

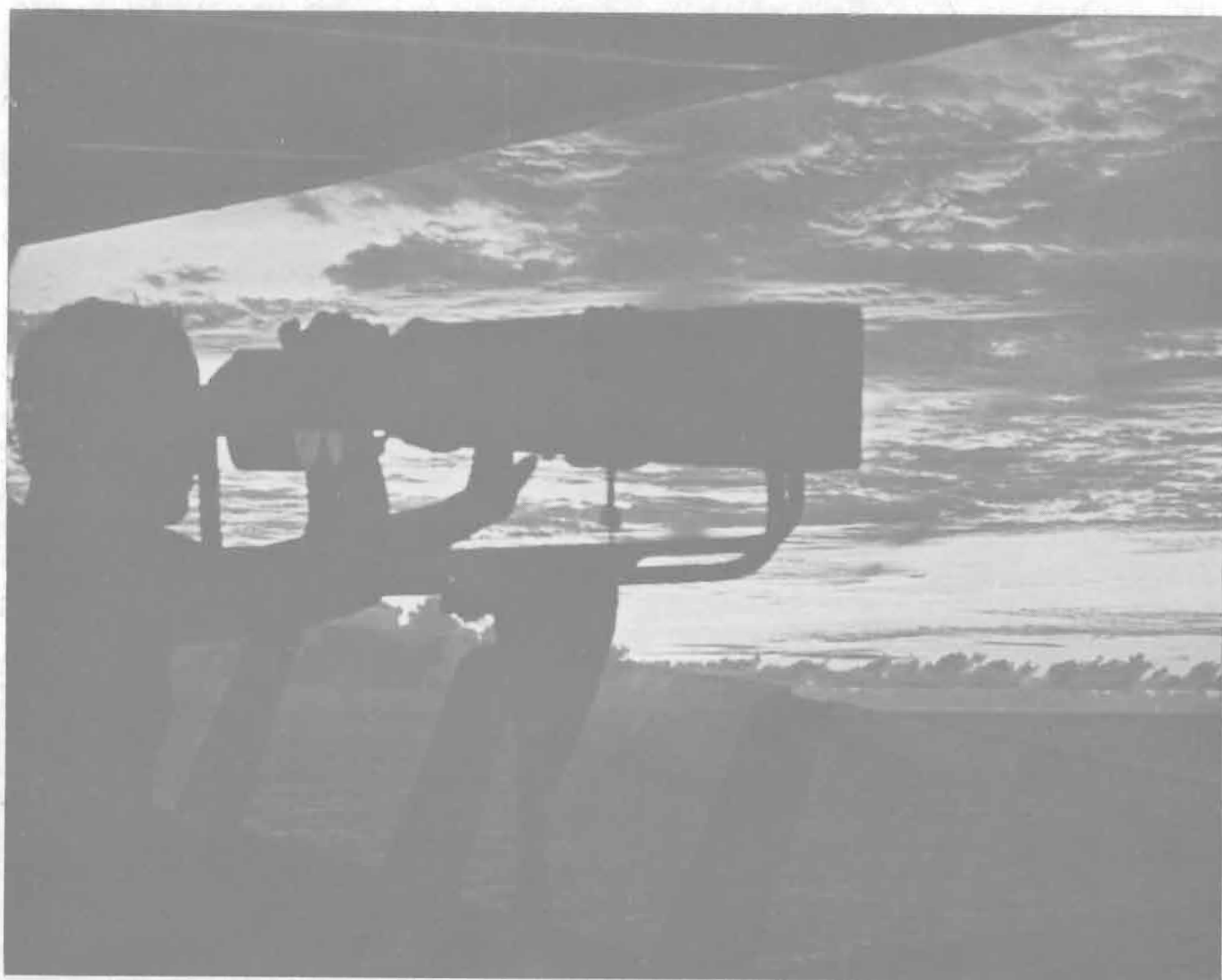
OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

MISSION ORSTOM AUX SEYCHELLES

CAMPAGNE EXPERIMENTALE DE PECHE A LA SENNE DU  
THONIER " YVES DE KERGUELEN " DANS L'OUEST  
DE L'OCEAN INDIEN TROPICAL

par

F. MARSAC , B. PITON , M. POTIER et B. STEQUERT



MISSION ORSTOM

BP 570

VICTORIA - MAHE

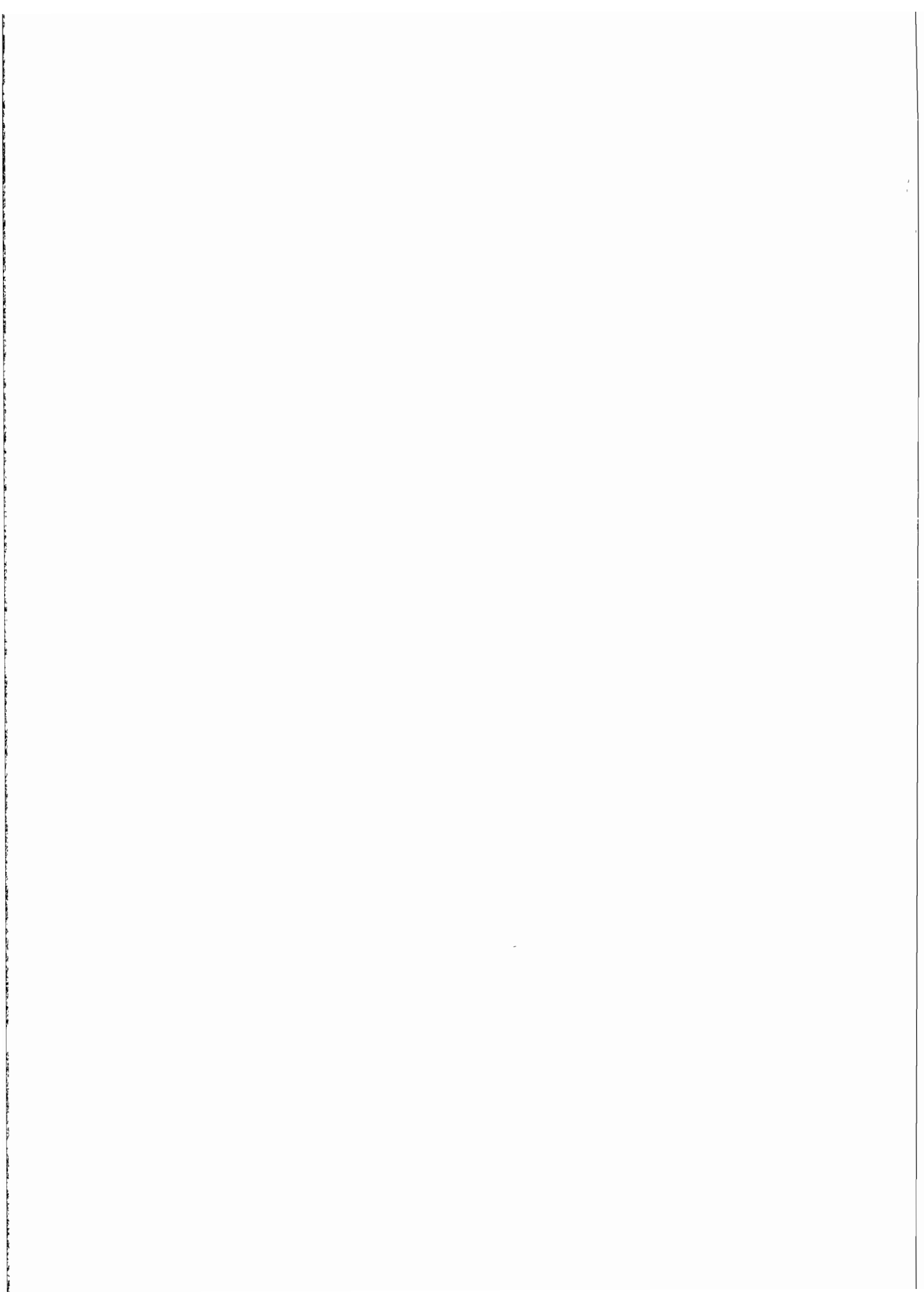
SEYCHELLES



RAPPORT SCIENTIFIQUE

n°3

OCTOBRE 1983



MISSION ORSTOM  
AUX SEYCHELLES

CAMPAGNE EXPERIMENTALE DE PECHE A LA SENNE DU THONIER  
"YVES DE KERGUELEN" DANS L'OUEST DE L'OCEAN INDIEN TROPICAL

PAR

F. MARSAC , B. PITON , M. POTIER ET B. STEQUERT

---

RAPPORT SCIENTIFIQUE N°3

---

OCTOBRE 1983



## REMERCIEMENTS

---

*Les auteurs tiennent à exprimer tous leurs remerciements à Messieurs D. ROBIGOUL, patron du sennear "YVES DE KERQUELEN, Y. LE GUIRRIEC, second, ainsi qu'à tout l'équipage du navire pour l'excellent accueil reçu à bord et pour la franche collaboration qui a très vite vu le jour au cours des divers embarquements.*

*Nous exprimons toute notre reconnaissance à Messieurs LE FLANCHEC, propriétaire du bateau, DELHEMMES, P.D.G de l'armement COBRECAF (gestion du sennear) et LE ROUZIC, capitaine d'armement, pour l'aide et les facilités qu'ils nous ont accordées tout au long de cette prospection.*

*Nous tenons également à assurer de toute notre gratitude Messieurs M. RAYNAUD et R. TOUSSAINT (COFREPECHE), sans qui cette campagne dans l'océan Indien n'aurait sans doute pas eu lieu; nous les remercions également pour l'aide matérielle qu'ils ont bien voulu nous apporter tout au long de nos six mois d'embarquement.*

*Nous assurons de notre sympathie, toutes les personnes qui, de près ou de loin, nous ont aidé et permis de réaliser le suivi de cette campagne de prospection.*

## AVANT - PROPOS

Ce rapport établit un premier bilan scientifique de la prospection thonière menée durant plus de sept mois (du 15 novembre 1981 au 2 juillet 1982) par le senneur "YVES DE KERGUELEN" dans l'ouest de l'océan Indien. Ce travail scientifique s'inscrit dans le cadre de l'accord de coopération franco-seychellois (Convention n° 204/C/DCT/81/SEY ) intéressant le domaine halieutique.

Les secteurs couverts par cette prospection concernent aussi bien la Zone Economique Exclusive (ZEE) seychelloise que les eaux internationales adjacentes.

Tout au long de la lecture de ce rapport, il ne faudra surtout pas perdre de vue que cette campagne du "YVES DE KERGUELEN" a été menée comme une campagne de pêche suivie par des scientifiques et non comme une campagne de recherche scientifique accompagnée de pêches/témoins. Ceci pour expliquer au lecteur que les trajets du bateau ne sont dus qu'aux impératifs de la pêche, appréciés en fonction des déplacements apparents du thon, faisant abstraction de toute autre préoccupation d'ordre scientifique. Pour ce qui est de la répartition des sondages XBT et des diverses observations, le chercheur embarqué a dû s'adapter à ces conditions en s'efforçant de gêner le moins possible les opérations de pêche.

\*

\*

\*

## S O M M A I R E

---

RÉSUMÉ

ABSTRACT

INTRODUCTION

I - MATÉRIEL ET MÉTHODE

I.1 - Le navire

I.2 - Méthode de travail

II - DÉROULEMENT DE LA CAMPAGNE ET ZONES PROSPECTÉES

II.1 - Première marée

II.2 - Deuxième marée

II.3 - Troisième marée

II.4 - Quatrième marée

II.5 - Cinquième marée

III - CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES ET OcéANOGRAPHIQUES GÉNÉRALES

III.1 - Les conditions générales de vent

III.2 - Les conditions océanographiques générales

IV - CONTEXTE OcéANOGRAPHIQUE DE LA CAMPAGNE

IV.1 - Parages immédiats des plateaux de Mahé et des Amirantes

IV.2 - Le nord des Seychelles

IV.3 - L'est des Seychelles

IV.4 - Le sud des Seychelles

IV.5 - Le Canal de Mozambique

IV.6 - Le Bassin des Mascareignes

IV.7 - L'archipel des Chagos

V - RESULTATS DE PÊCHE ET OBSERVATIONS BIOLOGIQUES

V.1 - Secteurs d'abondance

V.2 - Répartition des captures

V.3 - Aspect et comportement du thon

V.3.1 - Taille

V.3.2 - Composition spécifique

V.3.3 - Aspect des bancs

V.3.3.1 - Bancs de surface

V.3.3.2 - Bancs profonds

V.3.4 - Comportement

V.4 - Relation thon - environnement

V.4.1 - Phase lunaire

V.4.2 - Température

V.4.3 - Profil thermique

V.4.3.1 - Bancs de surface

V.4.3.2 - Bancs profonds

V.4.4 - Courants

V.5 - Distribution géographique

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

FIGURES 1 à 49

\*\*\*\*\*

## RESUME

-----

Après avoir rapidement présenté le senneur "YVES DE KERGUELEN" et la méthode de travail retenue, les auteurs décrivent les conditions météorologiques et océanographiques générales rencontrées dans la zone prospectée.

La campagne ayant été découpée en strates spatiales et temporelles, l'étude de l'évolution de quelques caractères hydrologiques des divers secteurs à deux périodes différentes a permis de préciser le contexte océanographique dans lequel s'est déroulé l'ensemble de la campagne.

Une fois les zones d'abondance indiquées et les résultats de pêche présentés, les auteurs ont essayé de relier la présence du thon à son environnement et de voir s'il était possible d'établir une relation entre ces divers paramètres.

## ABSTRACT

-----

After a brief description of the purse seiner "YVES DE KERGUELEN" and the work carried on board, the authors present the general meteorological and oceanographic conditions in the prospected area.

The survey being splitted in space and time stratas, the study of several hydrological factors in differents areas over two different periods allowed the oceanographic context during the course of the survey to be more accurate.

Once the zones of abundance has been indicated and presented, tentative correlation between the presence of tuna to several environmental factors are suggested.

## INTRODUCTION

Dans l'océan Indien, les thons sont exploités depuis 1952 par les Asiatiques (Japonais relayés depuis plusieurs années, au niveau des équipages, par les Coréens et les Formosans) au moyen de palangriers. C'est une technique de pêche qui est vouée, à plus ou moins long terme, à l'extinction, en raison des difficiles conditions de travail pour l'équipage.

A partir de 1970, débutaient, sous l'impulsion des Japonais d'abord et des Français ensuite, des prospections ayant pour objectif l'exploitation industrielle des thons de surface<sup>(1)</sup>.

C'est ainsi que de 1971 à 1975, les premiers essais de pêche à la canne ont été menés par les Japonais à partir de Madagascar. D'autres tentatives de pêche similaires se sont poursuivies à partir des Seychelles jusqu'en 1982. Pendant tous ces essais, les conditions climatiques et hydrologiques rencontrées avaient fait dire, à maintes reprises, que les eaux trop claires, l'absence de thermocline ou sa présence très en profondeur ..., rendaient la pêche à la senne quasiment impossible dans cette région de l'océan Indien.

Il aura fallu attendre fin 1979-début 1980 pour voir un senneur mauricien (équipage japonais) faire une tentative dans l'ouest de l'océan Indien; celle-ci n'ayant pas été très concluante, ce senneur est reparti dans l'est, vers Sumatra.

Un accord signé en fin 1980, entre le Gouvernement Seychellois et l'Armement Coopératif Finistérien, a permis aux Français de réaliser leur première prospection à la senne dans l'ouest de l'océan Indien. Celle-ci a été menée du 7 décembre 1980 au 5 mars 1981 par "l'ILE DE SEIN", senneur de 48 mètres et d'une capacité en cale de 320 tonnes. Les résultats obtenus au cours de cette première expérience française (470 tonnes pour 60 coups de filet) auront permis de démontrer que, contrairement aux idées préconçues, la pêche à la senne est possible dans l'océan Indien.

En 1981, dans le cadre d'accords de coopération franco-seychellois, une nouvelle campagne exploratoire était mise en oeuvre par COFREPECHE (Consortium Français pour le Développement des Pêches). Le senneur "YVES DE KERGUELEN", basé habituellement à Abidjan (Côte d'Ivoire), était envoyé

---

(1) Les espèces principales concernées sont le listao (*Katsuwonus pelamis*) et l'albacore (*Thunnus albacares*).

pour réaliser cette nouvelle campagne de pêche expérimentale; celle-ci a débuté le 12 novembre 1981 dans le canal de Mozambique et s'est terminée en fin juin 1982 dans ce même secteur.

Cette prospection a constitué pour l'équipe scientifique de l'ORSTOM (Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer), basée aux Seychelles, un moyen d'investigation qui devait lui permettre d'étudier *in situ* les paramètres du milieu et de collecter une somme d'informations sur l'abondance et le comportement des bancs de thon.

## I - MATERIEL ET METHODE

### I.1 - LE NAVIRE (fig.1)

Le "YVES DE KERGUELEN" est un thonier senneur congélateur porte-hélicoptère de 69 m de longueur hors tout (jauge nette de 502 Tx), puissance de 3900 CV, vitesse 14 nd. Le volume de ses cuves est de 1250 m<sup>3</sup>, correspondant à environ 750 t de capacité.

Il manœuvre un filet de 1500 m de long pour 185 m de chute, pesant approximativement 45 tonnes.

### I.2 - MÉTHODE DE TRAVAIL

Dès l'arrivée du senneur à Mahé, les scientifiques de la mission ORSTOM aux Seychelles ont embarqué, à tour de rôle, de manière à pouvoir réaliser diverses observations et mesures au cours des différentes marées.

La présence du poisson dans telle ou telle zone et les résultats de pêche ayant essentiellement guidé le navire dans ses itinéraires, la répartition de nos observations dans la zone prospectée n'a pas toujours pu bénéficier de toute la rigueur scientifique souhaitée. Il en aurait été bien autrement si le travail avait eu lieu à bord d'un navire détaché de la contrainte "pêche", donc entièrement libre de ses déplacements.

Au cours de la prospection du senneur nous avons noté, du point de vue biologique :

- toutes les apparences susceptibles de nous renseigner sur la présence du thon (oiseaux, épaves, cétacés,...),

- les différents bancs rencontrés en essayant, chaque fois qu'il était possible, d'en déterminer la composition spécifique, l'importance ainsi que le comportement du poisson (mode d'apparition, sens de déplacement,...).

Toutes les détections enregistrées au sondeur ont été répertoriées, positionnées et, le plus souvent, avec l'aide du patron, identifiées.

Pour la majorité des coups de filet, un échantillonnage avec mensurations a pu être réalisé.

Les observations météorologiques et océanographiques effectuées à bord ont été les suivantes :

- lancers d'XBT (sondes XBT-6, 460 m, 15 nœuds, et sondes XBT-10 200 m, 10 nœuds) une à quatre fois par jour selon la route (fig.2). Lorsque le navire est resté plusieurs jours dans un secteur relativement restreint, il n'a été tiré qu'un seul XBT pour caractériser la région (1);

- relevé de la température de surface toutes les deux ou trois heures durant la journée;

- relevé, à chaque passage satellite, des dérives données par le navigateur MAGNAVOX qui fournissent une idée du courant de surface;

- relevé du vent de surface de 2 à 7 fois par jour;

- relevé de la nébulosité.

Sont en outre disponibles :

- les températures de surface mesurées au radiomètre à partir de l'avion d'INTERTHON lors de ses vols de prospection effectués en novembre et décembre 1981 et janvier 1982 et de l'avion seychellois affrété par l'ORSTOM, en février 1982;

- les cartes hebdomadaires de températures moyennes de surface d'origine satellitaire (NOAA-traitement GOSSTCOMP) pour tout l'océan Indien;

---

(1) Le bilan des lancers est le suivant :

- première et deuxième marées (16 novembre 1981/ 28 janvier 1982, 3°S/11°S-51°E/66°E) : 40 XBT, numérotés de 901 à 937 plus 3 effectués dans le canal de Mozambique (fig.3 et 4);

- troisième marée (7 février/ 28 mars 1982, 1°S/11°S - 50°E/65°E) : 71 XBT, numérotés de 1 à 70 plus le numéro 185 (fig.5);

- quatrième marée (2 avril/ 10 mai 1982, 3°S/21°S - 51°E/58°E) : 48 XBT, numérotés de 71 à 119 (fig.6);

- cinquième marée (18 mai/ 18 juin 1982, 5°N/11°S - 47°E/72°E et canal de Mozambique) : 66 XBT, numérotés de 120 à 184 plus le numéro 186 (fig.7a et 7b).

- les cartes de températures de surface établies par quinzaine par l'Antenne ORSTOM auprès du C.M.S. de Lannion, du 25 novembre 1981 au 27 avril 1982 à partir des message-ship;

- les cartes de températures de surface dressées à partir des message-ship par le Service Météorologique de La Réunion, par quinzaine, de janvier à avril 1982, et par décade depuis mai 1982.

## II - DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE ET ZONES PROSPECTEES (fig.8 à 13)

Les zones prospectées par le "YVES DE KERGUELEN" au cours de sa campagne exploratoire sont situées principalement dans la ZEE des Seychelles et à l'est de celle-ci. Une prospection plus légère a aussi été effectuée dans le canal de Mozambique, au début et à la fin de la campagne, dans le nord des Seychelles au-delà de l'Equateur jusqu'à 5°N, dans l'est jusqu'aux Chagos (72°E) et dans le sud jusqu'à Maurice-La Réunion (21°S)

### II.1 - PREMIÈRE MARÉE (12 novembre au 5 décembre 1981)

Parti de Dakar (Sénégal) le 29 octobre 1981, le senneur arrive dans les parages d'Europa le 12 novembre. Une prospection du canal de Mozambique a d'abord eu lieu jusqu'au 19 novembre puis c'est le tour de la zone seychelloise. Quelques problèmes survenus aux Seychelles font que le bateau a dû se diriger vers Maurice pour pouvoir y assurer sa relève le 5 décembre.

### II.2 - DEUXIÈME MARÉE (7 décembre 1981 au 29 janvier 1982)

Le départ de Port-Louis (Maurice) a lieu le 7 décembre 1981 et le navire remonte vers les Seychelles où le scientifique est embarqué le 12 décembre.

A la sortie de Mahé, le cap est mis vers la partie sud de la ZEE seychelloise et vers les parages d'Agalega. Les conditions météorologiques se dégradant peu à peu, il est décidé de remonter vers le nord-ouest, en direction des Amirantes, où l'avion d'Interthon, intervenant en appui de la campagne, a pu localiser quelques concentrations de thon qui seront tournées avec plus ou moins de succès.

Le 28 décembre, le bateau va se diriger vers l'est, en contournant le plateau de Mahé par le nord pour rejoindre une zone (4°30 S et 61°40 E),

indiquée comme riche par l'avion; il y réalise quelques bonnes pêches. Lentement, il se déplace vers l'est, atteignant 66°E. A partir du 12 janvier 1982, le "YVES DE KERGUELEN", qui commence à rencontrer du mauvais temps, revient vers l'ouest où l'avion lui a signalé de belles concentrations aux environs de Farquhar. Il restera à prospecter ce secteur sud-ouest de la ZEE jusqu'au 29 janvier, date de la fin de la deuxième marée.

### II.3 - TROISIÈME MARÉE ( 6 février au 27 mars 1982)

Elle débute le 6 février et ne bénéficie plus de l'appui de l'avion d'Interthon.

Le senneur se dirige vers le secteur favorable qu'il a quitté à la fin de la marée précédente. Les premiers indices sont trouvés dans l'est des Amirantes, juste au sud de l'île Desroches, et ce jusqu'à Farquhar; de bonnes pêches y seront faites.

A partir du 18 février, le navire s'écartera vers l'est pour passer à l'ouest de Coetivy avant de remonter vers le nord, sur le parallèle 4°S qu'il va suivre, vers l'est, jusqu'à 63°E.

Là, plusieurs apparences laissent supposer la présence d'une zone relativement riche; malheureusement le comportement du poisson ne permet pas de réaliser les gros coups de filet que l'on était en droit d'espérer.

En remontant vers le nord pour élargir son champ d'investigation, le bateau rencontre de forts courants ( de l'ordre de 2,5 - 3 nd) qui ne lui auraient pas permis de tourner son filet dans des conditions de sécurité suffisante; c'est pourquoi, il se réoriente vers le secteur sud des Amirantes où il avait pêché correctement en début de marée.

Il y séjournera pendant 3-4 jours avant de retourner dans l'est en passant cette fois au nord du banc de Saya de Malha.

Une zone riche sera trouvée le 8 mars par 5°S et 63°E et de belles captures y seront faites.

Un accident survenu à bord le 12 mars oblige à mettre le cap sur Victoria, atteint le 14.

Le 15, le KERGUELEN repart en prospection vers la zone d'épaves localisée au sud des Amirantes par 8°S et 52°30E ; il y restera une dizaine de jours avant de remonter vers Mahé pour y effectuer sa relève d'équipage.

### II.4 - QUATRIÈME MARÉE ( 2 avril au 15 mai 1982 )

Le navire éprouvant au cours de son escale, quelques difficultés

techniques qu'il ne peut résoudre sur place, il doit descendre vers l'île Maurice avant de pouvoir recommencer à prospecter et pêcher dans la ZEE seychelloise.

Hormis quelques indices au voisinage de Tromelin, les apparences sérieuses ne sont détectées que dans le nord-est de Providence; puis, ultérieurement, au nord-ouest des Amirantes et plus au nord, non loin de l'île Bird (3°30S et 54°30 E).

Certains problèmes techniques de congélation obligent le senneur YVES DE KERQUELEN à faire route sur La Réunion pour réparations. Il y séjournera jusqu'au 10 mai et remontera vers les Seychelles, sans rien rencontrer de particulier; la marée s'achève le 16 mai.

## II.5 - CINQUIÈME MARÉE ( 17 mai au 2 juillet 1982 )

La campagne s'oriente vers des horizons nouveaux où l'on espère trouver les conditions de milieu favorables aux concentrations de poissons. La prospection s'étend d'abord jusqu'à 5°N à proximité de 55°E, où sont rencontrés les premiers signes d'une activité biologique. Puis le senneur met le cap au sud-est pour se soustraire aux vents de nord-ouest relativement gênants et retrouver les zones favorables déjà visitées en janvier ( 2ème marée). Les apparences vues vers 63°E l'incitent à poursuivre dans cette direction, la météo y étant bonne. Aux accores des bancs des Chagos, il peut, en toute légalité, prospecter et réaliser de belles pêches sur le secteur très productif qu'il y découvre.

A partir du 11 juin, les alizés forts envahissent la zone, obligeant le navire à remonter jusqu'à 2°S où le temps est plus calme mais les observations très pauvres. Après un dernier retour dans les secteurs de pêche où le vent est toujours très frais, le "YVES DE KERQUELEN" met le cap vers les Seychelles où il arrive le 16 juin.

Le 21 juin, le senneur quitte Mahé pour reprendre la route de l'Atlantique, mettant ainsi fin à cette campagne exploratoire de la ZEE seychelloise et de ses parages immédiats.

La prospection du Canal de Mozambique (Mayotte, Juan de Nova, Bassas da India) est également réalisée sur la route du retour; les résultats obtenus dans ce secteur sont assez décevants.

### III - CONDITIONS METEOROLOGIQUES ET OCEANOGRAPHIQUES GENERALES

Pour se faire une idée des conditions météorologiques et océanographiques de la région prospectée, on peut se reporter aux atlas de WYRTKI (1971), de HASTENRATH et LAMB (1979), de PITON et al.(1981), ainsi qu'à l'article de PITON (1976); de ces travaux, on peut tirer le résumé suivant:

#### III.1 - LES CONDITIONS GÉNÉRALES DE VENT

En été austral, de novembre à mars, les régions prospectées sont situées dans la zone de basses pressions atmosphériques (fig.14a), ou plutôt pressions minima (inférieures ou égales à 1012 mb) entre les hautes pressions sud-indiennes permanentes et celles couvrant le continent asiatique. Il en résulte que, durant ces mois, la zone intertropicale de convergence peut "balayer" une vaste zone en latitude, de 5°S à 15°S (et jusqu'à 24°S dans le canal de Mozambique) avec les conséquences suivantes sur le vent(fig.14b)

- vent de nord-est(\*) au nord de la convergence, de vitesse moyenne 8 à 10 nœuds ,

- vent d'ouest dans la zone de convergence, de vitesse faible en général, mais fort dans les grains et surtout les cyclones, ou dépressions tropicales assez fréquents dans la région des Mascareignes et de Madagascar (2ème région au monde pour la fréquence des cyclones),

- vent de sud-est (alizés) au sud de la zone de convergence, de vitesse moyenne 10 à 12 noeuds, fréquemment de 20 à 25 noeuds.

En avril-mai, les basses pressions s'installent sur le continent asiatique et les mers adjacentes, tandis que les hautes pressions couvrant le sud de l'océan Indien remontent en latitude (fig.15a). Il en résulte (fig.15b) que les alizés de sud-est virent progressivement au sud-ouest (\*), approximativement entre l'Equateur et 5°S. C'est dans cette zone où le vent est dominant du secteur sud qu'il a la vitesse moyenne la plus faible, vraisemblablement parce que plus variable en direction; au nord et au sud de cette

---

(\*) Dans cette étude, il faudra entendre par mousson de nord-ouest (été austral) et de sud-est (hiver austral) les moussons respectives de nord-est et de sud-ouest ainsi dénommées par les océanographes physiciens.

zone, les vents sont nettement plus forts en cette période (moyenne de 15 à 20 nœuds) exception faite du canal de Mozambique où le vent, même de sud-est, reste relativement faible (moyenne inférieure à 8 nœuds). Cette situation, dite de "mousson de sud-ouest" ou d'alizés forts selon le lieu, dure jusqu'au mois d'octobre.

### III.2 - LES CONDITIONS OCÉANOGRAPHIQUES GÉNÉRALES

La situation hydrologique typique de l'été austral peut être décrite comme suit (fig.16a). Le courant sud-équatorial induit par les alizés de sud-est vient buter une première fois contre Madagascar :

- la branche sud est infléchiée le long de la côte avec possibilité de flux de retour vers l'est aux latitudes voisines de 20°S,
- la branche nord double le cap d'Ambre avec augmentation de la vitesse jusqu'à 2 à 5 nœuds.

Cette branche nord du courant sud-équatorial, entre 12°S et 6-7°S, vient à nouveau se heurter au continent africain et, à hauteur du cap Delgado, se diviser en deux branches :

- la branche sud induit un vortex anticyclonique dans la partie nord du canal de Mozambique autour des Comores, mais dans le milieu du canal, vers 16-17°S, on observe parfois une forte accélération du courant (jusqu'à 4 nd) avec nouvelle division du flux devant Madagascar, un flux nord rejoignant le courant sud-équatorial nord, un flux sud pouvant induire une circulation en méandres dans le canal avant d'alimenter le courant des Aiguilles,

- la branche nord longe la côte est africaine sur une faible longueur et alimente le contre-courant équatorial, rejoignant le flux de retour du courant de Somalie induit, à cette époque par les alizés de nord-est. Ce contre-courant coule entre 6-7°S et 2-3°S à une vitesse de 1 à 2 nœuds ; sa limite sud avec le courant sud-équatorial constitue une zone de divergence avec remontée des isothermes vers la surface (fig.17), sans qu'elles l'atteignent généralement, et où il a été décelé un enrichissement en plancton ; il est délimité dans sa partie nord par une zone de convergence avec augmentation de l'épaisseur de la couche homogène. Ce schéma général est compliqué dans les parages des Seychelles par la présence de bancs et d'îles qui peuvent être à l'origine de refroidissements et d'enrichissements localisés en plancton. Par vent bien établi de nord-est sur la zone équatoriale et, plus précisément, en fin de mousson de nord-est (mars-avril), peut se développer un

sous-courant portant à l'est, de 1°N et 1°S, entre 50 et 120 mètres de profondeur, de vitesse maximum voisine de 1 nœud.

Durant l'hiver austral, le courant sud-équatorial s'étend vers le nord sous l'action des alizés jusqu'à 2°-3°S, et la plus grande partie du flux transporté par ce courant est repris par le courant violent de Somalie (vitesse pouvant atteindre 7 nœuds) induit par la mousson de sud-ouest, avec, cependant, possibilité de flux de retour vers l'est d'une certaine quantité d'eau formant encore un contre-courant équatorial dont la limite avec le courant sud équatorial est variable en latitude et peut atteindre l'Equateur (fig.16b).

Durant l'été, de novembre à avril, toute la zone étudiée, de 5°N à 10°S, est située dans la zone à maximum de température (ou équateur thermique) de l'océan Indien, avec des valeurs maxima (29,5°C aux Seychelles) atteintes en avril (fig.18a). A partir du mois de mai, cette zone à maximum de température est décalée vers le nord (fig.18b). Dans les parages des Seychelles, la température moyenne la plus faible est de 25,5°C en août (fig.18b). A partir de 10°S, la température décroît lentement avec la latitude, avec un écart moyen de 4 à 5°C entre l'été et l'hiver: à 20°S par exemple, la température est voisine de 23°C en août et de 27,5°C en février-mars.

La salinité moyenne de surface reste voisine de 35‰ dans la zone prospectée: le courant sud-équatorial transporte une eau de salinité inférieure à 35‰, de même que le courant induit par la mousson de nord-ouest, le contre-courant équatorial se signalant par une eau de salinité supérieure à 35‰ due à la reprise d'eau salée venant du nord le long de la côte de Somalie (fig.19a). Des dessalures parfois importantes, mais localisées, peuvent se rencontrer devant la côte nord-ouest de Madagascar ou dans la zone de convergence où les pluies sont abondantes; les précipitations annuelles passent de 1,0 mètre dans l'ouest des Seychelles à 3,5 mètres aux Chagos (fig.19b).

En subsurface, entre 60 et 150 m de profondeur à l'Equateur, et entre 100 et 300 m vers 20°S, on trouve une eau caractérisée par un maximum de salinité de 35,2‰ à 35,6‰, et surtout un minimum d'oxygène passant de 2,8 ml/l à l'Equateur à 4,0 ml/l à 20°S. Sur une carte de répartition horizontale de la température à 100 m d'immersion, on trouve une zone de minimum de température, inférieure à 20°C et pouvant descendre jusqu'à 14°C localement comme aux accores du plateau des Seychelles (PITON, 1976), sur une bande entre 4°S et 11°S correspondant à la divergence entre le courant sud-

équatorial et le contre-courant équatorial (fig.20a); de part et d'autre de cette bande, les températures à 100 m peuvent dépasser 24°C.

Les teneurs en oxygène dissous à cette immersion soulignent la différence entre le sud de l'océan Indien, océan "ouvert" où les teneurs en oxygène dissous sont supérieures à 4 ml/l, et le nord, au-delà de 10°S, océan "fermé" par le continent africain et le continent asiatique, où l'eau se renouvelle lentement : les teneurs en oxygène dissous y sont inférieures à 3 ml/l en général, sauf devant la côte de la Somalie où l'eau est renouvelée à chaque mousson du sud-ouest par "upwelling" (fig.20b). Cette distinction entre le nord et le sud de l'océan Indien, qui peut avoir de l'importance dans la compréhension du comportement du thon est encore mieux soulignée par la répartition des teneurs en oxygène dissous dans la couche subsuperficielle à minimum d'oxygène à la profondeur moyenne de 140 m vers 10°S et 180 m au nord et au sud de la zone prospectée, avec des températures variant entre 14 et 18°C (fig.21).

Autres traits de structures généraux :

- la couche de mélange (ou couche homogène, ou encore profondeur de début de thermocline) a une épaisseur variable, de 20 à 60 m en été et de 40 à 100 m en hiver, cette augmentation de l'épaisseur moyenne de la couche homogène en hiver étant due au brassage vertical par les alizés plus forts de la mousson de sud-ouest,

- les valeurs du gradient maximum de température dans la thermocline, trouvée entre 50 et 125 m de profondeur, ont une valeur maximale de 2 à 5 degrés pour 100 m entre l'Equateur et 10°S, une valeur plus faible, de l'ordre de 1°C pour 10 m, ailleurs.

#### IV - CONTEXTE OCEANOGRAPHIQUE DE LA CAMPAGNE

Après avoir exposé les conditions générales régnant sur la zone d'étude, un examen plus détaillé des diverses situations rencontrées pendant la campagne est rendu possible grâce aux relevés effectués au cours de celle-ci (\*).

---

(\*) - L'étude de la circulation de surface est basée sur l'examen simultané des dérives fournies par le MAGNAVOX et des différentes immersions de l'isotherme 20°C dont la topographie schématise le courant géostrophique superficiel (QUADFASEL, 1982).

La campagne a ainsi été découpée en strates spatiales et temporelles pour faciliter l'étude de l'évolution de quelques caractères hydrologiques dans les secteurs visités au moins à deux périodes différentes, à savoir :

- les parages immédiats des plateaux de Mahé et des Amirantes,
- le nord des Seychelles,
- l'est des Seychelles,
- le sud des Seychelles,
- le canal de Mozambique.

Les situations de deux autres zones seront décrites sans qu'il soit traité de l'aspect évolutif saisonnier car elles n'ont été parcourues que lors d'une même période hydroclimatique. Ceci concerne le bassin des Mascareignes et l'archipel des Chagos.

Une cartographie des différents secteurs est présentée sur la figure 22. Pour chacun d'entre eux, trois points seront examinés :

- la température de surface,
- les courants de surface,
- la profondeur et le gradient de la thermocline.

#### IV.1 - PARAGES IMMÉDIATS DES PLATEAUX DE MAHÉ ET DES AMIRANTES

Ils ont été couverts assez régulièrement : en novembre et décembre 1981, février, mars, avril et juin 1982.

##### IV.1.1 - Température de surface

La plus basse valeur (28°C) a été trouvée en février sur les accores ouest des îles Amirantes. Les températures les plus élevées (>30°C) ont été mesurées au sud et à l'ouest des Amirantes, ainsi qu'au nord du plateau seychellois, au mois d'avril (tabl.1).

##### IV.1.2 - Courants de surface

En novembre, au sud de 4°30 S, et à l'ouest des deux plateaux (Amirantes et Mahé), les courants ont porté vers le sud-ouest; au nord et à l'est du plateau de Mahé, ils s'inversaient et portaient vers l'est à des vitesses variant de 0,4 à 1,5 nœuds.

En décembre, l'influence du contre-courant équatorial s'est étendue vers le sud, extension liée au développement de la mousson de nord-ouest.

PERIODE	T°C min.	T°C max.	T°C moy.	ΔT°C
23/11 au 27/11/81	28,3	28,6	28,5	0,3
24/12 au 28/12/81	28,3	28,3	28,3	0,0
7 et 8/02/82 25 et 26/02 16/03 26/03	28,0	29,5	28,8	1,5
13/04 au 24/04 30/04	29,4	30,5	29,8	1,1

Tabl.1 - Valeurs extrêmes et moyennes de la température de surface aux différentes périodes et écarts thermiques observés durant chaque période.

En février, à l'est et au sud des Amirantes, on a observé une situation perturbée (courants portant à l'est, au sud puis à l'ouest) probablement causée par les hauts-fonds de ce banc. Au nord du plateau de Mahé, de 3°S à 4°S, les courants se dirigeaient vers le sud-ouest et constituaient la limite méridionale du courant nord-équatorial.

En avril, on retrouvait une situation déjà décrite en avril-mai 1974 par PITON (1976), à savoir une influence grandissante des alizés de sud-est, gagnant peu à peu sur les vents de nord-ouest et une prépondérance de courants portant au nord, dans l'ouest des Amirantes. Le contre-courant était bien net au nord du plateau de Mahé. Les refroidissements trouvés en 1974, notamment sur les accores sud-est du banc des Seychelles, attribués à un brassage vertical des eaux par l'affrontement vent-courant, n'ont pu être observés faute d'y avoir prospecté. Sur les accores (ouest et nord), la température est toujours restée élevée.

#### IV.1.3 - Profondeur et gradient de la thermocline

La thermocline devenait moins profonde lorsqu'on passait du nord du plateau de Mahé au sud des Amirantes. En toutes périodes, les gradients ont été forts, variant de 1,5°C à plus de 4°C par 10 mètres.

En février, le nord du plateau de Mahé était le siège d'une convergence (thermocline marquée entre 103 et 114 m de profondeur alors qu'au

sud des Amirantes, région proche de la divergence entre contre-courant et courant sud-équatorial, la thermocline se situait entre 37 et 52 m sous la surface.

En mars, un schéma analogue persistait.

L'évolution des vents et des courants survenue en avril a provoqué une remontée générale de la thermocline dans les secteurs ouest des plateaux. Au nord, la thermocline était également moins profonde, car la convergence s'était décalée vers l'équateur. En outre, il existait peut-être des upwellings localisés, en bordure des accores, les courants étant parallèles à ceux-ci au nord du banc des Seychelles.

## IV.2 - LE NORD DES SEYCHELLES

Ce secteur a été visité en février et mai 1982.

### IV.2.1 - Température de surface

La variation thermique sur la zone a été faible, la période la plus chaude se situant en mai (tabl.2).

PERIODE	T°C min.	T°C max.	T°C moy.	$\Delta T^{\circ}C$
24 et 25/05	28,8	29,0	28,9	0,2
18/05 au 24/05	29,7	30,2	29,8	0,5

Tabl.2 - Valeurs extrêmes et moyennes de la température de surface aux différentes périodes et écarts thermiques observés durant chaque période

### IV.2.2 - Courants de surface (fig.23a et 24a)

En février, on observait un déplacement du contre-courant vers le nord-est jusque vers 1°S, à l'est de 58°E. Le courant nord équatorial s'étendait vers le sud-ouest jusqu'à 3°S, à l'ouest de 57°E.

En mai, le système se décalait vers le nord : le contre-courant était sensible jusqu'à 1°N, le courant nord équatorial étant repoussé au nord de 2°N.

#### IV.2.3 - Profondeur et gradient de la thermocline (fig.23b et 24b)

Les plus grandes profondeurs de thermocline ont été observées sur la convergence (nord de 4°S) au mois de février (78 à 114 m); les gradients y étaient également les plus marqués (> 4°C pour 10 m). Profondeur de couche homogène et gradient décroissaient lorsqu'on pénétrait dans le lit du courant nord-équatorial.

En mai, la thermocline a été dans l'ensemble relativement peu profonde (28 m par 1°30 S, 62 m par 5°N) et les gradients peu marqués au nord de l'Equateur (autour de 1,5°C par 10 m). Toute trace de convergence avait disparu.

### IV.3 - L'EST DES SEYCHELLES

Cette zone a été parcourue plusieurs fois au cours de la campagne: en décembre 1981, janvier, février, mars, mai et juin 1982.

#### IV.3.1 - Température de surface

La variation thermique a été plus ample en décembre-janvier et en juin que lors des autres périodes, les minima y étant plus bas. En février et mars, les eaux ont montré une grande homogénéité en température (tabl.3).

PERIODE	T°C min.	T°C max.	T°C moy.	Δ T°C
29/12/81 au 11/01/82	27,3	28,5	28,1	1,2
19/02 au 23/02	28,7	29,2	28,9	0,5
3/03 au 14/03	28,7	29,3	29,1	0,6
24/05 au 26/05	28,6	29,6	29,0	1,0
16/06 au 18/06	27,3	29,5	28,4	2,2

Tabl.3 - Valeurs extrêmes et moyennes de la température de surface aux différentes périodes et écarts thermiques observés durant chaque période.

#### IV.3.2 - Courants de surface

La totalité de cette zone était parcourue par le contre-courant équatorial durant toutes les périodes. La bordure sud de ce flux portant vers l'est se situait vers 7°S jusqu'en mai, puis se décalait légèrement vers le nord en juin (5°S). Le courant nord équatorial n'a pas été décelé dans ce secteur limité au nord par le parallèle 3° sud.

#### IV.3.3 - Profondeur et gradient de la thermocline

En décembre et janvier, la thermocline a oscillé entre 22 et 40 m de profondeur. En mars, sur une convergence se développant au nord de 4°S, à l'est de 61°E, la thermocline s'enfonçait jusqu'à 85 m. En mai et juin, on la retrouvait entre 30 et 59 m (moyenne à 41 m).

L'évolution du gradient de la thermocline au cours des cinq périodes (fig.25) montre une disparition complète du gradient le plus élevé (>4°C par 10 m) en mai, peu à peu remplacé à partir de mars par un gradient légèrement inférieur (4°C par 10 m). Le gradient le plus faible (1,5°C par 10 m) n'apparaissait qu'en février et mars: sa répartition spatiale s'étendait de 57°E à 60°E, de 4°S à 5°S, en mars. Sur ce même secteur, en juin, on retrouvait un gradient plus élevé (4°C par 10 m).

De décembre à mars, les plus forts gradients se situaient à l'est de 62°E, le long de 4°S (siège d'une convergence en février-mars); les gradients intermédiaires (type 3) de 60° à 64°E, au sud de 4°30 S.

En mai et juin, les gradients de type 4 se répartissaient à peu près uniformément sur toute la zone.

### IV.4 - LE SUD DES SEYCHELLES

Il constitue le secteur le plus prospecté. Le navire y a navigué de décembre 1981 à juin 1982, c'est-à-dire au moins une fois par mois pendant toute la durée de la campagne.

#### IV.4.1 - Température de surface

Les amplitudes thermiques ont été faibles pendant les périodes d'intermousson et de début de mousson de sud-est (fin avril à juin) où débutait le refroidissement hivernal. La plus grande variation a été observée en janvier en raison d'un minima mesuré en un point d'affleurement des eaux

froides d'origine profonde sous l'effet d'une divergence, par 7°50 S et 52°40 E. Les amplitudes pendant les autres périodes d'été austral ont été similaires (tabl.4).

Les eaux les plus chaudes ont été décelées en avril dans les positions les plus méridionales de ce secteur.

PERIODE	T°C min.	T°C max.	T°C moy.	Δ T°C
1/12 au 20/12/81	28,3	29,3	28,8	1,0
14/01 au 19/01/82	27,7	29,5	28,5	1,8
9/02 au 18/02 26/02 au 3/03	28,1	29,2	28,7	1,1
16/03 au 26/03	28,5	29,5	29,0	1,0
3/04 10/04 au 13/04	28,9	30,0	29,6	1,1
1/05 au 2/05	28,6	29,3	28,8	0,7
22/06 au 23/06	25,9	26,4	26,0	0,5

Tabl.4 - Valeurs extrêmes et moyennes de la température de surface aux différentes périodes et écarts thermiques observés durant chaque période.

#### IV.4.2 - Courants de surface

En décembre et janvier, le courant sud-équatorial était sensible jusqu'à 8°S. En avançant dans la saison de mousson de nord-ouest, cette limite descendait jusqu'à 9°S (février à avril) en même temps que se renforçait le contre-courant. En mai, le courant sud-équatorial commençait à repousser son influence vers le nord, sous l'action des alizés naissants.

#### IV.4.3 - Profondeur et gradient de la thermocline (fig.26b à 29b)

La frontière entre contre-courant et courant sud-équatorial est habituellement le siège d'une divergence pouvant aboutir à un upwelling sen-

sible en surface. Nous n'avons observé qu'un phénomène incomplet ne provoquant pas de refroidissement superficiel. Cependant, la couche homogène chaude superficielle restait peu épaisse et séparée des couches sous-jacentes par une thermocline accusée en saison chaude. Compte-tenu du balancement saisonnier des courants, la divergence subit un déplacement bien mis en évidence par les fluctuations de la profondeur moyenne de l'isotherme 20°C suivant la latitude (tabl.5).

	7° à 8°S	8° à 9°S	9° à 10°S	10° à 11°S
Décembre	<u>80</u>	-	82	87
Janvier	<u>50</u>	56	85	-
Février	92	<u>81</u>	98	102
Mars	103	<u>83</u>	96	-
Avril	<u>81</u>	90	87	84
Mai	65	<u>60</u>	84	101
Juin	<u>50</u>	52	88	-

Tabl.5 - Profondeur moyenne de l'isotherme 20°C (en mètres) par bande latitudinale de 1°C, de décembre à juin 1982 (les profondeurs minima sont soulignées).

En décembre et janvier, la divergence se situait entre 7° et 8°S, puis descendait jusqu'à 8°-9°S en février et mars. En avril et mai, l'isotherme 20°C présentait une topographie plus plane; les profondeurs moindres se localisaient sur le parallèle 8° sud. En juin, les profondeurs minima regagnaient la bande 7-8°S.

De décembre à mars, les plus faibles profondeurs de la thermocline étaient observées aux mêmes lieux que celles de l'isotherme 20°C. En avril et mai, la thermocline formait un dôme s'étalant vers le sud au-delà de la divergence.

En décembre et janvier, les plus forts gradients de thermocline se situaient sur la divergence. De février à avril, ces mêmes gradients se retrouvaient au nord de la divergence, dans le contre-courant. En mai et juin,

les gradients maxima étaient moins prononcés que ceux de la saison chaude et limités approximativement à la divergence.

## IV.5 - LE CANAL DE MOZAMBIQUE

Constituant la voie maritime la plus courte reliant les Seychelles à l'océan Atlantique, le canal de Mozambique fut traversé dans toute sa longueur au début et à la fin de l'expérience, à savoir en novembre 1981 et juin 1982.

### IV.5.1 - Température de surface

Le canal de Mozambique est constitué de deux bassins séparés, au niveau du parallèle 17° sud, par un seuil bathymétrique culminant en moyenne à 2500 m sous la surface. Cette limite correspond également au resserrement en largeur du canal entre Madagascar et l'Afrique orientale.

Le bassin nord (10° à 17°S) a conservé, au cours des deux périodes, une certaine stabilité thermique. La température moyenne était plus élevée en novembre qu'en juin, début de la saison hivernale.

Le bassin sud (17° à 23°S, limite des relevés) a présenté des températures moyennes équivalentes en novembre et en juin. Les variations thermiques étaient amples, signifiant la décroissance de la température avec la latitude (tabl.6).

PERIODE	ZONE	T°C min.	T°C max.	T°C moy.	Δ T°C
12/11 au	10° à 17°S	27,2	28,1	27,5	0,9
20/11/81	17° à 23°S	23,7	27,2	25,3	3,5
23/06 au	10° à 17°S	26,4	26,9	26,6	0,5
27/06/82	17° à 23°S	24,2	26,7	25,3	2,5

Tabl.6 - Valeurs extrêmes et moyennes de la température de surface aux différentes périodes et écarts thermiques observés durant chaque période.

### IV.5.2 - Courants de surface (fig.30a et 30b)

Les mesures, en quantité suffisante, ne sont disponibles que pour le mois de juin. A défaut d'une interprétation sur la topographie de l'isotherme 20°C, nous retiendrons les dérives établies par le navigateur MAGNAVOX, car

elles traduisent un schéma de circulation analogue à celui décrit par PITON et al. (1981) dans leur atlas du canal.

Dans le bassin nord, on pouvait discerner un grand mouvement anticyclonique d'une branche du courant sud équatorial.

Dans le bassin sud, la situation était plus confuse. PITON et al. n'avaient d'ailleurs pas dégagé de circulation stable dans cette zone. La route suivie (NE-SW) a probablement traversé des systèmes tourbillonnaires, ce qui expliquerait les directions variables de nos dérives.

#### IV.5.3 - Profondeur et gradient de la thermocline

Trois sondages XBT seulement ont été effectués en novembre. Ils ne concernaient que le bassin nord. Aucune barrière thermique n'a été décelée en profondeur.

En juin, la thermocline était un peu plus nette, sur les mêmes secteurs, qu'en novembre. Dans l'ensemble, elle y est apparue plus profonde et plus marquée dans le bassin nord que dans le bassin sud (fig.30a et 30b). Les Comores, dont l'arc insulaire est disposé en travers du courant sud équatorial, étaient probablement à l'origine d'une discontinuité affectant la profondeur de la thermocline entre le nord-est (120 à 127 m) et le sud-est (70 à 72 m) de ces îles.

Les gradients verticaux de thermocline sont généralement restés faibles : 63% de gradients inférieurs ou égaux à 1,5°C par 10 m dans la partie nord, contre 80% au sud (tabl.7).

SECTEUR \ GRADIENT	1	2	3	4
10° à 17°S	38	25	25	12
17° à 23°S	20	60	20	-

Tabl.7 - Pourcentages d'occurrence des différents types de gradients par secteurs.

1 : < 1,5°C par 10 m

2 : 1,5°C par 10 m

3 : 1,5° à 4°C par 10 m

4 : 4°C par 10 m

## IV.6 - LE BASSIN DES MASCAREIGNES

Il n'a été parcouru qu'en avril et mai 1982, à l'occasion de transits vers l'Ile Maurice et La Réunion.

### IV.6.1 - Température de surface

D'avril à mai, on a pu noter une diminution générale de la température, plus importante dans les secteurs sud ( $17^{\circ}$  à  $20^{\circ}$ S), affectés dès avril par la remontée des eaux chaudes estivales vers l'Equateur (tabl.8).

PERIODE	T°C min.	T°C max.	T°C
3/04 au 5/04 7/04 au 9/04	27,7 ( $20^{\circ}$ S)	29,4 ( $13^{\circ}$ S)	1,7
2/05 au 10/05	26,1 ( $20^{\circ}$ S)	28,6 ( $11^{\circ}$ S)	2,5

Tabl.8 - Valeurs extrêmes de la température de surface aux différentes périodes et écarts thermiques observés durant chaque période (étant donné l'extension en latitude des mesures, il n'est pas calculé de température moyenne pour la zone).

### IV.6.2 - Courants de surface (fig.31a)

L'ensemble de la zone était occupée par le courant sud-équatorial dont la dérive moyenne observée a varié de 1,5 à 1,7 nœud.

### IV.6.3 - Profondeur et gradient de la thermocline (fig.31b)

La thermocline s'enfonçait graduellement du nord vers le sud, passant de 20-30 m par  $11^{\circ}$ S, à 60-70 m par  $19^{\circ}$ - $20^{\circ}$ S en avril et de 28 à 77 m en mai aux mêmes latitudes. En avril, le gradient décroissait du nord vers le sud :  $1,5^{\circ}$ C à  $4^{\circ}$ C par 10 m à  $11^{\circ}$ S, inférieur à  $1,5^{\circ}$ C par 10 m à  $20^{\circ}$ S. En mai, il restait uniformément faible sur toute la zone.

## IV.7 - L'ARCHIPEL DES CHAGOS

Seules les parties ouest et nord-ouest de cet archipel ont fait l'objet d'une prospection, au mois de juin 1982.

### IV.7.1 - Température de surface

Les eaux les plus chaudes étaient situées au nord de 3°S. Sur l'ouest des accores, la moyenne s'établissait autour de 28,3°C avec une variation maximale de 1°C (27,8°C à 28,8°C).

### IV.7.2 - Courants de surface (fig.32a)

La configuration originale qui fut observée était vraisemblablement due aux perturbations du flux par les haut-fonds de l'archipel. A l'ouest de 69°E, la divergence s'orientait selon un axe SW-NE. Le courant sud-équatorial était sensible jusqu'à 7°S. Le contre-courant, de direction générale nord-est le long de cette divergence jusqu'à 69°E, se divisait ensuite en deux branches, l'une franchement orientée vers l'est en passant au nord de l'archipel, l'autre s'infléchissant vers le sud-est et bouclant en un tourbillon anticyclonique aux accores du grand banc des Chagos.

### IV.7.3 - Profondeur et gradient de la thermocline (fig.32b)

Les profondeurs de thermocline inférieures à 40 m formaient une langue s'étendant vers le sud-est, attribuable à un effet de "sillage d'île" se développant sous le courant et le vent des haut-fonds; les profondeurs minima étaient atteintes sur la divergence. De 3° à 4°S, on trouvait une thermocline plus profonde (> 50 m) dans le lit du contre-courant, puis elle remontait légèrement jusqu'à 33 m par 2°S.

Malgré un alizé de sud-est ayant soufflé jusqu'à 30 nœuds (entre 5°30 S et 7°S), le brassage occasionné n'a pas, pour autant, détruit la thermocline.

La plus forte proportion de gradients forts se limitait à la bande 6°-7°30 S située directement dans le sillage occasionné par l'archipel (tabl.9).

Bande latitudinale (67°E à 72°E)	GRADIENT		
	2	3	4
2° à 4°S	-	34	66
4° à 6°S	14	43	43
6° à 7°30 S	-	14	86

Tabl.9 - Pourcentages d'occurrence des différents types de gradients selon la latitude.

2 : 1,5°C par 10 m

3 : 1,5° à 4°C par 10 m

4 : 4°C par 10 m

## V - RESULTATS DE PECHE ET OBSERVATIONS BIOLOGIQUES

Ayant décrit les conditions d'environnement qui ont dominé la campagne et les trajets suivis lors des différentes marées, nous présentons pour chacune d'elles, les zones d'abondance relevées et les captures réalisées.

### V.1 - SECTEURS D'ABONDANCE (fig.33)

- Première marée : dans le canal de Mozambique, les premiers indices de la présence de thon ont été rencontrés vers 23°S. De très belles apparences ont été vues dans les parages immédiats de l'île Europa où, le poisson stationnait malheureusement sur les hauts fonds, sans vouloir s'en écarter (fig.34) et n'a pu de ce fait être pêché. Quelques bancs épars de poissons mélangés surtout ont été aperçus pendant la montée du bateau vers les Comores, puis plus rien au-delà de cet archipel jusqu'au nord des Seychelles; également très peu d'indices au sud de Saya de Malha, lors de la descente vers Maurice.

- Deuxième marée : les secteurs d'abondance correspondaient aux zones à faible profondeur de thermocline. L'aire la plus productive se situait à l'est des Seychelles, dans une région comprise entre 62°E et 65°E, de 4°S à 4°30 S. L'albacore y était dominant, souvent associé à des cétacés

et à des groupes d'oiseaux. La région sud Amirantes-Providence, riche en diverses épaves dérivantes, s'est aussi révélée comme une zone favorable à la concentration des thonidés. Les types de bancs ont été variés; plutôt éparpillés au sud, ils se présentaient nettement en surface à l'est des Seychelles.

- Troisième marée : cette marée a été assez identique à la précédente. Deux secteurs se sont avérés plus productifs : le sud-ouest des Seychelles (le plus riche), entre les Amirantes et Farquhar, et l'est de la zone, entre 60°E et 65°E. Le premier secteur était à la limite nord de la divergence, avec une thermocline peu profonde (30-40 m); le nombre d'épaves trouvées y était élevé, ce qui favorisait sans doute la concentration du poisson dans cette zone, où les bancs étaient constitués principalement d'un mélange de plusieurs espèces. Le second se situait sur la convergence, vers laquelle dérivent débris flottants et organismes planctoniques contribuant à l'enrichissement du milieu. Les mattes d'albacore, associées aux oiseaux, y dominaient. Les quatre autres secteurs représentés, à nombres d'observations pratiquement identiques, se situaient en des lieux à thermocline plus profonde (30 à 60 m) ou absente.

- Quatrième marée : très peu d'observations ont été faites. Le secteur sud se trouvait dans les eaux à thermocline peu profonde de la divergence. L'albacore y était prédominant et les bancs plutôt étalés en surface. Le secteur nord, à thermocline absente ou peu marquée, recelait plusieurs petits bancs de jeunes listaos que l'on trouve régulièrement autour du plateau toute l'année. L'exploitation de cette ressource relève davantage de la technique de la canne avec appât vivant que de la senne. Au dessous de 10°S, l'occurrence de bancs de thonidés a été faible.

Cinquième marée : au cours de la première partie, malgré la grande surface couverte, l'ensemble des bancs trouvés était concentré à l'ouest des Chagos, sur le "doming" se signalant par une thermocline peu profonde et marquée, quelques indices étant également trouvés, au large de la Somalie, au niveau du Chain Ridge. Les bancs y étaient constitués par du listao, alors que dans le secteur des Chagos, ils étaient formés d'albacores de grandes tailles (130 cm < L.F < 150 cm)

La deuxième partie de cette marée, correspondant au retour du bateau dans les eaux du golfe de Guinée, s'est révélée assez pauvre en apparences, seuls quelques petits bancs étant aperçus dans le Canal de Mozambique.

## V.2 - RÉPARTITION DES CAPTURES

Au cours de sa campagne de prospection, le senneur "YVES DE KER-GUELEN" a passé 156 jours en mer dont 137 jours en pêche, pendant lesquels 1370 tonnes ont été capturées (tabl.10). Ces prises se répartissent en 720 tonnes pêchées sous épaves et 650 tonnes sur mattes non associées.

MAREE	1 et 2 15/11-28/01	3 07/02-24/03	4 03/04-15/05	5 18/05-27/06	TOTAL
CAPTURES (en tonnes)	525	485	100	260	1370

Tabl.10 - Répartition des prises par marée

Au total, 97 coups de senne ont été réalisés, dont 70 coups positifs et 27 coups nuls (fig.35 à 40 et tabl.11), ceux-ci représentant un pourcentage non négligeable (28% de l'ensemble). Ce dernier augmente lorsque les coups sont effectués sur mattes non associées aux épaves.

MAREE	1 et 2	3	4	5	TOTAL
COUPS POSITIFS	32	24	4	10	70
COUPS NULS	13	4	5	5	27
TOTAL	45	28	9	15	97

Tabl.11 - Répartition des coups de senne durant la campagne

Près de la moitié des captures (47%) ont été réalisées avant 9 heures, ce qui correspond souvent aux prises sous épaves (tabl.12). Nous pouvons aussi noter une augmentation des captures entre 12 et 14 heures (17% du total). MARCILLE (1979) avait déjà mis en évidence pour le Pacifique ouest une telle répartition des captures en fonction de l'heure du début du coup de filet.

HEURE	5 à 6	6 à 7	7 à 8	8 à 9	9 à 10	10 à 11	11 à 12	12 à 13	13 à 14	14 à 15	15 à 16	16 à 17	17 à 18	18 à 19
CAPTURES (en tonnes)	286	125	115	112	93	83	13	106	124	74	41	80	68	50
NOMBRE DE COUPS DE SENNE	8	13	6	6	12	5	5	9	5	6	5	7	8	2
COUPS DE SENNE POSITIFS	7	12	5	5	5	4	2	8	4	3	2	5	6	2
TAUX DE REUSSITE (%)	88	92	83	83	42	80	40	89	80	50	40	71	75	100

Tabl.12 - Répartition des captures et des coups de senne selon l'heure du début du coup de filet.

La prise moyenne par coup de filet (rendement) aura été de 14,1 tonnes pour l'ensemble de la prospection, variant de 11 tonnes environ (2 ème et 4 ème marée) à plus de 17 tonnes (3 ème et 5 ème marée).

Pour des raisons de meilleure compréhension, il nous a semblé préférable de présenter les caractéristiques comportementales du thon et les relations avec son environnement observées au cours de cette campagne, en fonction des grandes saisons climatiques et hydrologiques rencontrées.

C'est ainsi que nous distinguerons trois périodes:

- mousson de nord-ouest (novembre 1981 à mi-mars 1982),
- intermousson (mi-mars à mi-mai 1982),
- mousson de sud-est (mi-mai à juillet 1982).

### V.3 - ASPECT ET COMPORTEMENT DU THON

#### V.3.1 - TAILLE DES BANCS

Les mattes repérées sont en majorité, de petite taille (< 10 t), les gros bancs (> 60 t) n'étant vus que lors de la mousson de sud-est où ils représentent 13% des relevés. D'une manière générale nous observons une augmentation de la taille au cours de cette saison (tabl.13).

PERIODE \ TAILLE	TAILLE			
	< 10 t	10 - 30 t	30 - 60 t	> 60 t
Mousson nord-ouest	62	22	12	4
Inter-mousson	59	24	14	3
Mousson sud-est	58	8	21	13

Tabl.13 - Répartition, en pourcentages, de la taille des bancs selon les périodes.

### V.3.2 - COMPOSITION SPECIFIQUE

Au cours de notre étude, nous avons pu noter la présence de bancs constitués soit d'individus d'une seule espèce (albacore, listao), soit d'un mélange de divers thonidés.

La proportion de mattes d'albacores reste constante tout au long de la campagne (38%), celle de listaos augmente régulièrement de la mousson de nord-ouest à la mousson de sud-est, avec, en parallèle une diminution régulière des bancs plurispécifiques (tabl. 14).

Cette chute s'expliquerait par la présence moindre d'albacore de petite taille, souvent associé au listao, dans la zone prospectée en juin. En effet, l'examen des prises effectuées durant ce mois, révèle une absence quasi totale d'individus mesurant moins de 100 cm.

PERIODE \ COMPOSITION	monospécifique		plurispécifique
	albacore	listao	
Mousson nord-ouest	41	19	40
Inter-mousson	37	47	16
Mousson sud-est	37	54	9

Tabl.14 - Composition spécifique des bancs (pourcentages) selon les périodes

### V.3.3 - ASPECT DES BANCS

Nous distinguerons dans ce paragraphe, les bancs vus en surface et ceux repérés en profondeur grâce au sondeur.

#### V.3.3.1 - Bancs de surface

La terminologie employée pour caractériser les mattes est celle utilisée par les pêcheurs.

- Balbaya : la présence du thon est signalée par un frisottement de la surface de la mer. Il est créé par des poissons évoluant en sub-surface et révèle souvent, la présence de bancs importants.

- Sardara : le poisson saute hors de l'eau qui présente un clapot très marqué. C'est le type caractéristique d'un banc composé d'individus de petite taille, appartenant à plusieurs espèces.

- Brisant : c'est un sardara très marqué; il est le fait de gros individus.

Un grand nombre de relevés (50 à 70% selon la saison) n'ont, toutefois, pu être classés dans l'une ou l'autre de ces catégories, l'aspect du banc pouvant, au cours d'une même observation, passer par plusieurs états.

Le sardara est surtout aperçu en mousson de nord-ouest et en inter-mousson, alors que le balbaya l'est en période d'alizés du sud-est. Ceci confirmerait la présence de bancs plus importants en cette saison. Lors de l'inter-mousson, les brisants sont quasiment absents (tabl.15).

PERIODE \ TYPE	Sardara	Balbaya	Brisant	Non classé
Mousson nord-ouest	22	17	10	51
Inter-mousson	16	9	1	74
Mousson sud-est	9	24	6	61

Tabl.15 - Aspect des bancs de surface (pourcentage) selon les périodes.

#### V.3.3.2 - Bancs profonds (fig.41)



L'examen de la trace laissée par les bancs sur les bandes de sondeur, nous a permis de distinguer trois types de détection (tabl.16):

- détection A : exclusivement relevée sous les épaves, elle se présente sous forme compacte. Elle semble être constituée, après examen des captures réalisées sous épaves et sur ce type, de listaos adultes en mélange avec de petits albacores et patudos.

- détection B : trouvée sous épaves (ou hors épaves); elle est constituée de deux parties, une supérieure et compacte et une inférieure allongée. Parfois ces deux sections peuvent être dissociées. Les prises effectuées sur ces bancs sont formées de poissons mélangés (taille et espèces).

La forme de la détection révélerait donc la stratification du poisson, les individus de petite taille occupant la strate supérieure et les gros, la strate inférieure.

- détection C : elle est caractéristique des mattes composées de gros individus. Elle présente un développement vertical important et laisse sur le sondeur une trace en bâtonnet.

TYPE CARACTERISTIQUE		A	B	C
		Forme	ramassée 	2 parties 
Composition	spécifique	mélangé	mélangé	albacore
	taille	petite + moyenne	toutes tailles	gros
Comportement		associé aux épaves	associé aux épaves ou non	non associé
Répartition en profondeur		10 - 70 m	15 - 130 m	30 - 130 m

Tabl.16 - Caractéristiques des différents types de détection rencontrés.

#### V.3.4 - COMPORTEMENT

Les bancs sont rencontrés seuls ou associés à des oiseaux, des mammifères marins et des épaves. Au cours des différentes marées, les mattes seules ont rarement été observées (tabl.17).

L'association thon-oiseaux est largement majoritaire pour chaque saison. Ce pourcentage élevé peut s'expliquer par une recherche commune de la nourriture et par le fait qu'au cours des moussons de nord-ouest et sud-est, les secteurs prospectés étaient relativement proche des îles.

Dans l'océan Indien, l'observation de bancs de thonidés liés à des mammifères marins, est, contrairement au Pacifique est, peu fréquente.

L'association épave-thon est constante, malgré la diversité des zones parcourues, ce qui tendrait à confirmer que l'épave est un pôle attractif pour le poisson.

MODE D'ASSOCIATION PERIODE	épave	oiseaux	cétacés	non associés
Mousson nord-ouest	16	77	5	2
Inter-mousson	16	75	8	1
Mousson sud-est	17	83	-	-

Tabl.17 - Divers modes d'association des thonidés (pourcentage) selon les périodes.

#### V.4 - RELATIONS THON - ENVIRONNEMENT

L'agrégation du thon, dans certaines zones de l'océan, semble être liée à la présence de conditions favorables à son écologie. Ces conditions, facteurs de l'environnement, influent, isolément ou en conjonction, plus ou moins sur son comportement.

Dans ce chapitre, nous étudierons successivement :

- . la phase lunaire,
- . la température,
- . le profil thermique,
- . les courants.

##### V.4.1 - PHASE LUNAIRE

L'examen des captures effectuées au cours de la campagne du "YVES DE KERGUELEN", sans distinction entre prises sous épaves et prises sur mattes libres, ne révèle aucune influence de la phase lunaire.

Lorsque nous observons ces deux cas séparément, nous remarquons que le tonnage des captures réalisées sous épaves est plus élevé pendant la pleine lune. Sachant que l'une des hypothèses concernant l'agrégation

du thon sous les objets flottants est la recherche de l'ombre créée par ces écrans artificiels, lors de la pleine lune le thon se concentrerait sous l'épave afin d'échapper à la clarté lunaire.

Les pêches sur mattes libres sont effectuées aussi bien en phase de lune ascendante (fin janvier) qu'en lune descendante (mai-juin) (fig.42). Cependant le caractère fragmentaire des données recueillies ne nous permet pas de tirer des conclusions définitives. Celles-ci devront être confirmées par les résultats de la campagne 1982-1983.

#### V.4.2 - TEMPERATURE

Les températures extrêmes de surface rencontrées au cours de notre étude sont de 26° et 31°C, le maximum se trouvant en avril et le minimum en juin. Cependant 90% des valeurs sont comprises entre 27° et 29°C, ce qui montre la remarquable stabilité thermique des zones prospectées.

La fréquence des relevés des bancs de thon par classe de 1°C suit l'évolution thermique de l'océan, le pourcentage d'occurrence des bancs dans les classes augmentant avec le nombre d'observations réalisées dans ces dernières (fig.43). Dans notre zone d'étude, les températures de surface interviendraient donc peu dans la répartition géographique du thon, les valeurs mesurées restant toujours à l'intérieur des limites reconnues favorables à la présence des trois espèces de thonidés tropicaux (SHARP, 1979).

Cependant lors de chaque saison, les zones présentant des amplitudes thermiques relativement grandes (> 1°C), donc potentiellement plus riches, se trouvent être les régions où la densité des bancs de thon rencontrés est la plus forte (fig.44).

#### V.4.3 - PROFIL THERMIQUE

##### V.4.3.1 - Bancs de surface

D'un point de vue général, il semble donc apparaître une liaison entre de faibles profondeurs de thermocline et l'abondance de bancs visibles à la surface. Certains auteurs ont supposé que la thermocline était un lieu privilégié de concentration de thons, à partir de laquelle se produisaient des mouvements temporaires vers la surface et vers les couches plus profondes, jusqu'à la limite de tolérance en température et oxygène pour l'espèce

concernée. Les individus montant en surface et ceux, de plus grande taille, s'échappant vers les profondeurs et capturés par les palangres, auraient donc la même origine. De faibles profondeurs de thermocline favoriseraient la montée en surface, pour quelques heures, d'une partie du stock cantonné à la thermocline. Ceci n'est cependant pas vérifié dans deux cas particuliers:

- au niveau des convergences, où l'abondance de proies enrichirait le milieu, concentrant ainsi une plus grande quantité d'individus (du fait de cette densité plus forte qu'ailleurs, le nombre de bancs montant en surface serait encore important malgré une thermocline profonde);

- à proximité des accores de hauts-fonds ou de plateau, qui exercent un effet agrégateur, probablement d'origine trophique, quelle que soit la profondeur de la thermocline.

Nous pouvons remarquer que dans ces deux cas, les bancs d'albacores de grandes tailles sont dominants.

#### V.4.3.2 - Bancs profonds

Nous avons reporté sur les profils bathythermiques des zones riches en apparences, les captures et les traces des bancs relevées au sondeur dans ces secteurs.

L'examen général montre que les détections peuvent descendre jusqu'à l'isotherme 14°C et se trouver, pour une même tache, de part et d'autre de la thermocline.

La majorité des bancs décelés au sondeur sous les épaves (80%) ont une position suprathermoclinale et se situent même dans des couches d'eau supérieures à 23°C, qui est d'après SHARP (1979), la température minimale pour l'albacore (fig.45). La présence de juvéniles de cette espèce, possédant des tolérances physiologiques limitées, dans les prises réalisées sur ces détections expliquerait une telle répartition bathymétrique. Cependant, l'épave elle-même semble jouer un rôle non négligeable sur la profondeur d'évolution du banc. Les mattes non associées ont le plus souvent une répartition supra et infrathermoclinale (fig.46a et b), les adultes qui les composent possédant des possibilités d'autorégulation physiologique importantes (tabl.18 et 19).

La remontée de la thermocline semble occasionner une meilleure capturabilité des thons groupés en mattes libres, la capturabilité des mattes sous épaves étant peu dépendante de ce paramètre (fig.47 et tabl.20).

MOIS	POSITION	supra	infra	infra-supra	profondeur thermocline
Février		6	-	2	70
Mars		14	-	-	70
Avril		-	-	2	80
Mai		-	-	1	60
Juin		-	-	-	50

Tabl.18 - Répartition des bancs (nombre) sous épave en fonction du profil thermique.

MOIS	POSITION	supra	infra	infra-supra	profondeur thermocline
Février		3	-	6	70
Mars		3	-	1	50
Avril		-	-	3	70
Mai		2	-	3	50
Juin		-	-	3	50

Tabl.19 - Répartition des bancs non associés (nombre) en fonction du profil thermique.

MOIS	profondeur thermocline	épaves		non - associés	
		coups positifs	coups nuls	coups positifs	coups nuls
Février	70	7	1	1	3
Mars	50-70	16	0	0	0
Avril	70-80	3	0	1	5
Mai	50-60	0	0	4	1
Juin	30-50	0	0	6	2

Tabl.20 - Fréquence des calées positives ou nulles selon la thermocline

#### V.4.4 - COURANTS

L'observation des courants permet également de localiser les zones productives.

Au cours de la campagne, les trois principaux courants rencontrés dans la zone des Seychelles ont été prospectés.

En avril et mai, le sennear "YVES DE KERGUELEN", s'est rendu une fois à Maurice et une fois à La Réunion. En avril, les prospections se sont donc étendues de 21°S à 2°S et de 21°S à 5°N en mai. On remarque que le plus grand nombre de bancs rencontrés en avril, est exactement à la limite des courants (fig.48), celle-ci étant encore très marquée à cette période de l'année.

Au début mai, ce système de circulation océanique a commencé à se déplacer vers le nord. La prospection montre toujours une abondance de thon à la limite du contre-courant équatorial et du courant sud-équatorial. Cette limite est encore nette par 7°S à cette période pourtant avancée. Par contre, la limite nord du contre-courant équatorial devenant difficilement localisable, on remarque une diminution importante du nombre de bancs.

En résumé, on peut dire que les meilleures densités (nombre de bancs pour 1000 milles carrés), ont été observées dans des secteurs théoriquement favorables à la concentration des thons de surface : les zones de mélange des eaux, la divergence entre le courant sud-équatorial et le contre-courant équatorial au sud des Amirantes et à l'est des Seychelles entre 7°S et 9°S (mousson nord-ouest), la convergence entre le courant nord-équatorial et le contre-courant équatorial à l'est et au nord des Seychelles entre 2°S et 3°S ( mousson nord-ouest), les abords de l'archipel des Chagos (mousson de sud-est) ou de Providence et des Amirantes ( fig.43).

#### V.5 - DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE

Pour la région de l'océan Indien prospectée par le YVES DE KERGUELEN, nous essaierons de préciser, par l'examen des zones d'abondance observées lors de la campagne et celui des histogrammes de fréquence de taille dans le temps et l'espace, la distribution géographique des diverses espèces de thonidés présentes dans les prises aux différentes périodes, dans la

zone prospectée.

Comme nous le décrivons précédemment, les meilleurs secteurs durant la mousson de nord-ouest se trouvent autour de l'archipel des Seychelles, l'un au sud des Amirantes et l'autre à l'est du plateau seychellois.

En période d'intermousson, nous remarquons un glissement vers l'est des zones de densité élevée, le secteur des Amirantes se dissociant vers Farquhar-Providence et vers la partie nord des Seychelles. La dérive vers l'est des régions potentiellement plus riches semble se poursuivre en mousson de sud-est où de fortes concentrations sont relevées à l'ouest des Chagos (fig.44).

De plus, à cette même période, la latitude 10°S semble être une limite géographique à l'activité des senneurs, sauf dans le canal de Mozambique (cf. § V.4.4). En effet, aucune apparence de thonidés de surface n'a été relevée au sud de cette limite, exception faite des parages de Tromelin (petits bancs non encerclables par les senneurs).

L'analyse des histogrammes de fréquence de taille des deux espèces principales de thonidés de surface (albacore et listao) révèle une structure démographique (à la croissance près) identique au cours des trois saisons (fig.49) et ce dans des secteurs différents (fig.50). Nous serions semble-t-il, pour cette région de l'océan Indien limitée à 75°E, en présence d'une seule population d'albacore et de listao. Cette hypothèse sera à confirmer par une étude ultérieure portant sur la biométrie.

De décembre à juin, il se produirait une migration de ces populations, de l'ouest vers l'est, en suivant le mouvement du contre-courant équatorial. Les zones d'épave se trouvant sur ces voies migratoires s'enrichiraient grâce à ce flux. Il est à noter que ce schéma, pour la période considérée, serait identique à celui relevé pour la pêche palangrière.

## CONCLUSION

Toute la Zone Economique Exclusive seychelloise et les zones de pêches adjacentes sont soumises à l'alternance des moussons de sud-est et de nord-ouest dont les vents modifient le régime des courants ainsi que les conditions hydroclimatiques plus ou moins favorables à la présence de thon en surface.

Les alizés de nord-est et de sud-est entretiennent les courants nord et sud-équatoriaux. Lorsqu'ils butent sur la côte d'Afrique, ils donnent naissance au contre-courant équatorial. En été austral (novembre à mars), l'influence de ce courant est très importante pour la pêche thonière. En effet, la juxtaposition du courant sud-équatorial et du contre-courant équatorial crée une zone de divergence caractérisée par la remontée des isothermes et l'enrichissement du milieu. Par contre, à la limite du courant nord-équatorial et du contre-courant, se crée une zone de convergence où les eaux se mélangent et où s'accumulent les épaves flottantes ainsi que la "nourriture" issue des zones de divergences. Cette zone de convergence sera donc *a priori* une zone favorable à la production biologique et aux concentrations de thon.

D'autres facteurs hydroclimatiques tels que la température et les teneurs en oxygène dissous, en surface et sub-surface, les remontées du niveau de la thermocline se manifestant au niveau des zones de divergence, sont favorables à l'enrichissement du milieu et, par récurrence, influent sur la répartition des thons en surface.

De décembre 1981 à mars 1982, deux secteurs se sont plus particulièrement révélés productifs : de 3°S à 5°S, entre 62°E et 66°E d'une part, et de 7°S à 11°S, entre 50°E et 58°E d'autre part. Le premier secteur a été, par moments, le siège d'une convergence qui a pu accumuler les proies dont se nourrissent les thonidés; de bonnes captures y ont été réalisées. Le deuxième secteur, baigné par le contre-courant équatorial, constituait la limite nord d'une divergence; de nombreuses épaves y ont été rencontrées, en dérive vers l'est, et de bons coups de filets ont été faits sous ces débris.

En mai et juin 1982, la zone ouest des Chagos a été la plus riche en bancs de surface. Les captures les plus abondantes ont eu lieu à proximité des accores de l'archipel, où la thermocline était marquée et peu profonde. La zone était vraisemblablement sous l'action d'un effet appelé "sillage d'îles" (effet partiel car aucun refroidissement sensible en surface n'a été observé), dû à une perturbation qu'occasionnent les hauts-fonds sur le courant et les ondes internes.

Pour ce qui est de la caractéristique générale des bancs, l'albacore (*Thunnus albacares*) prépondérant en mousson de nord-ouest, a cédé la place au listao (*Katsuwonus pelamis*) pour les deux situations climatiques suivantes : intermousson et mousson de sud-est. Les bancs sont généralement restés étalés en surface et sembleraient de petite taille. Ils ont toutefois été plus importants en tonnages en mousson de sud-est. Enfin, le poisson s'est toujours montré rapide.

L'examen des opérations de pêche permet de constater que la période allant de mi-mai à mi-juin, début de la mousson de sud-est, a fourni les meilleurs résultats en rendements par coup de senne. La quasi totalité des captures a concerné l'ouest des Chagos. Tous les coups de filet ont été faits sur des mattes non associées.

Les nombreuses calées de tonnages inférieurs à 30 tonnes confirment l'abondance de bancs de petite taille signalée durant les phases de recherche. De faibles profondeurs de thermocline ont contribué à la réussite des calées, surtout lorsqu'elles étaient réalisées sur des mattes non associées. L'importance de ce facteur apparaissait moindre lors des coups de filets tentés sur épaves

\* \*  
\*

## BIBLIOGRAPHIE

-----

- HASTENRATH (S.) et LAMB (P.J.), 1979.- Climatic atlas of the Indian Ocean. Part I : surface climate and atmospheric circulation. The University of Wisconsin Press.
- MARCILLE (J.), 1979.- Nouvelles techniques pour développer la pêche thonière à partir des territoires français du Pacifique sud. Résultats des essais effectués par la Pacific Tuna Development Foundation. Pêche Maritime, n° 1219 , 7 p.
- PITON (B.), 1976.- Particularités météorologiques et océanographiques des parages du banc des Seychelles (Océan Indien). Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., vol.XIV,n°4 : 289-299.
- PITON (B.), POINTEAU (J.H.) et NGOUBI (J.S.), 1981.- Atlas hydrologique du canal de Mozambique (Océan Indien). Travaux et Documents de l'ORSTOM, n° 132, 41 p.
- QUADFASEL (D.R.), 1982.- Low frequency variability of the 20°C isotherm topography in the Western Equatorial Indian Ocean. Journ. Geophys. Res., vol.87, n° 3, 1990-1996.
- SHARP (G.D.), 1979.- Areas of potentially successful exploitation of tunas in the Indian Ocean with emphasis on surface methods. IOP, IOFC/DEV/79/47, 55 p., FAO Rome.
- WYRTKI (K.), 1971.- Oceanographic atlas of the International Indian Ocean Expedition. Nat. Sci. Foundation, Washington, 531 p.

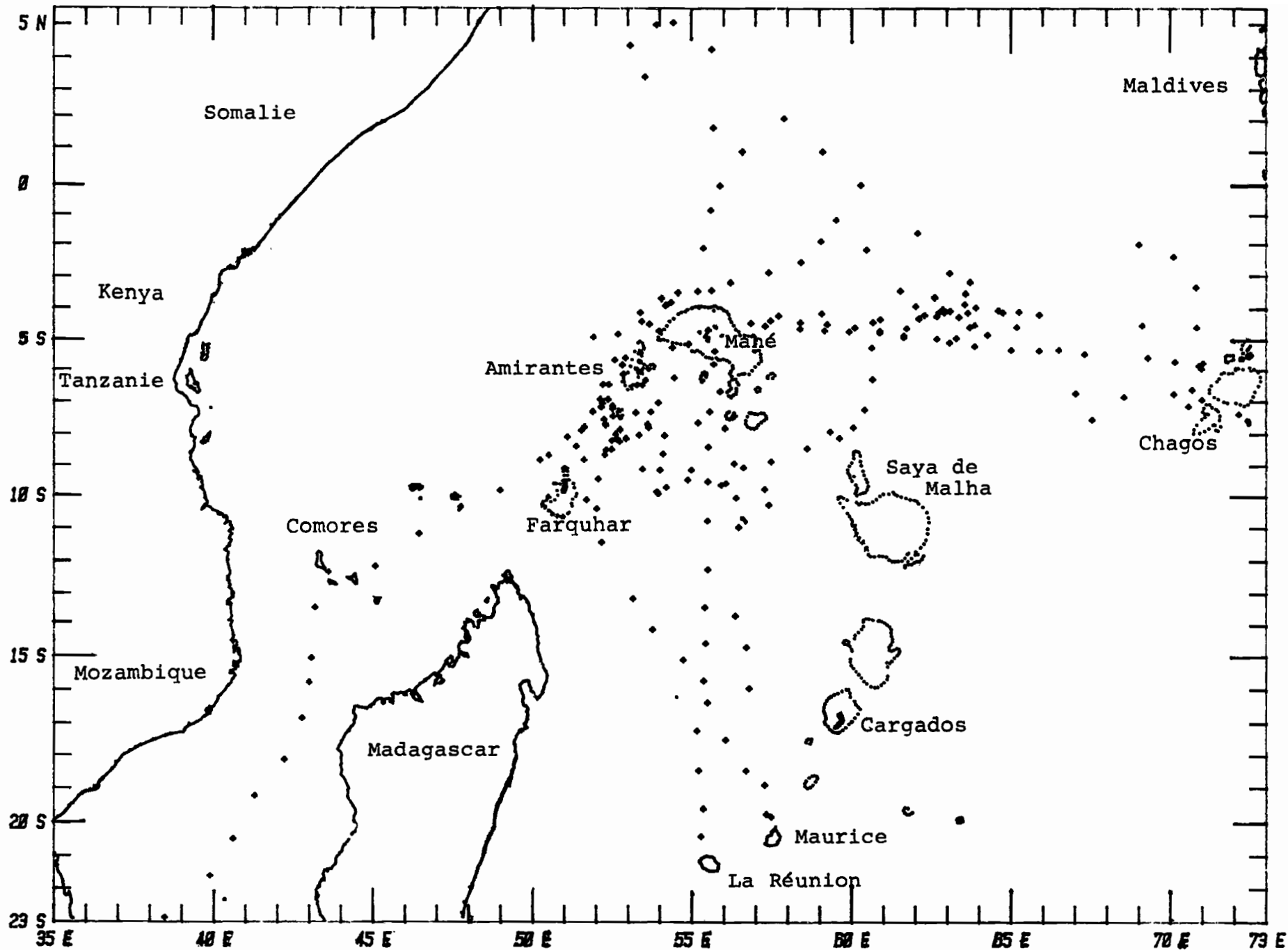
**FIGURES**  
-----





Fig.1 - Le senneur "YVES DE KERGUELEN"

Fig.2 - Position des XBT (du 22/11/1981 au 27/06/1982)



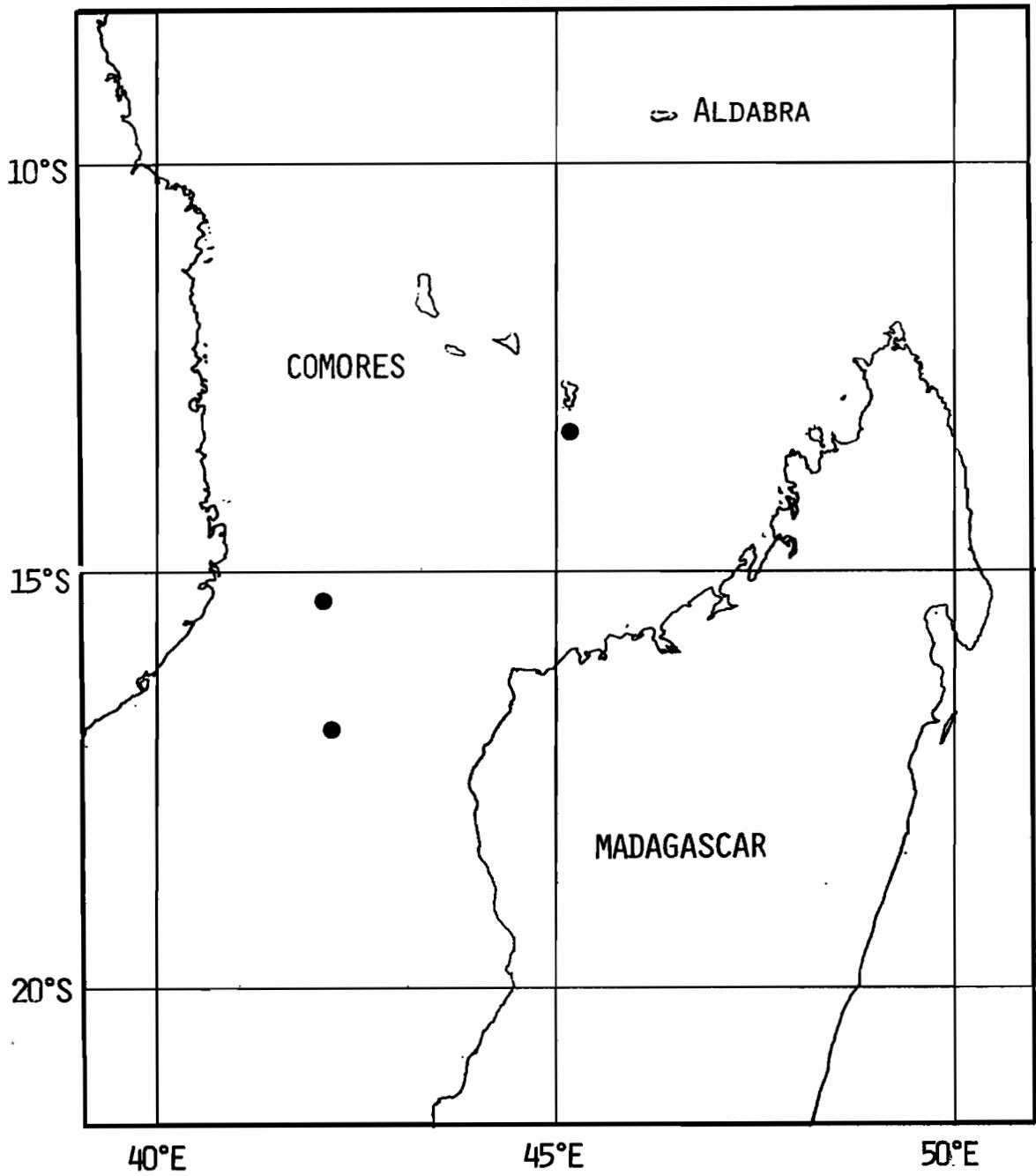


Fig.3 - Position des XBT : première marée (Canal de Mozambique)

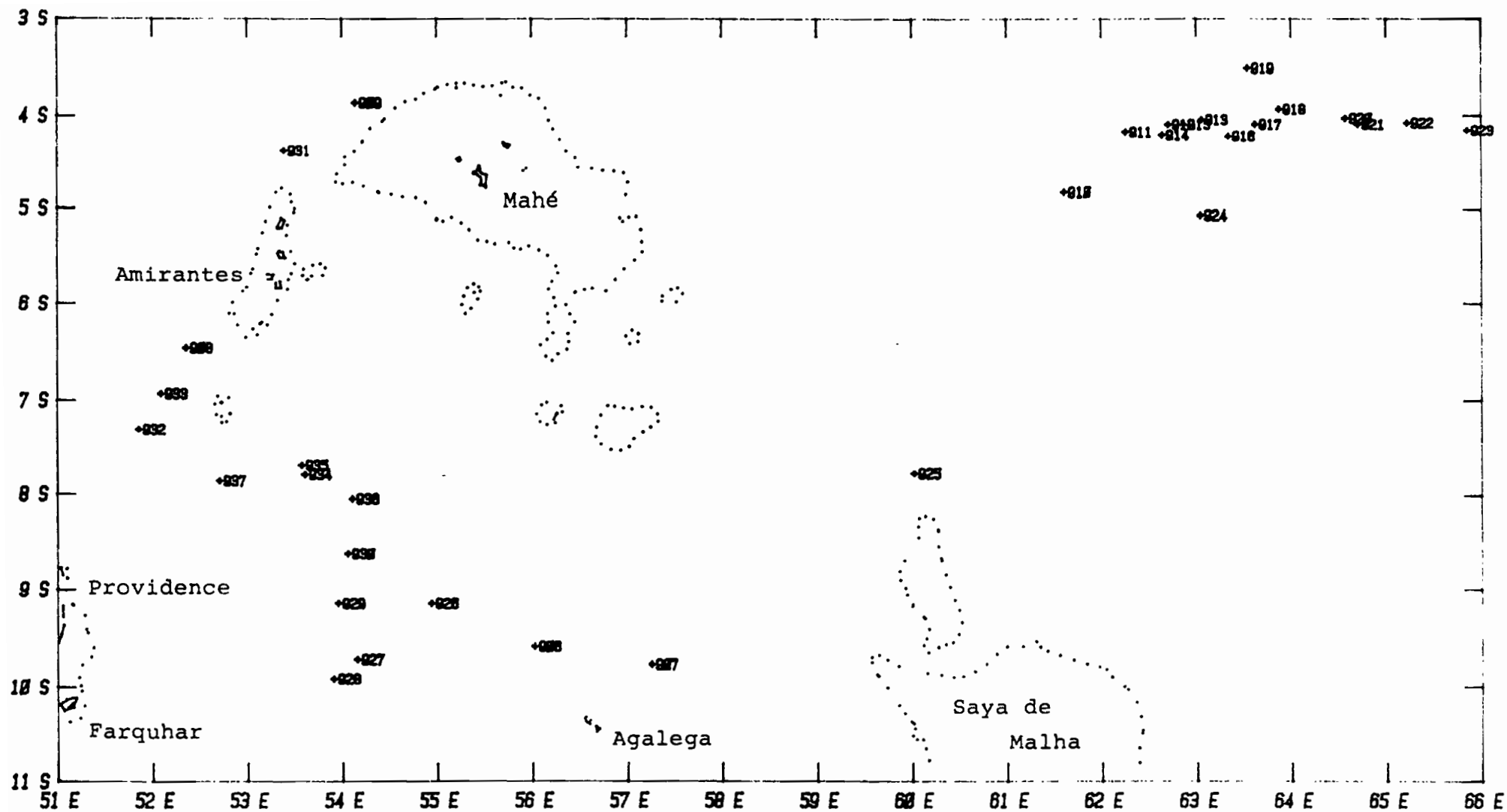


Fig.4 - Position des XBT : deuxième marée (18/12/1981 au 28/01/1982).

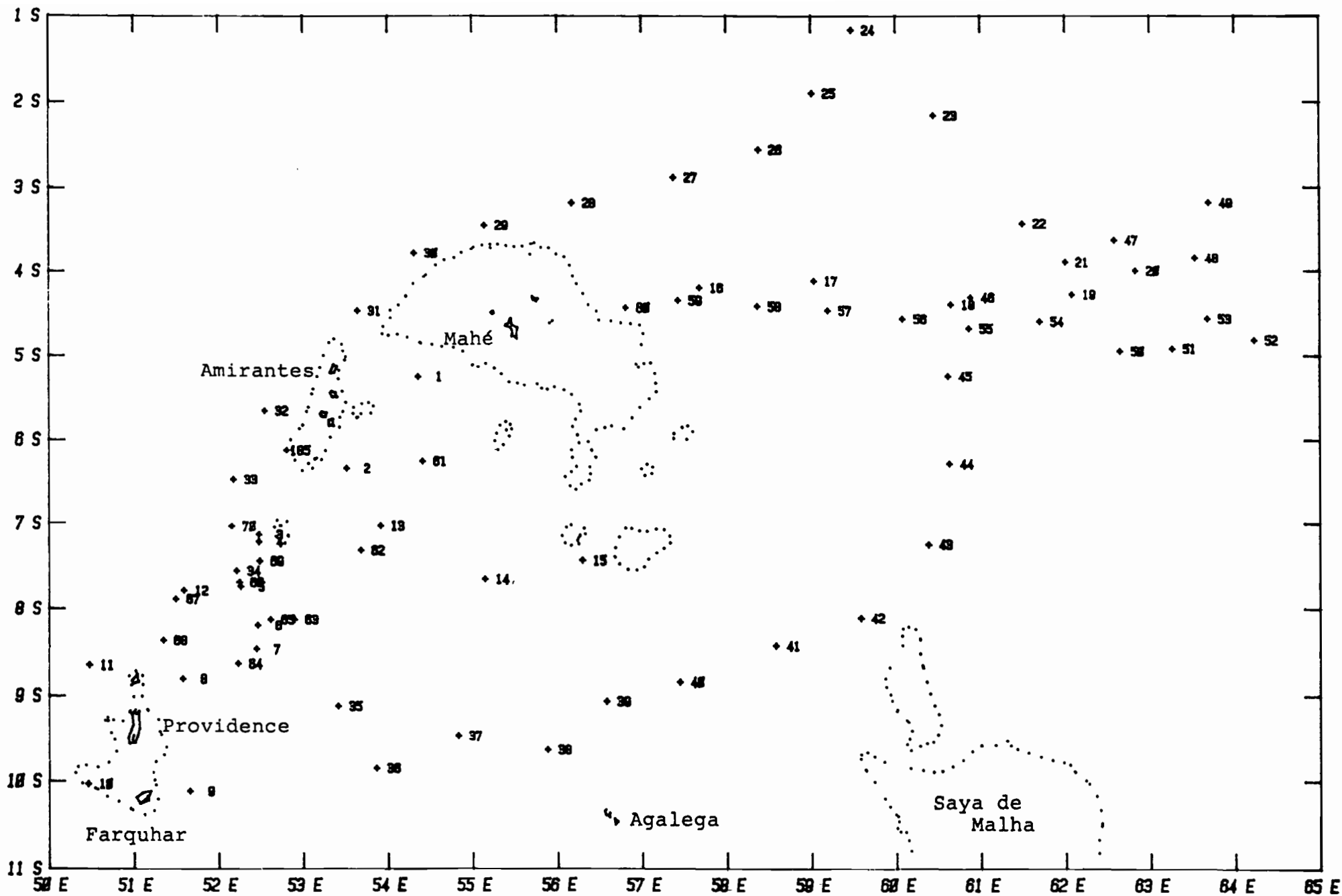


Fig.5 - Position des XBT : troisième marée (07/02/1982 au 26/03/1982).

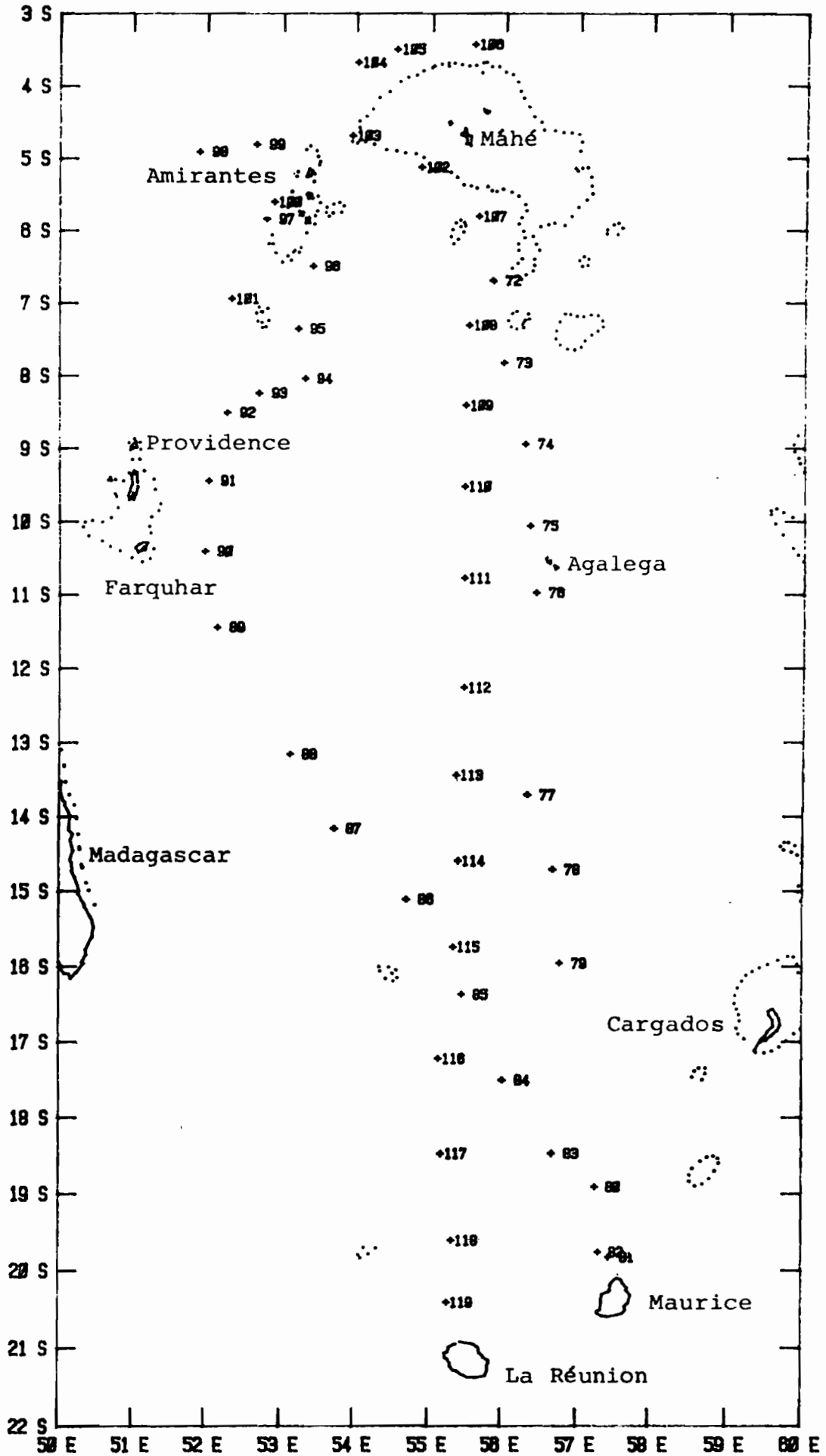


Fig.6 - Position des XBT : quatrième marée (03/04/1982 au 15/05/1982).

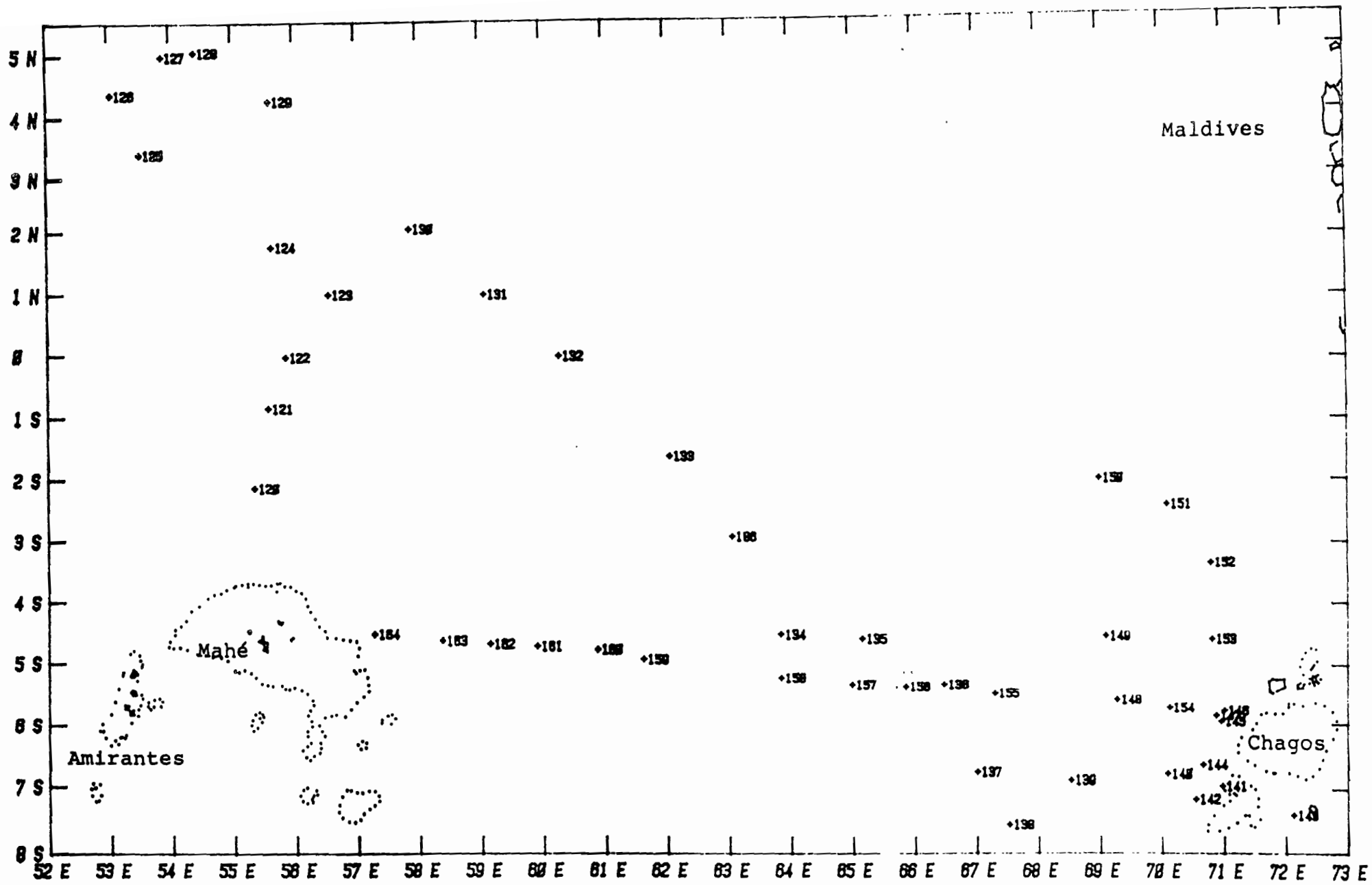
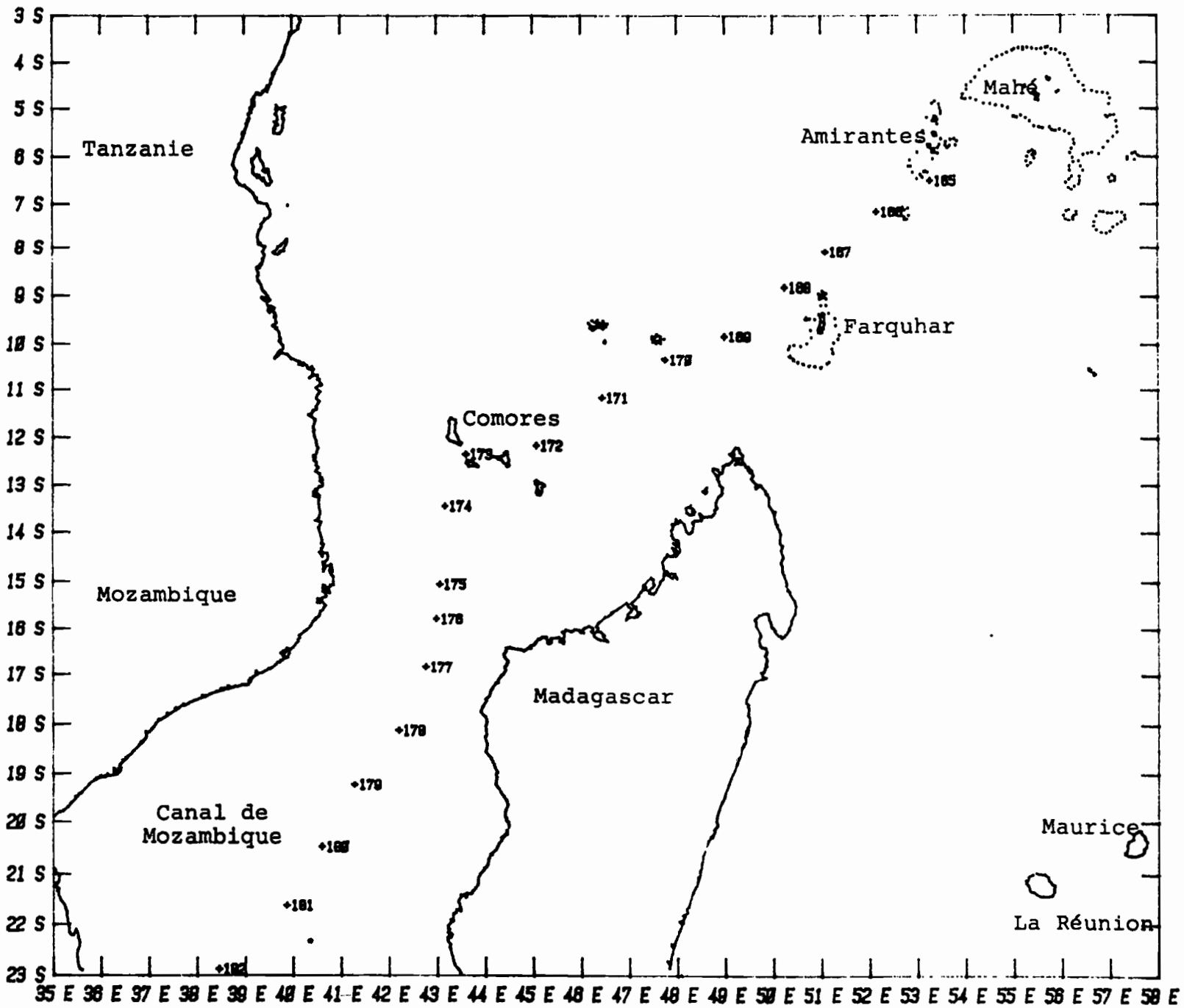


Fig.7a - Position des XBT : cinquième marée (1ère partie, 18/05 au 21/06/1982).

Fig. 7b - Position des XBT : cinquième marée  
 ( 2ème partie, 22/06 au 27/06/1982 ).



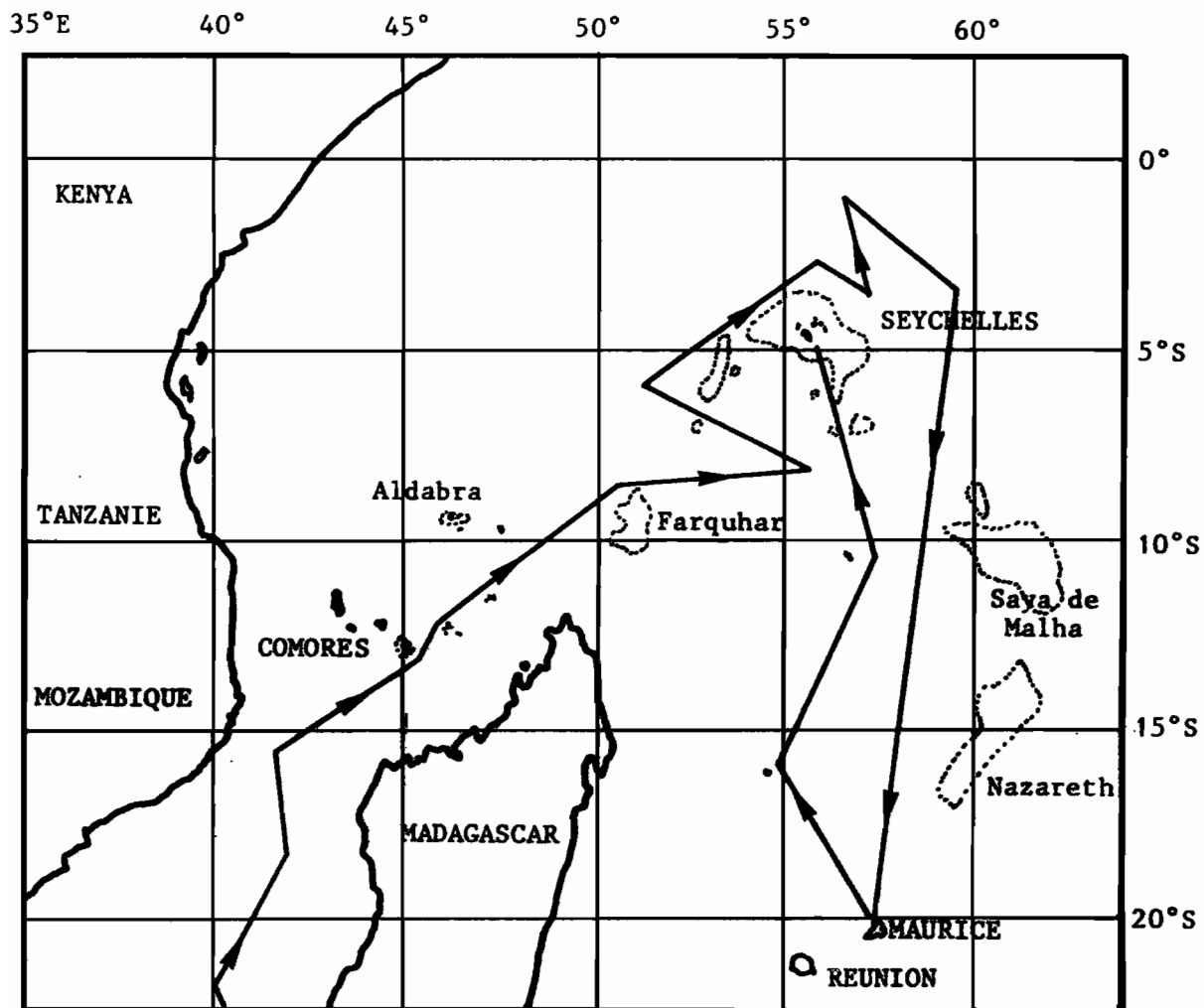


Fig.8 - Première marée du "YVES DE KERGUELEN"  
(du 15 novembre au 12 décembre 1981)

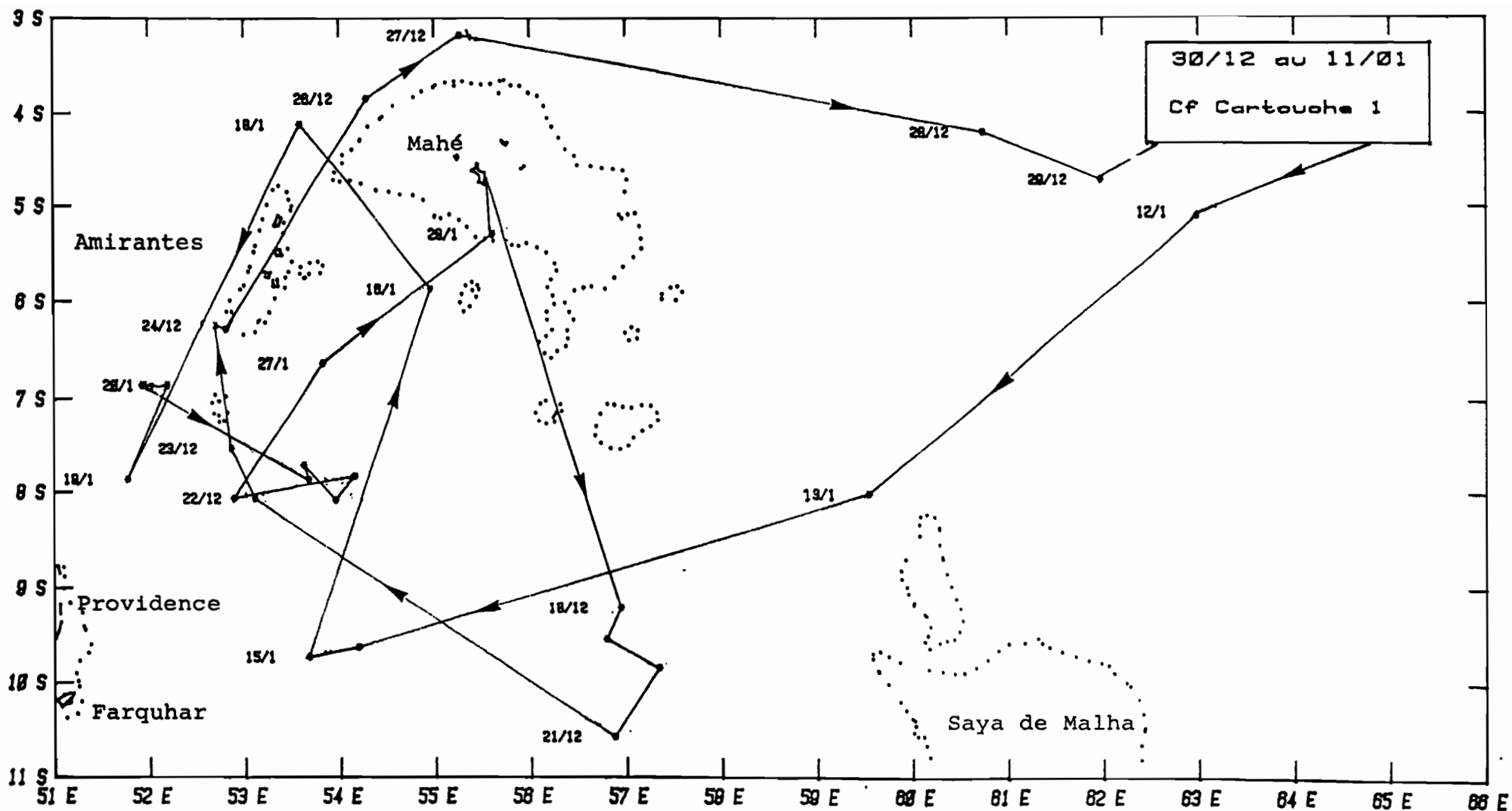


Fig.9a - Deuxième marée du YVES DE KERGUELEN (18/12/1981 au 28/01/1982).

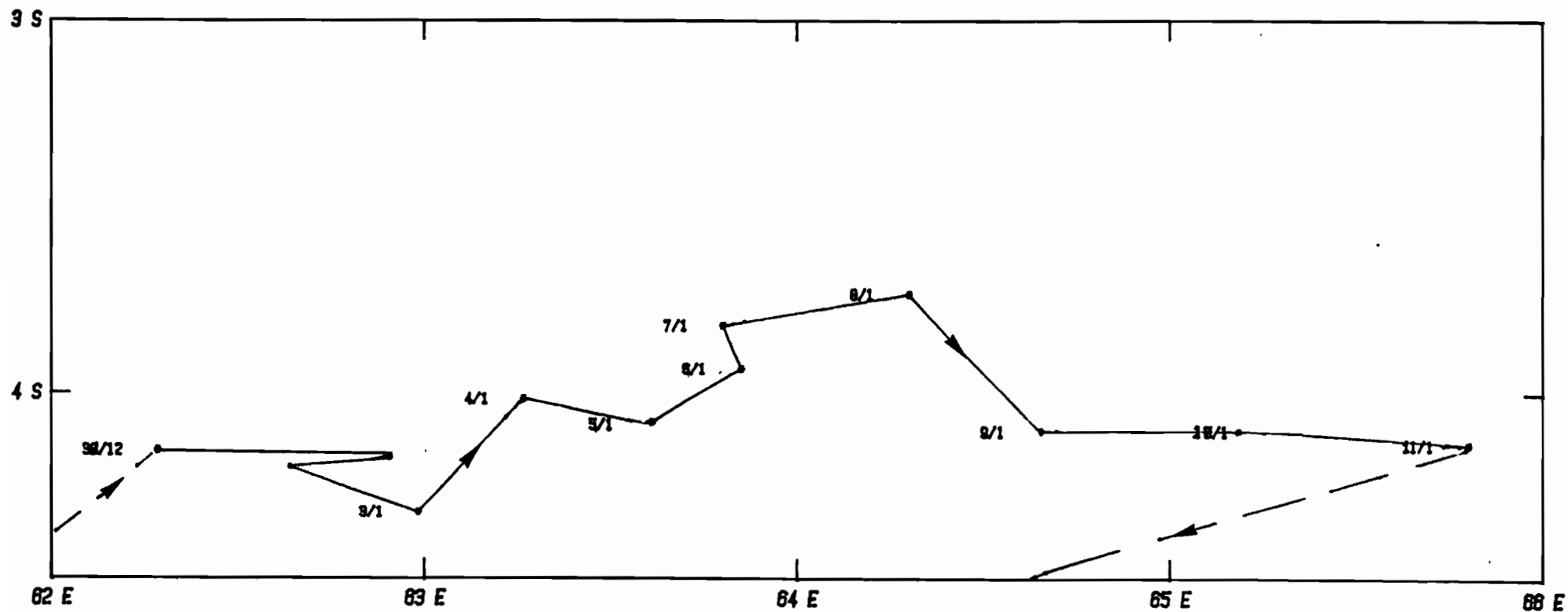


Fig.9b - CARTOUCHE 1 -

( Mares No 2 )

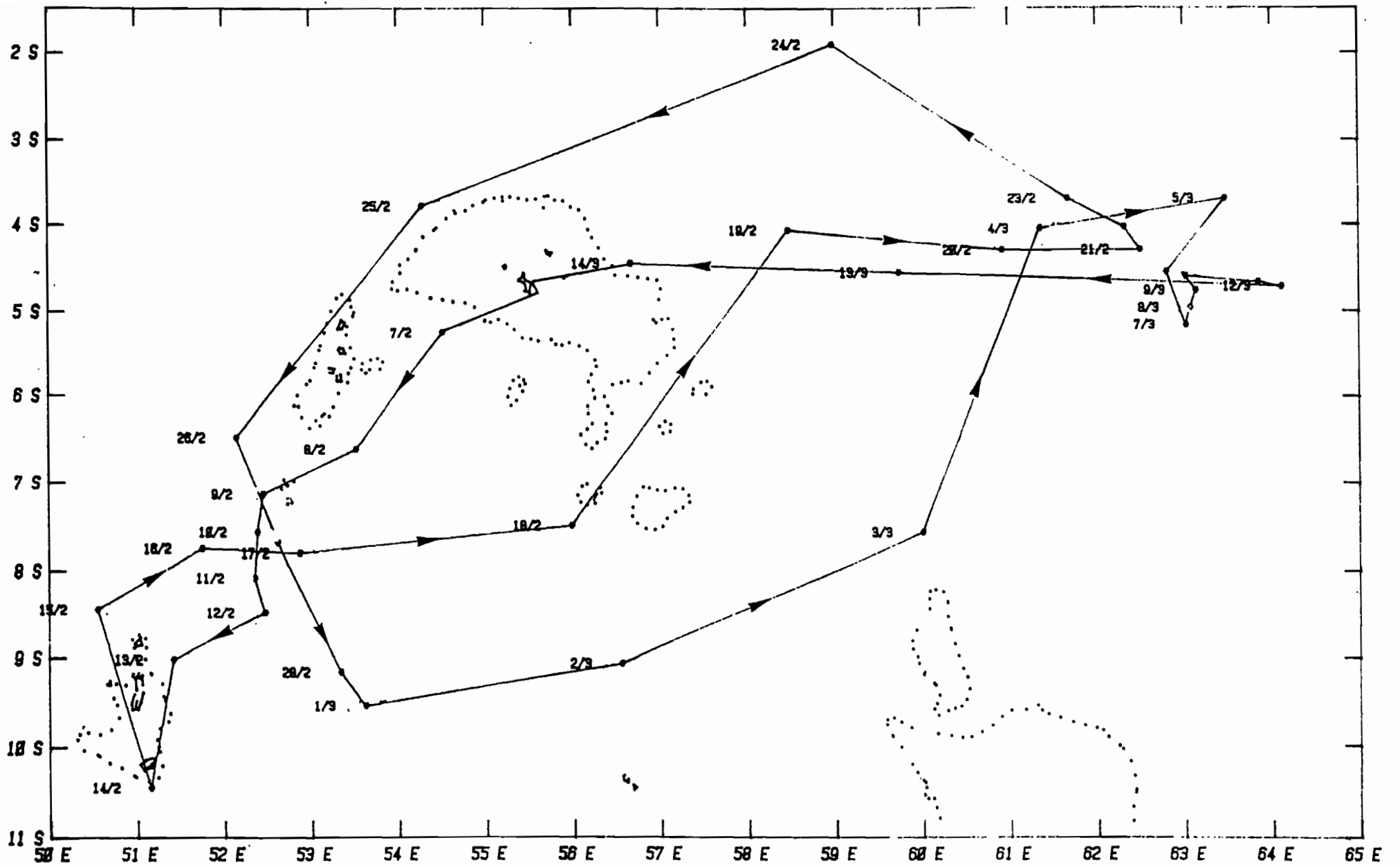


Fig.10a - Troisième marée du YVES DE KERGUELEN (1ère partie, 07/02 au 14/03/1982).

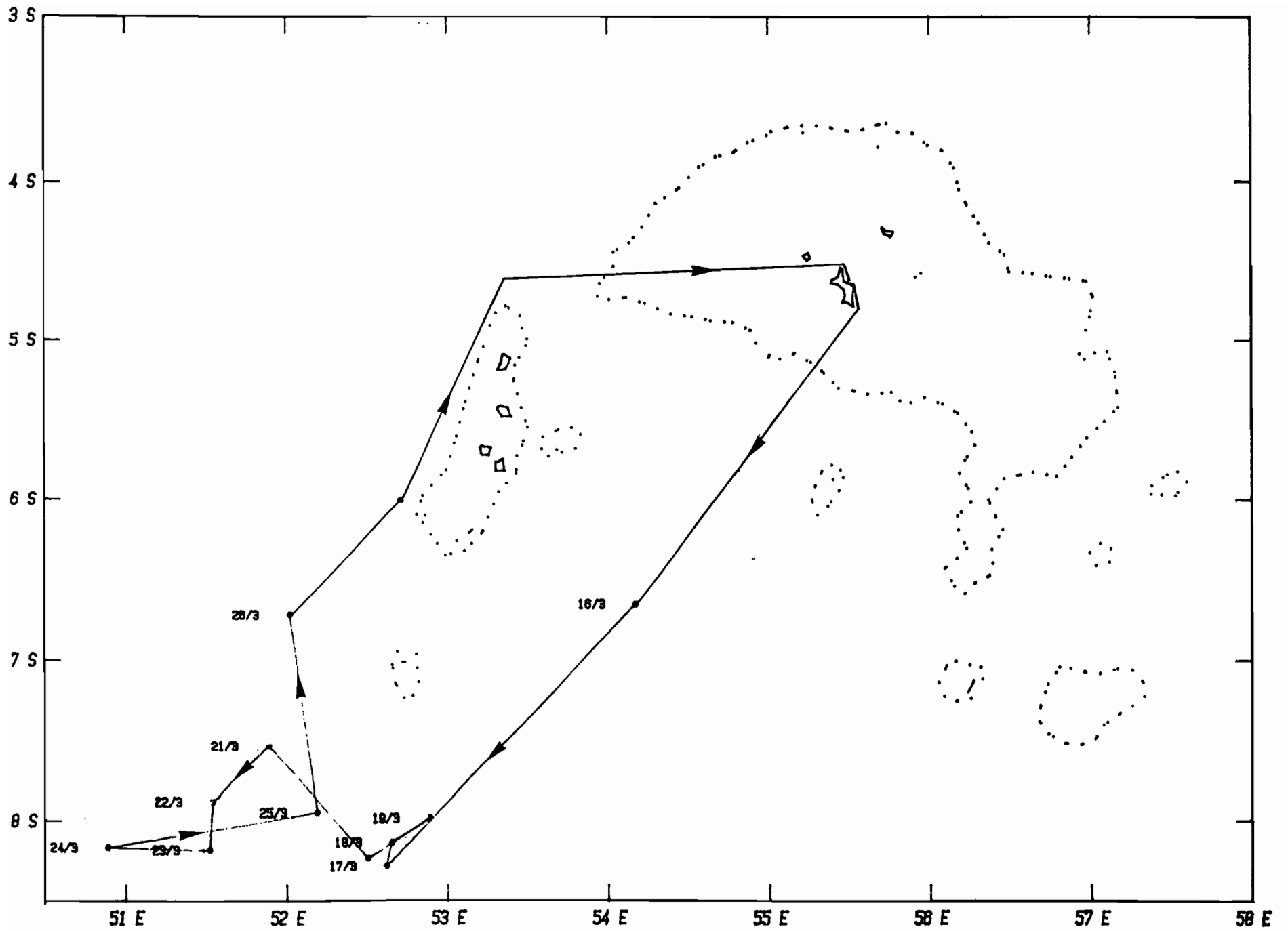


Fig.10b - Troisième marée du YVES DE KERGUELEN (2ème partie, 13/03 au 26/03/1982).

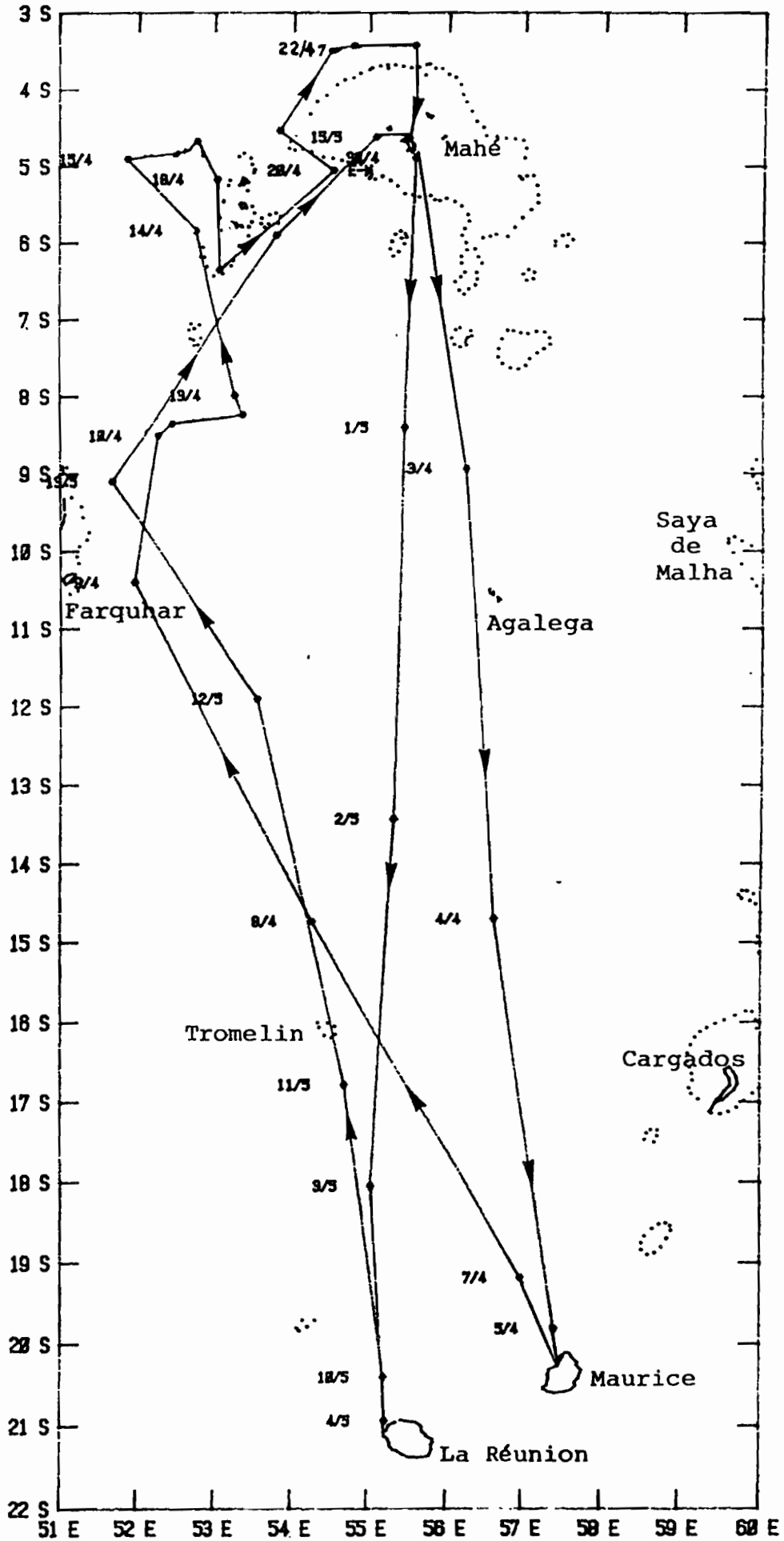


Fig.11 - Quatrième marée du YVES DE KERGUELEN (03/04 au 15/05/1982).

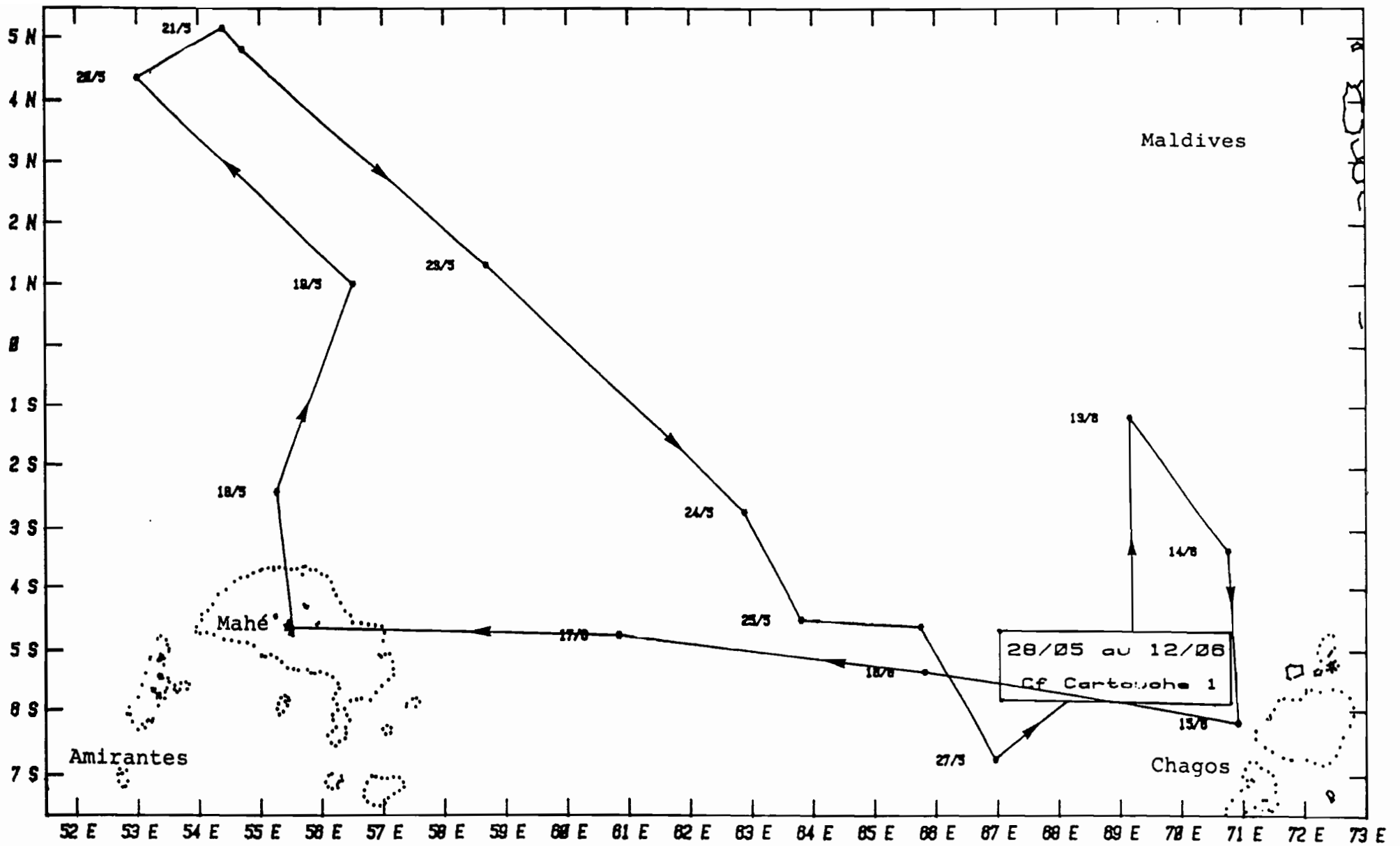


Fig.12a - Cinquième marée du YVES DE KERGUELEN (1ère partie, 18/05 au 22/08/1982).

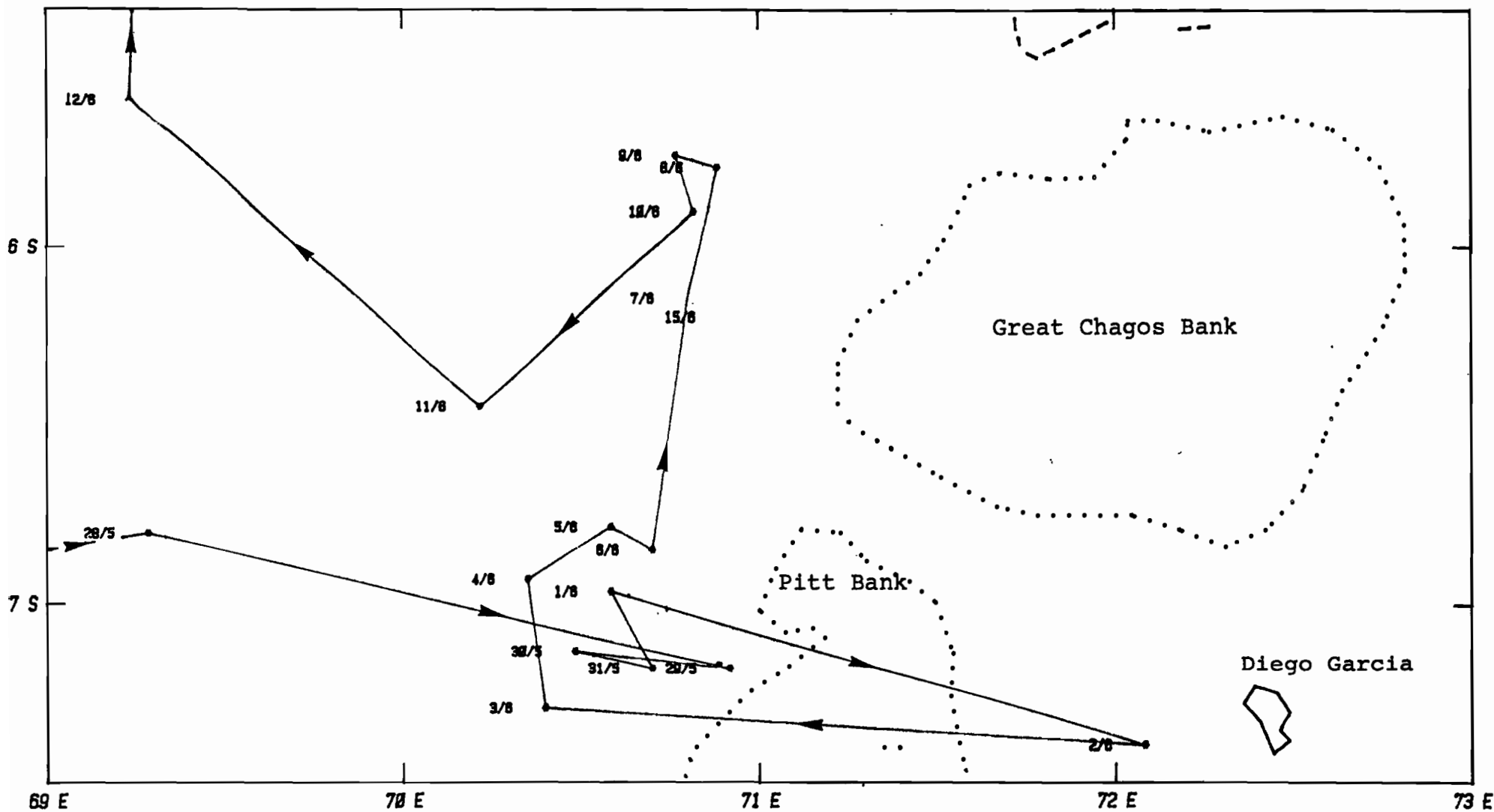


Fig.12 b - CARTOUCHE 1 -

( Marée No 5 )

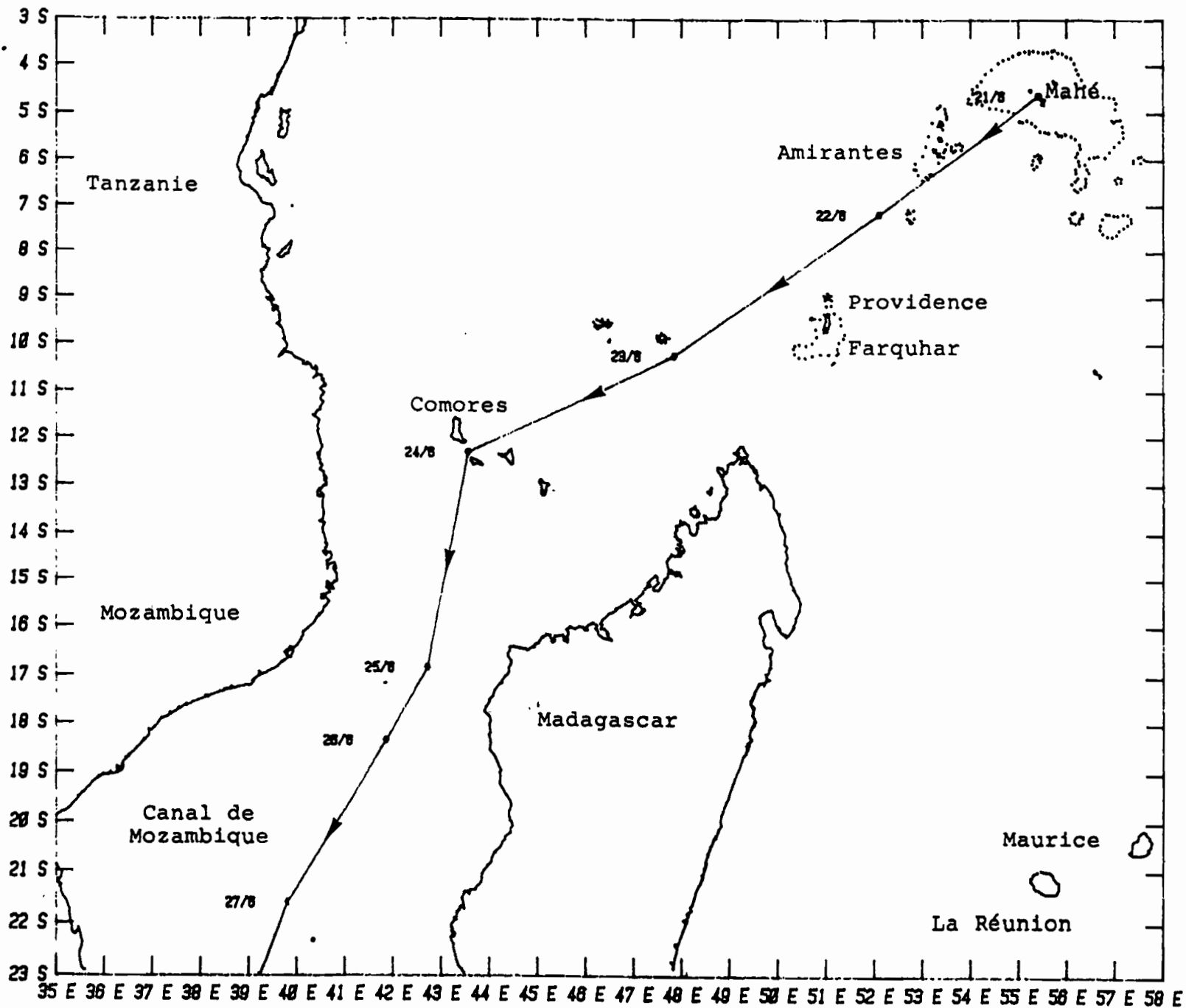
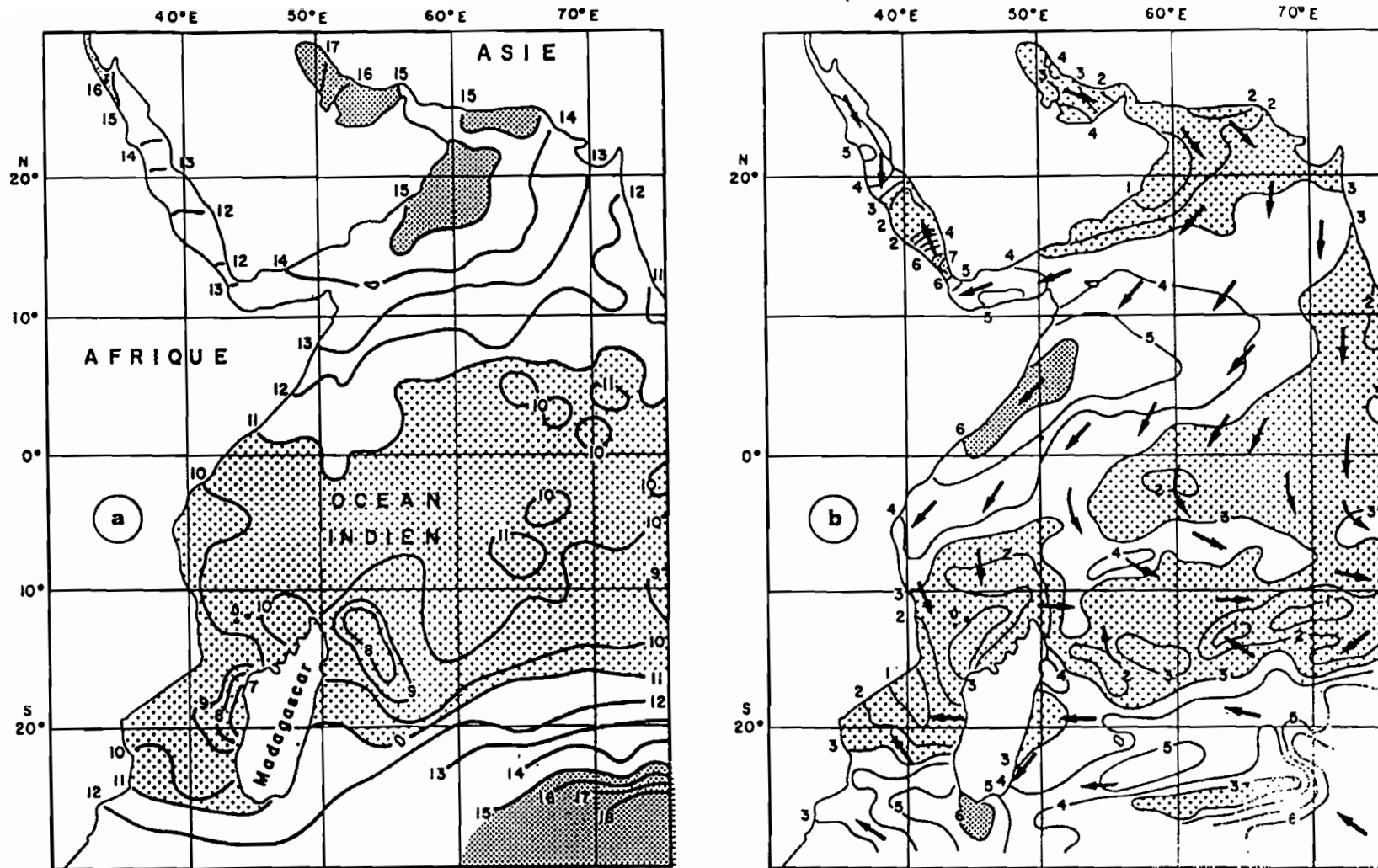
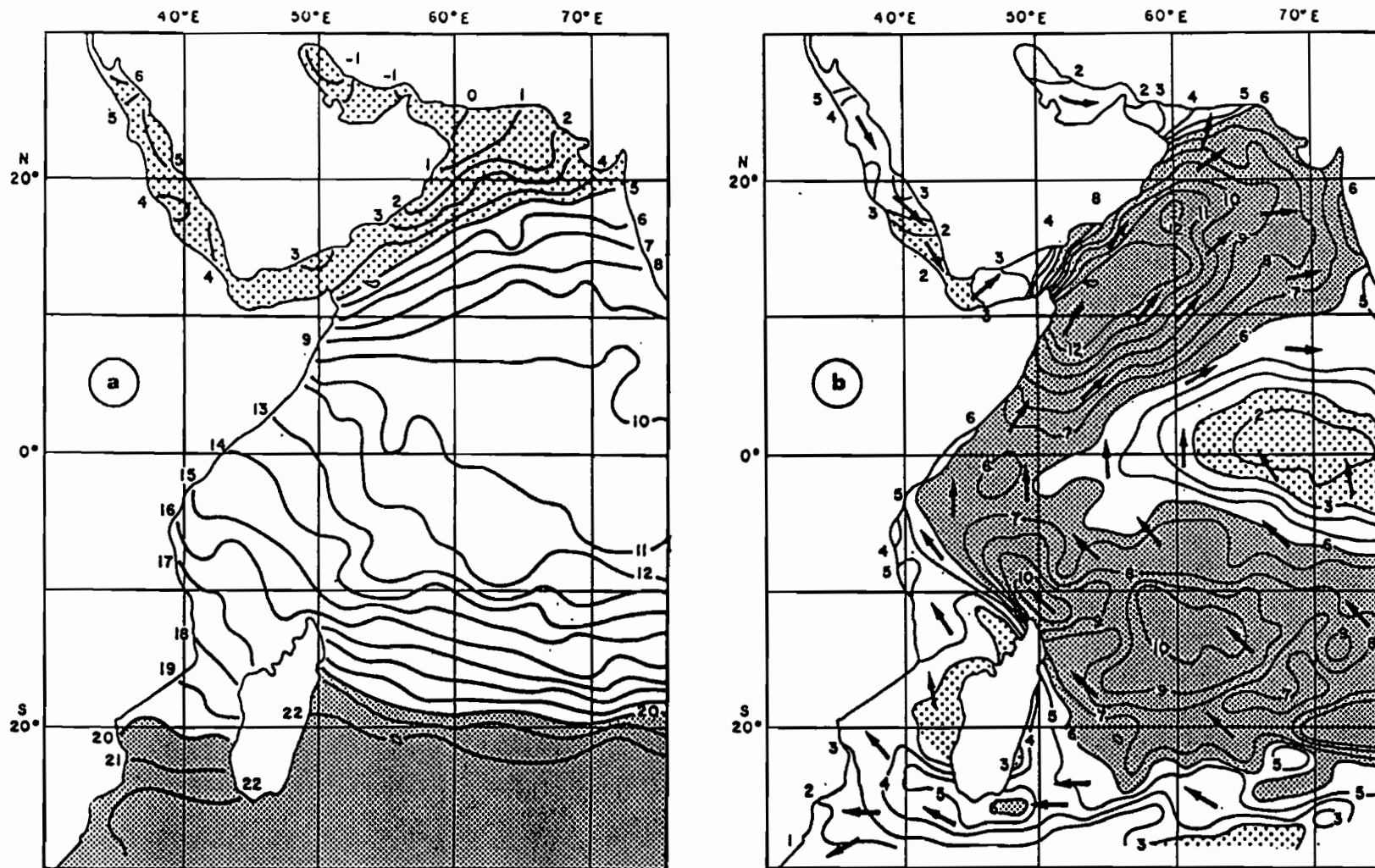


Fig.13 - Cinquième marée du YVES DE KERGUELEN (2ème partie, 21/06 au 27/06/1982).



**Fig.14** - Pression atmosphérique au niveau de la mer (P millibars + 1000): (a),  
 et vent résultant moyen en direction et vitesse ( $m.s^{-1}$ ): (b), sur l'ouest  
 de l'océan Indien en février, d'après HASTENRATH et LAMB (1979).



**Fig.15** - Pression atmosphérique au niveau de la mer (P millibars + 1000): (a), et vent résultant moyen en direction et vitesse ( $m.s^{-1}$ ): (b), sur l'ouest de l'océan Indien en août, d'après HASTENRATH et LAMB (1979).

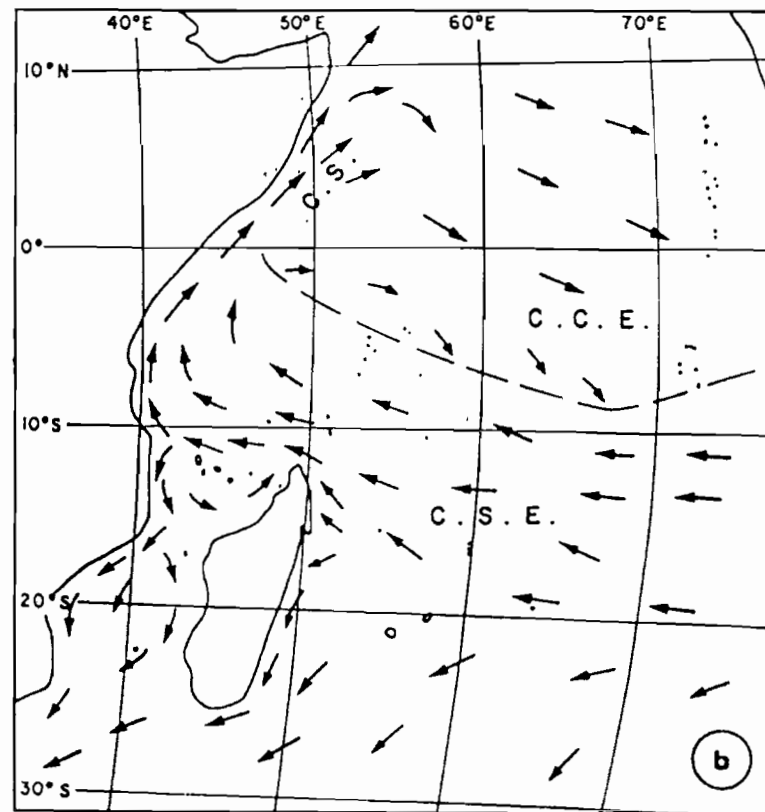
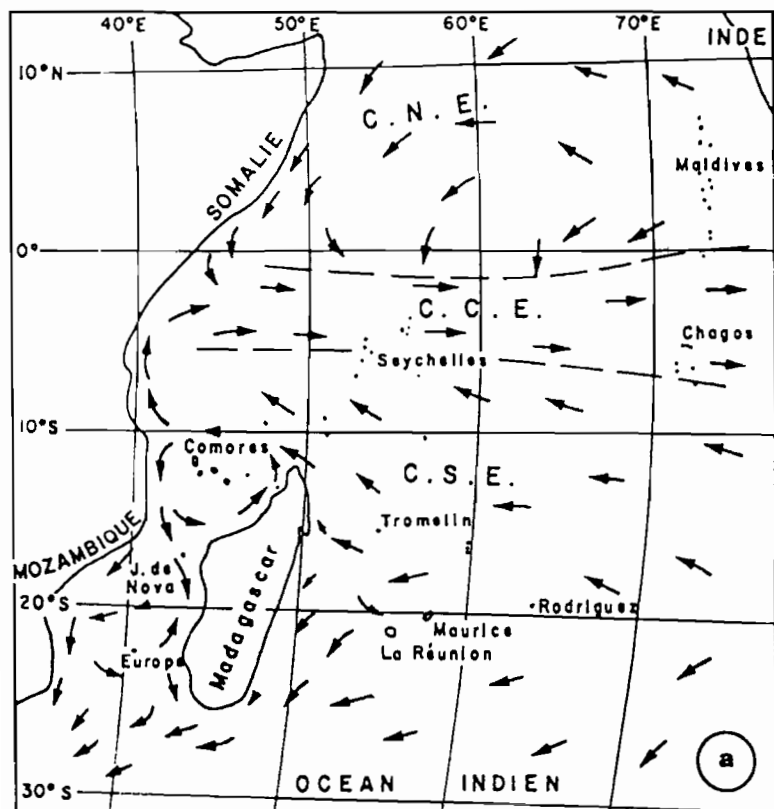
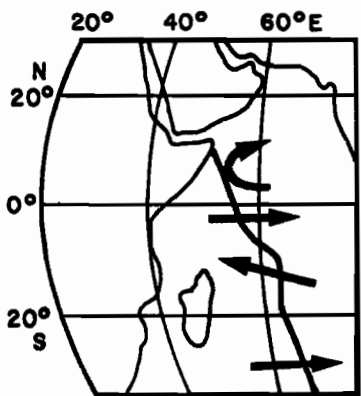
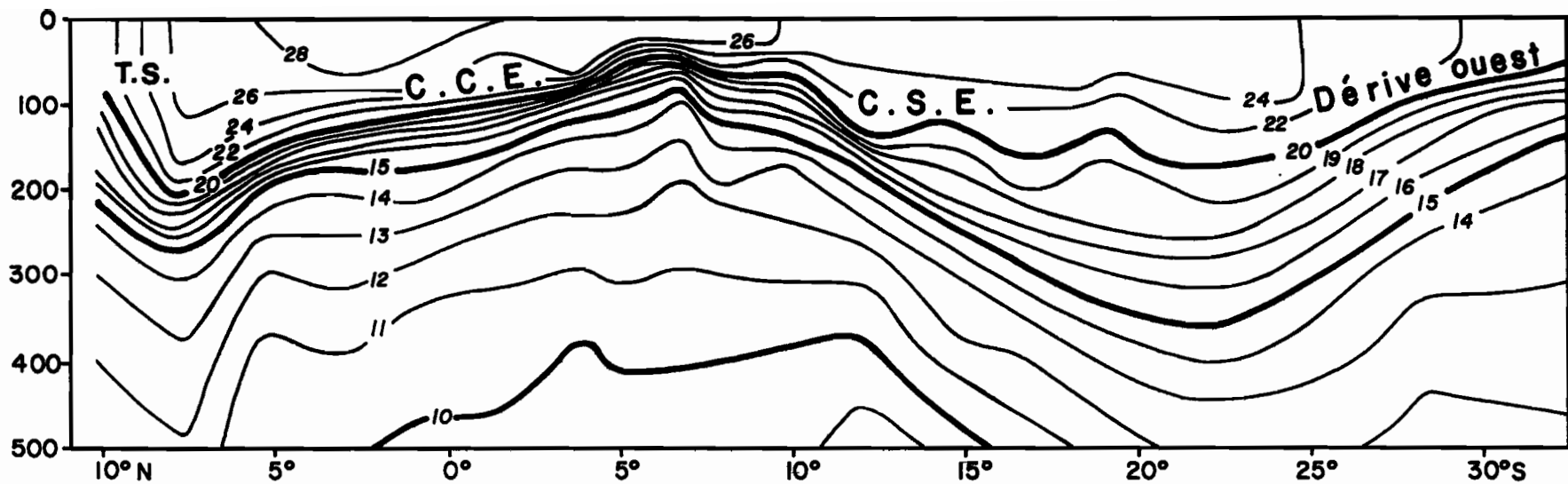


Fig.16 - Courants de surface dans l'ouest de l'océan Indien

- (a) en été austral
- (b) en hiver austral

(C.N.E. : Courant nord-équatorial; C.C.E. : Contre-courant équatorial; C.S.E. : Courant sud-équatorial; C.S. : Courant de Somalie; - - - : Ligne de séparation des courants).



T.S. : Tourbillon de Somalie  
 C.C.E. : Contre-courant équatorial  
 C.S.E. : Courant sud-équatorial

Fig.17 - Coupe thermique, de 0 à 500 m de profondeur, du cap Guardafui (52°E - 10°N) au point 68°E - 30°S, tirée de WYRTKI (1971), modifiée M. FIEUX (1983).

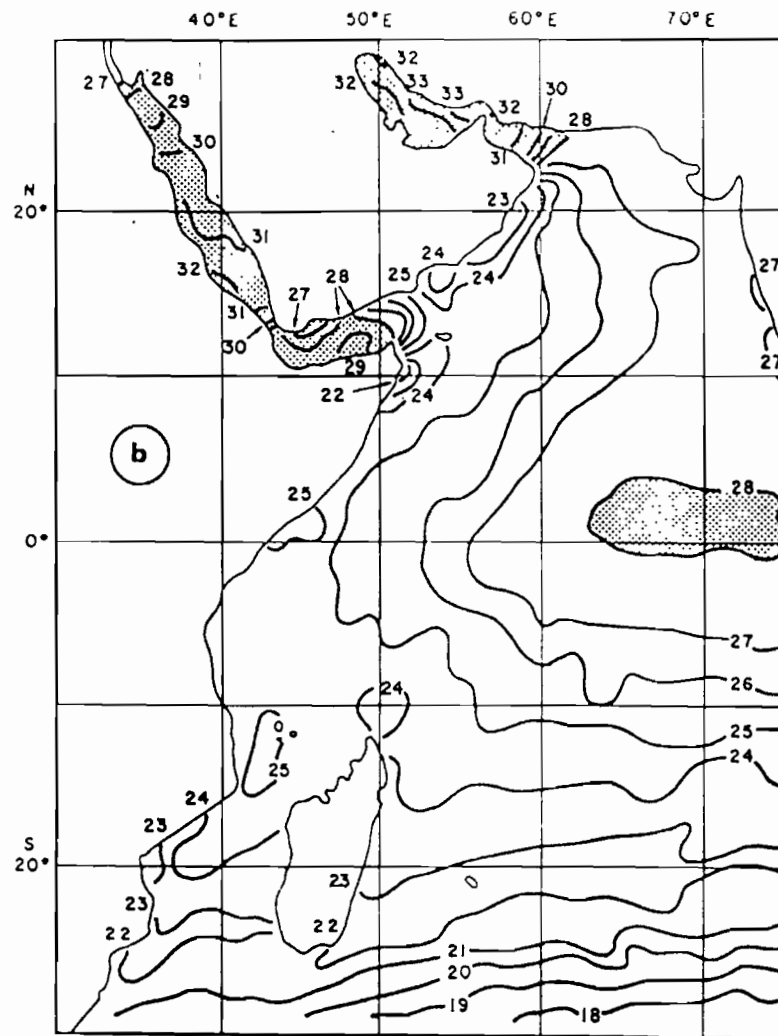
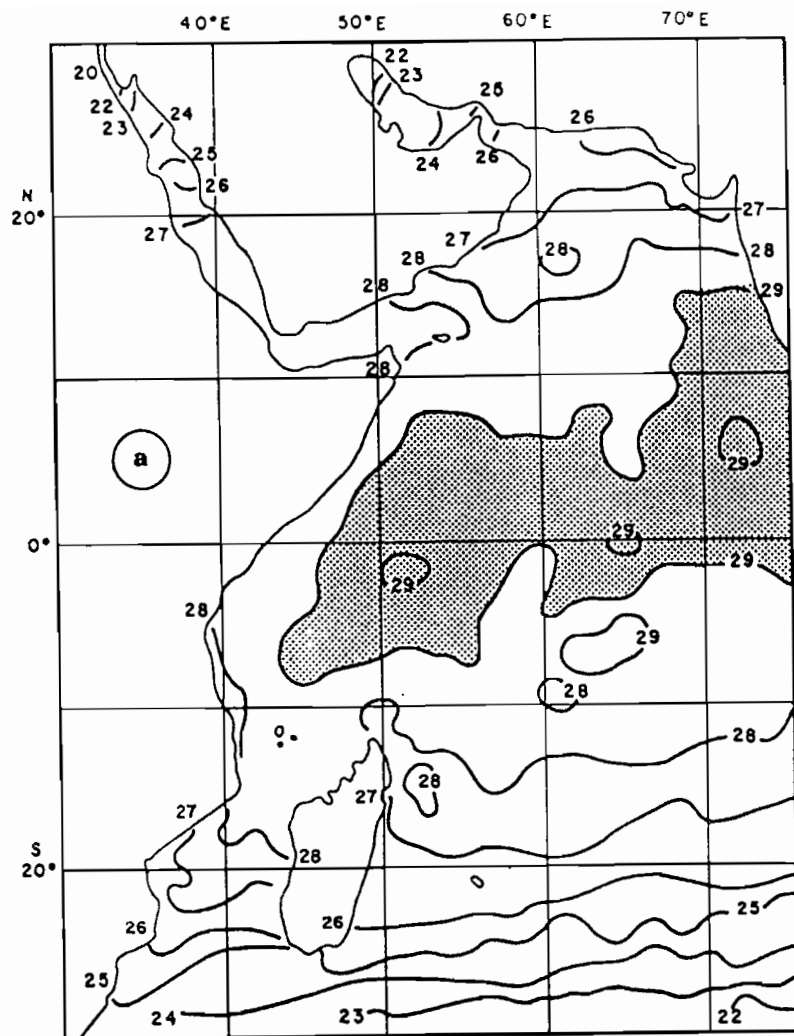


Fig.18 - Température de surface (degré Celsius) en avril: (a), et en août: (b) dans l'ouest de l'océan Indien, d'après HASTENRATH et LAMB (1979).

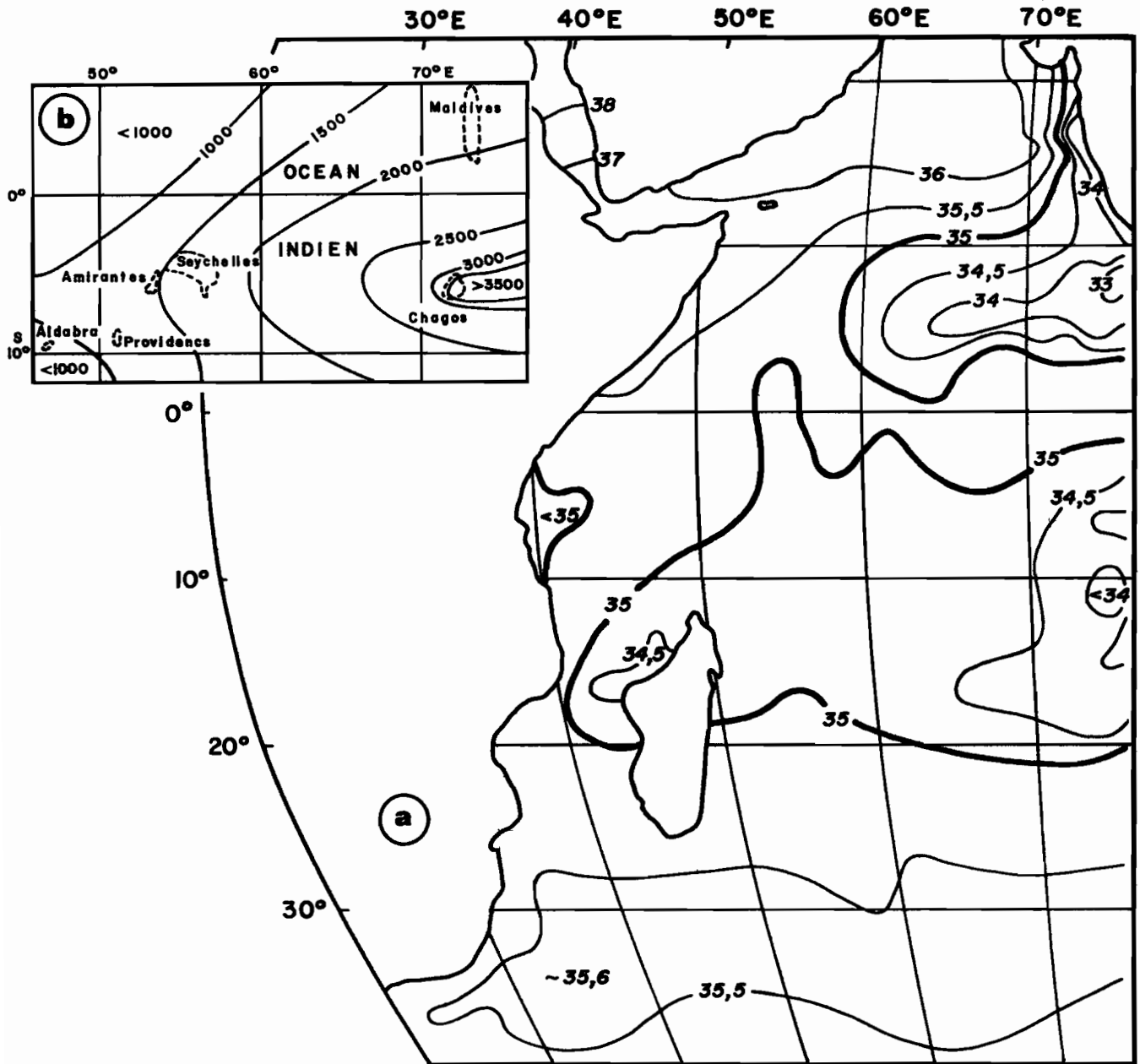


Fig.19 - (a) Salinité de surface (g/kg d'eau de mer) dans l'ouest de l'océan Indien en janvier-février, d'après WYRTKI, 1971),  
(b) Quantités annuelles de pluie dans les parages des Seychelles, des Maldives et des Chagos (tiré de PITON, 1976).

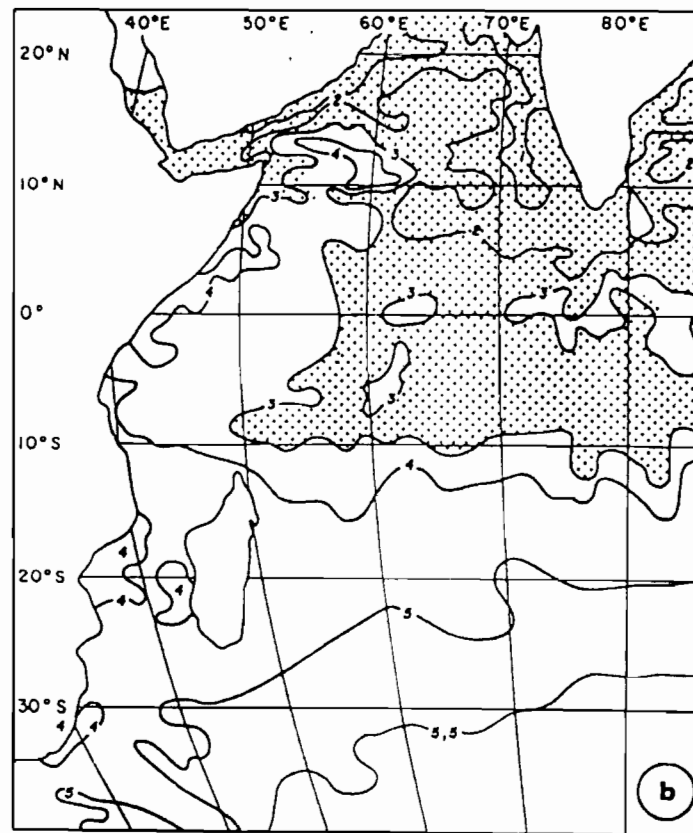
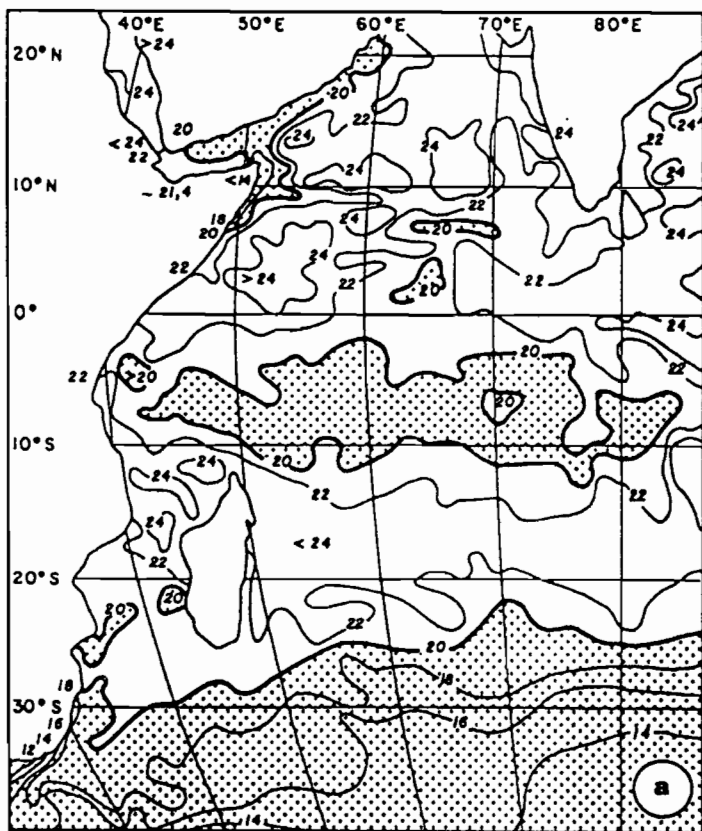
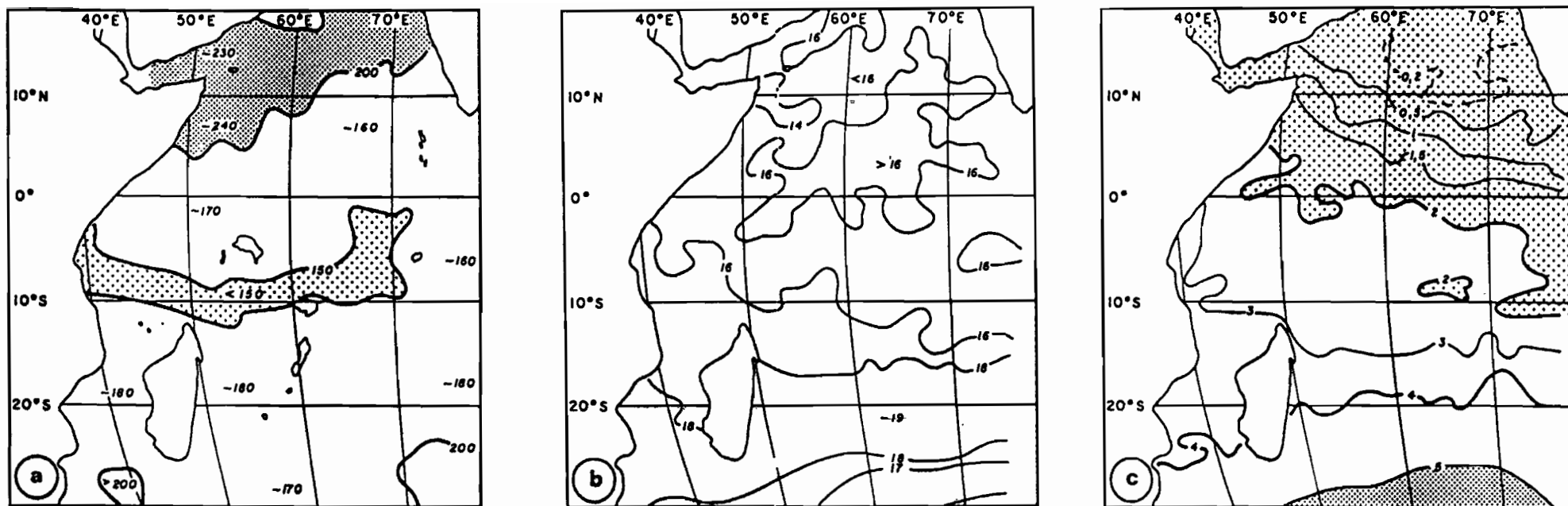


Fig.20 - (a) Température et (b) teneurs en oxygène dissous (ml/l) à 100 mètres de profondeurs, d'après WIRTKI, 1971.



**Fig.21** - L'eau subsuperficielle nord-équatoriale à minimum d'oxygène dans l'ouest de l'océan Indien, d'après WIRTKI, 1971 :

- (a) immersion du minimum d'oxygène,
- (b) température de l'eau à cette immersion,
- (c) teneurs en oxygène dissous dans ce minimum.

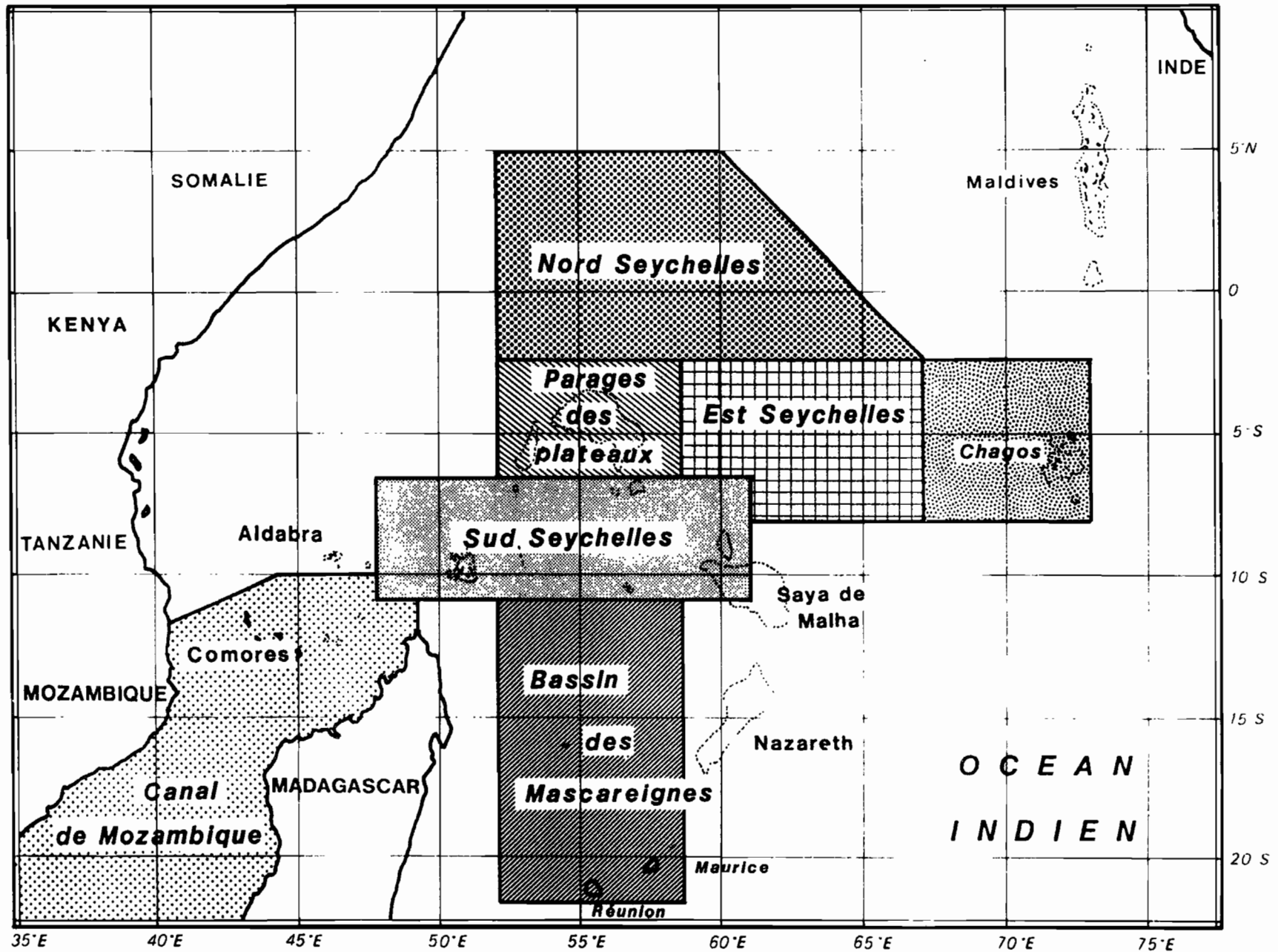
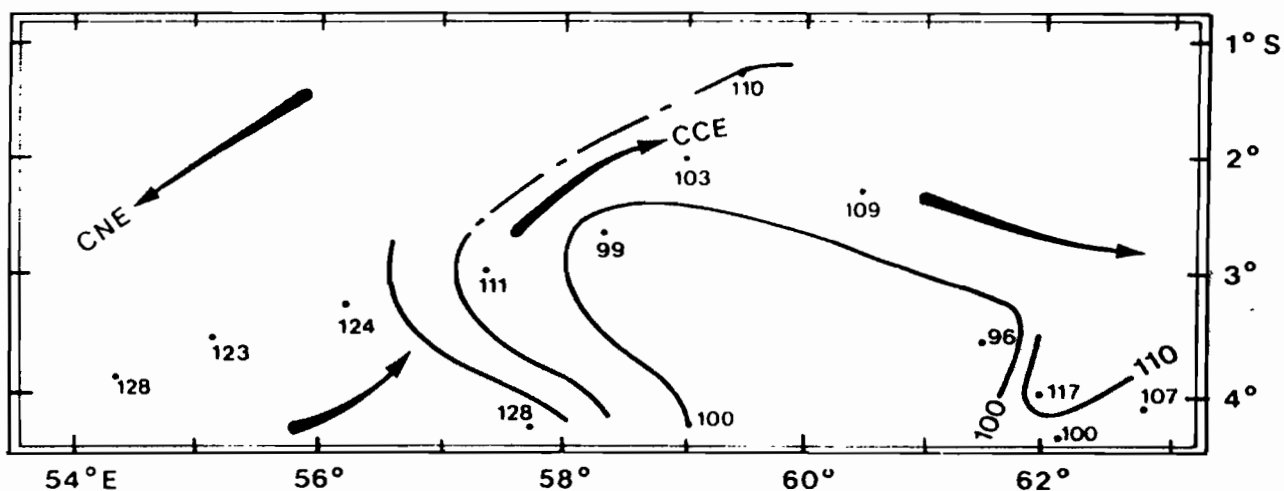
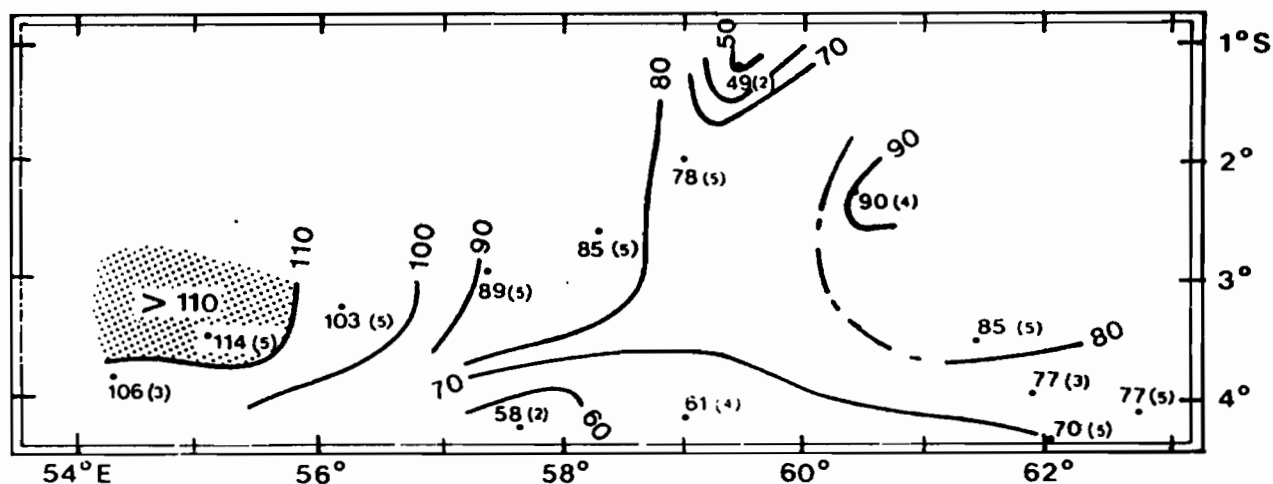


Fig.22 - Cartographie des "zones hydrologiques" étudiées



**Fig.23 a** - Immersion de l'isotherme 20°C (en mètres) et courants au nord des Seychelles, en février 1982.



**Fig.23 b** - Répartition des profondeurs de la thermocline (en mètres) au nord des Seychelles en février 1982.

entre parenthèses : valeur codée du gradient vertical maximum dans la thermocline = puissance de gradient de la thermocline

- 1 : < 1,5°C par 10 m
- 2 : 1,5°C par 10 m
- 3 : 1,5°C à 4°C par 10 m
- 4 : 4°C par 10 m
- 5 : > 4°C par 10 m

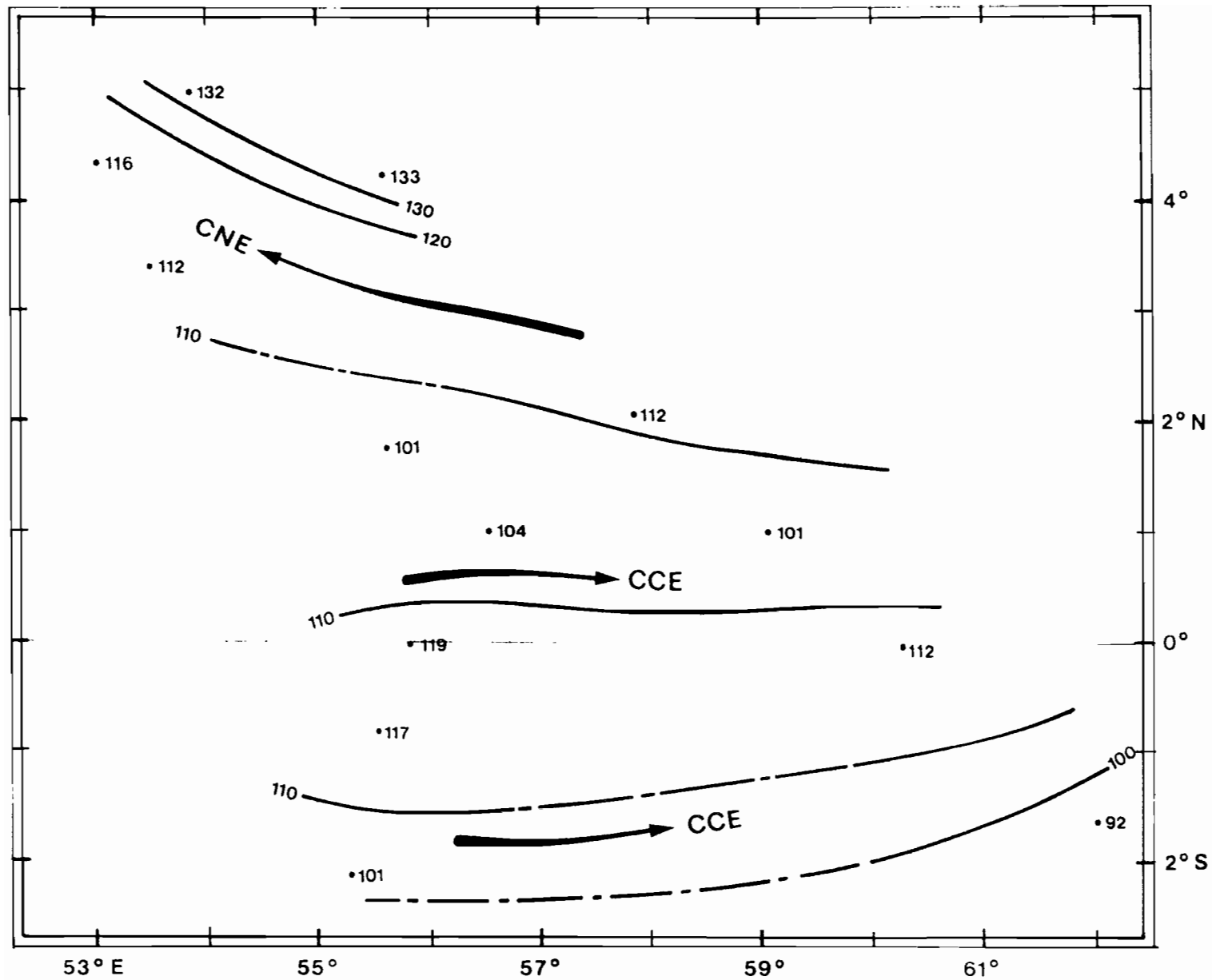


Fig.24 a - Immersion de l'isotherme 20°C (en mètres) et courants au nord des Seychelles, en mai 1982.

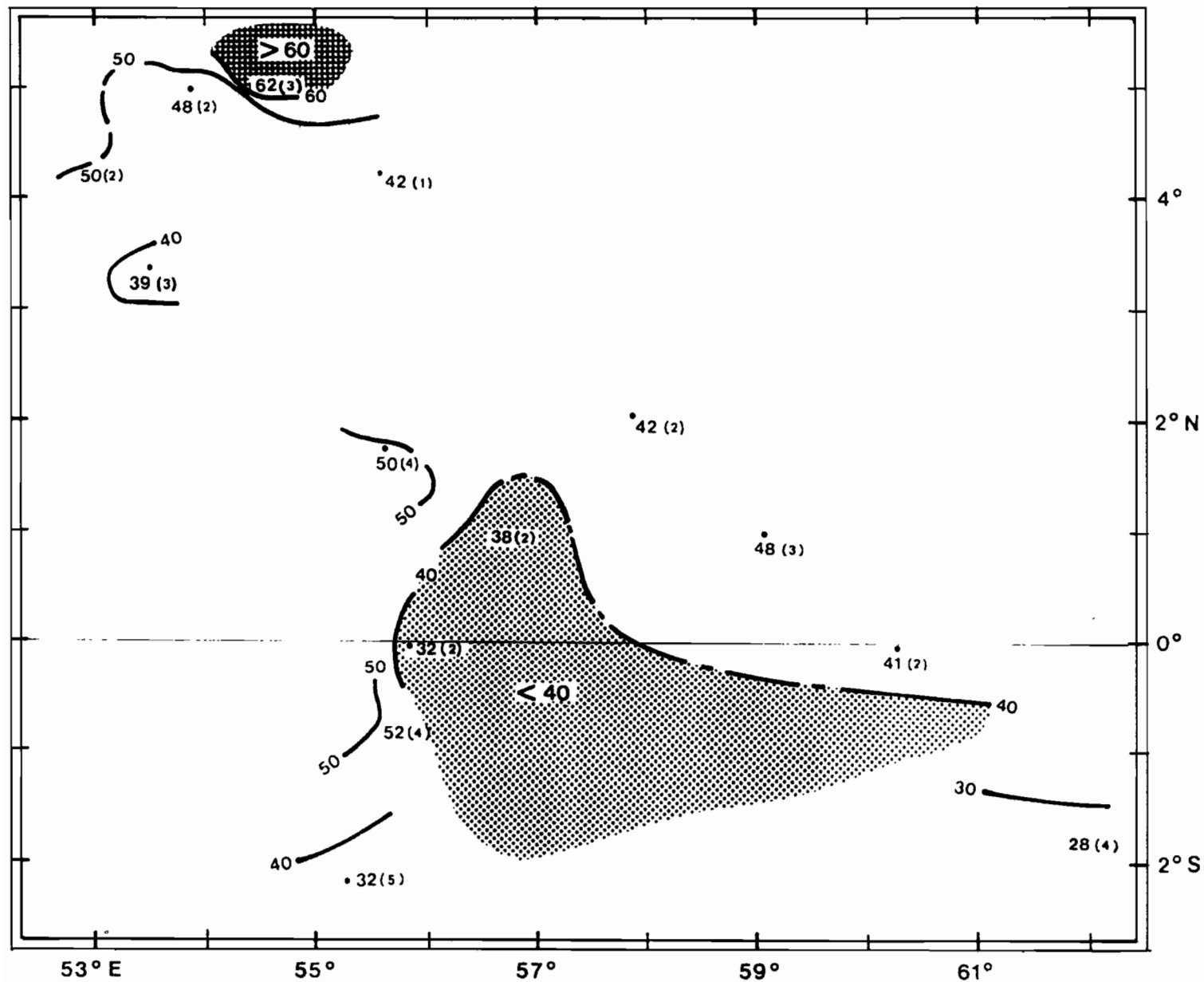


Fig.24 b - Répartition des profondeurs de la thermocline (en mètres) en mai 1982.

(entre parenthèses : puissance de gradient de la thermocline)

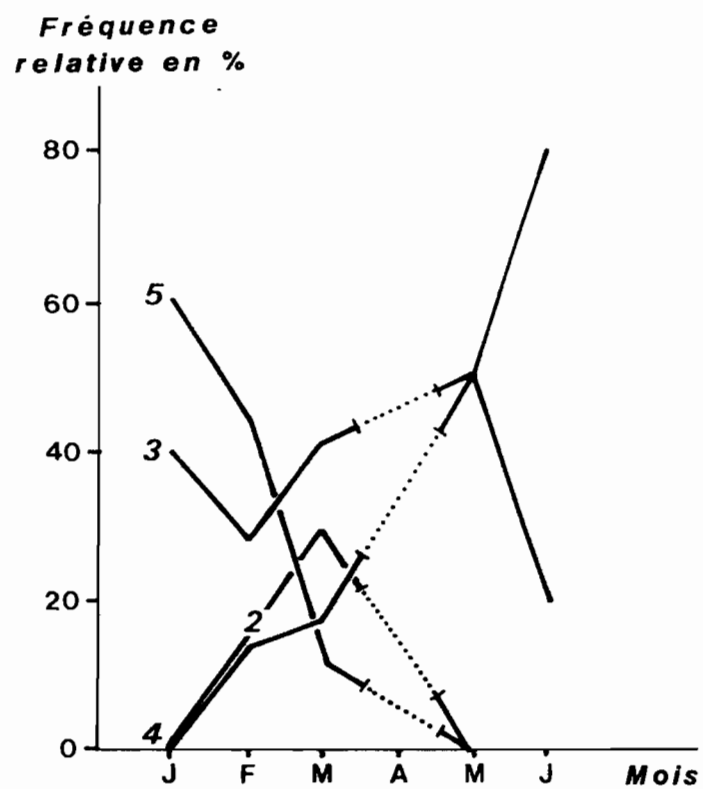


Fig.25 - Evolution mensuelle des gradients de thermocline

- 1 : < 1,5°C par 10 m
- 2 : 1,5°C par 10 m
- 3 : 1,5°C à 4°C par 10 m
- 4 : 4°C par 10 m
- 5 : > 4°C par 10 m

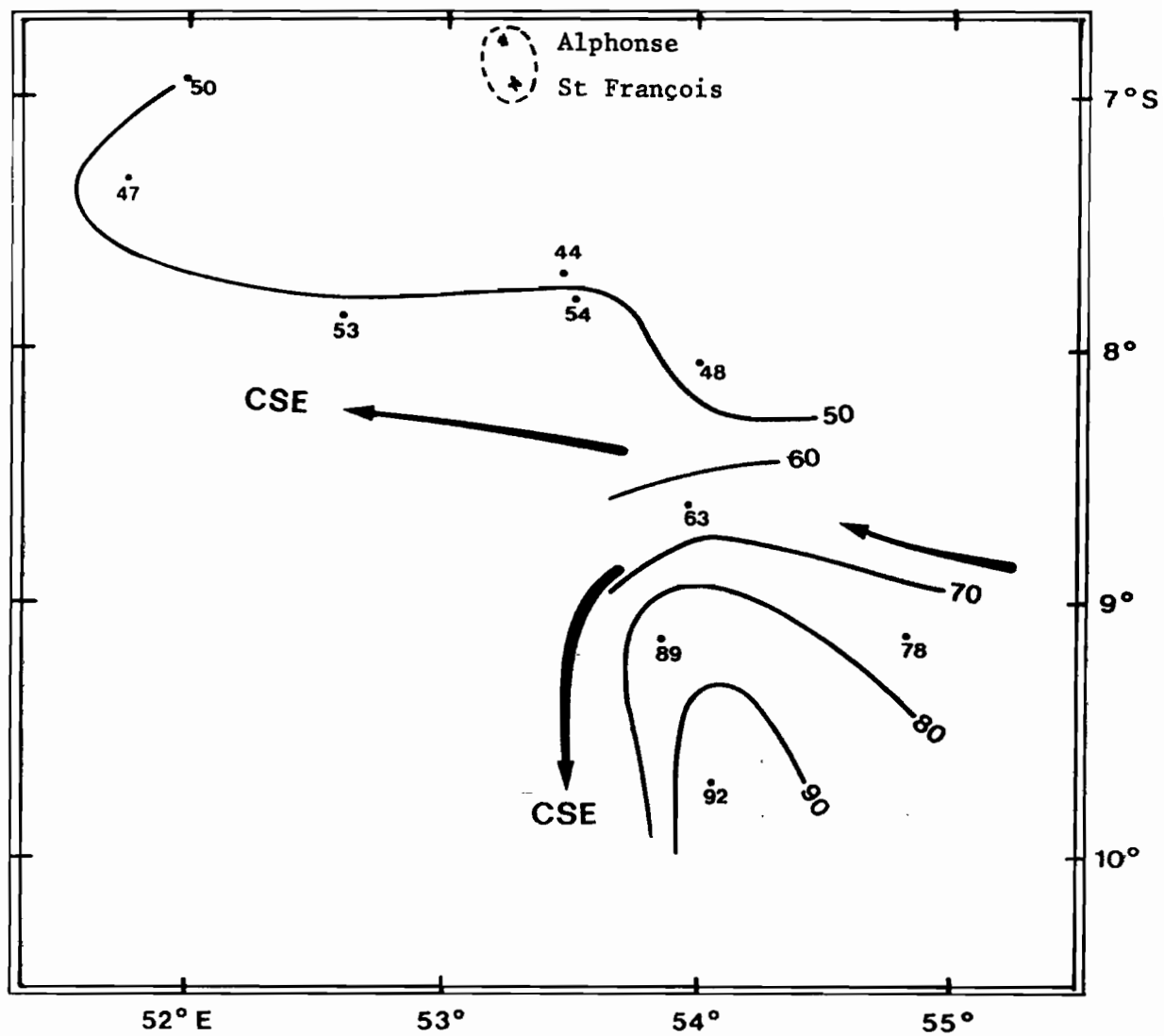


Fig.26 a - Immersion de l'isotherme 20°C (en mètres) et courants au sud des Seychelles, en janvier 1982.

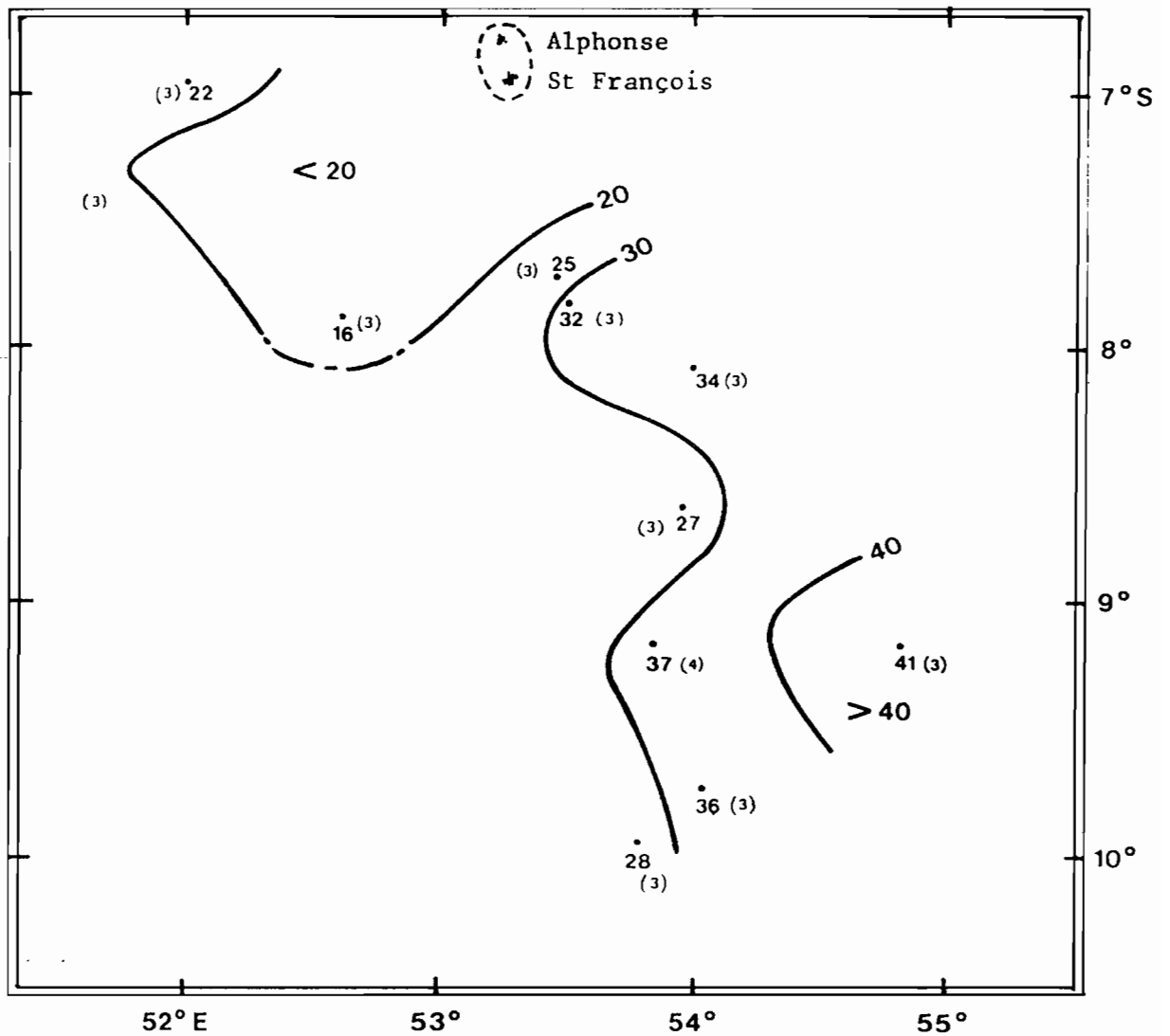


Fig.26 b - Répartition des profondeurs de la thermocline (en mètres) au sud des Seychelles, en janvier 1982.

(entre parenthèses : puissance de gradient de la thermocline)

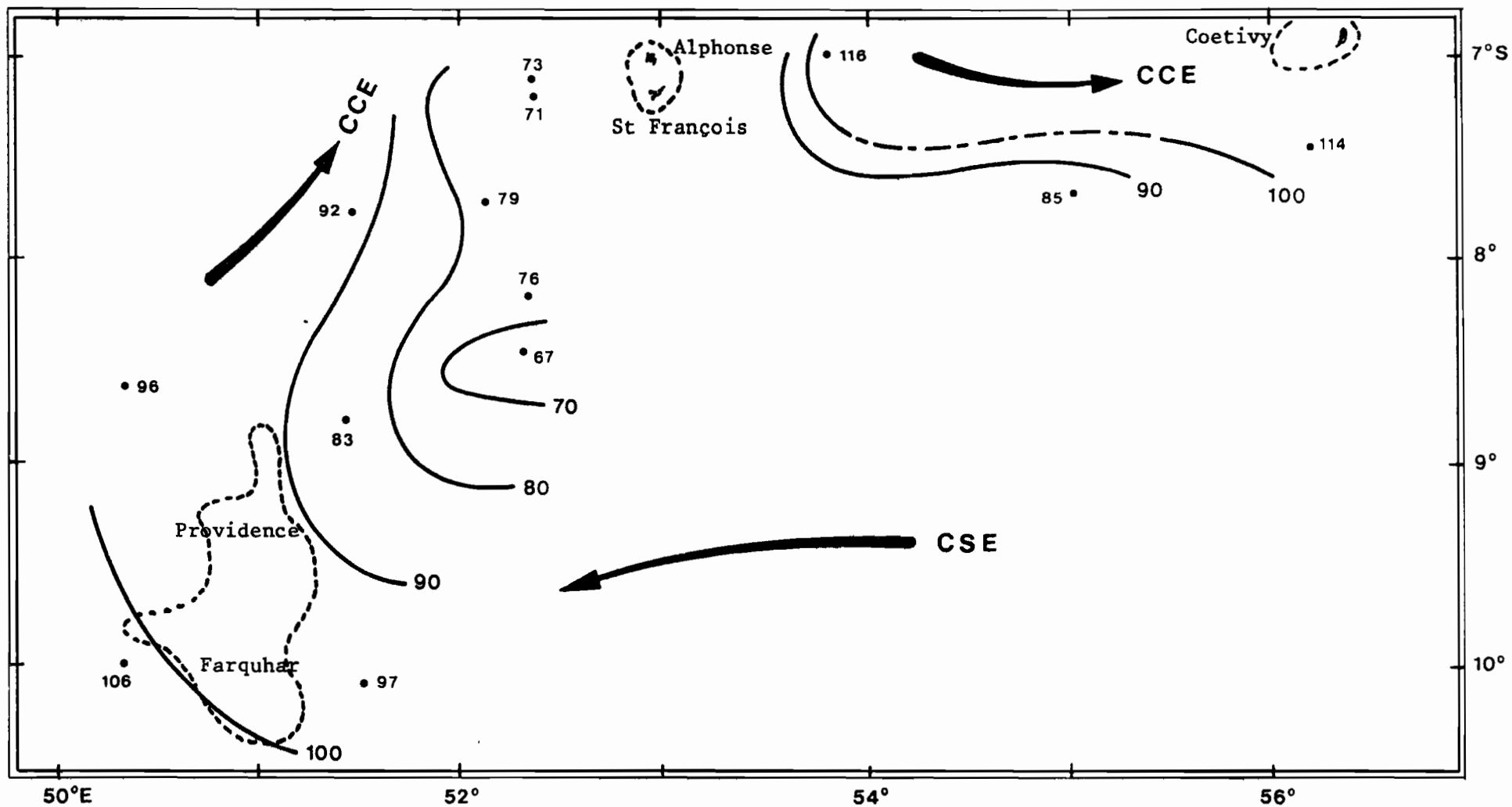


Fig.27 a - Immersion de l'isotherme 20°C (en mètres) et courants au sud des Seychelles, en février 1982.

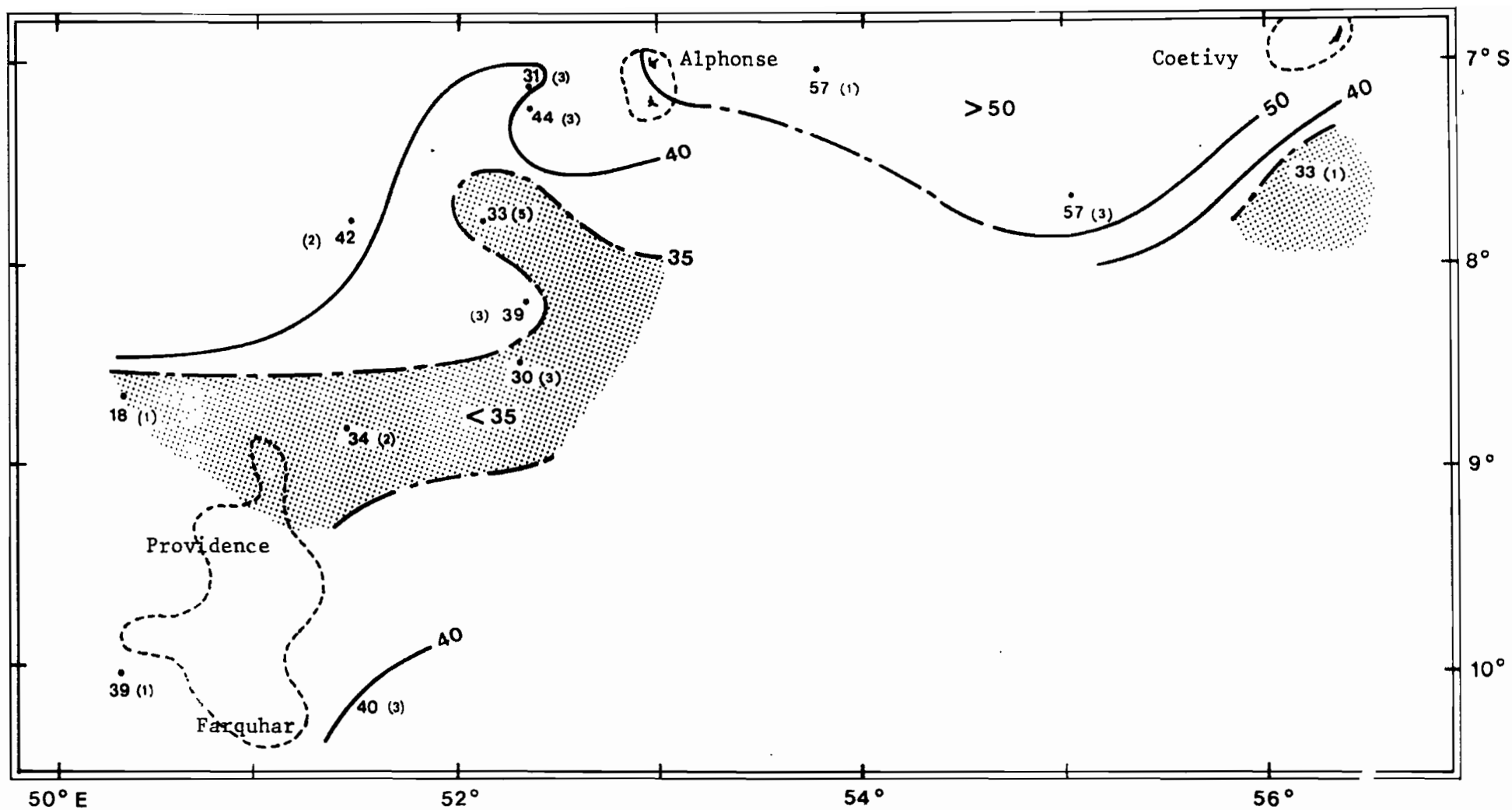


Fig.27 b - Répartition des profondeurs de la thermocline (en mètres) au sud des Seychelles, en février 1982.

(entre parenthèses : puissance de gradient de la thermocline)

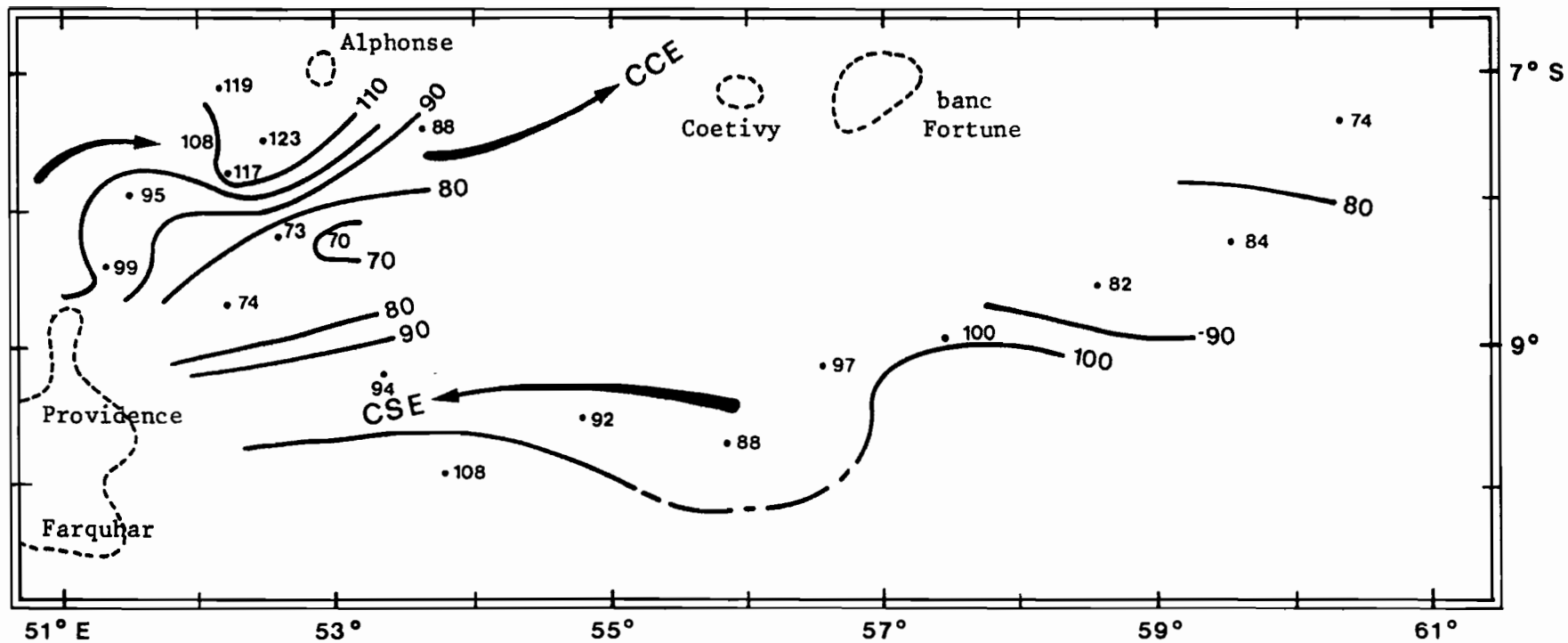


Fig.28 a - Immersion de l'isotherme 20°C (en mètres) et courants au sud des Seychelles, en mars 1982.

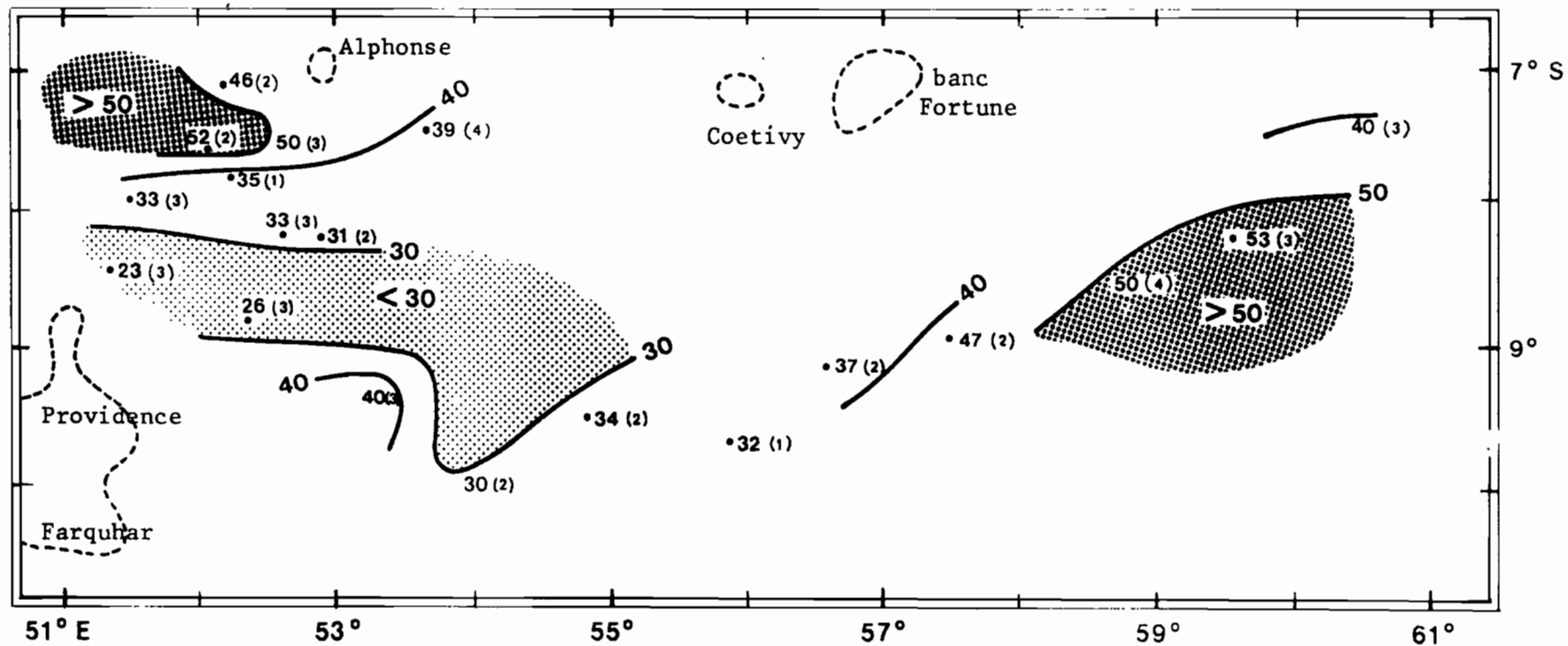


Fig.28 b - Répartition des profondeurs de la thermocline (en mètres) au sud des Seychelles, en mars 1982.

(entre parenthèses : puissance de gradient de la thermocline)

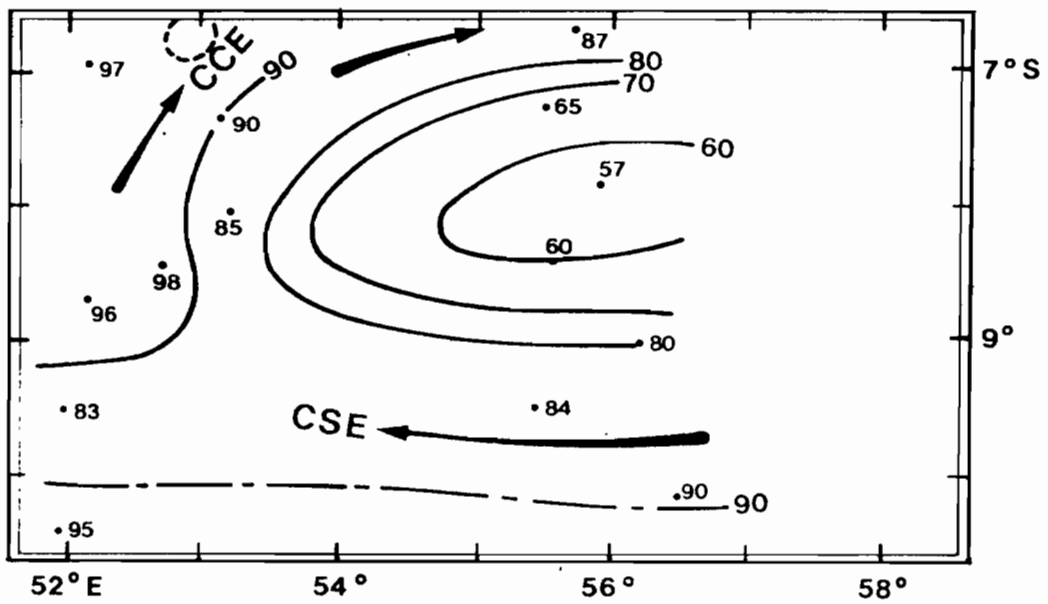


Fig.29 a - Immersion de l'isotherme 20°C (en mètres) et courants au sud des Seychelles en avril et mai 1982.

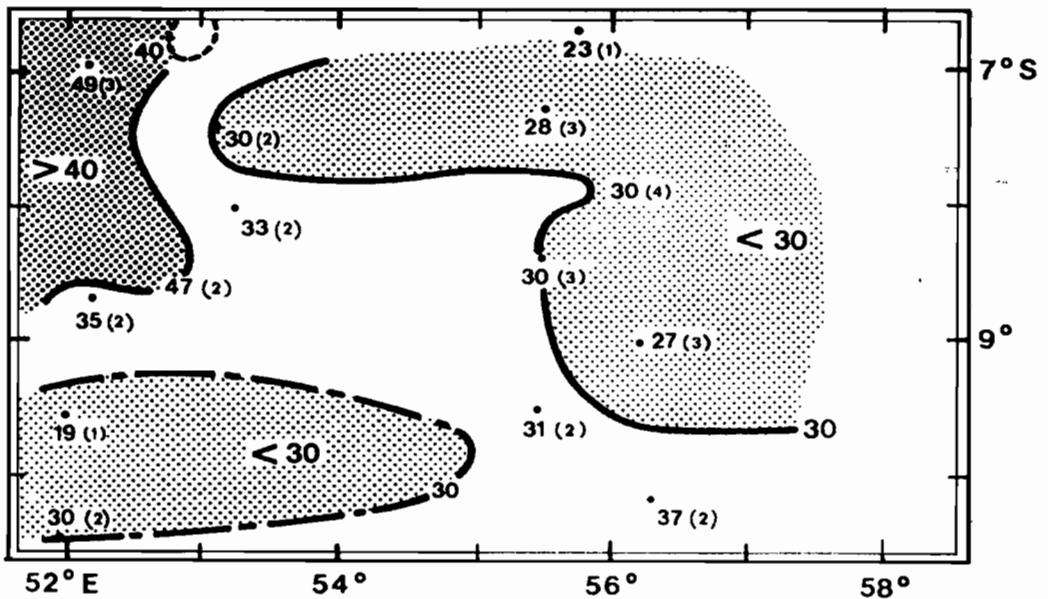
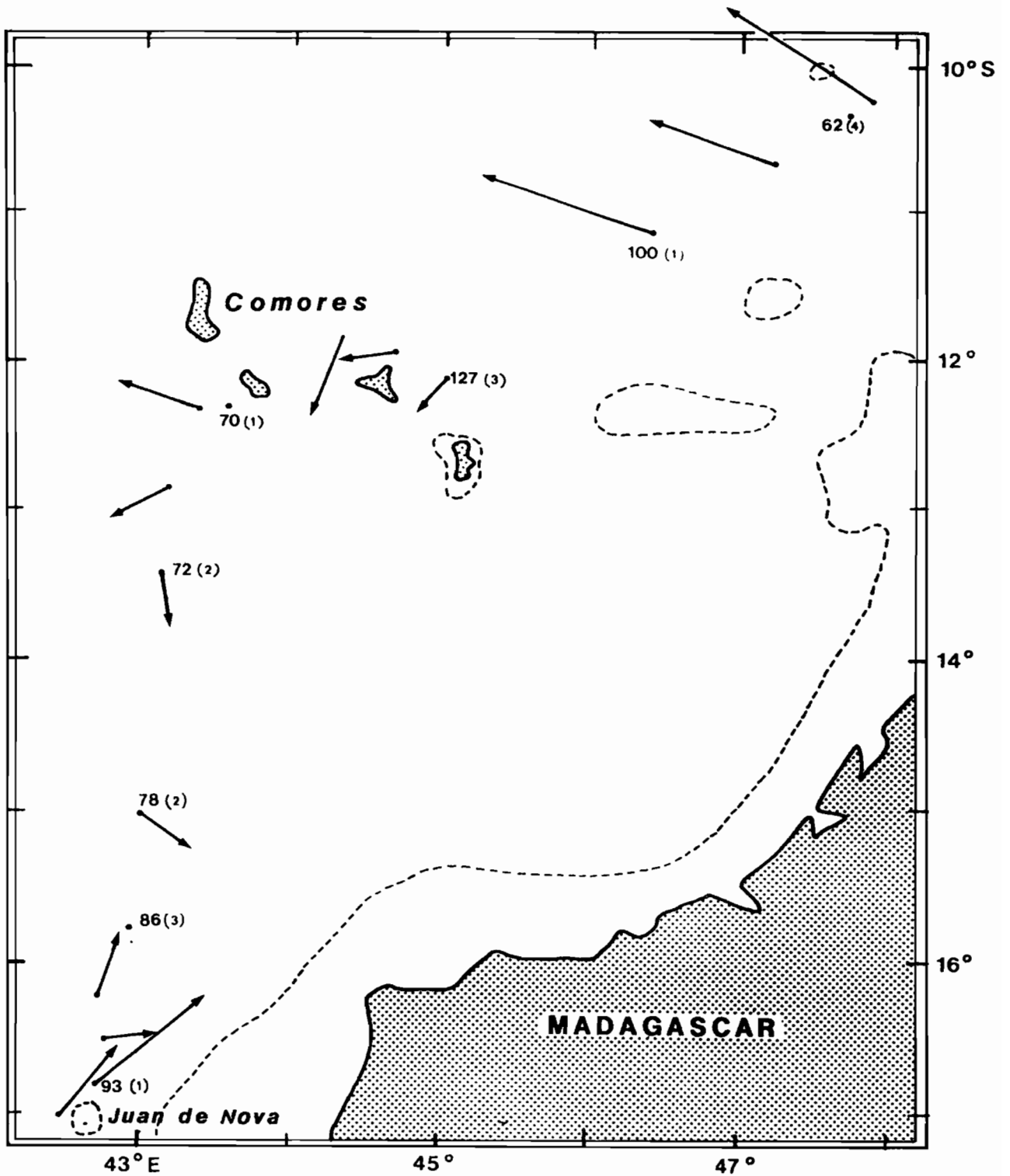


Fig.29 b - Répartition des profondeurs de la thermocline (en mètres) au sud des Seychelles en avril et mai 1982.  
(entre parenthèses : puissance de gradient de la thermocline)



**Fig.30 a** - Dérive de surface établie par le navigateur MAGNAVOX (1cm = 1 nd) et position des sondages XBT avec indication de la puissance de gradient (entre parenthèses) de la thermocline dans le bassin nord du Canal de Mozambique, en juin 1982.

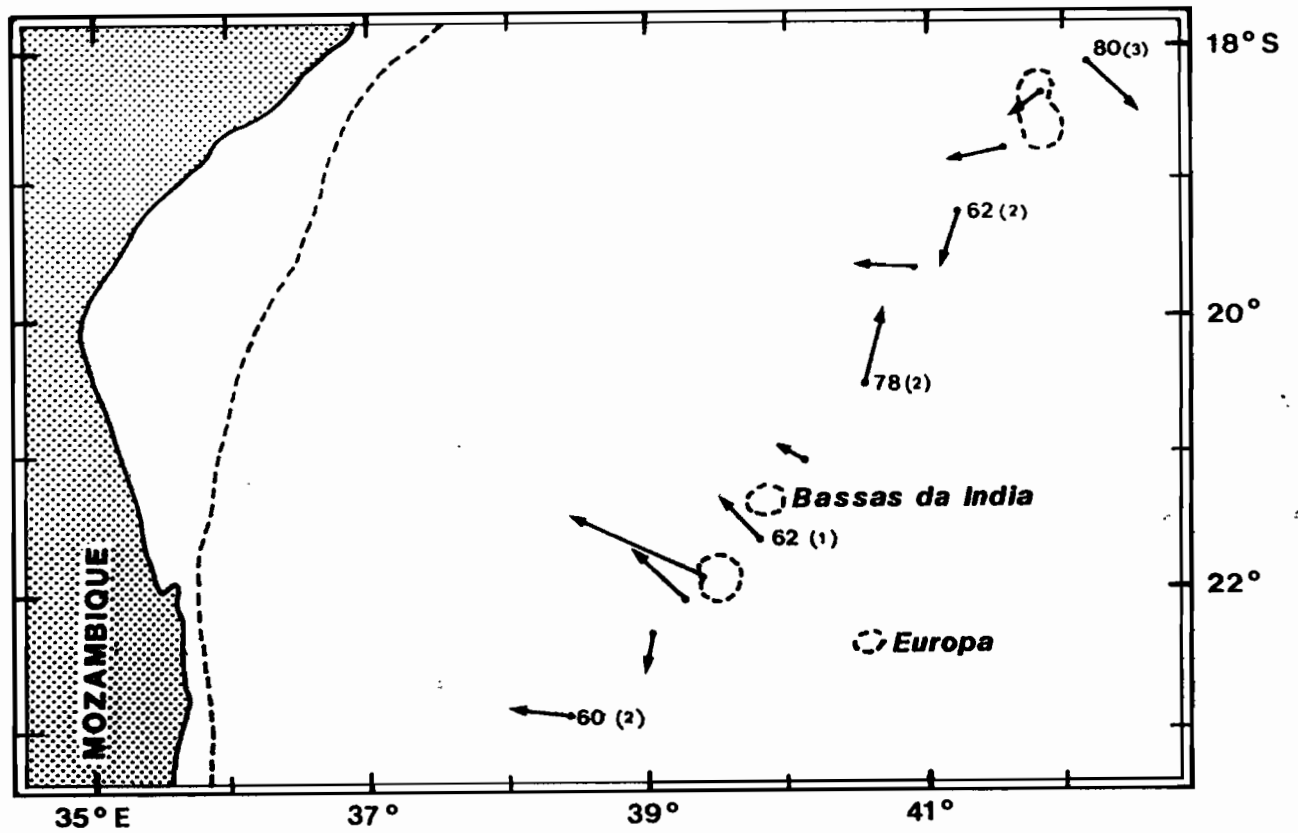


Fig.30 b - Dérive de surface établie par le navigateur satellite MAGNAVOX (1cm = 1 nd) et position des sondages XBT avec indication de la profondeur et de la puissance de gradient (entre parenthèses) de la thermocline, dans le bassin sud du Canal de Mozambique, en juin 1982.

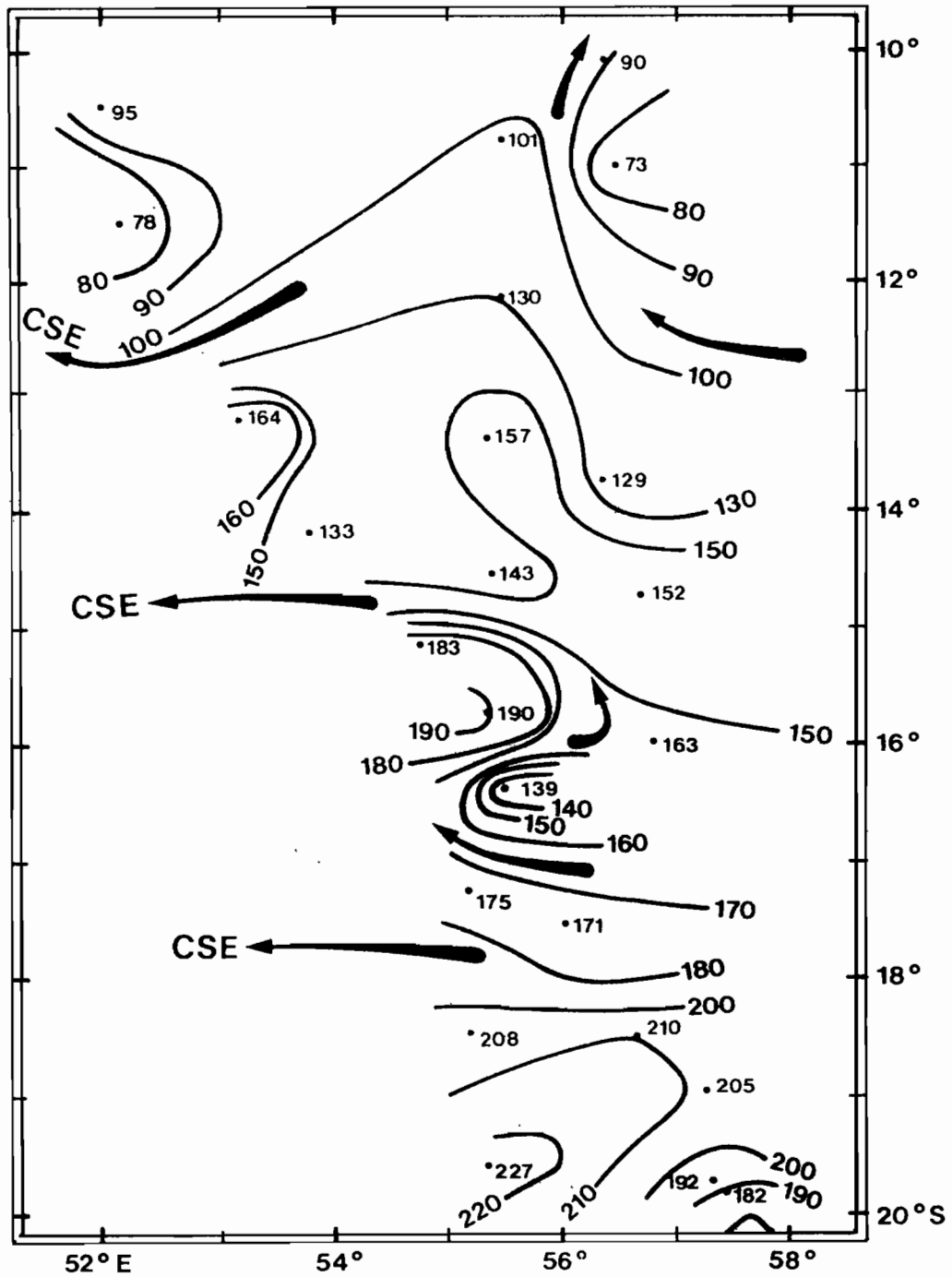


Fig.31 a - Immersion de l'isotherme 20°C (en mètres) et courants dans le bassin des Mascareignes, en avril et mai 1982.

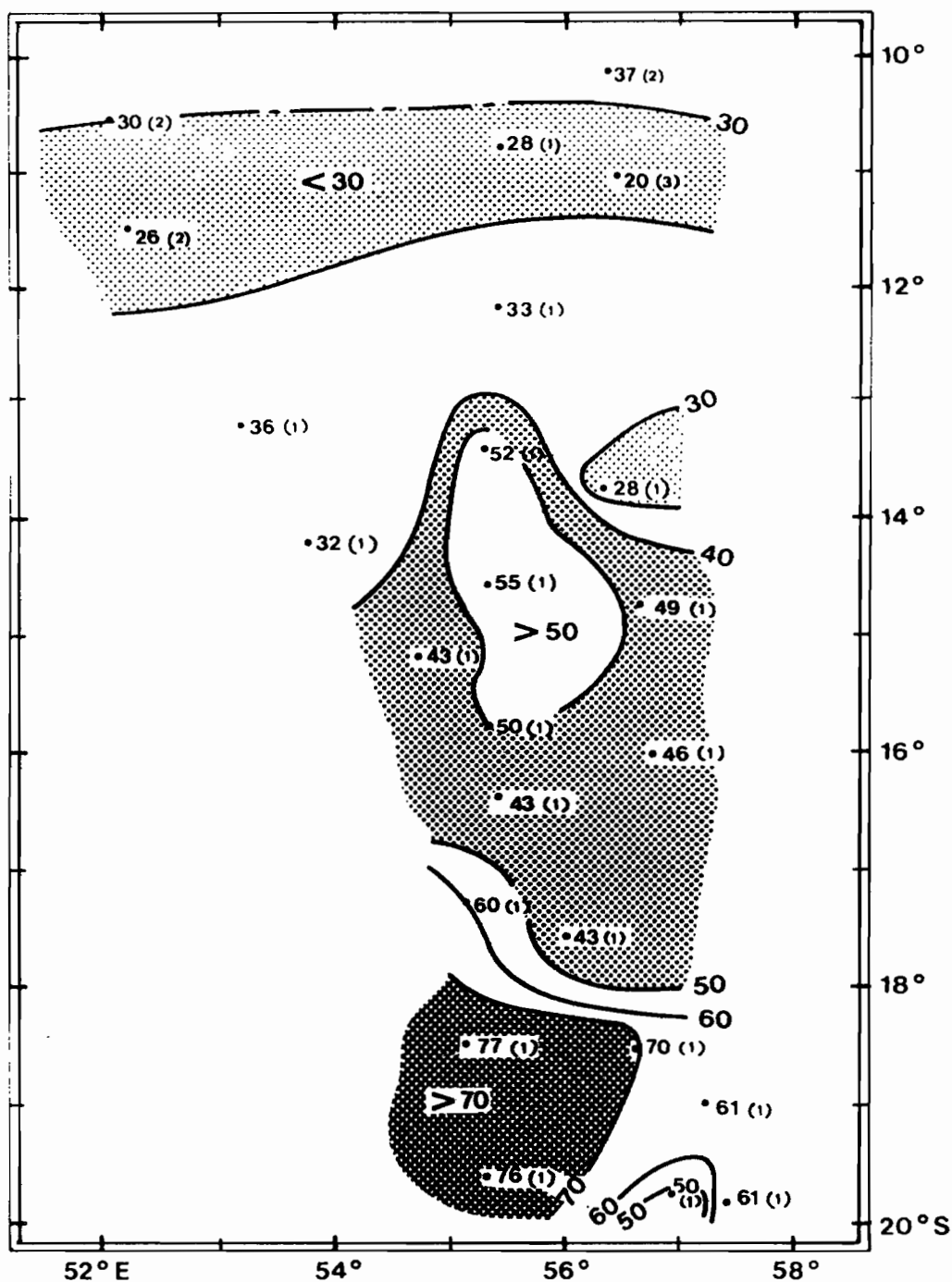


Fig.31 b - Répartition des profondeurs de la thermocline (en mètres) dans le bassin des Mascareignes en avril et mai 1982.

(entre parenthèses : puissance de gradient de la thermocline)

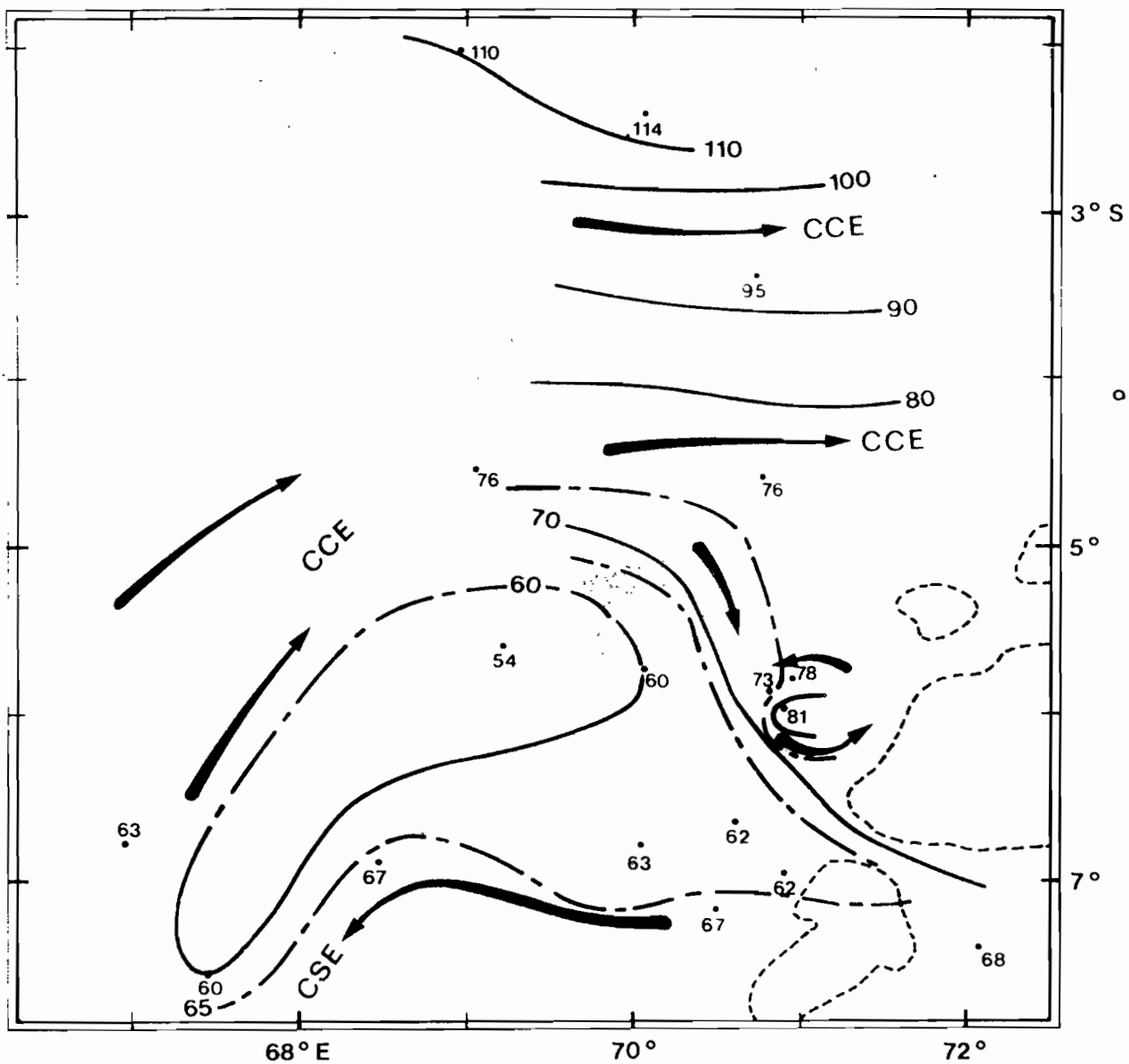


Fig.32 a - Immersion de l'isotherme 20°C (en mètres) et courants dans l'ouest des Chagos, en mai et juin 1982.

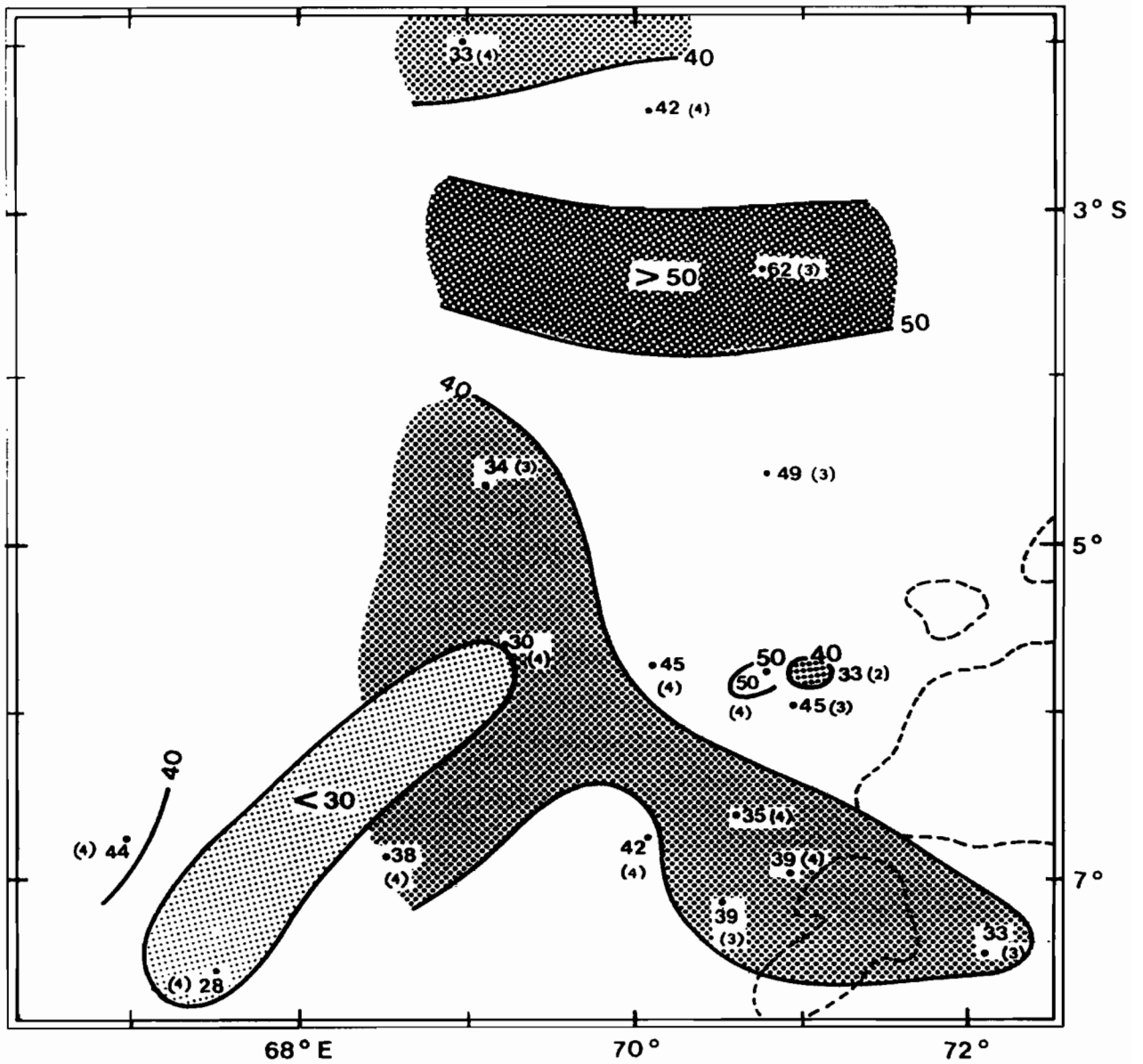
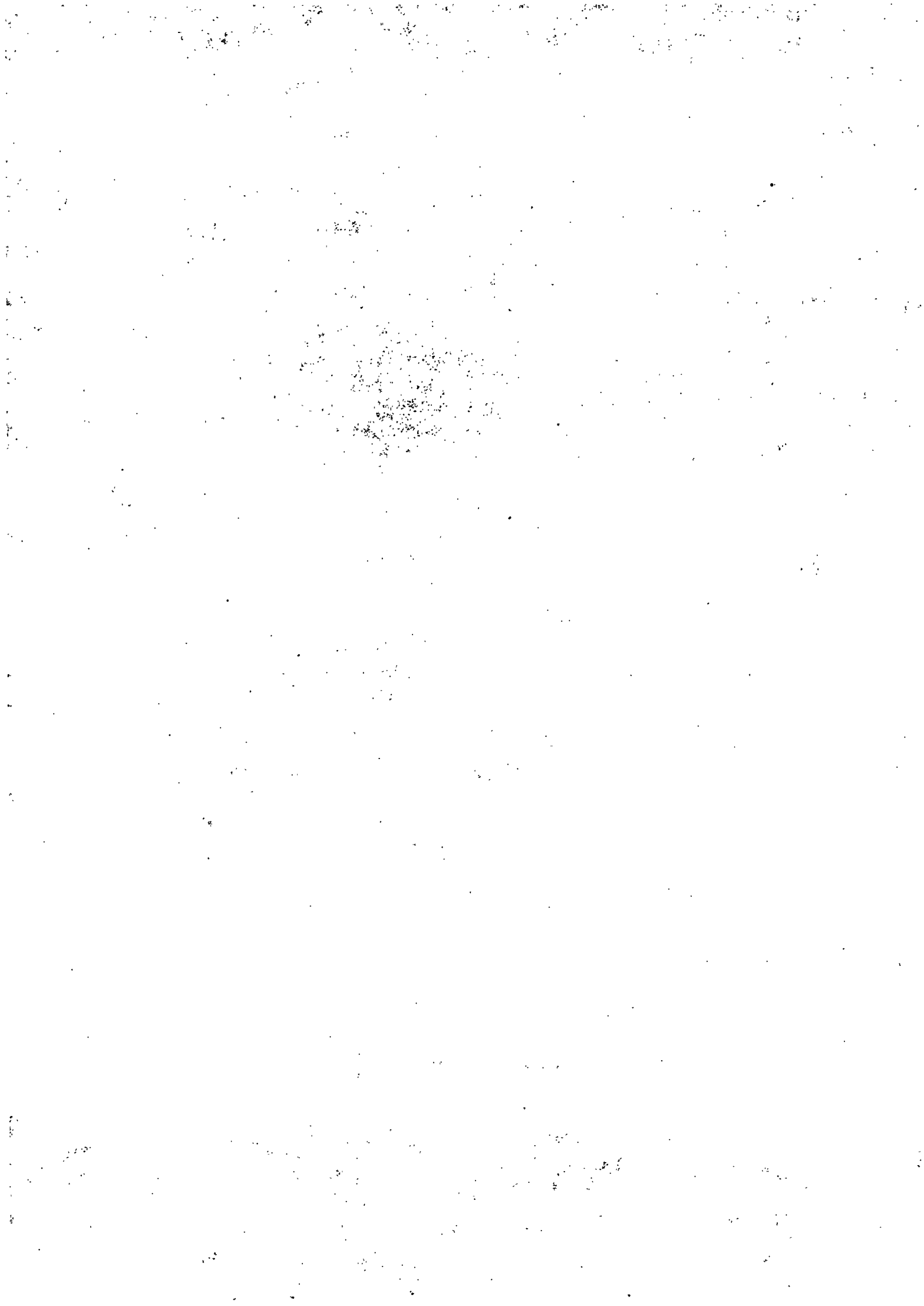
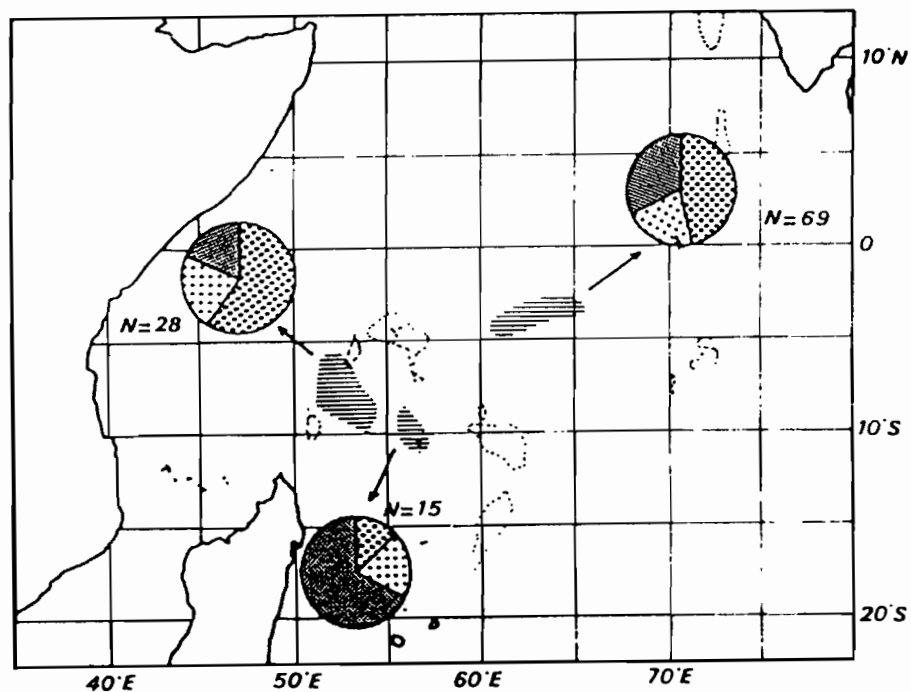


Fig.32 b - Répartition des profondeurs de la thermocline (en mètres) dans l'ouest des Chagos, en mai et juin 1982.

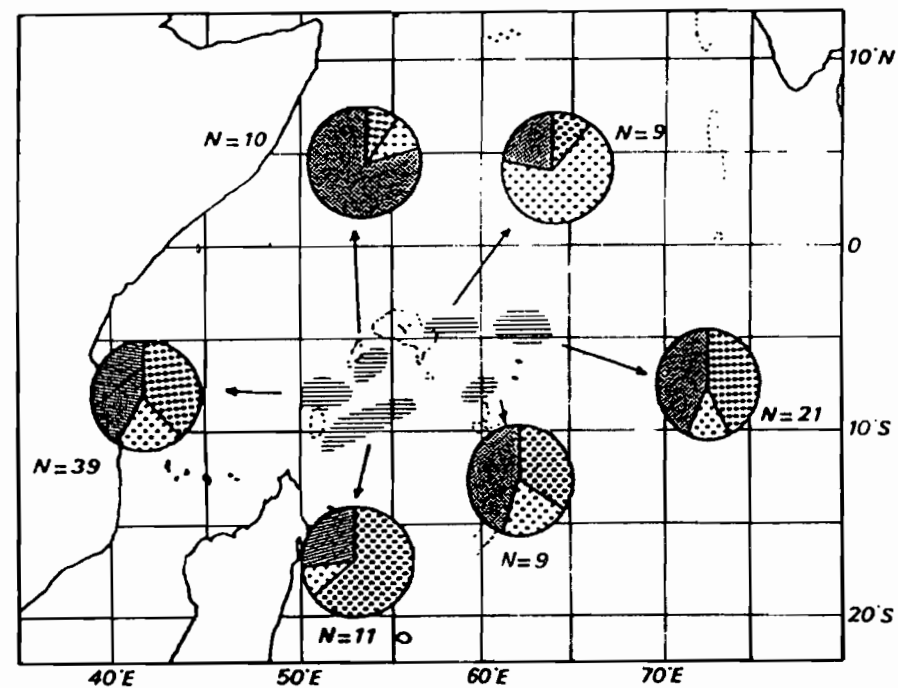
(entre parenthèses : puissance de gradient de la thermocline)



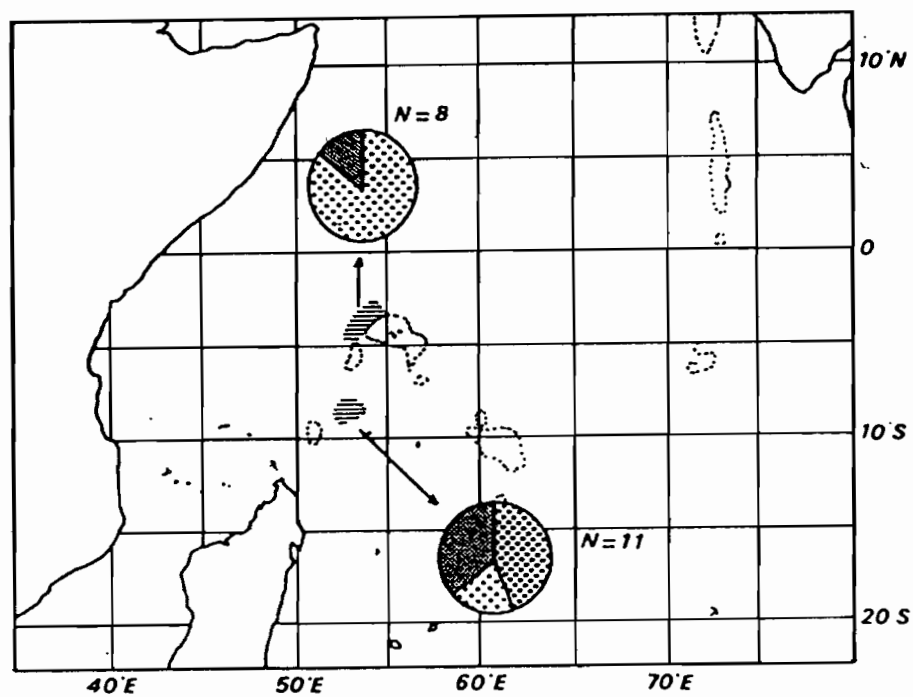
a - Deuxième marée



b - Troisième marée



c - Quatrième marée



d - Cinquième marée

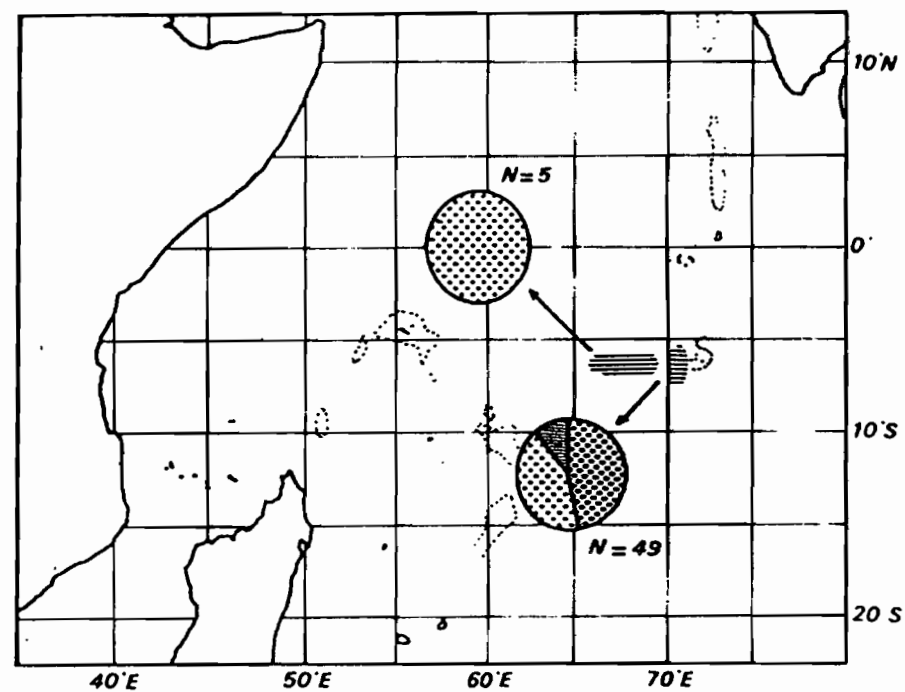


Fig.33 - Secteurs d'abondance en bancs de thon présents à la surface : répartition par espèce

Albacore  
  Listao  
  Mélangés  
 N = nbre de bancs répertoriés



Gamme 0 - 120 m

Gamme 0 - 300 m

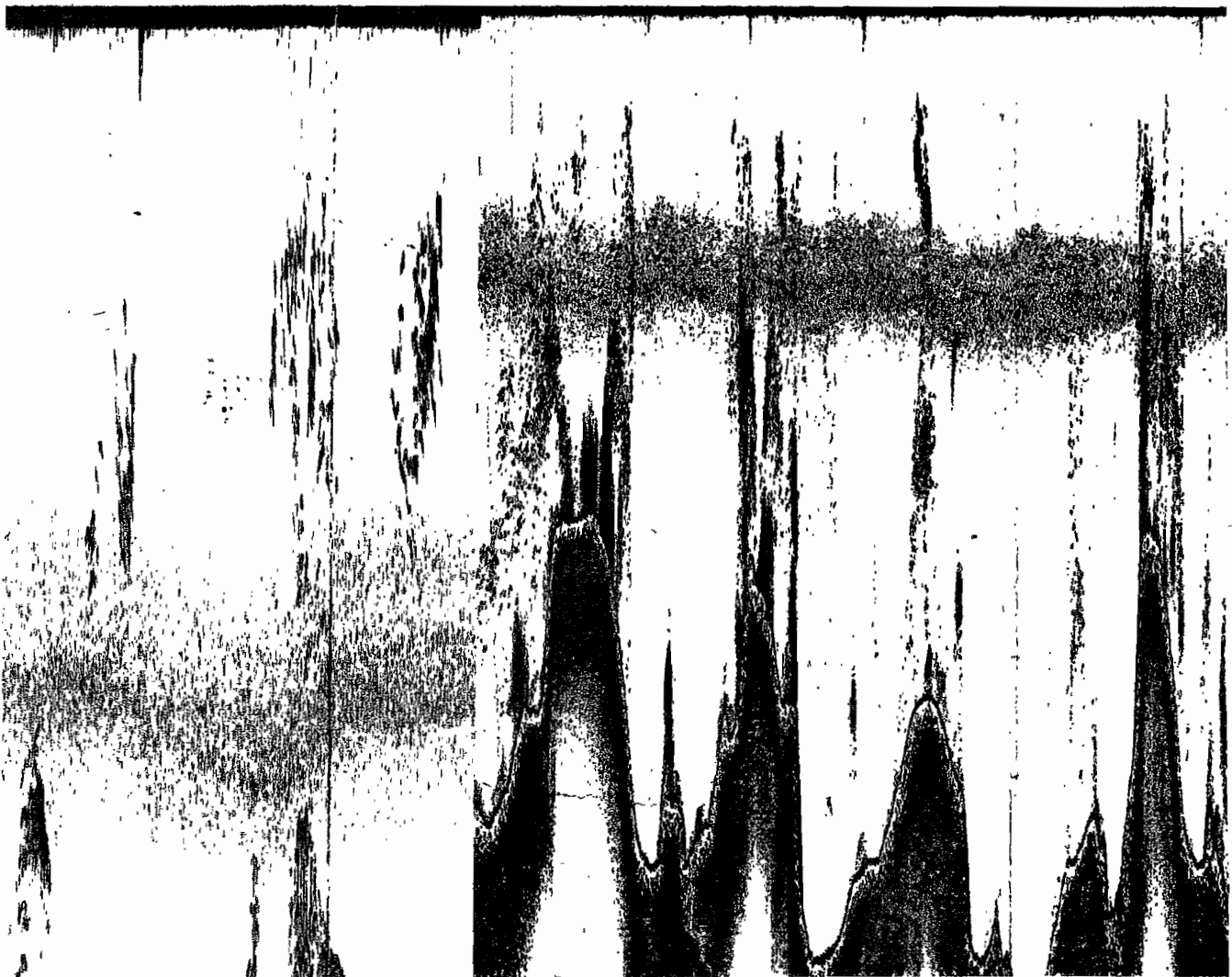


Fig.34 - Détection de thon dans les parages immédiats de l'île  
EUROPA ( Canal de Mozambique).

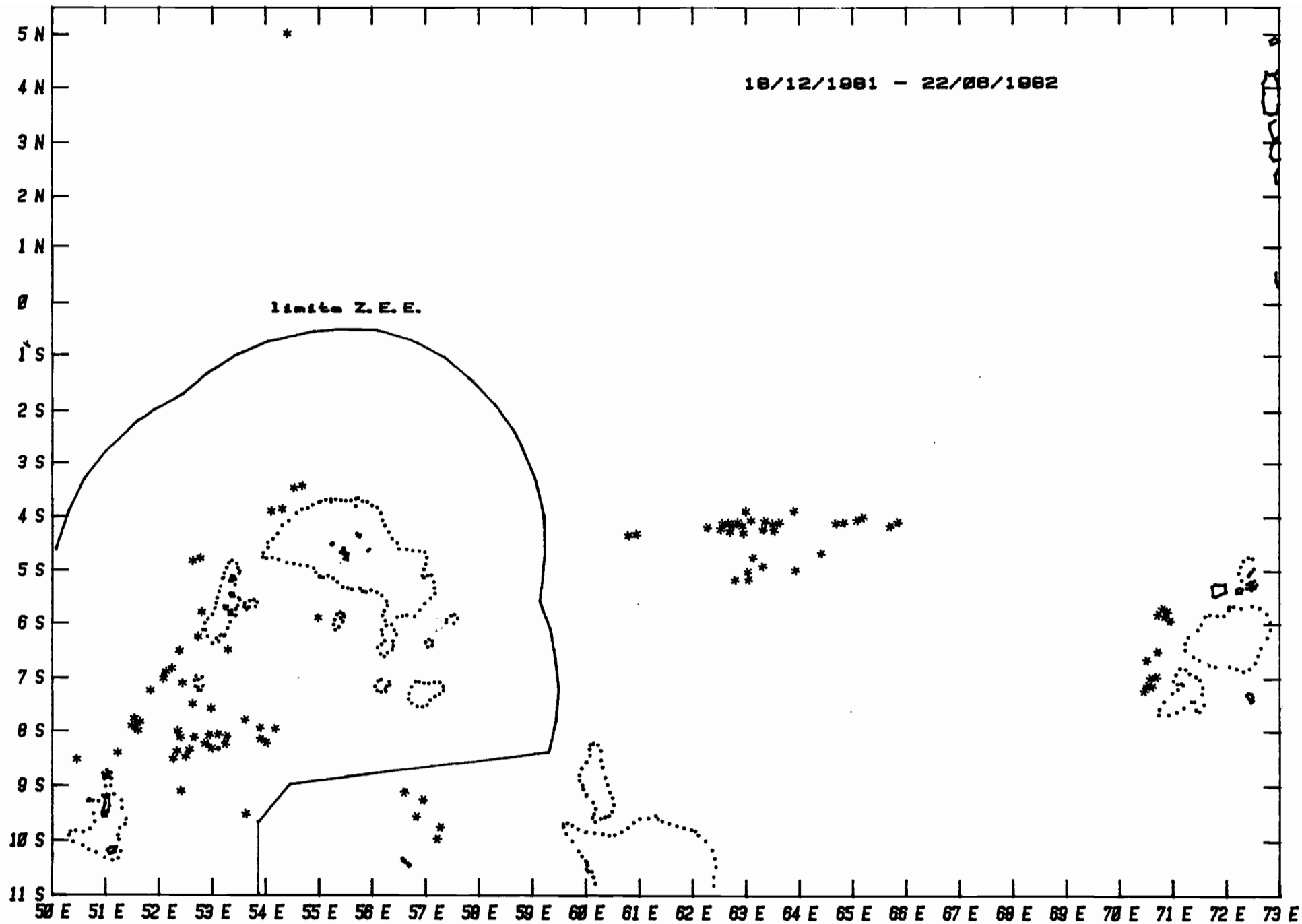


Fig.35 - Position des coups de senne : campagne 1981 - 1982 du YVES DE KERGUÉLEN.

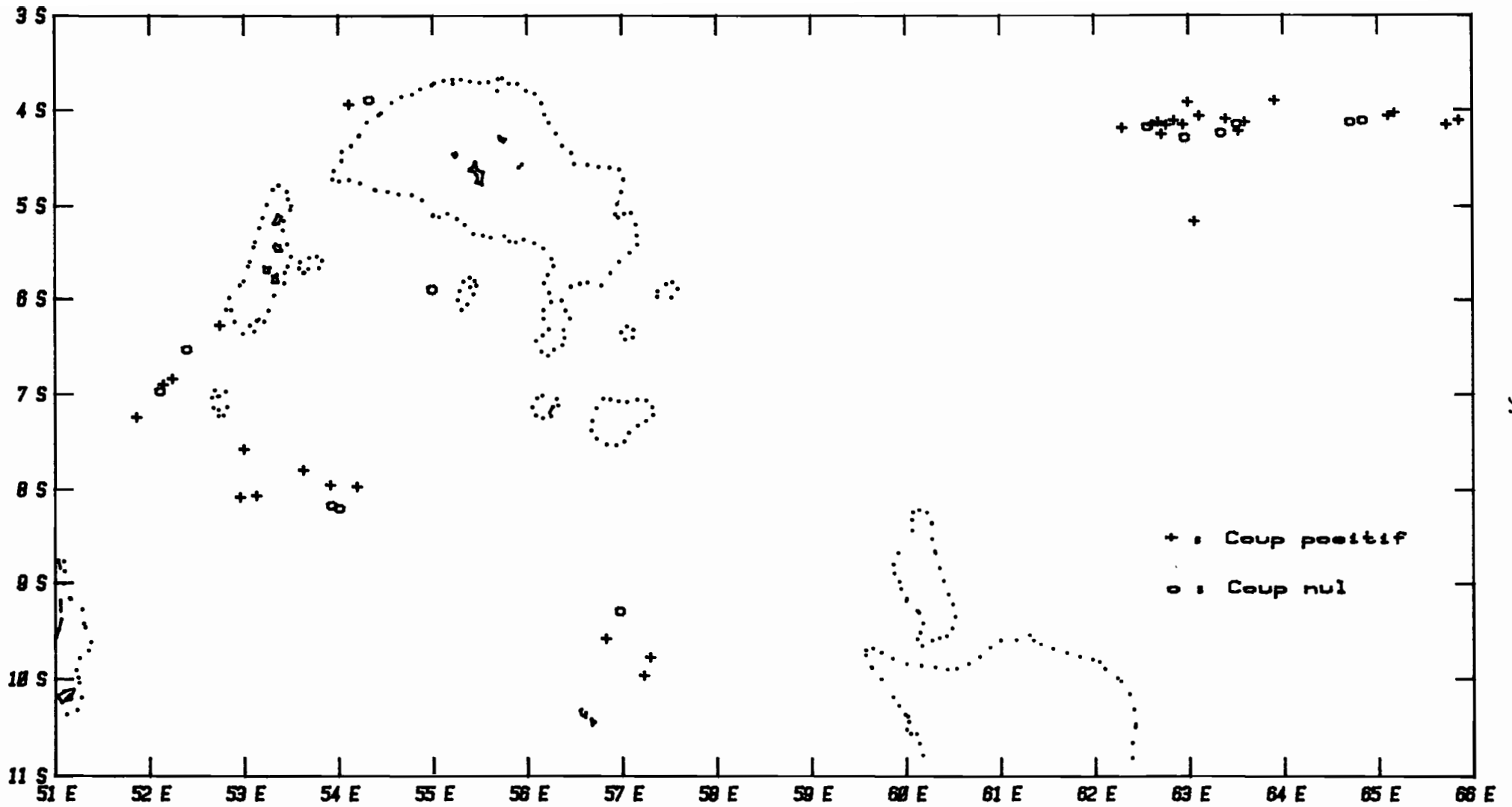


Fig.36 - Position des coups de senne : deuxième marée (18/12/1981 au 20/01/1982).

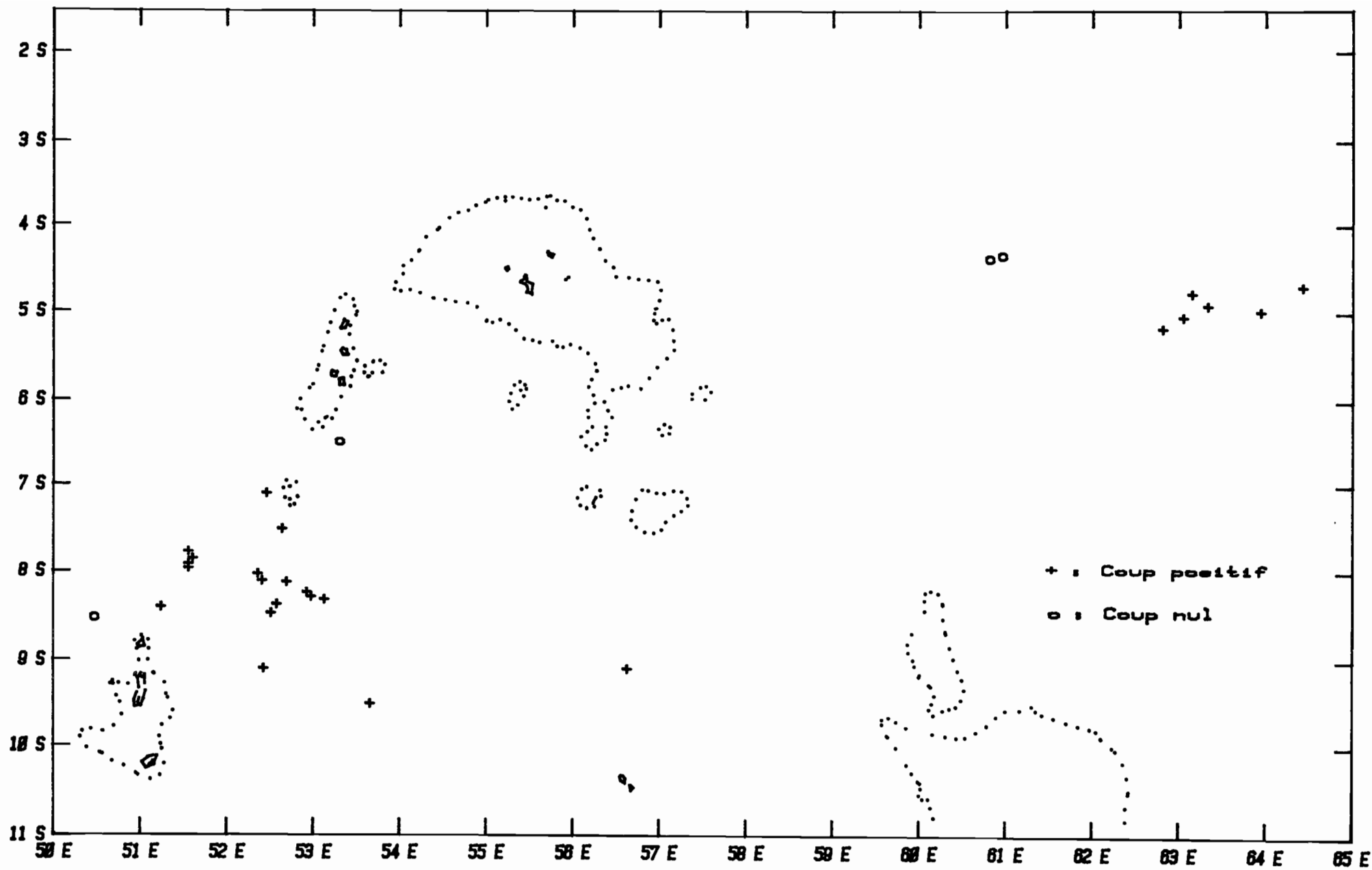


Fig.37 - Position des coups de senne : troisième marée (07/02 au 28/03/1982).

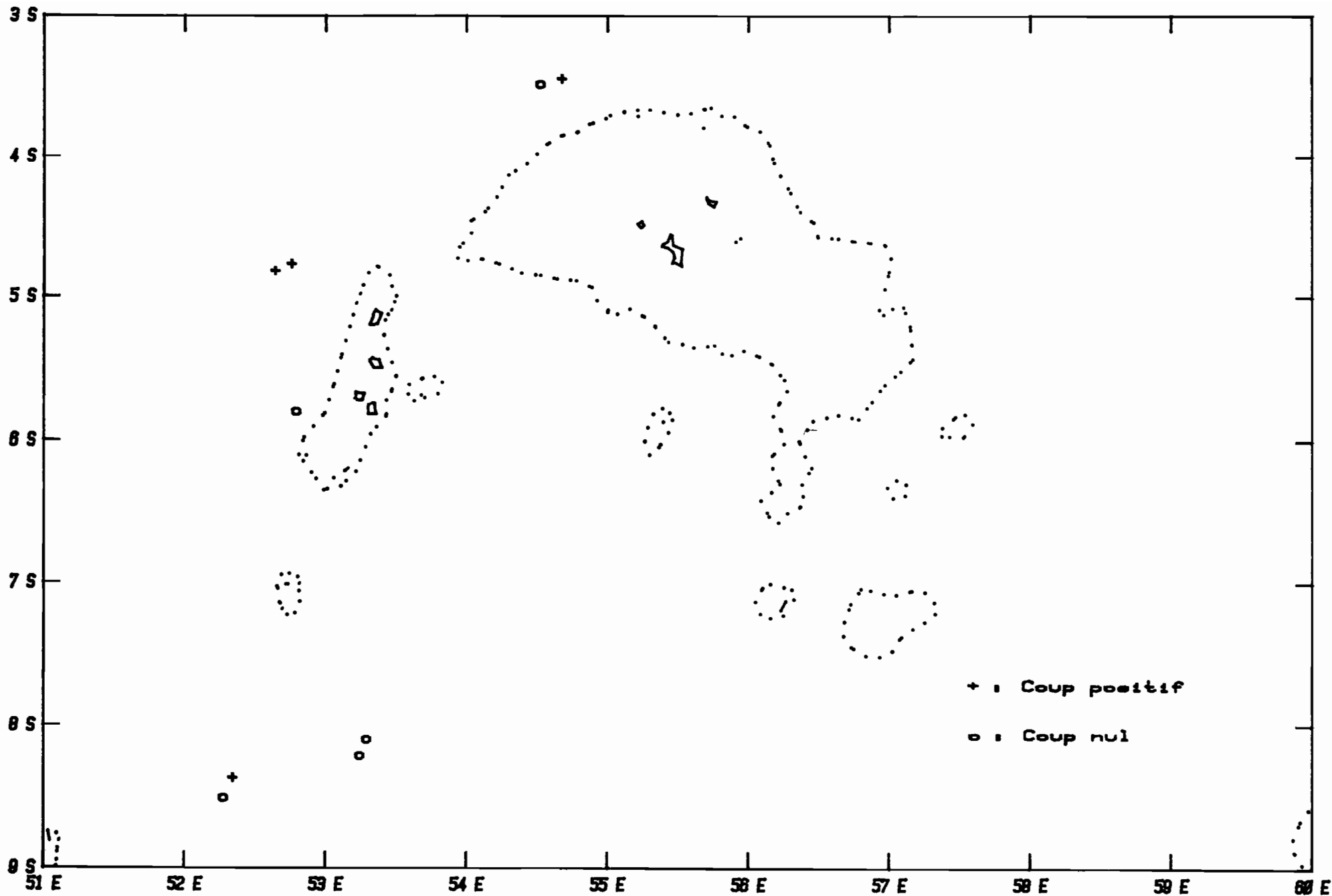


Fig.38 - Position des coups de senne : quatrième marée (03/04 au 15/05/1982).

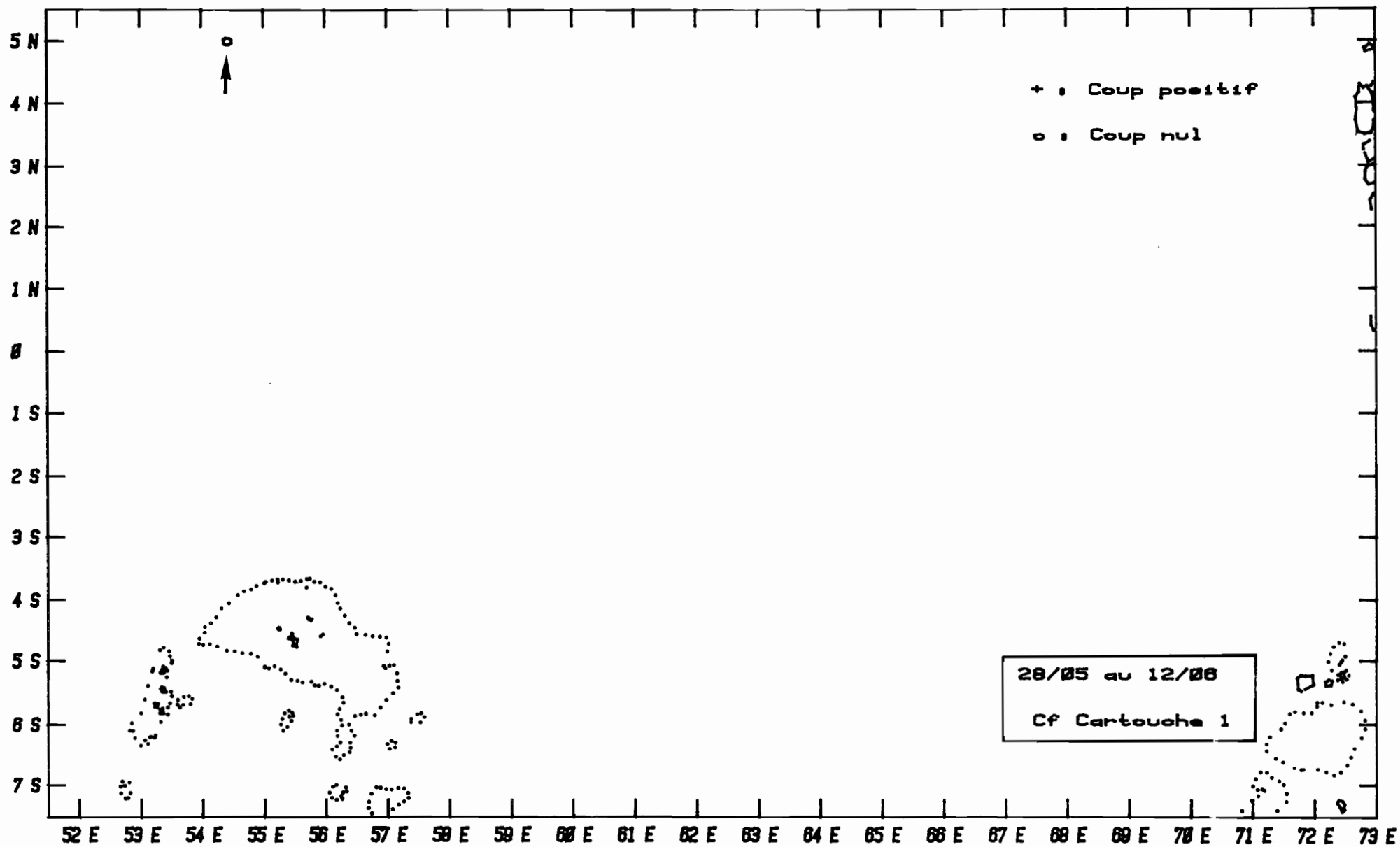


Fig.39 - Position des coups de senne : cinquième marée (18/05 au 22/06/1982).

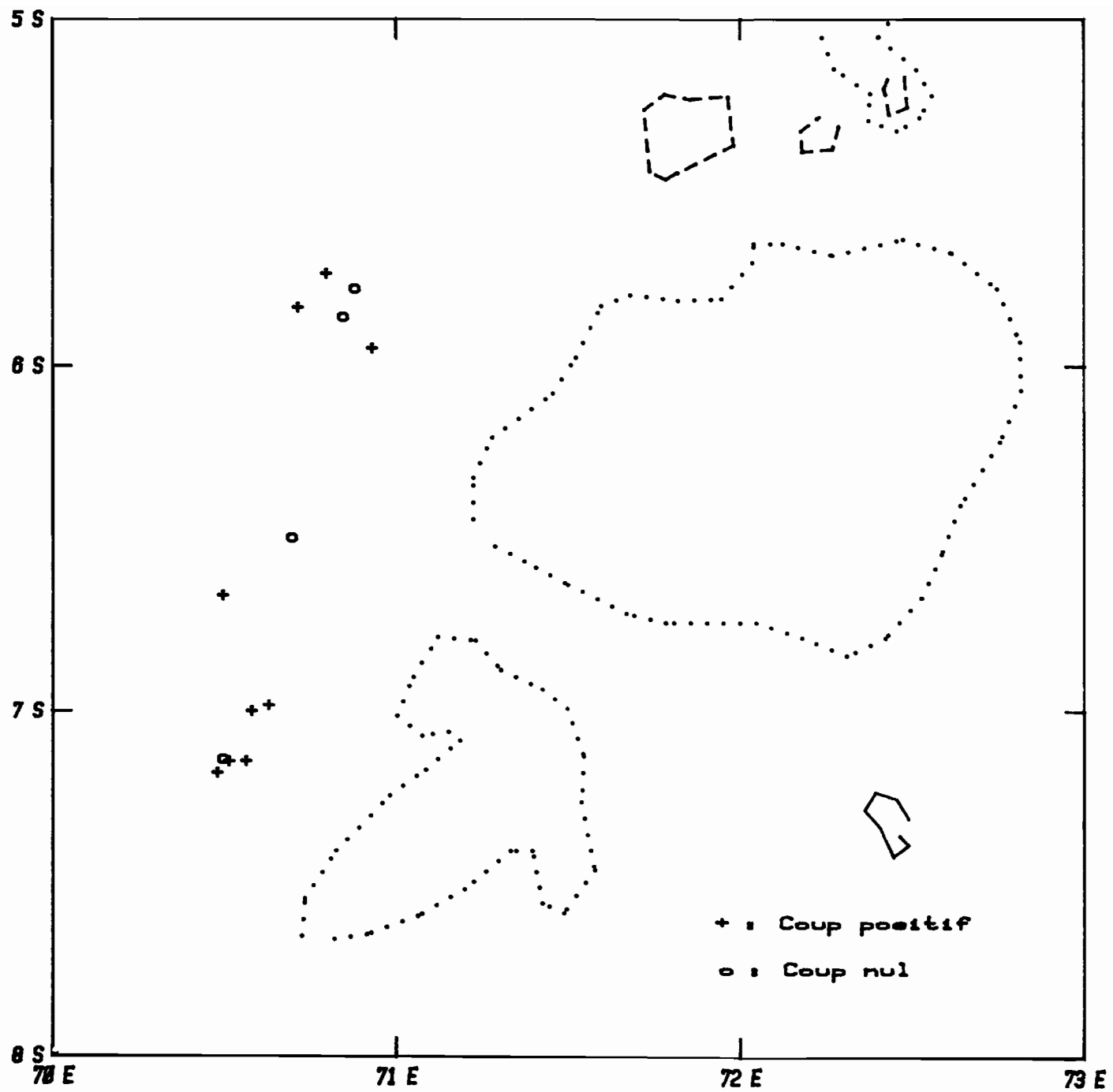
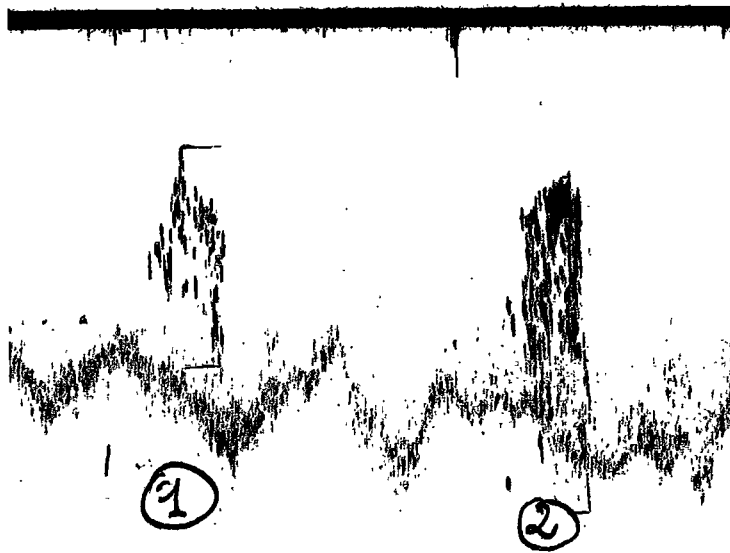
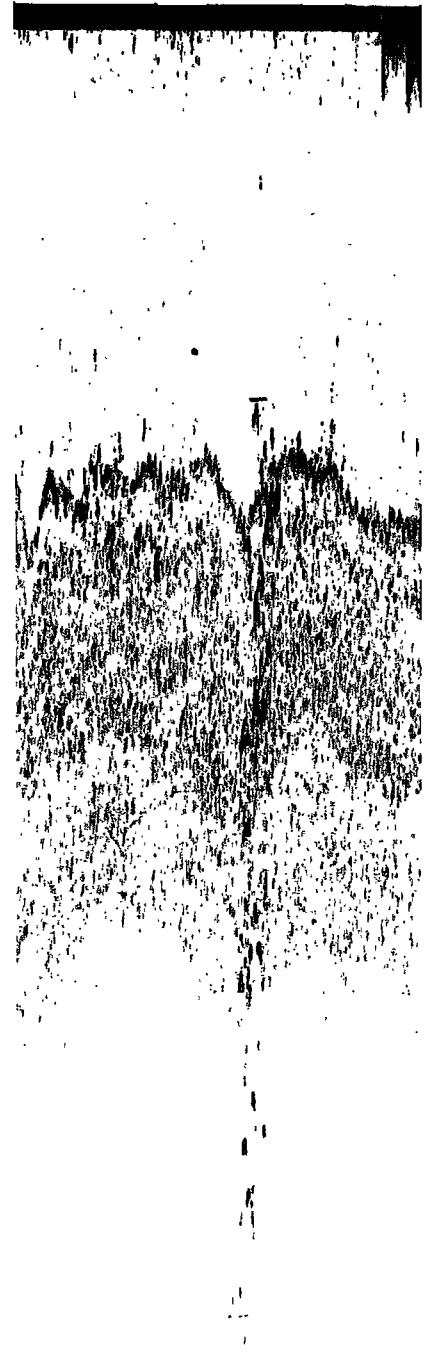


Fig.40 - CARTOUCHE 1 (Cinquième marée).



détection A



détection C



détection B

**Fig.41** - Enregistrements des différents types de détection rencontrés au cours de la campagne du YVES DE KERGUELEN (1981 - 1982).

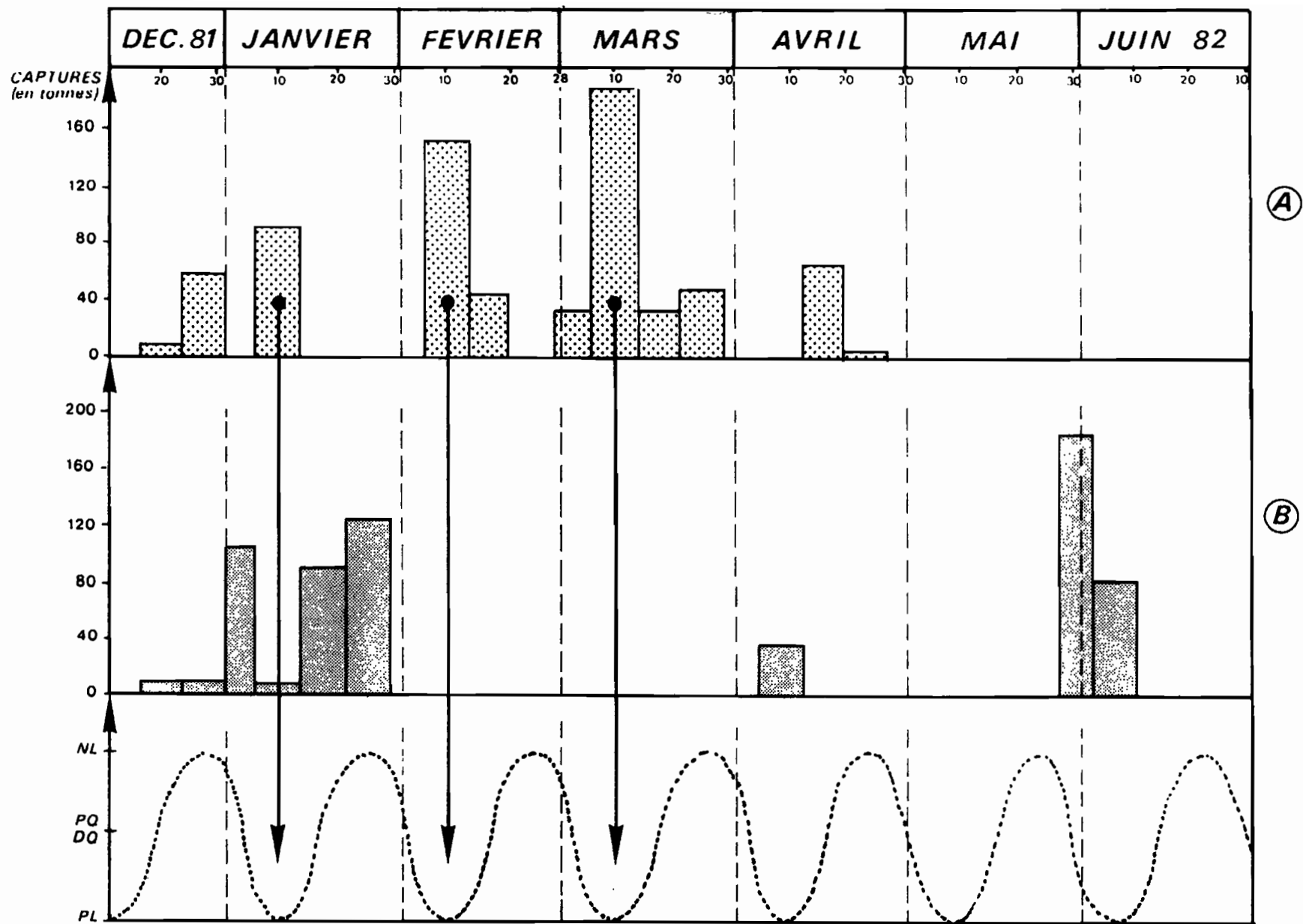
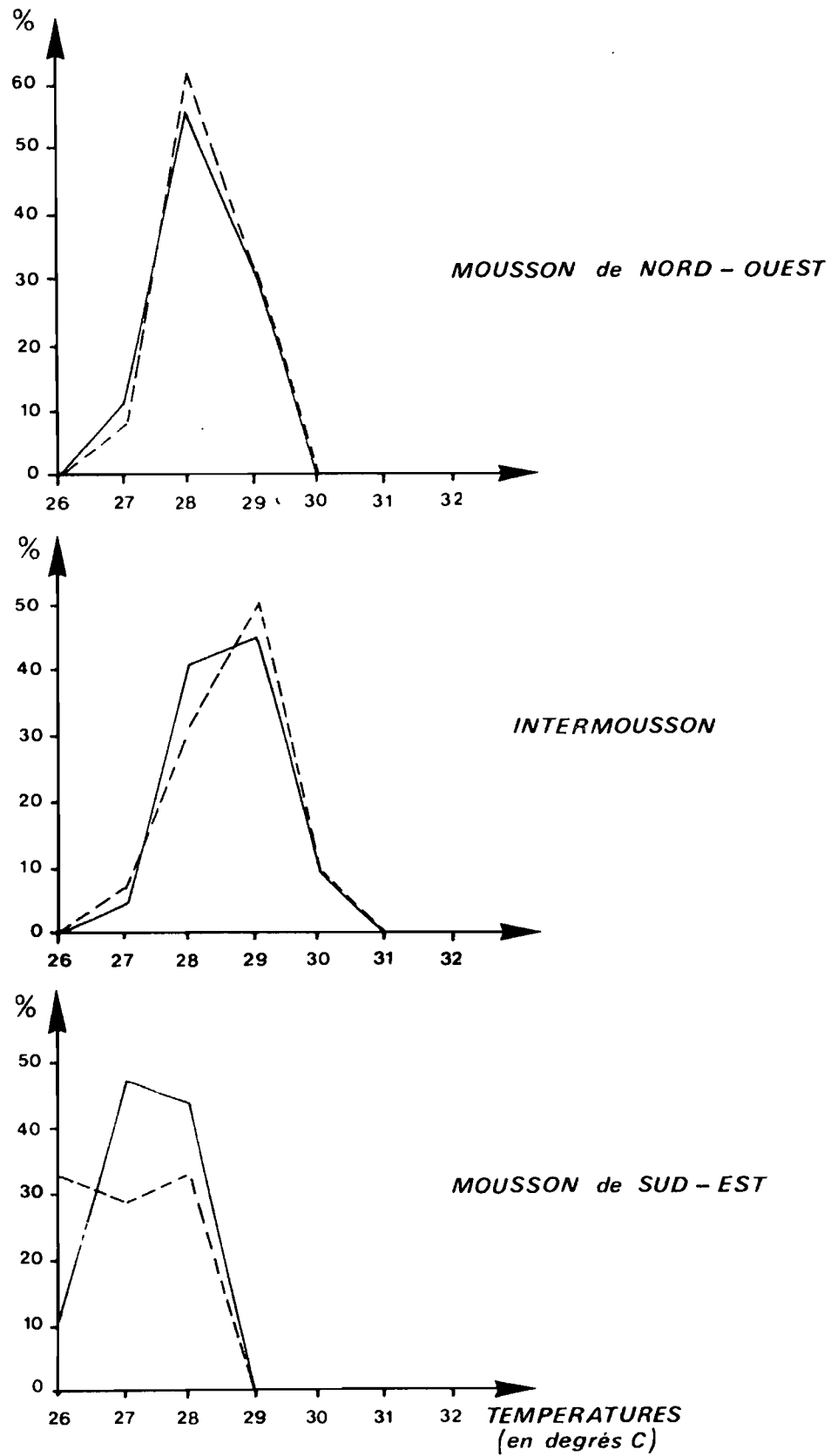
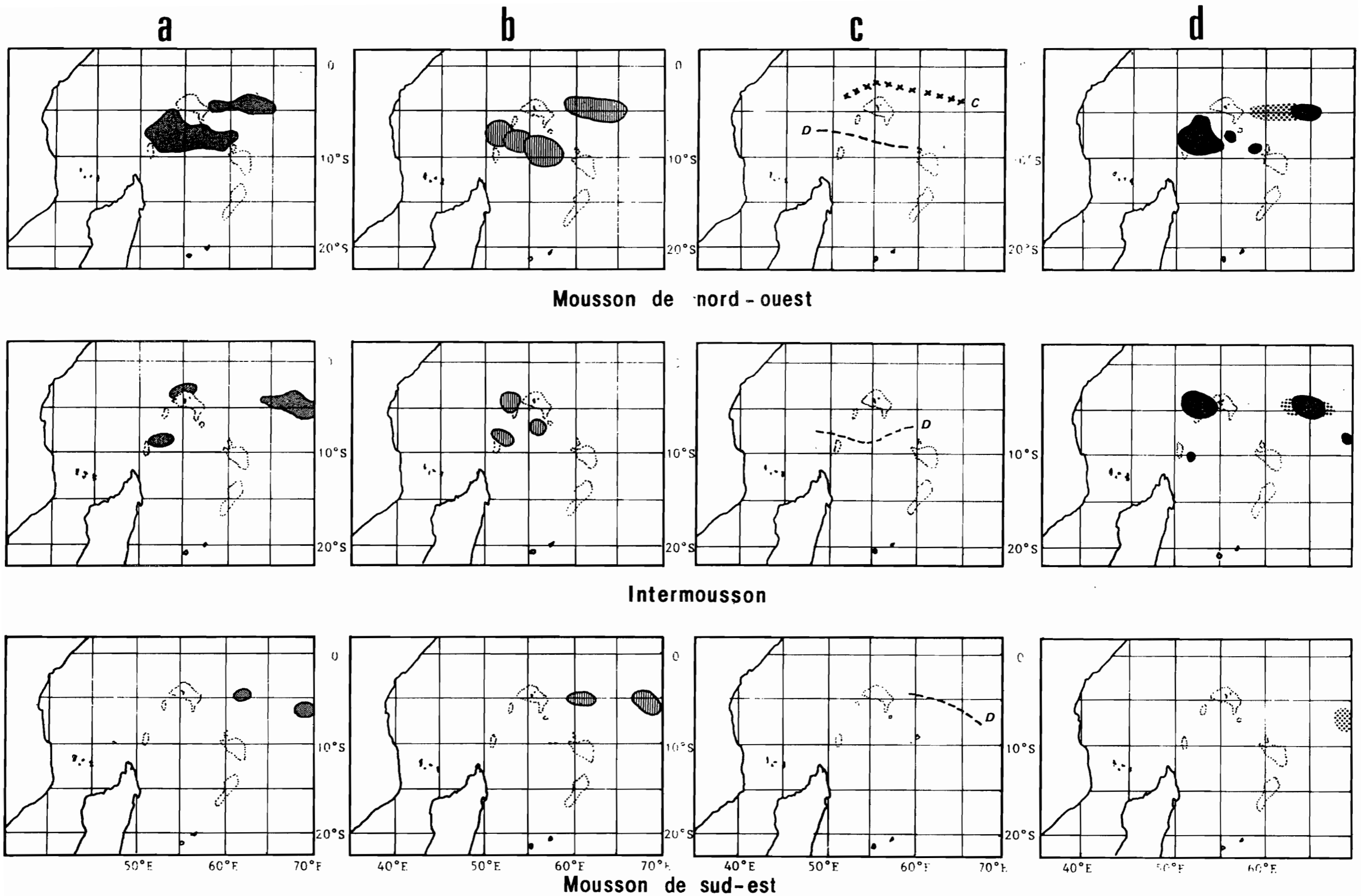


Fig.42 - Répartition des captures sous épaves (A) et sur mattes libres (B) en fonction de la phase lunaire



**Fig.43** - Evolution du taux d'observation des bancs par unité d'effort (—) et de la fréquence d'observation du paramètre température (----) au cours des différentes périodes.



**Fig.43** - Répartition de quelques paramètres en fonction de la saison climatique  
 a) zones de fortes densités ( $> 1$  banc/1000 mille<sup>2</sup>),  
 b) zones de grande amplitude thermique ( $> 1^{\circ}\text{C}$ ),  
 c) particularité hydrologique,  
 d) zones d'épaves (■) et zones de mattes non associées (▨).



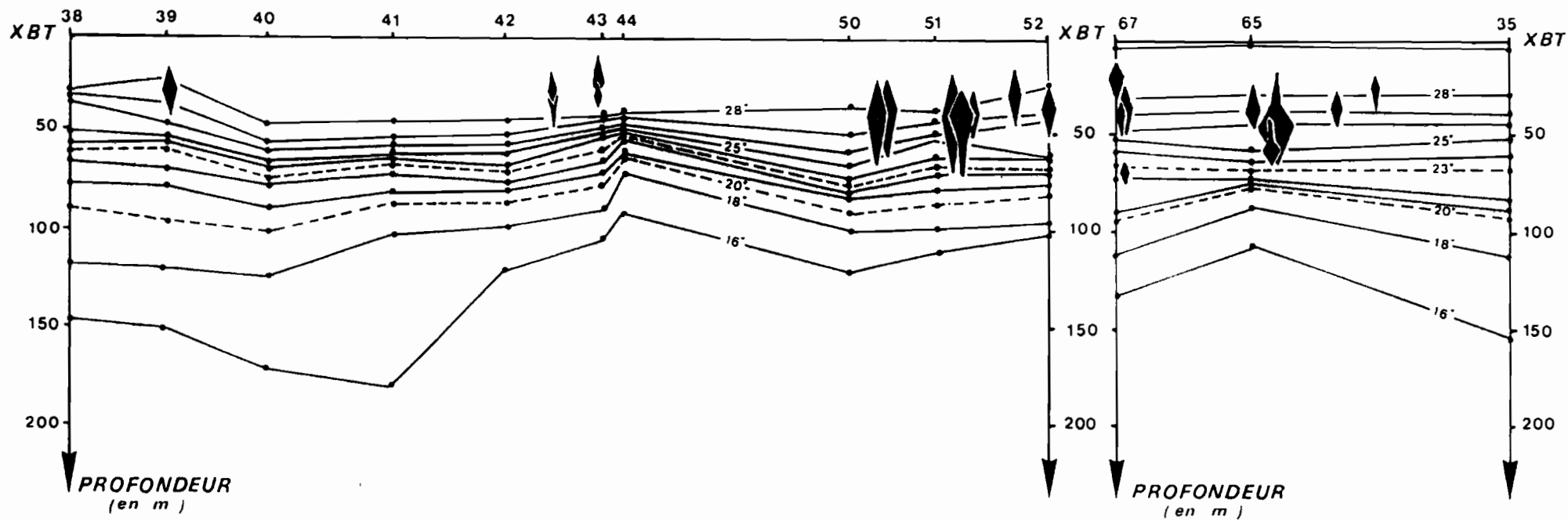


Fig.45 - Répartition bathymétrique des bancs de thon sous les épaves en mars 1982.

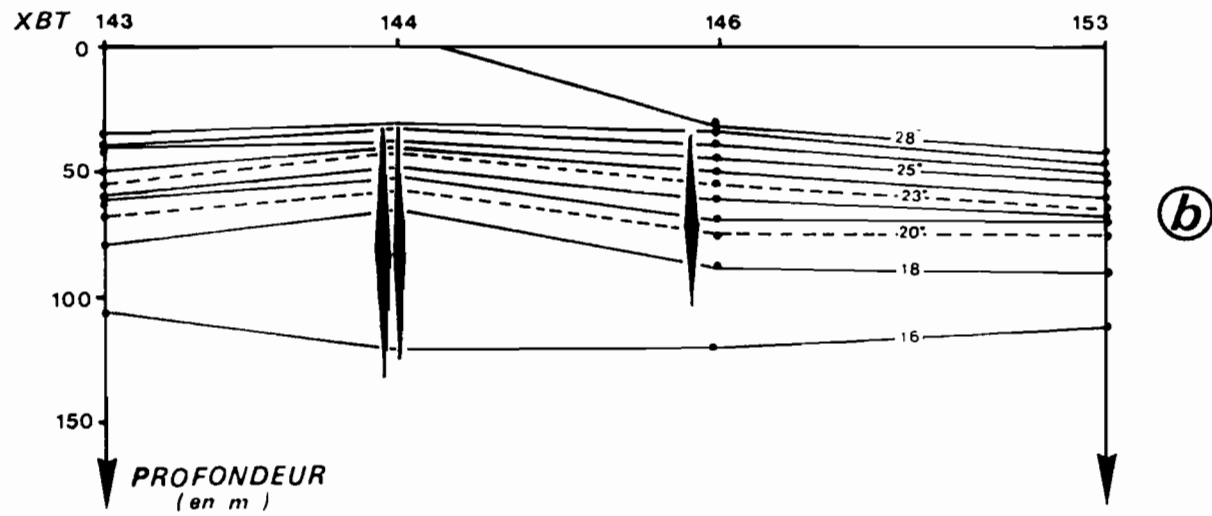
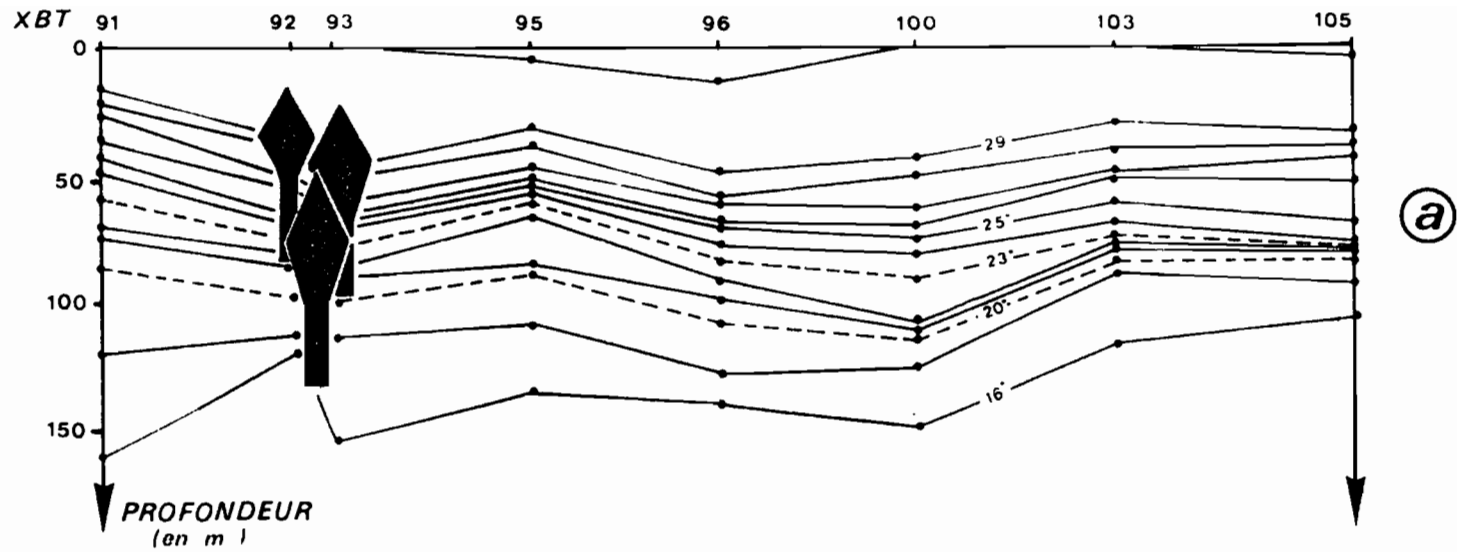


Fig.46 - Répartition en profondeur des mattes non associées

a) en avril 1982

b) en juin 1982

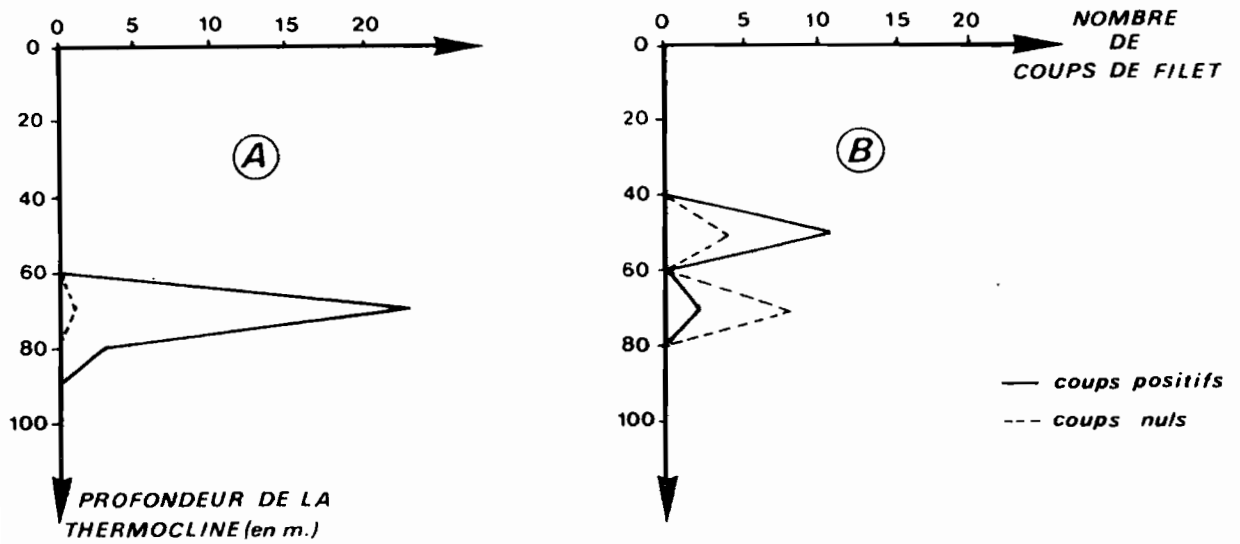


Fig.47 - Nombre de calées positives ou nulles suivant la profondeur de la thermocline.

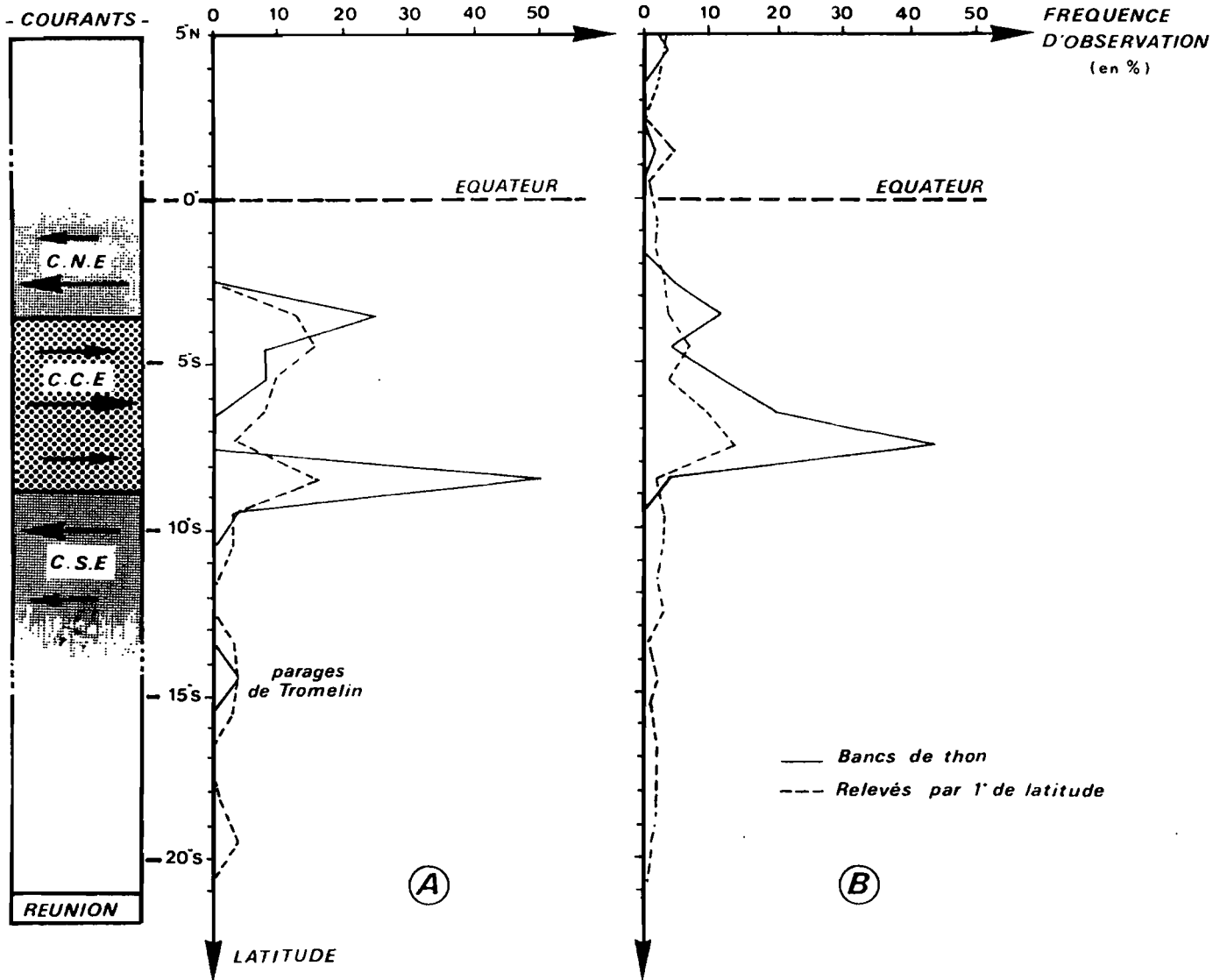


Fig.48 - Fréquence d'observation des bancs de thon en fonction de la latitude (donc des courants) en avril (A) et mai 1982 (B).

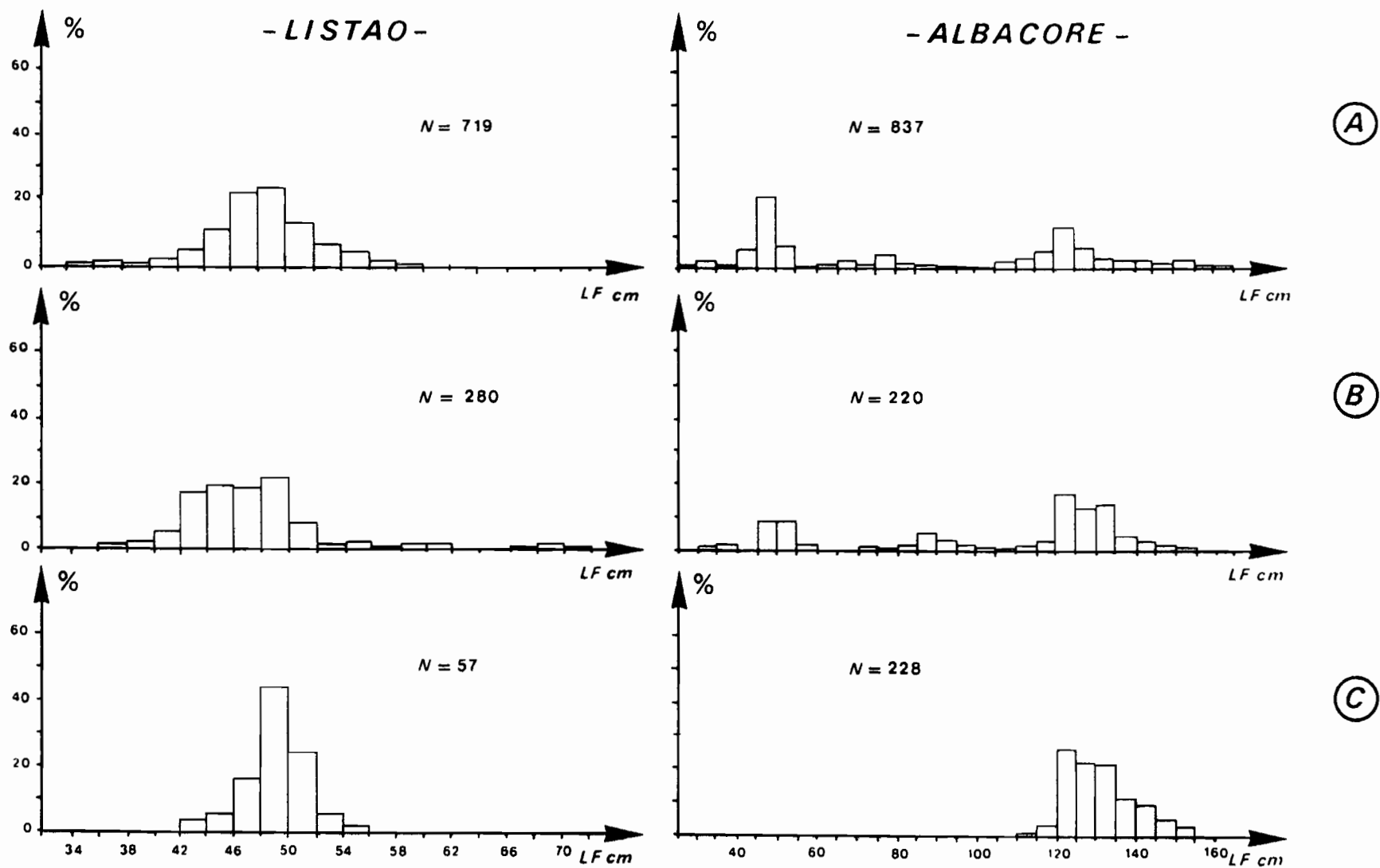
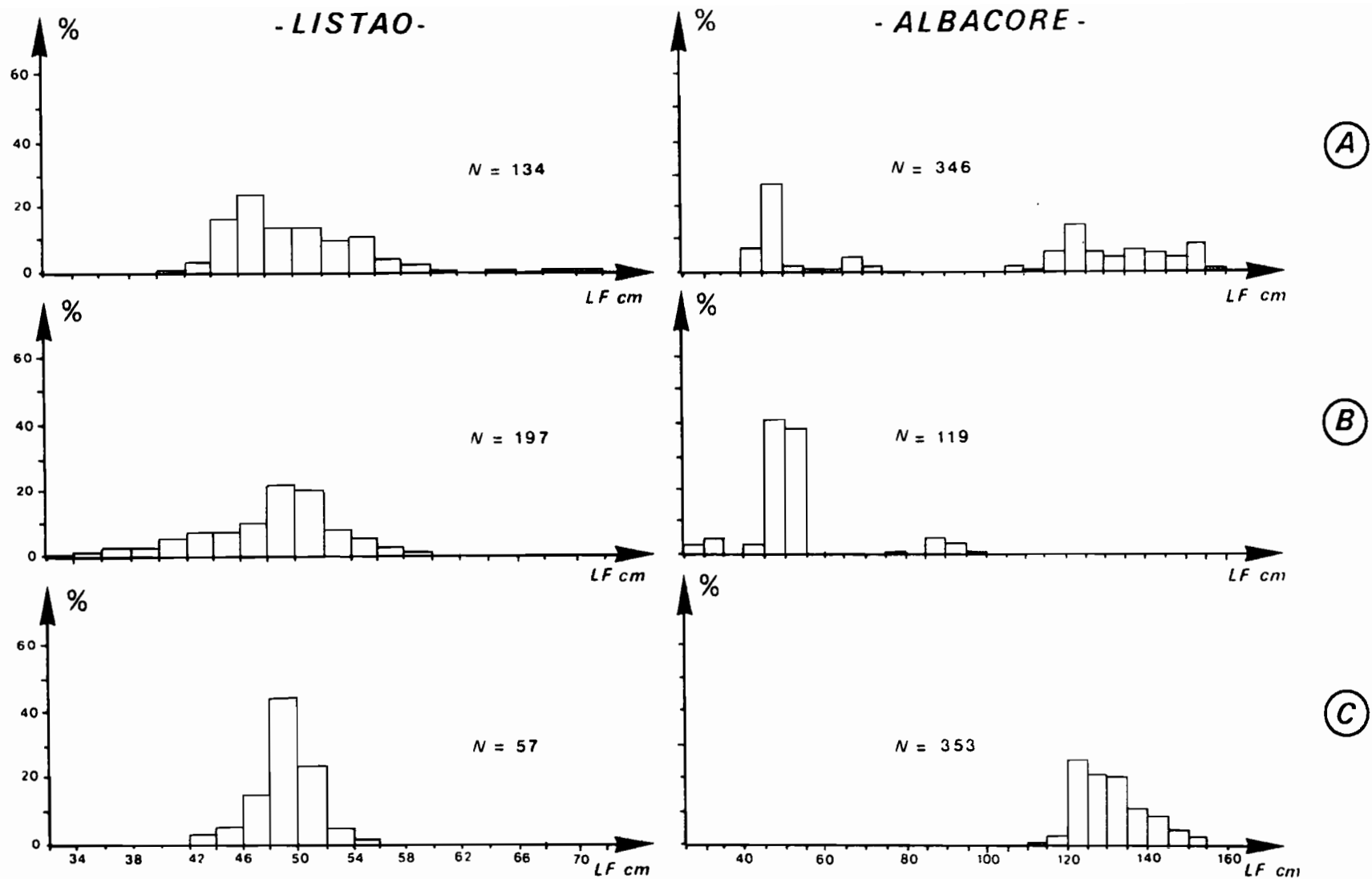


Fig.49 - Histogrammes des fréquences de taille du listao (*Katsuwonus pelamis*) et de l'albacore (*Thunnus albacares*) en fonction de la saison : (A) mousson de nord-ouest, (B) intermousson, (C) mousson de sud-est.



**Fig.50** - Histogrammes des fréquences de taille du listao (*Katsuwonus pelamis*) et de l'albacore (*Thunnus albacares*) en fonction des secteurs de capture :

(A) sud Seychelles, (B) est Seychelles, (C) Chagos.