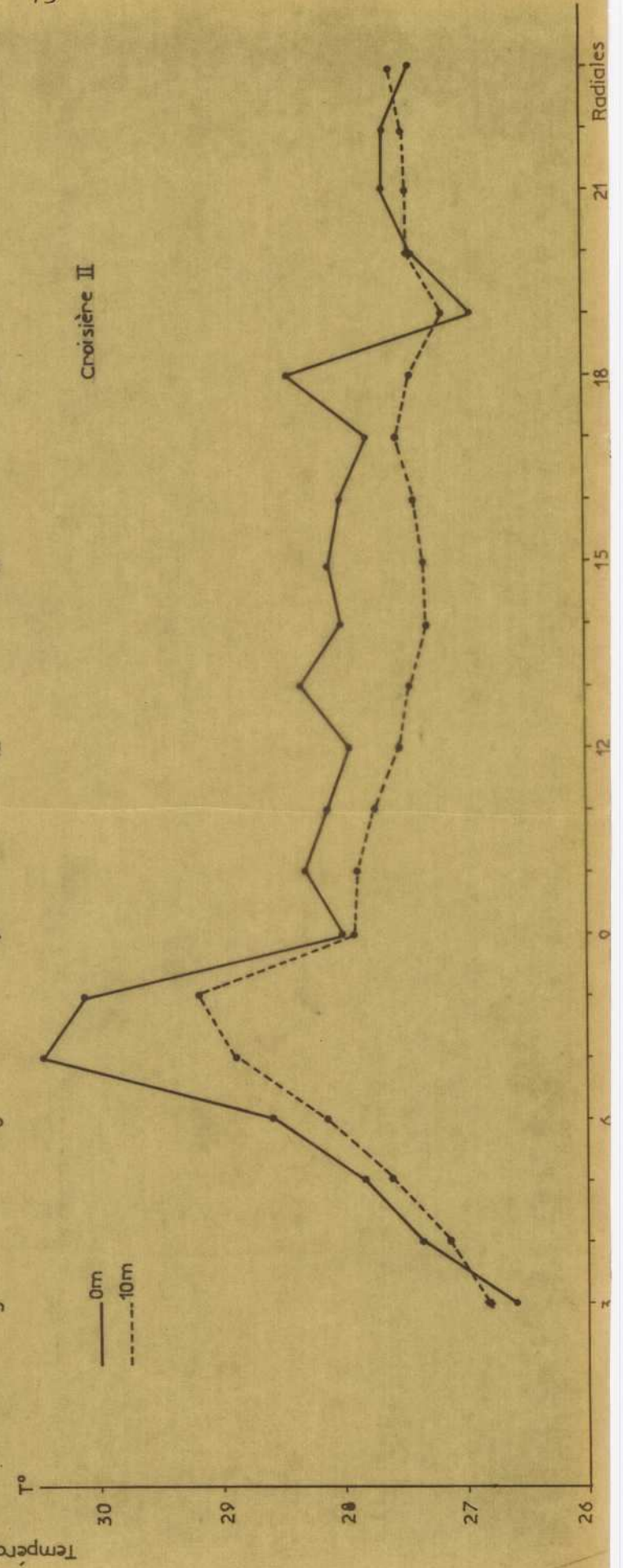


Fig:1

Croisière I



Croisière II



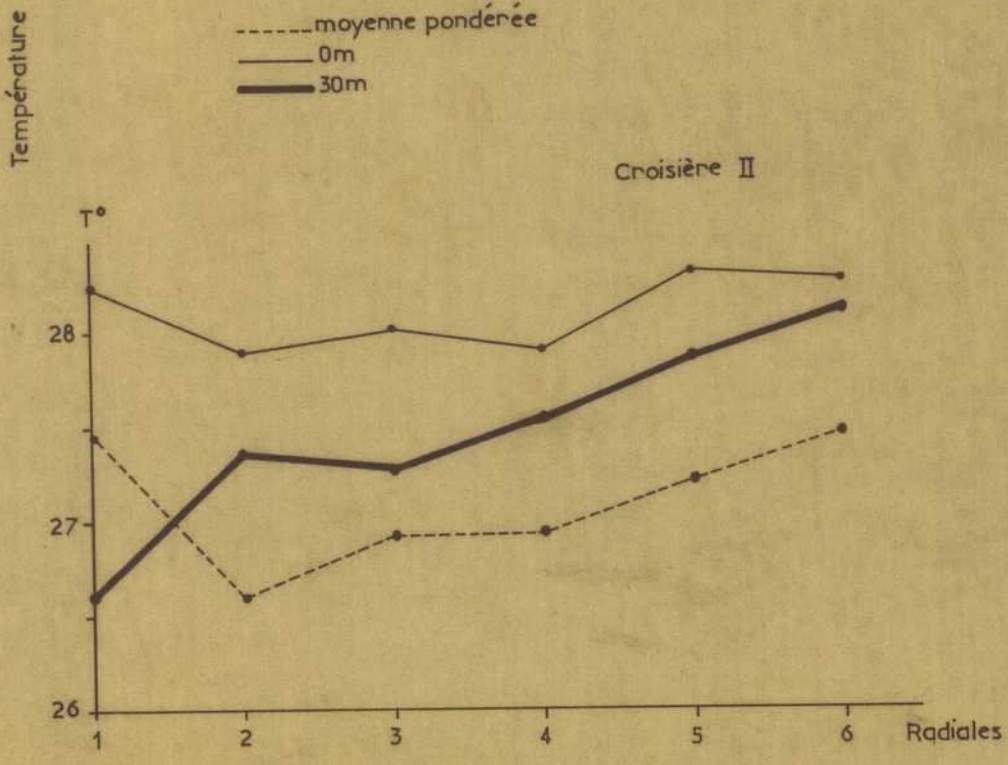
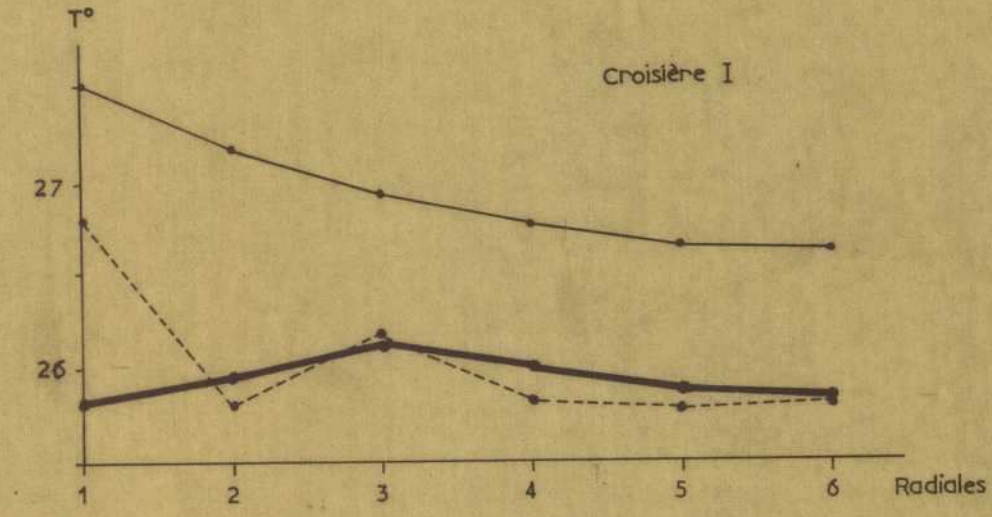
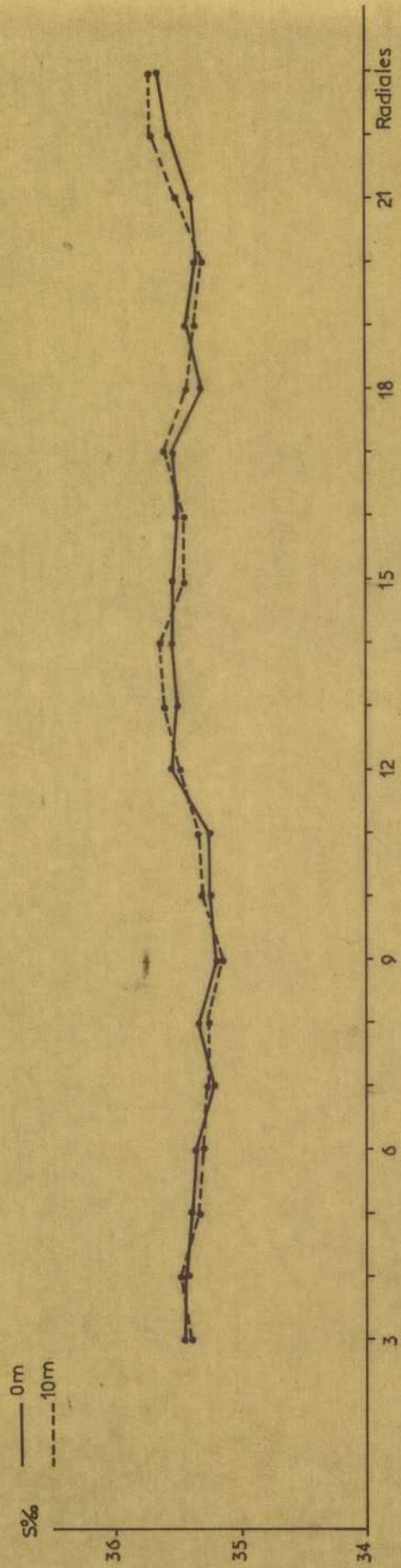


FIG.3



Croisière I



Croisière II

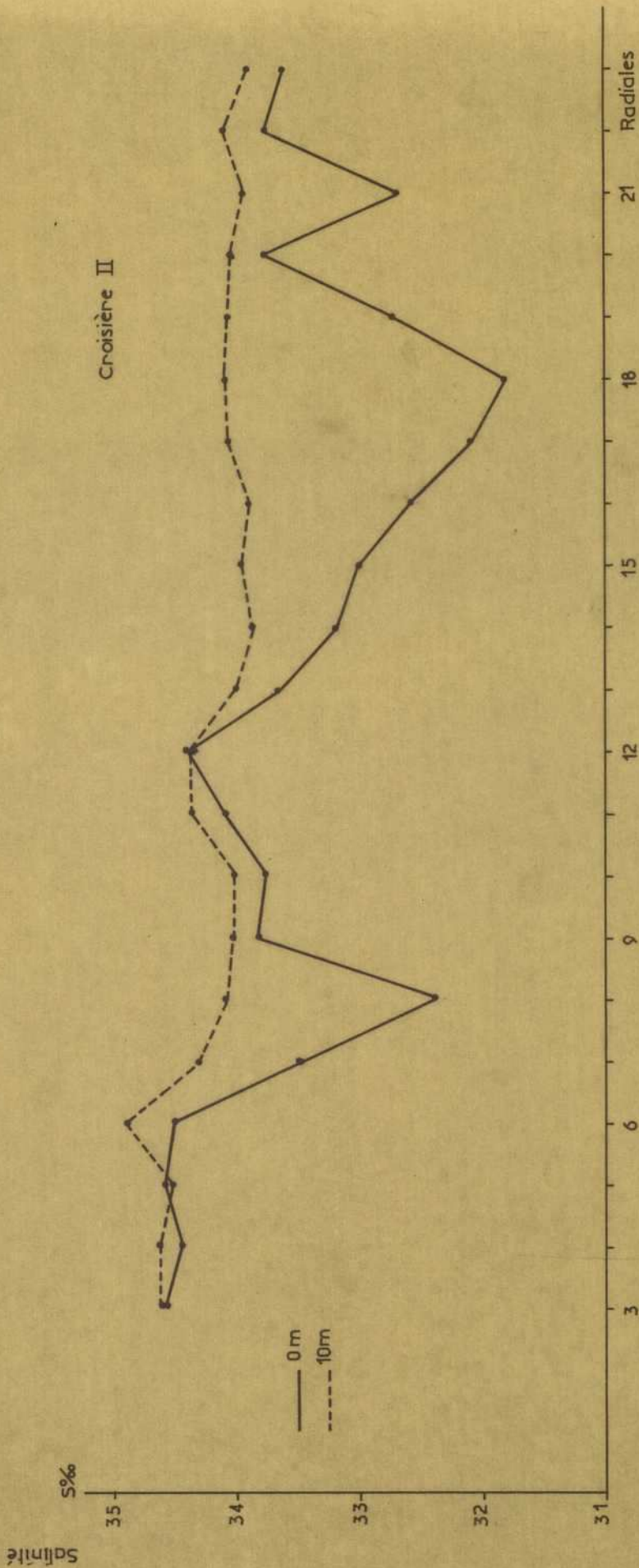


FIG. 4

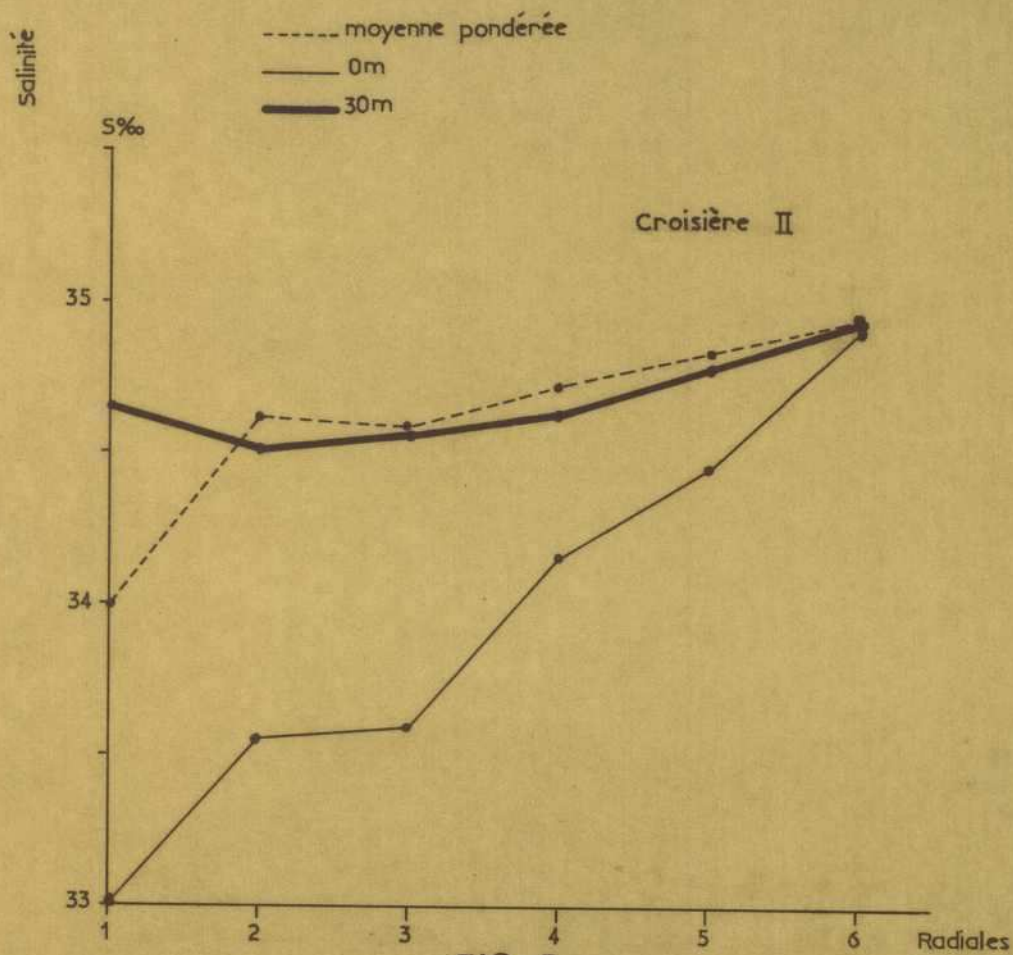
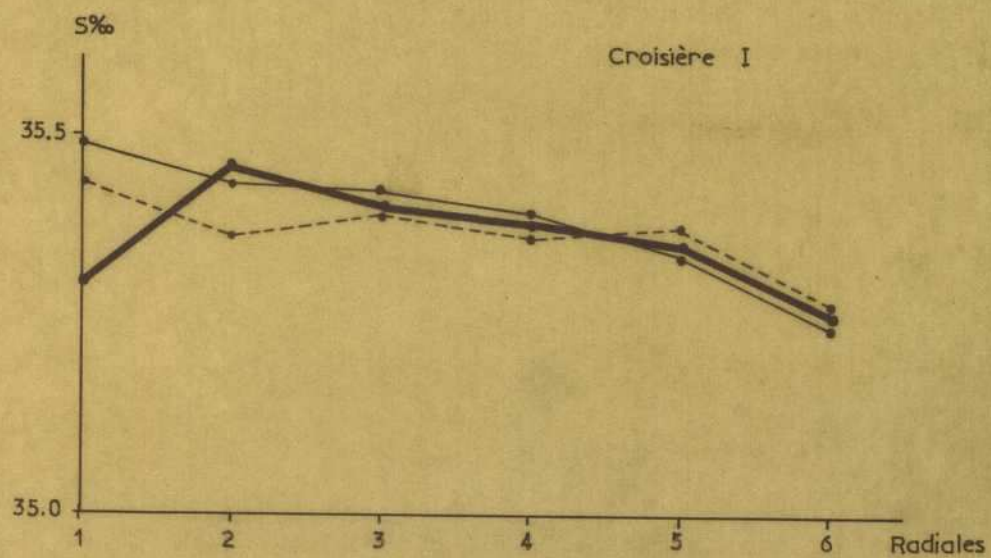


FIG. 5

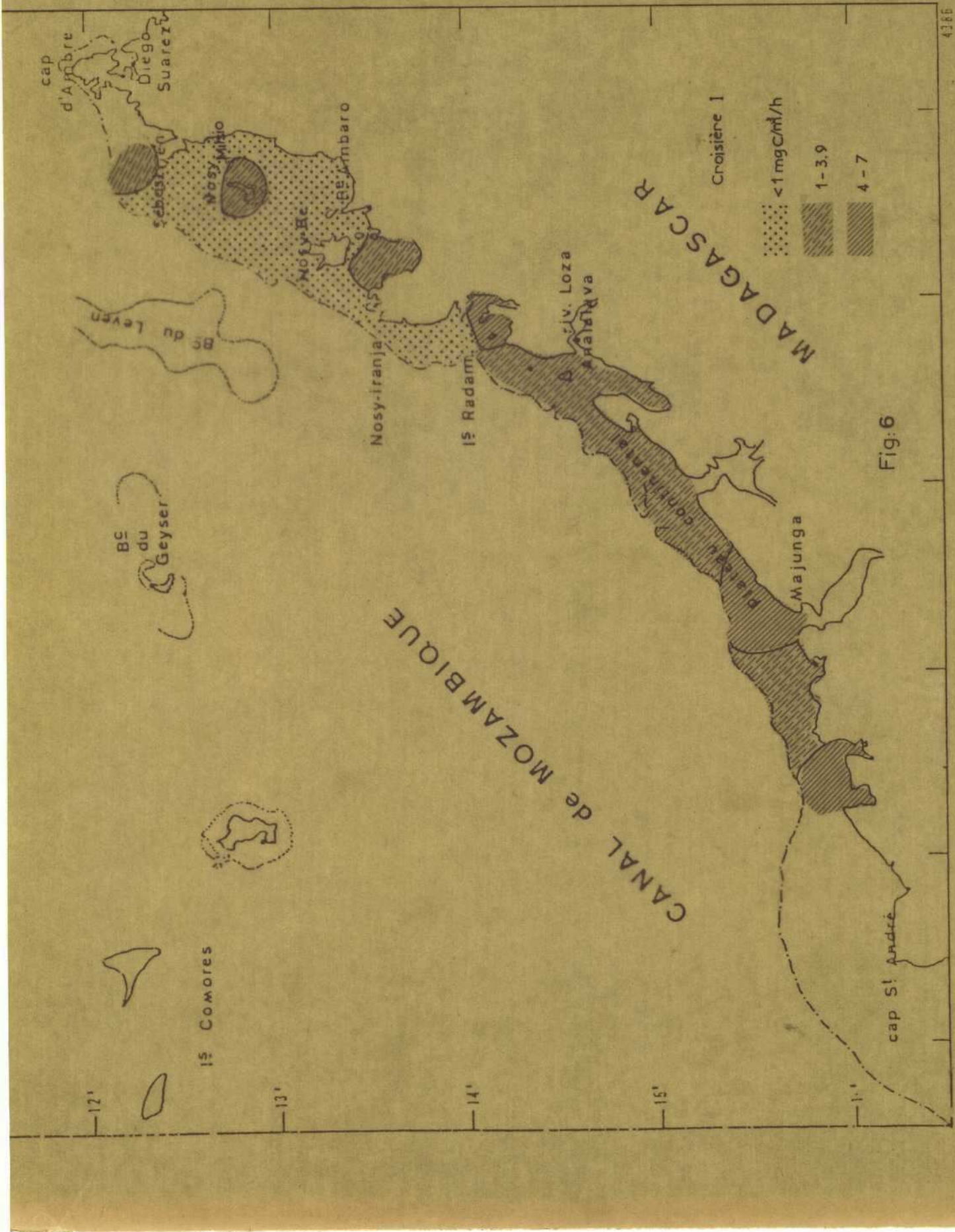


Fig:6

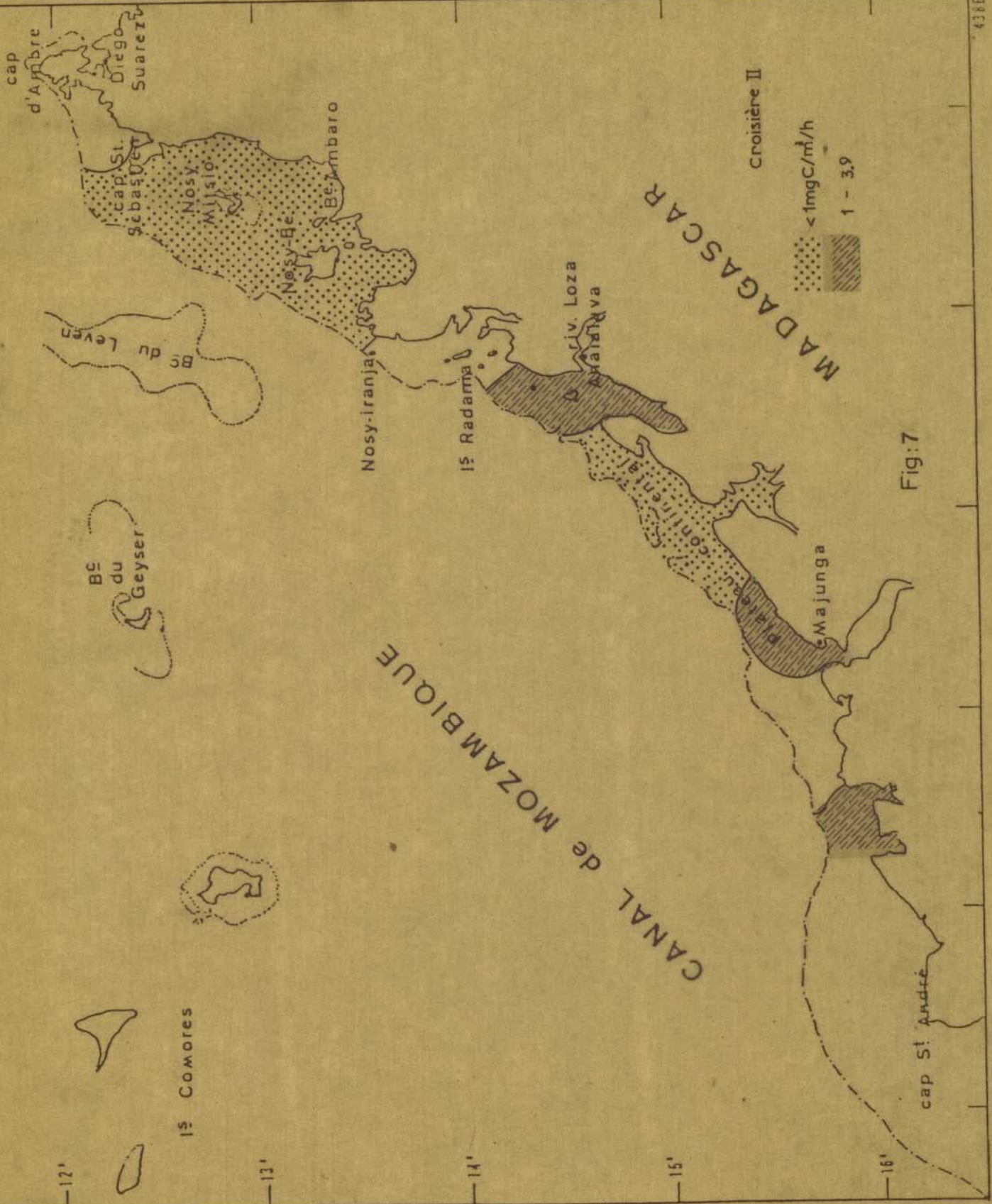


Fig:7

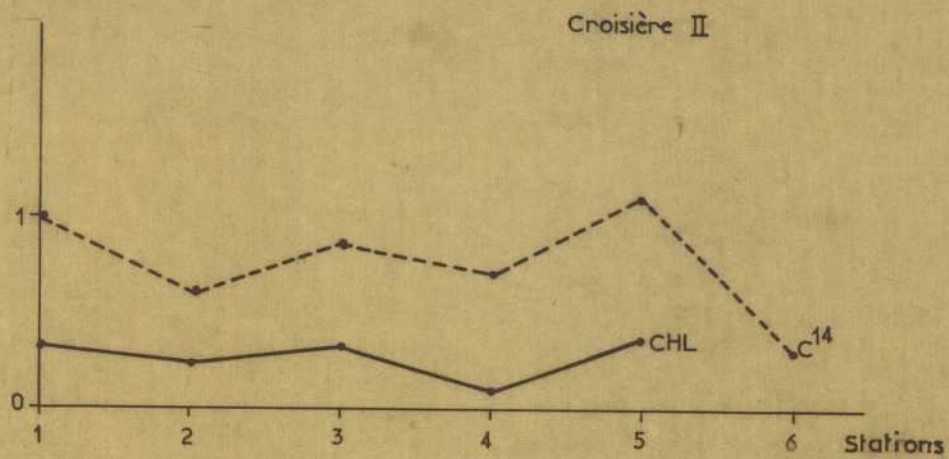
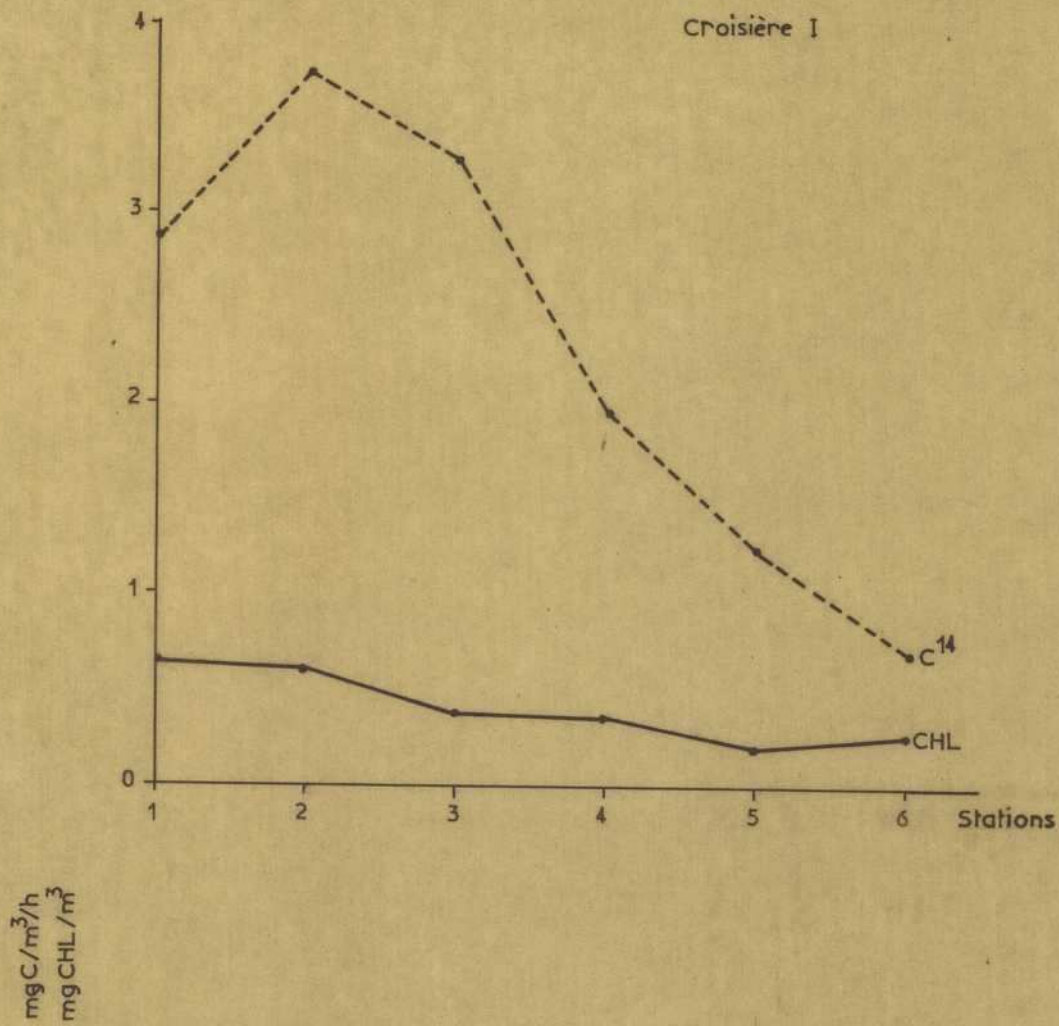
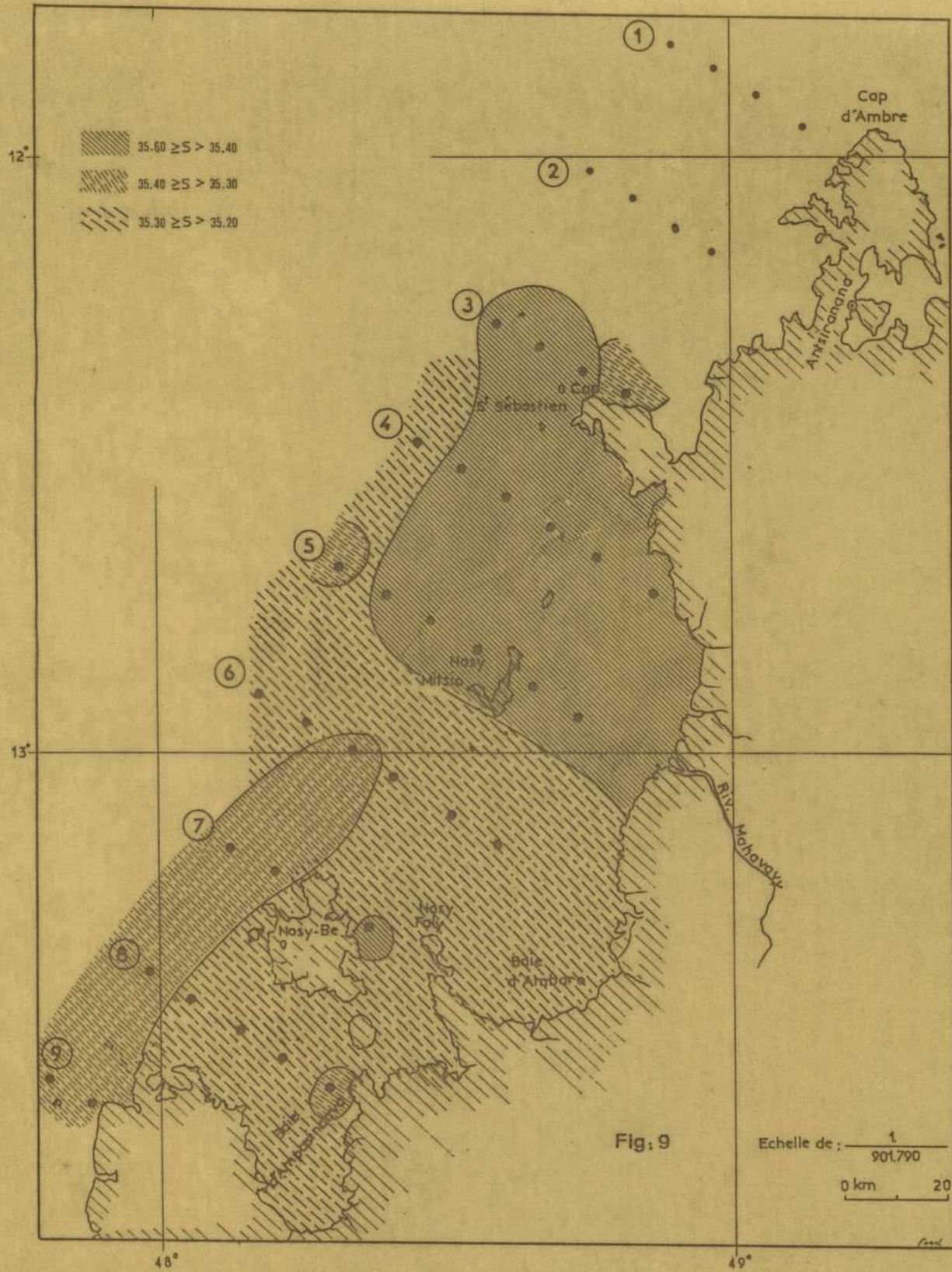
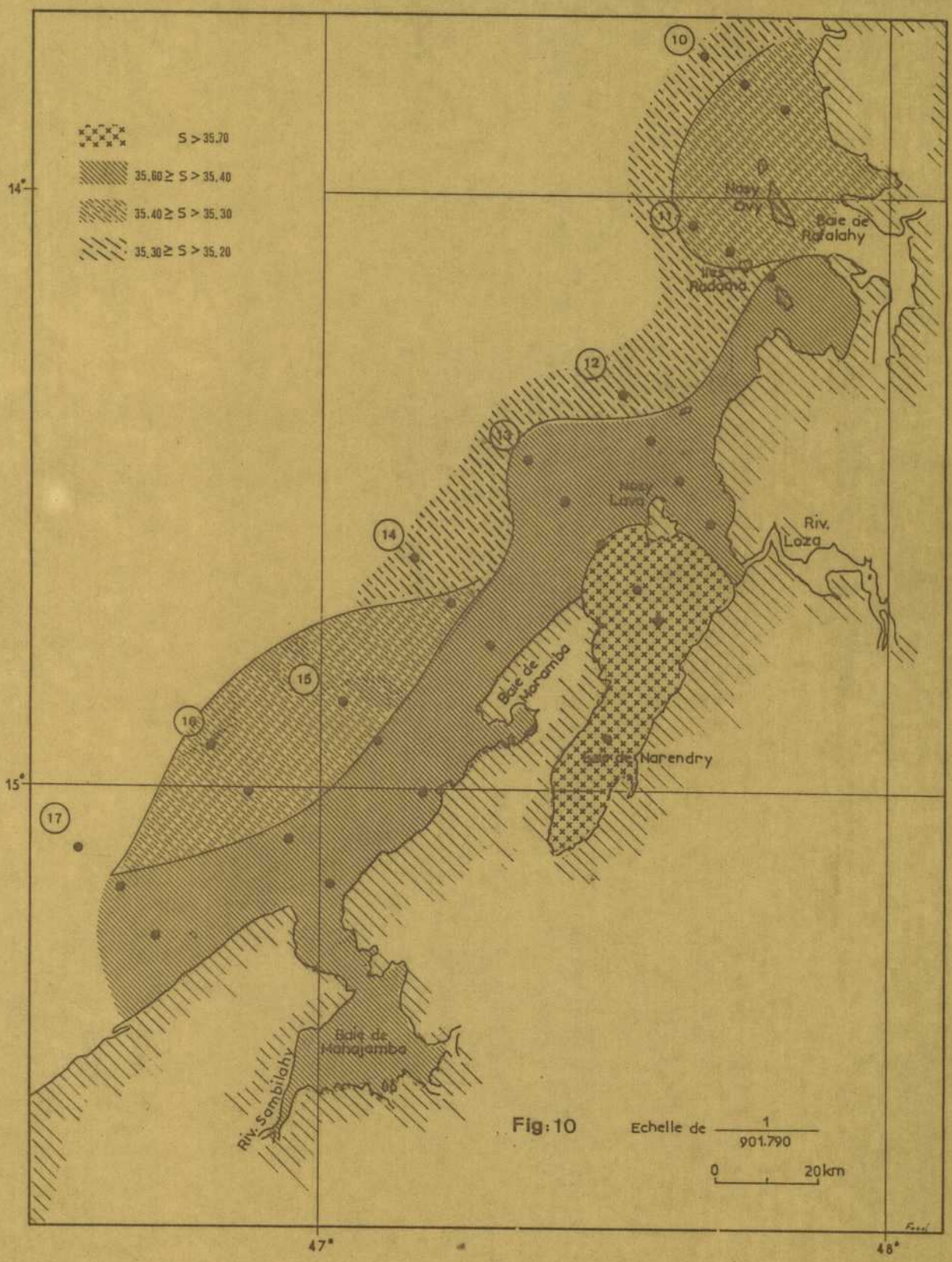






FIG: 8





  $S > 35,70$   
  $35,60 < S < 35,70$   
  $35,40 < S < 35,60$   
  $35,30 < S < 35,40$

14°

15°

17

10

11

12

13

14

15

16

47°

48°

Fig: 10

Echelle de  $\frac{1}{901.790}$   
 0 20km

Fig. 10



15°

16°

Cap  
s' André

Baie  
d'Antaly

45°

18

19

21

22

23

Mahajanga

Baie  
de  
Bumbetoka

Riv.  
de  
Beisiboka

Baie  
de  
Boina

Cap  
Tanjama

Baie  
de  
Maroambitsy

Cap  
Amperahaja

Baie  
de  
Baly

Echelle de  $\frac{1}{901.790}$

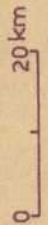
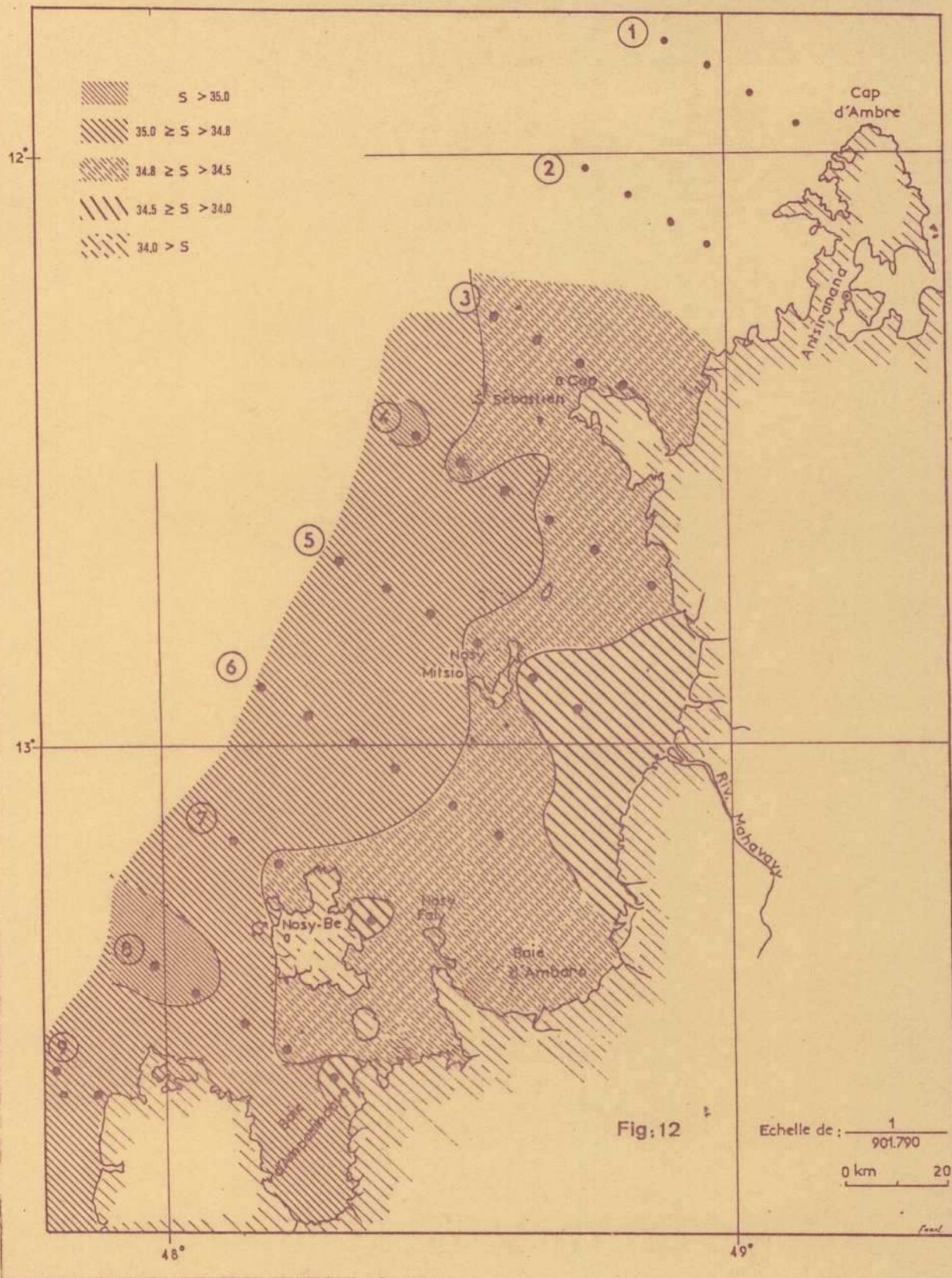


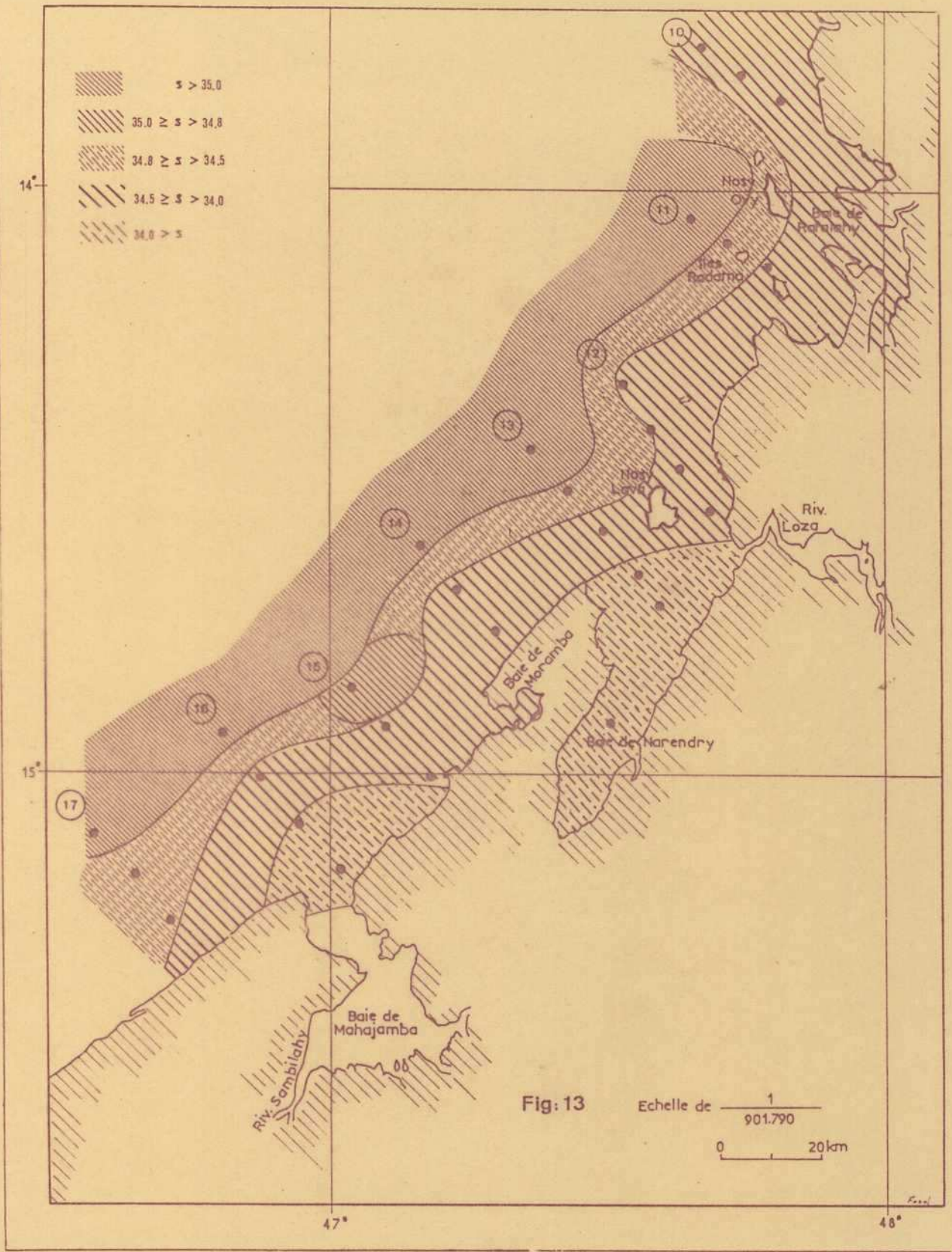
Fig:11

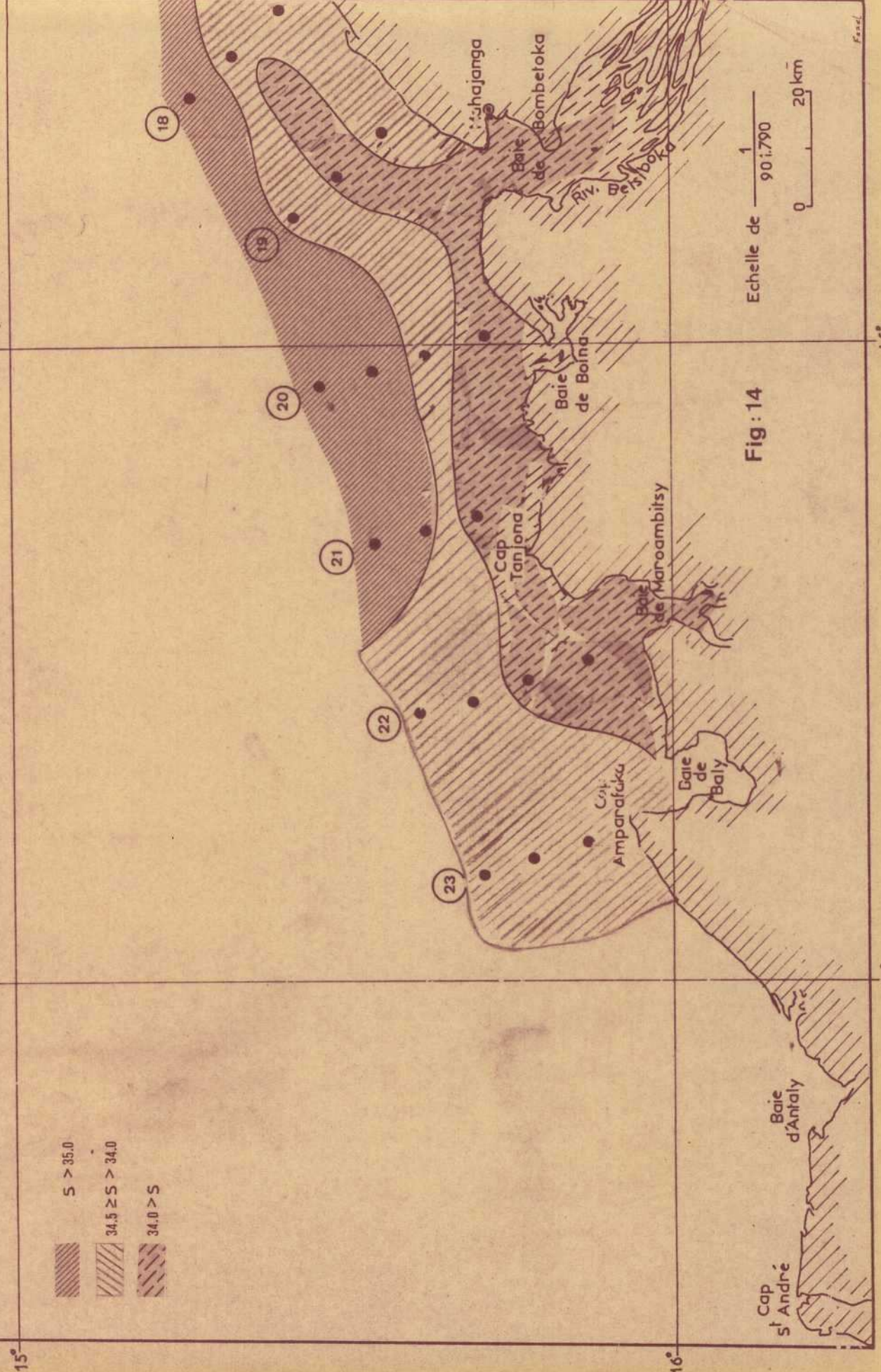
46°

End









Echelle de 1/901,790

Fig: 14

15°

16°

45°

46°

France