

V4NA

Monts sous-marins et thons dans l'Atlantique tropical est

Alain Fonteneau

ORSTOM, Biologiste des Pêches,
CRODT B.P. n° 2241 Dakar, Sénégal.

Reçu le 3 juillet 1990, accepté le 30 octobre 1990.

Sea mounts and tuna in the Tropical Eastern Atlantic.

Fonteneau A. *Aquat. Living Resour.*, 1991, 4, 13-25.

Abstract

It is well known by fishermen that large biomasses of tuna are sometimes concentrated on sea mounts. Many sea mounts are known in the eastern tropical Atlantic. This phenomenon has surprisingly never been studied by scientists. The present paper makes a review of tuna catches by the international tuna fleets during recent years (1980 to 1987) in the immediate vicinity of each of the sea mounts known in the area. Several thousand tons of tuna can be taken yearly on some sea mounts. Other sea mounts are apparently always poor in tuna, even when they are located in regular fishing areas. The major biological characteristics of the association between sea mount and tuna are analyzed: three species – yellowfin (*Thunnus albacares*), skipjack (*Katsuwonus pelamis*) and bigeye tuna (*Parathunnus obesus*) – are usually taken, in similar proportions on the sea mounts. Those tuna are smaller on the sea mount compared to adjacent areas. Some hypotheses are developed to explain the causes of this concentration phenomenon and the dynamics of this aggregation, using the daily catch and effort statistics of fisheries, and the results of regular and sonic tagging. The prospects for future research on this topic of tuna aggregation on sea mounts, and the rational exploitation of those structures are discussed. As the exact locations and depth of the sea mounts are presently easily known by satellite imagery, it should be possible, in the immediate future, to know the exact positions of all the sea mounts in the area, which could help the fishermen to fish more efficiently.

Keywords : Tuna, sea mounts, tropical Atlantic.

Résumé

Il est bien connu des pêcheurs que les monts sous-marins, nombreux dans l'Atlantique tropical est, concentrent parfois de fortes biomasses de thons. Cette association thons et monts sous-marins n'a paradoxalement fait l'objet d'aucun programme de recherches. Le présent article fait un bilan des captures de thons réalisées par les flottilles thonnières internationales sur les monts sous-marins connus dans l'Atlantique tropical est durant les années récentes (période 1980 à 1987). La prise annuelle de thons sur certains monts sous-marins peut atteindre plusieurs milliers de tonnes. Les statistiques de pêche thonnière montrent que certains monts sous-marins sont riches en thons, alors que d'autres semblent pauvres en permanence, bien qu'ils soient situés dans des zones prospectées par les pêcheurs. Les particularités biologiques de ce type de pêche sont analysées : les captures sont en général plurispécifiques; albacores (*Thunnus albacares*), listaos (*Katsuwonus pelamis*) et patudos (*Parathunnus obesus*) sont pêchés en proportions voisines, avec des individus de tailles relativement petites en comparaison des zones voisines. Des hypothèses sont développées sur les causes et sur la dynamique de l'aggrégation des thons autour de ces hauts-fonds en utilisant les statistiques de pêche journalières et les résultats de marquages classiques et par marques émettrices réalisés sur un mont sous-marin. Les perspectives de recherches sur l'association sous-marins et thons et sur l'exploitation rationnelle de ces micro-structures sont discutées. Les positions et les profondeurs des monts sous-marins étant actuellement facilement repérées grâce aux satellites à radar altimétrique, la localisation systématique de ces structures est possible et revêt pour les pêcheurs un intérêt potentiel évident pour réduire les temps de prospections des thoniers.

Mots-clés : Thon, monts sous-marins, Atlantique tropical.

INTRODUCTION

Les thons sont des poissons pélagiques qui, regroupés en bancs, effectuent de grandes migrations saisonnières. De ce fait, il existe pour ces espèces peu de zones de pêche fixes, les thons étant en général plus liés aux hétérogénéités des masses d'eaux, qu'à la nature ou à la topographie des fonds (Bard *et al.*, 1988).

Il existe à cette règle diverses exceptions, l'une d'elles est constituée par les îles. Il est en effet bien connu des pêcheurs insulaires que les thons se concentrent, en permanence ou saisonnièrement, autour des îles. Il s'ensuit que les captures de thons dans ces zones sont très souvent bien supérieures à celles des zones du large.

Les monts sous-marins constituent un cas particulier très peu étudié par les scientifiques, de cet « effet d'île ». En effet ces reliefs sous-marins, en général d'origine volcanique, n'affleurent pas en surface. Les pêcheurs ont rapidement constaté la présence fréquente de thons associés à certains de ces reliefs sous-marins. La présente étude a pour but de réaliser un bilan des connaissances actuelles sur cette association dans l'Atlantique intertropical est. En effet, si très peu d'études scientifiques ont été réalisées sur ce sujet, il existe de nombreuses données éparées qui permettent de réaliser un premier bilan de l'association entre les thons et les monts sous-marins. Il s'agit par exemple :

- des données bathymétriques; celles-ci sont probablement encore incomplètes dans les zones du large, mais permettent de connaître les positions très précises de nombreux monts sous-marins;

- des données statistiques fines de la pêche thonière qui permettent de préciser la composition spécifique et la taille des thons capturés près des monts sous-marins;

- des résultats d'une campagne de marquages, classiques et par marque émettrice, réalisée sur un mont sous-marin en 1981;

- des connaissances acquises sur les monts sous-marins dans d'autres secteurs géographiques, l'océan Pacifique en particulier.

L'ensemble de ces informations sera donc examiné puis discuté. Le problème de la localisation précise et exhaustive des monts sous-marins fera l'objet d'un examen particulier. Enfin, les perspectives de recherches sur le thème « captures de thons et reliefs sous-marins » seront envisagées.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'étude porte sur la zone 20° Nord à 10° Sud, entre la côte d'Afrique de l'ouest et 25° Ouest.

Données bathymétriques

Toutes les informations sur les reliefs sous-marins disponibles (pour la région étudiée) dans la base de données bathymétrique de l'IFREMER à Brest ont été utilisées, ceci afin de réaliser un bilan exhaustif

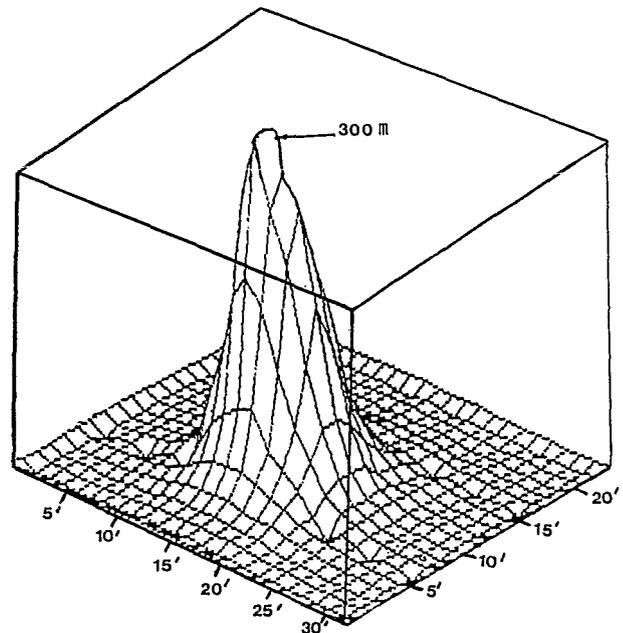


Figure 1. — Représentation schématique tridimensionnelle du mont sous-marin numéro 1 (situé au N.E. de l'île de Sal).

Tridimensional schematic drawing of the sea mount No. 1 (North East of Sal island).

des monts sous-marins connus (fig. 1). Cette base de données informatisée réunit les résultats des services hydrographiques de tous les pays. A partir de ces informations, il a été possible de localiser un certain nombre de monts sous-marins de profondeur connue. Sont aussi disponibles dans la littérature un certain nombre d'informations sur diverses anomalies liées aux monts sous-marins: anomalie gravimétrique, anomalie du magnétisme et anomalie de l'hydrologie et de la productivité locale. Ces divers éléments seront pris en compte dans la discussion du phénomène de l'agrégation des thons autour des monts sous-marins.

Données fines de statistiques de pêche thonière

Les dates exactes et les positions des captures, ainsi que la composition spécifique, les tailles des captures et les efforts de pêche déployés individuellement par navire sont connues avec précision pour de nombreux thoniers (70 % en moyenne de 1980 à 1987) opérant dans la zone. Les positions des navires ont été déterminées par un positionnement par satellite et elles sont exactes à environ 1 mille près: ceci permet

donc de calculer la distance entre chacune des prises et les positions des monts sous-marins connus. Les positions des prises de toutes les opérations de pêche réalisées de 1980 à 1987 seront comparées à celles des positions exactes des 30 monts sous-marins identifiés sur la *figure 1*. Les efforts de pêche exercés sur chaque mont sous-marin sont par contre très mal connus : en effet dans tous les cas où un thonier a exploré sans succès la zone d'un mont sous-marin, cette information n'est pas codée en détail dans le livre de bord. Il en résulte probablement un biais qui tend à sous estimer l'effort de pêche exercé dans ces zones. Chacun des hauts-fonds de l'étude sera cité ultérieurement dans le texte par le numéro auquel il est associé sur cette *figure 1*. Le problème de base dans l'étude des captures réalisées sur les monts sous-marins, est qu'il faut choisir *a priori* une distance au mont sous-marin qui définira artificiellement une zone de pêche liée à cette structure. Cette décision est par nature arbitraire, mais sera nécessaire pour réaliser un bilan comparatif des prises par mont sous-marin. Cette distance a été choisie dans la présente étude à 6 milles, ceci à partir de l'analyse de la localisation des prises dans les zones voisines des monts sous-marins 1, 11 et 20, les plus productifs en thons, qui montrera qu'au-delà d'un tel rayon de 6 milles, les prises par unité de surface sont négligeables en comparaison de celles effectuées plus près du mont sous-marin.

L'étude couvre la période 1980 à 1987, période pendant laquelle est disponible un maximum de données fines pour la plupart des flottilles thonières qui opèrent dans la zone : France, Espagne, Côte d'Ivoire, Sénégal, Ghana, Norvège, Japon, Maroc, Gran Caïman. Toutes les données fines journalières avec les positions précises des captures sont celles archivées au laboratoire du Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT) et collectées conjointement par ce laboratoire et par le Centre de Recherches Océanographiques (CRO) d'Abidjan.

Ces données fines ne sont pas disponibles au niveau international de la commission spécialisée dans les recherches thonières de l'Atlantique, la Commission pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique (ICCAT), cette commission ne disposant que de statistiques regroupées par mois et zones de 60 milles de côté, échelle qui ne permet pas les études à fenêtre spatio-temporelle fine.

Ces données fines permettront dans un premier temps d'analyser la variance des prises annuelles de thons déclarées sur les hauts-fonds connus en fonction de la position et de la profondeur de ces derniers. Dans un deuxième temps et pour les hauts-fonds les plus riches en thons seront analysés les rendements journaliers observés sur ces structures les jours où un effort de pêche a été exercé.

Échantillonnages des tailles

Sont disponibles pour la présente étude tous les échantillons de tailles réalisés de 1980 à 1987 à bord

des thoniers canneurs et des senneurs, soit au total 291 000 individus mesurés. Dans cet échantillonnage, on dispose également de quelques échantillons des tailles des thons capturés sur des monts sous-marins (3 637 thons mesurés sur le mont 20, 5 373 sur le mont 11, 1 734 sur le mont 1). Bien que l'origine précise de ces échantillons soit parfois incertaine, du fait en particulier des mélanges possibles des thons dans les cuves, ceux-ci méritent un examen spécial; l'objectif de l'analyse sera de comparer les tailles des poissons capturés et la composition spécifique de la capture sur les monts sous-marins et dans les zones voisines. Sont aussi disponibles, mais seulement pour la période 1980 à 1982, un certain nombre d'échantillons de tailles et de composition spécifique de bancs capturés en association avec des objets flottants (10 290 individus mesurés); ces données pourront utilement être comparées à celles des monts sous-marins.

Résultats de marquage traditionnel et de marquage acoustique

Le CRODT a réalisé en octobre 1981 une campagne de marquages classiques au moyen de marques à dard durant laquelle 2 271 thons ont pu être marqués (697 albacores, 1 146 listaos, 428 patudos); 223 thons ont été récupérés par les pêcheries de la région. Ces marquages et recaptures fournissent un certain nombre d'informations sur la dynamique des mouvements des thons dans la zone d'un mont sous-marin. Les résultats de cette campagne de marquage ont été analysés dans un article à caractère général par Fonteneau, Cayré et Vieira (1986).

Durant la même campagne, un listao marqué à la verticale du même mont sous-marin avec une marque acoustique a été suivi pendant 44 heures; ce suivi a permis de réaliser un certain nombre d'observations directes sur le comportement d'un thon dans les environs d'un mont sous-marin (Lévenez, 1982).

RÉSULTATS

Les monts sous-marins

Un exemple de mont sous-marin caractéristique de la région est représenté sur la *figure 2*. Il s'agit du mont sous-marin bien connu des pêcheurs cap-verdiens et français, situé dans la zone économique des îles du Cap Vert au Nord-Est de l'île de Sal. Situé dans une plaine océanique à 3 300 m de profondeur, sa base a un diamètre d'environ 40 km; son sommet, situé à 300 m de profondeur, n'a que quelques centaines de mètres de diamètre. Cette forme semble assez caractéristique des monts sous-marins de la chaîne dorsale médio-atlantique sur laquelle sont situés entre autres les îles; Açores, Madère, Canaries et du Cap-Vert.

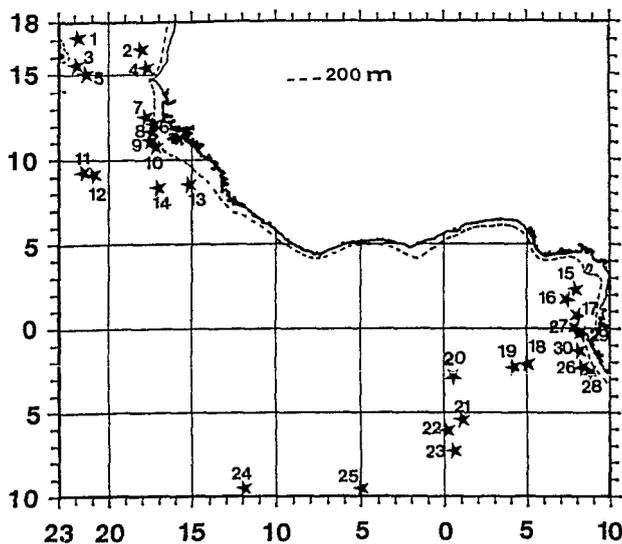


Figure 2. — Localisation et numérotation des 30 monts sous-marins analysés dans la présente étude.

Locations of the 30 sea mounts covered by the present study.

Les positions géographiques de 30 monts sous-marins identifiés à une profondeur inférieure à 1 000 mètres et hors des plateaux continentaux dans la zone de l'étude, sont représentés à la figure 1. La profondeur du sommet de chacun de ces monts sous-marins est donnée au tableau 1.

Prises annuelles par mont sous-marin

Le bilan des prises annuelles déclarées dans les livres de bord à moins de 6 milles des 30 monts sous-marins retenus est donné au tableau 1. Le même tableau donne, outre les prises annuelles enregistrées dans les livres de bord par mont sous-marin, les efforts de pêche moyens dans le carré de 1 degré correspondant, la profondeur estimée du mont sous-marin, ainsi que sa distance par rapport à l'isobathe 200 m (talus continental). Ce tableau montre que seuls certains monts sous-marins sont situés dans des secteurs régulièrement visités et exploités d'une manière significative par les pêcheries.

Ce tableau permet de mettre en évidence un certain nombre de hauts-fonds situés dans des zones régulièrement visitées par les thoniers en prospection : quelques-uns de ces haut-fonds fournissent des captures régulières et importantes de thons (1, 11, 20 par exemple), alors que des captures faibles ou nulles sont observées sur d'autres monts sous-marins (cas des monts n° 4, 6, 7, etc.).

Ces trois monts sous-marins les plus productifs en thons ont leurs sommets proches de la surface : 250 à 350 m de profondeur; les thons y sont capturés tant par les senneurs que par les canneurs.

La localisation précise des prises révèle que celles-ci sont en général réalisées à proximité immédiate du sommet des monts sous-marins ou sur le sommet de ceux-ci, le plus souvent dans le rayon de 6 milles retenu initialement. Cela semble une observation à caractère général : les prises de thons sont effectuées près des sommets des monts sous-marins riches en thons (1, 11, 20), dans des zones du large où les captures sont rares (fig. 3).

On note aussi que l'importance des prises est très variable selon les monts sous-marins et selon l'effort de pêche exercé. On note que les prises sur les monts sous-marins situés près du plateau continental sont toujours faibles, comparées à celles sur quelques monts sous-marins du large; une prise annuelle de 1 000 à 3 000 t de thons peut être ainsi observée près du sommet de certains monts sous-marins du large, ceci dans ces zones où les captures de thons sont rares (fig. 3). On constate que les prises sur les monts sous-marins sont particulièrement fortes durant les années où les pêcheries ont globalement de faibles rendements. Les monts sous-marins ont par exemple été plus souvent visités en 1984 par les senneurs, par suite de l'anomalie de l'environnement qui a fortement diminué les rendements des senneurs en albacores dans les zones du large (Fonteneau, 1989). Ainsi le mont sous-marin 20 avec une prise de 3 200 t et le mont 11 avec 2 400 t en 1984, placent les carrés de 1 degré correspondants aux sixième et huitième rang des carrés de 1 degré les plus productifs de l'année 1984 dans l'Atlantique est. Il est en outre probable que ces chiffres des prises par mont sous-marin soient sous estimés par suite de déclarations erronées des positions de certaines prises, ou par suite de la non soumission de livres de bord de certains bateaux.

On note par contre que certains monts sous-marins, bien que situés à une profondeur voisine et fréquemment explorés par les navires thoniers, ne semblent jamais concentrer les thons : cela est par exemple le cas du mont sous-marin 4, dit de Kayar, situé au large du Sénégal dans une zone régulièrement explorée par les thoniers à 40 milles du talus continental sénégalais : les captures de thons sont fréquentes dans toute la région, mais elles ne sont pas spécialement localisées à proximité du mont sous-marin (fig. 3 d).

Dans le cas d'autres monts sous-marins où les prises sont nulles, il est parfois impossible d'en conclure que les thons sont rares, du fait d'un effort de pêche très faible ou nul y est exercé (monts sous-marins numéros 5, 21, 22, 23, 24, 25, tabl. 1).

Séquence des prises journalières

Le rythme journalier des prises observées sur les monts sous-marins est intéressant à considérer.

Comme le montrent les exemples de la figure 4 a, b et c (mont sous-marin 11 en 1981 et 1984, mont sous-marin 20 en 1984), l'effort de pêche est le plus souvent

Tableau 1. — Prises totales annuelles de thons (tonnes), observées dans les livres de bord, de 1980 à 1987 pour les 30 monts sous-marins de la figure 1. La profondeur approximative de chaque mont sous-marin, l'effort moyen exercé de 1980 à 1987 dans le secteur de 1 degré où le mont est situé ainsi que la distance entre le mont sous-marin et le plus proche talus continental sont aussi donnés.

Total yearly catches (t) of tuna recorded in the log book file, between 1980 and 1987, for the 30 sea mounts shown on figure 1. The depth of each sea mount and the average fishing effort (fishing days) in the 1° square in which the sea mount is located are also given with the distance in nautical miles between search sea mount and the nearest continental shelf.

Guyot	Année								Prise moy. 80-87	Prof. (m)	Distance à la côte (milles)	Effort moyen par zone
	80	81	82	83	84	85	86	87				
1	74	16	80	62	81	98	98	184	87	330	310	43
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	530	100	73
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	427	300	21
4	0	177	0	0	1	0	0	9	23	300	60	301
5	0	2	0	0	0	19	0	0	3	650	270	12
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	40	263
7	15	2	25	28	18	0	73	8	21	165	50	263
8	33	5	60	23	276	0	30	4	41	132	70	207
9	19	5	0	8	163	0	10	7	26	34	80	207
10	34	0	0	0	0	0	3	0	5	23	80	207
11	913	556	153	232	2414	1893	204	939	913	310	320	207
12	0	11	0	2	38	0	0	0	13	592	320	207
13	11	53	8	0	10	128	0	35	33	229	90	114
14	125	179	11	146	6	3	13	0	60	600	180	108
15	0	19	19	2	0	71	0	0	14	77	100	61
16	0	0	0	0	0	18	0	0	2	195	120	41
17	1	15	0	187	0	10	0	93	38	625	60	95
18	40	0	12	0	72	0	0	3	16	600	230	38
19	0	23	0	0	0	5	0	31	7	750	260	33
20	450	768	545	937	3236	868	258	2206	1158	250	500	102
21	0	184	35	60	276	411	18	344	135	434	530	13
22	0	8	79	0	0	76	0	14	22	442	600	6
23	0	0	0	0	0	7	0	11	2	545	610	1
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	316	890	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	525	860	0
26	17	0	6	0	91	24	1	299	55	170	20	193
27	0	0	8	0	0	0	105	214	40	395	40	136
28	43	3	0	0	0	28	0	4	10	66	30	193
29	0	0	24	23	0	20	0	59	16	190	40	136
30	19	81	138	0	19	246	170	0	95	391	40	143

discontinu sur ces monts sous-marins océaniques : même durant ces années de fortes prises, ces hauts-fonds n'auraient été visités d'après les livres de bord, que respectivement durant 126, 110 et 127 jours de l'année. Ceci s'explique probablement par l'éloignement de ces deux monts sous-marins qui sont situés loin des principales zones de pêche (fig. 5). D'une manière générale, l'effort exercé sur les monts sous-marins est le plus souvent faible : il n'y a jamais semble-t-il assez de thons sur un mont sous-marin pour en permettre l'exploitation simultanée par plusieurs senneurs. Les prises moyennes par jour où un effort de pêche a été exercé sont par contre en général élevées (21 et 20 t respectivement) pour les deux monts sous-marins 11 et 20. Dans ces exemples, la proportion des jours où le mont sous-marin a été visité sans prise est relativement faible : 23 et 38 %.

On note aussi à l'examen de cette figure 5 qu'il existe souvent des séquences de 5 à 10 jours avec des prises quotidiennes régulières de quelques dizaines de tonnes.

Composition spécifique des captures

La composition spécifique des prises de thons dans la zone des monts sous-marins apparaît dans l'Atlantique centre-est comme étant caractéristique et bien différente de celle des zones adjacentes. Ainsi, sur les monts sous-marins 11 et 20, qui sont les plus régulièrement exploités, trois espèces, l'albacore (*Thunnus albacares*), le listao (*Katsuwonus pelamis*) et le patudo (*Parāthunnus obesus*) sont le plus souvent présentes en mélange, et ceci en proportion pondérale voisine, soit environ un tiers de chaque espèce (tabl. 2).

Par contre dans les zones du large, l'albacore est souvent largement dominant dans les prises, le listao et le patudo rares : par exemple dans la zone située à l'est et à l'ouest de ce mont sous-marin, la composition spécifique moyenne est de 86 % d'albacore, 10 % de listao et 4 % de patudo (zone Equateur à 5° Sud, 5° Ouest à 5° Est, moyenne 1980 à 1987). Les monts sous-marins 1 et 11 sont situés dans une zone où les

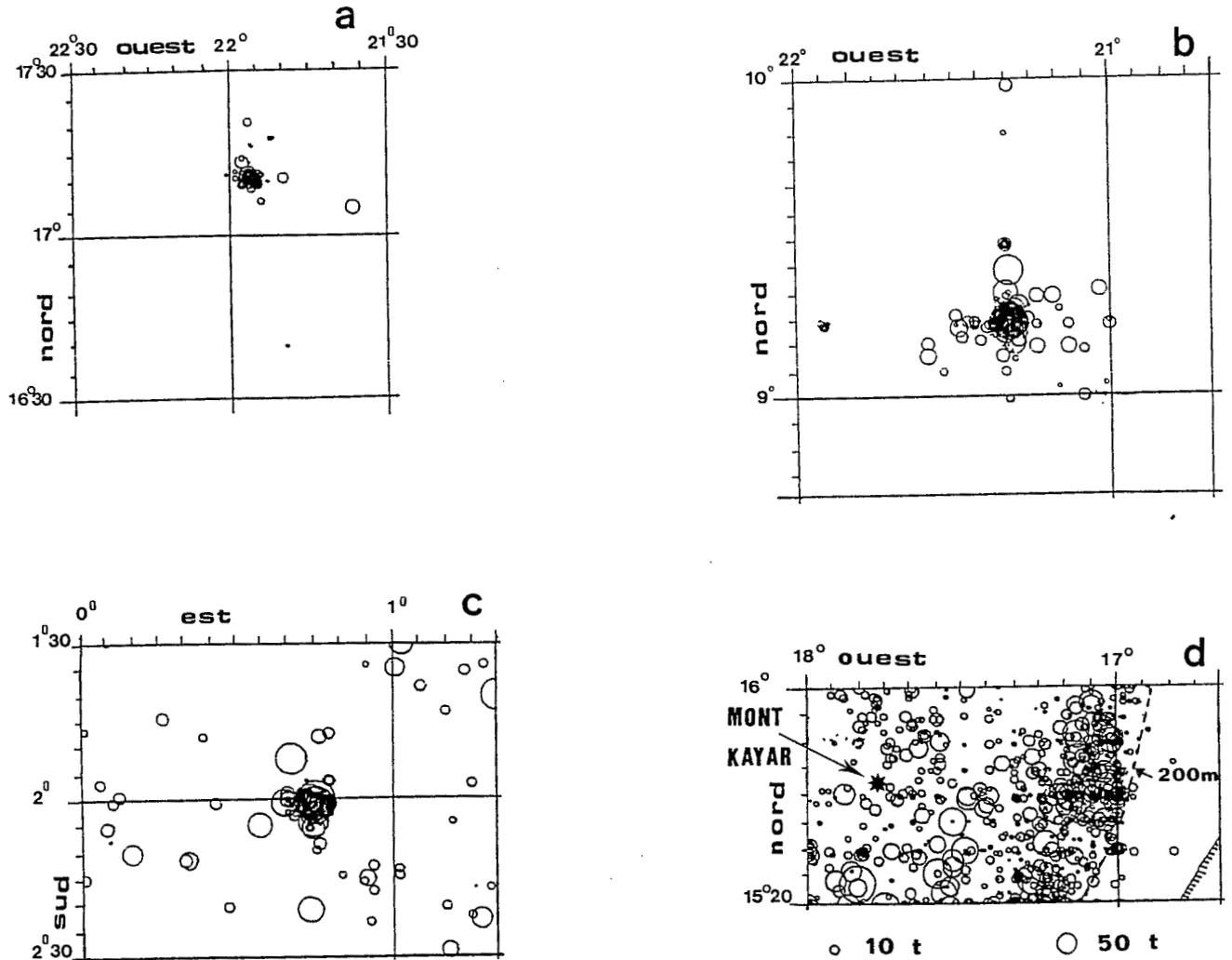


Figure 3. — Prises observées de 1980 à 1987, dans la zone du mont sous-marin 1 (a), dans la zone du mont sous-marin 11 (b), dans la zone du mont sous-marin 20 (c), dans la zone du mont sous-marin 4 (d), (localisation des prises connue au mille près).

Exact locations of tuna catches observed, between 1980 and 1987, in the area of the sea mount No. 1 (a), in the area of sea mount No. 11 (b), in the area of sea mount No. 20 (c), in the area of sea mount No. 4 (d).

prises sont très faibles et sont donc très mal échantillonnées; leur composition spécifique ne peut donc pas être analysée valablement.

Tailles capturées

On note, en ce qui concerne les tailles capturées, que les trois espèces tendent à être de plus petite taille quand elles sont capturées au-dessus de monts sous-marins. Les différences sont plus ou moins nettes selon les espèces: l'albacore, espèce principale de la pêcherie, offre les exemples les plus caractéristiques et nets de ces différences (fig. 6). Les tailles moyennes capturées sur le mont sous-marin 20 et dans les deux carrés de 5 degrés adjacents sont à cet effet caractéristiques de cette hétérogénéité.

— Les albacores pêchés par les senneurs sur ce mont sous-marin du large sont en majorité de petite taille (35 à 50 cm), avec présence minoritaire de quelques gros individus de 130 à 160 cm de longueur à la fourche. Le poids moyen est de 5,6 kg (échantillon de 1 039 individus). En comparaison, les albacores capturés dans les zones voisines sont le plus souvent de grande taille, plus de 130 cm, et atteignent un poids moyen de 39 kg (moyenne des deux secteurs de 5 degrés de côté situés à l'est et l'ouest du mont sous-marin 20).

— Les listaos capturés par les senneurs sur le mont sous-marin 20 sont aussi de plus petite taille (1,7 kg contre 2,0 kg), mais cette différence est moins nette.

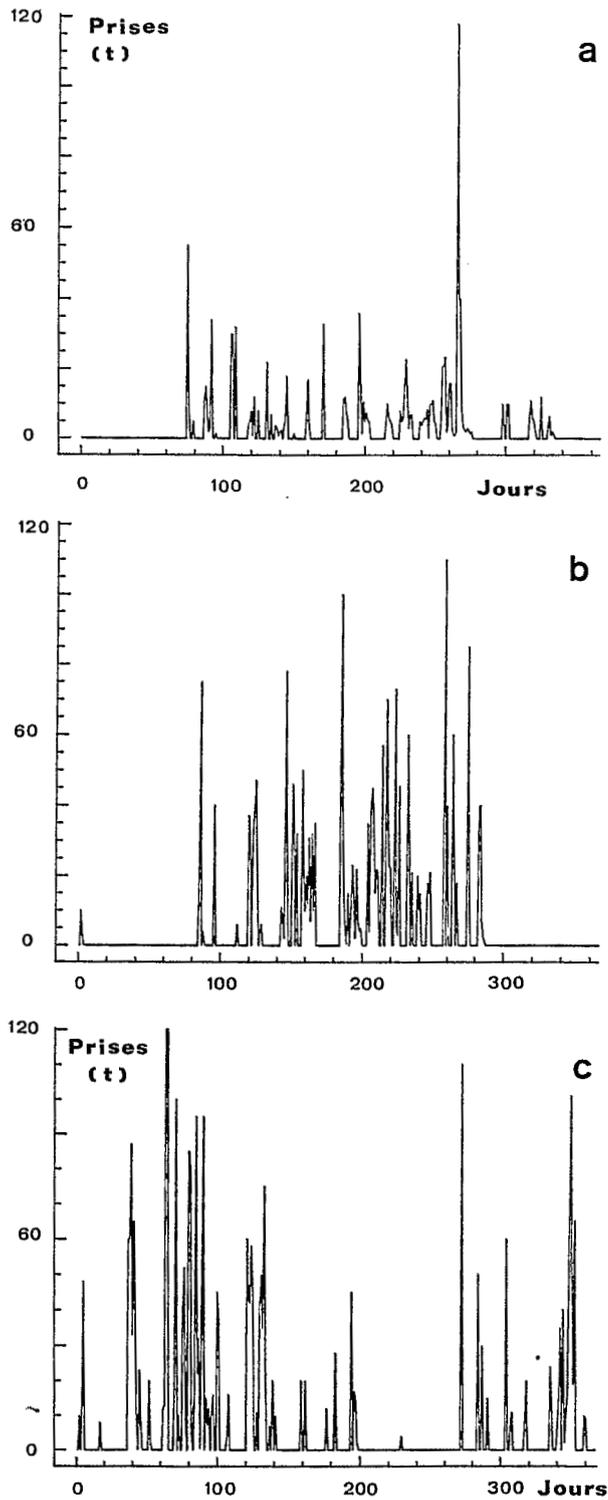
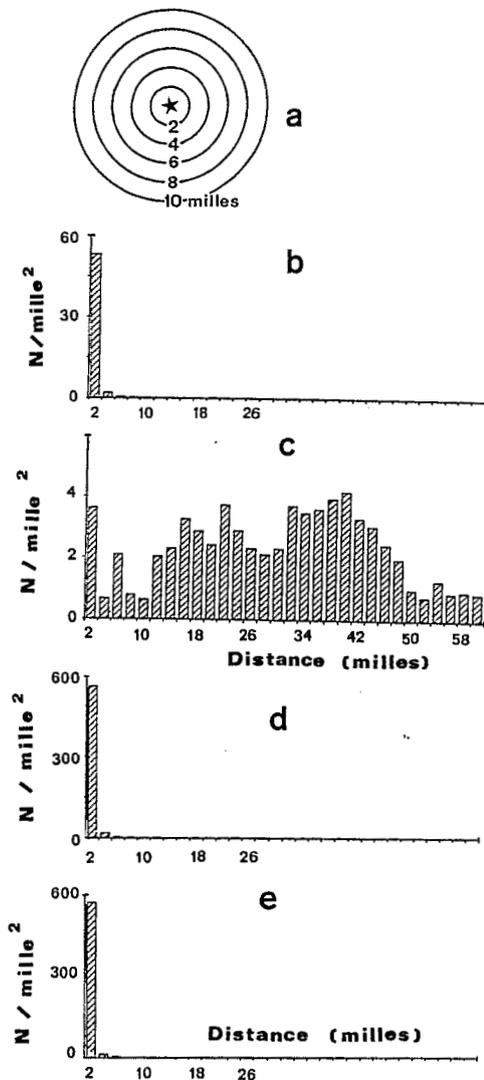


Figure 4. — Prises totales observées de 1980 à 1987 par unité de surface de 1 mille carré pour 30 cercles concentriques (a) situés autour des monts sous-marins 1, 4, 11 et 20, (b) à (e) pour des distances accrues selon un pas de 2 milles.

Total catches observed between 1980 and 1987 by nautical square mile, within 30 circular areas (a) located around sea mounts No. 1, 4, 11 and 20, (b) to (e) at increasing distances by 2 mile steps.

— Les patudos ont une gamme de tailles comparable dans les deux situations, mais les très petits patudos, par exemple moins de 45 cm de longueur à la fourche, sont plus fréquents en moyenne sur le mont sous-marin 20, ce qui a pour conséquence un poids moyen des prises de patudo de 4,8 kg sur le mont sous-marin et de 12,2 kg dans la zone voisine.

Des observations très voisines sont faites sur d'autres monts sous-marins, par exemple pour les albacores capturés sur le mont 11 (fig. 6 et tabl. 2) où le poids moyen des albacores capturés est aussi faible. On note toutefois que ce mont sous-marin étant situé

Figure 5. — Prises totales journalières (toutes flottilles, toutes espèces) observées sur le mont sous-marin 11 en 1981, (a) sur le mont sous-marin 11 en 1984, (b) et sur le mont sous-marin 20 en 1984 (c).

Total catches per day (all fleets, all species) observed on the sea mount 11 during the year 1981 (a), on the same sea mount 11 during 1984 (b), and on the sea mount 20 during 1984 (c).

Tableau 2. — Poids moyens et pourcentages pondéraux des albacores, listaos et patudos échantillonnés dans les captures des monts sous-marins 1, 11 et 20 de 1980 à 1987, dans la zone voisine du mont 20 et sous les épaves flottantes par les senneurs (1980 à 1982).

Average weight in the sampled catches and percentage in weight for the 3 tuna species (yellowfin, skipjack and bigeye) taken on sea mounts 1, 11 and 20 in adjacent areas of sea mounts 11 and 20, between 1980 and 1987.

Zone	Engin de pêche	Albacore		Listao		Patudo	
		Poids moyen (kg)	(%)	Poids moyen (kg)	(%)	Poids moyen (kg)	(%)
Mont sous-marin 1	Canneurs	7,5	44	3,3	32	10,9	24
Mont sous-marin 11	Canneurs	5,2	28	2,5	33	6,1	39
	Senneurs	14,0	32	2,2	43	7,5	25
Mont sous-marin 20	Senneurs	10,7	37	1,6	36	5,6	27
Zone voisine 5°W-5°E, 0°5'S	Senneurs	54,9	86	2,1	10	7,0	4
Épaves toutes zones 1980-1982	Senneurs	6,8	39	2,2	53	3,7	8

à une relative proximité du plateau continental africain, les différences entre les tailles capturées sur le mont sous-marin et autour sont moins nettes, du fait de la capture fréquente de petits albacores dans ces zones côtières.

Enfin, la comparaison des tailles capturées sur les monts sous-marins et de celles capturées sous les objets flottants de 1980 à 1982 dans le golfe de Guinée montre que ces tailles semblent voisines, avec une forte proportion de petits thons des trois espèces, en mélange avec quelques gros albacores et quelques patudos de taille moyenne. Dans l'échantillon des bancs associés à des objets flottants, on observe ainsi (tabl. 2) 39 % d'albacore (d'un poids moyen de 6,8 kg), 53 % de listao (poids moyen = 2,2 kg) et 8 % de patudo (poids moyen = 3,7 kg). Les albacores ainsi capturés sous ces objets flottants ont un poids moyen bien inférieur à celui de la prise moyenne des senneurs, qui atteint 15,5 kg durant la même période 1980 à 1982.

RÉSULTATS DES MARQUAGES

Marquage classique

Les nombreux thons (1 146 listaos, 428 patudos et 697 albacores) marqués en octobre 1981 avec des marques classiques sur le mont sous-marin 11 (Cayré *et al.*, 1986) y ont été recapturés presque tous à la même position, et ceci pendant une période de 50 jours (fig. 8). Seulement 10 thons marqués ont été recapturés loin du mont sous-marin durant les 50 premiers jours, alors que 187 thons marqués étaient recapturés sur le même mont sous-marin. Ces recaptures ont été relativement régulières dans le temps pour les trois espèces (fig. 8) et correspondent à des prises par des canneurs, régulières mais faibles, atteignant environ un total de 120 t en 50 jours (fig. 4a). On note que les trois espèces ont eu des taux de recaptures similaires en fonction du temps.

ce qui suggère un comportement voisin des trois espèces vis-à-vis du mont sous-marin.

Ces recaptures montrent que les thons marqués sur le mont sous-marin y sont demeurés, ou dans ses environs proches, pendant au moins une cinquantaine de jours (et ceci malgré les captures de thons régulières réalisées par les canneurs), et peut être plus longtemps. On note en effet que l'arrêt des recaptures de thons marqués sur le mont sous-marin correspond en fait à l'arrêt de la pêche. Celle-ci n'a repris qu'après un arrêt de 2 mois. Il faut noter par ailleurs qu'il n'existe pas de saisonnalité thermique marquée dans la zone de ce mont sous-marin : situé par 9° N, les températures de surface oscillent dans la zone entre un maximum estival de 26 à 27°, et un minimum de 23 à 24° en début d'année (fichier des températures de surface collectées par les navires marchands); elles sont donc toujours compatibles avec la présence de thons tropicaux (Cayré *et al.*, 1988). Aucun thon marqué n'a plus alors été repris sur le mont sous-marin, à l'exception d'un patudo, 1 an plus tard à la même position. 25 thons qui avaient été marqués sur le mont sous-marin ont par ailleurs été recapturés dans d'autres zones (distance moyenne = 456 milles, distance minimale = 170 milles) après plus de 50 jours de liberté (fig. 9); les trajets entre les positions de marquage et de recapture de ces thons montrent une large dispersion des trois espèces, sans qu'apparaisse une voie préférentielle de migration; l'absence de mouvements orientés vers l'Ouest est notable, mais due à l'absence de pêcherie à l'ouest de la zone du mont sous-marin.

Marquage acoustique

Le marquage acoustique d'un listao de 3,2 kg sur le mont sous-marin 11 a permis son suivi pendant 44 heures dans la zone autour du mont sous-marin (Lévenez, 1982). Ce listao, marqué à l'aube avec une marque acoustique, a effectué un déplacement circulaire de 21 milles autour du mont sous-marin, pour revenir sur celui-ci (fig. 7) après une durée de

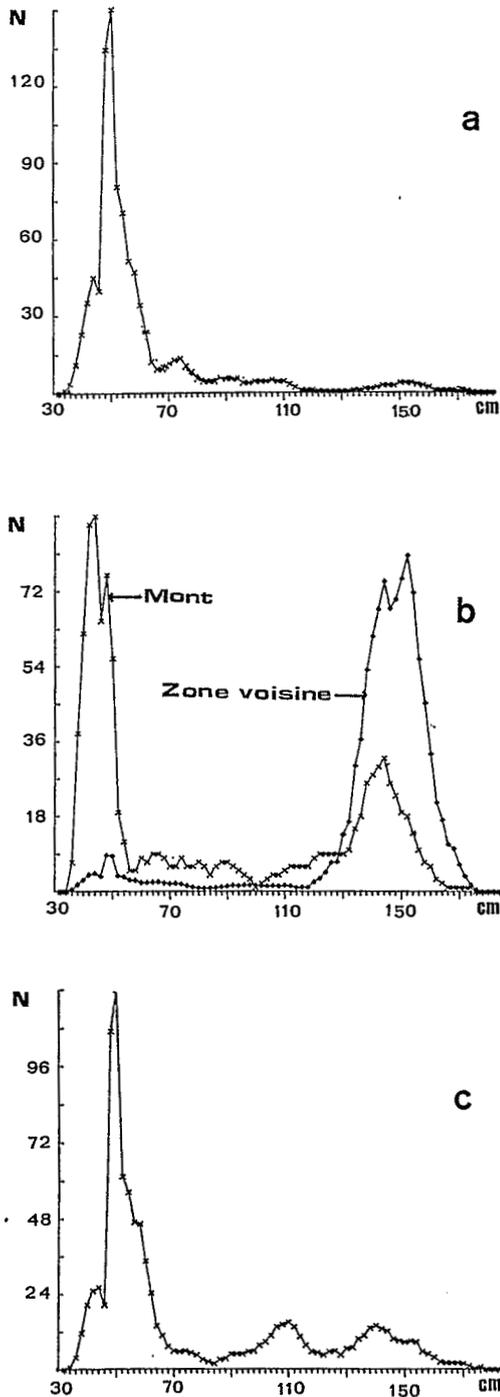


Figure 6. — Fréquences de tailles des captures d'albacore durant la période 1980 à 1987, (a) pour le mont sous-marin 11 (senneurs + canneurs), (b) pour le mont sous-marin 20 (senneurs) et dans les deux zones de 5° adjacentes, (c) pour les albacores pêchés sous épaves flottantes (1980 à 1982).

Size frequency distribution, total period 1980 to 1987, for yellowfin, (a) sea mount 11 (bait boats and purse seiners), (b) sea mount 20 (purse seiners) and 2 adjacent 5° areas, (c) tuna taken associated with floating logs (1980 to 1982).

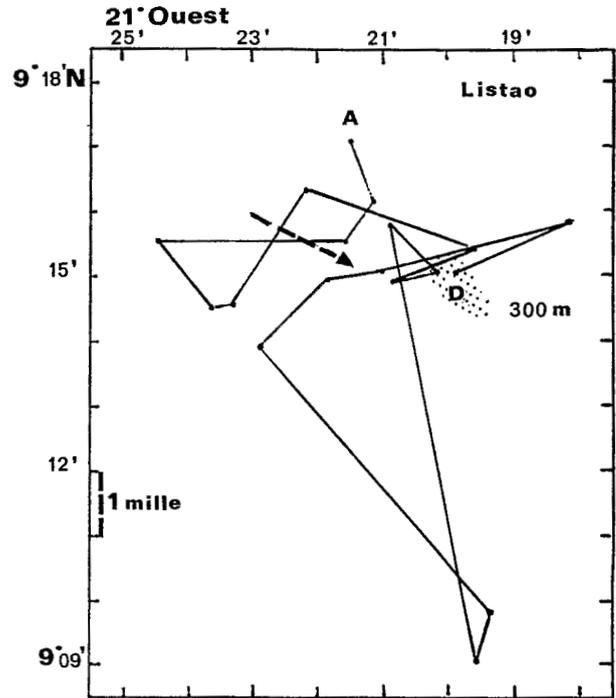


Figure 7. — Déplacements horizontaux du listao marqué durant 44 heures avec un microémetteur sur le mont sous-marin 11 (D) en octobre 1981, ---> courant (Lévezé, 1982).

Horizontal movements of the skipjack tagged with a sonic tag during 44 hours on the sea mount 11 (D) in October 1981, ---> current (from Lévezé, 1982).

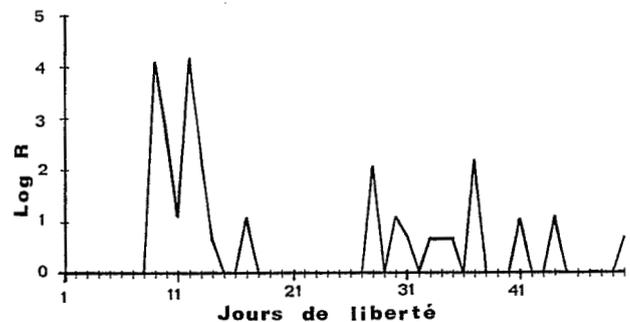


Figure 8. — Évolution du nombre de recaptures journalières durant les 50 jours après les marquages (échelle logarithmique), toutes espèces, sur le mont sous-marin 11 (même position qu'au marquage).

Daily numbers of tag recoveries for all species, (logarithmic scale) during a 50 days period after tagging on the sea mount 11 (with the same tagging and recovery positions).

20 heures; ce poisson a malheureusement été perdu lors d'une tornade alors qu'il était situé à 3 milles du mont sous-marin.

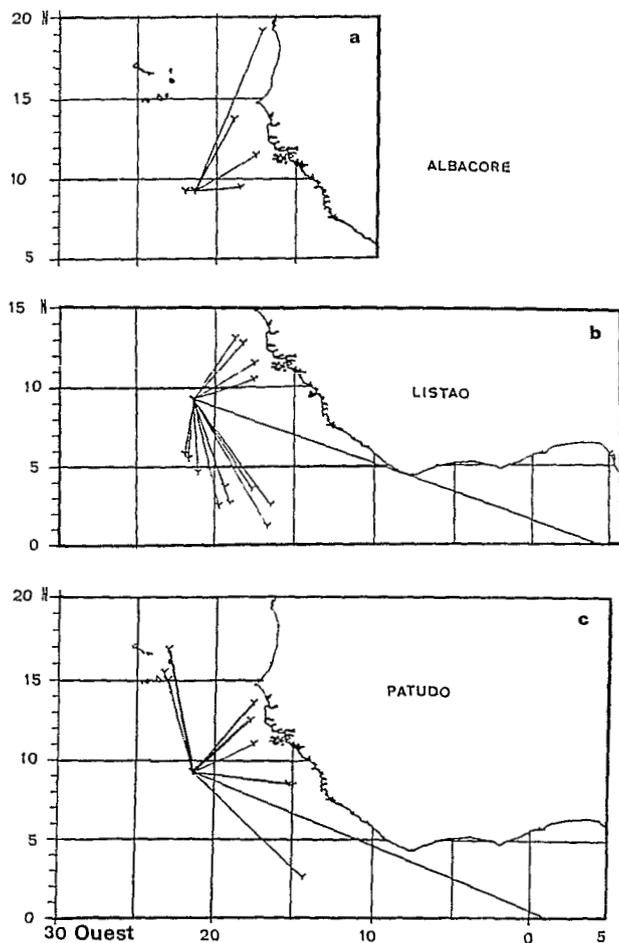


Figure 9. — Migrations apparentes des thons ayant quitté le mont sous-marin 11 où ils avaient été marqués (a) albacore, (b) listao, (c) patudo.

Apparent migrations of tagged tunas recovered at some distance of the tagging position on sea mount 11. (a) yellowfin, (b) skipjack, (c) bigeye.

DISCUSSION

L'association thons-monts sous-marins

Un premier phénomène curieux à expliquer est la forte variabilité apparente de la richesse en thons des monts sous-marins. La variabilité de la richesse des monts sous-marins est un phénomène général et souvent observé, dans le Pacifique en particulier (Boehlert et Génin, 1987; Borets et Darnitsky, 1983), mais qui demeure mal expliqué. Dans le cas des thons, les données disponibles actuellement ne permettent pas de savoir si l'abondance locale en thons est fonction de la productivité plus ou moins forte dans la zone des monts sous-marins, ou bien dépend d'autres facteurs. L'immersion du sommet du mont sous-marin est sans doute importante par ses effets directs et indirects

sur l'enrichissement en thons et sur les « anomalies » créées au sein de la masse d'eau par le mont sous-marin; son influence exacte doit dépendre des conditions hydrologiques locales, des courants en particulier et de la distance à la côte, mais l'importance de ces facteurs reste à préciser. La position du mont sous-marin et sa distance à la côte semblent aussi être des facteurs importants : aucun mont sous-marin situé à proximité immédiate du plateau continental africain ne semble riche en thons. Par contre, la plupart des monts sous-marins de la zone des îles du Cap Vert, exploités par la pêche artisanale de ce pays (dont les statistiques ne sont pas prises en compte dans la présente étude), semblent riches en thons (M. H. Vieira comm. pers.). Une hypothèse de travail serait alors de considérer que les monts sous-marins ne fixeraient les thons que s'ils sont situés loin de zones riches en nourriture.

Il est aussi intéressant de comprendre pourquoi et comment les thons sont associés aux monts sous-marins. Tout d'abord, il pourrait y avoir, au vu de la composition spécifique et des tailles concernées, une analogie écologique entre le mont sous-marin et les épaves flottantes : ces deux structures concentreraient, non pas l'ensemble de la population des thons présents dans une zone, mais sélectivement les petites tailles des trois espèces principales (albacore, listao et patudo). La rareté des gros albacores dans les captures des senneurs sur le mont sous-marin 20 est ainsi notable, dans une zone du large où les gros albacores sont en général très dominants dans les captures.

Les fortes biomasses de thons présentes dans un faible volume d'eau sont surprenantes et posent la question suivante : comment les thons peuvent-ils trouver chaque jour dans une zone si réduite l'importante nourriture dont ils ont besoin? (Kitchell, 1978). En effet on note que les deux monts sous-marins 11 et 20 les plus productifs en thons sont situés dans des zones qui sont classiquement considérées comme étant pauvres en nourriture pour les thons (Gouriou, 1988) et qui semblent d'ailleurs peu riches en thons, si l'on en juge par les faibles captures dans ces zones. Il est toutefois bien montré que des phénomènes locaux d'enrichissement sont souvent observés autour des monts sous-marins, dus en particulier aux « cellules de Taylor », phénomènes hydrologiques qui entraînent un enrichissement notable et très localisé de la colonne d'eau autour du mont sous-marin (Borets et Darnitsky, 1983; Boehlert et Génin, 1987). Cet enrichissement a pu être noté à tous les niveaux de la chaîne alimentaire : phytoplancton, zooplancton, faune démersale d'invertébrés et de vertébrés. Il demeure incertain de savoir si cet enrichissement résulte de la productivité locale, ou bien d'un phénomène d'advection, c'est-à-dire de transfert puis concentration de la richesse des eaux vers le mont sous-marin. En ce qui concerne l'alimentation des thons, on note que si ceux-ci sont capturés à proximité

immédiate des monts sous-marins (fig. 7), cela n'exclut pas qu'ils effectuent dispersés des migrations trophiques autour des monts sous-marins, leur permettant ainsi d'exploiter la production biologique d'une plus vaste zone. Le listao qui a été suivi pendant 2 jours grâce à une marque émettrice semble avoir eu ce comportement. Dans cette hypothèse, le mont sous-marin n'aurait pour effet que de concentrer temporairement une fraction de la population de thons et de la rendre ainsi accessible aux pêcheries. Cette situation serait très comparable à celle des thons associés à des objets flottants.

Le marquage classique réalisé sur le mont montre par ailleurs, bien que les thons peuvent rester pendant des durées prolongées de plusieurs semaines, sur ou aux environs d'un mont sous-marin.

Comment les thons localisent les monts sous-marins est une question supplémentaire. On sait, depuis les travaux de Walker *et al.*, 1984, que les thons disposent d'un véritable compas, constitué de cristaux de magnétite, qui leur permet de se localiser dans le champ magnétique terrestre et d'en déceler les anomalies. Or, on sait que les monts sous-marins sont souvent associés à d'importantes anomalies locales du magnétisme, comme ils sont liés à une anomalie gravimétrique (Lauchie *et al.*, 1977). L'hypothèse que les thons seraient à même de localiser les monts sous-marins depuis une certaine distance, en les localisant par leur anomalie du champ magnétique, semble donc vraisemblable.

D'un point de vue général, les monts sous-marins et surtout ceux situés dans des eaux du large, provoquent aussi probablement au sein de la masse d'eau diverses modifications des gradients qui sont bien identifiables par les thons : gradient thermique, de couleur, d'oxygène, de productivité, etc.

Concernant le rôle de la profondeur dans le phénomène d'agrégation des thons, on note que les trois monts sous-marins 1, 11 et 20 de l'étude sont situés vers 300 m de profondeur, et sont riches en thons. Le mont sous-marin de Kayar situé à la même profondeur, est par contre lui très pauvre en thons. D'autres hauts-fonds plus proches de la surface sont aussi bien connus pour concentrer les thons : c'est le cas de divers hauts-fonds riches en thons situés entre 50 et 100 m de profondeur, dans la zone des îles du cap Vert et exploités par la pêche thonière locale (M. H. Vieira, comm. pers.). On note à l'opposé qu'aucune capture significative n'a été observée sur aucun des monts sous-marins situés à plus de 400 m de profondeur dans la région. La profondeur est probablement un facteur qui joue un rôle important dans la richesse potentielle en thons des monts sous-marins, mais en conjonction seulement avec d'autres facteurs, par exemple la productivité des eaux au-dessus du mont sous-marin, ou sa distance par rapport à d'autres zones potentielles de concentration des thons.

En conclusion, l'association thons et monts sous-marins est souvent forte mais est très variable d'un

mont sous-marin à l'autre. Les thons localisent probablement les monts sous-marins grâce à une combinaison des divers gradients qui marquent ces zones. Les monts sous-marins concentrent essentiellement les petits individus d'albacores, listaos et patudos qui trouveraient en bancs sur ces structures un certain « confort » (Cayré, 1982). Les thons associés à un mont y resteraient longtemps (quelques semaines à quelques mois), en effectuant dispersés des migrations trophiques autour du mont sous-marin. Seule une fraction de la biomasse des thons liée au mont sous-marin, celle concentrée à sa proximité immédiate, serait capturable par les pêcheries.

Les incertitudes sur la localisation des monts sous-marins

On note que les monts sous-marins sont souvent absents des cartes marines « classiques » où qu'ils possèdent sur celles-ci des positions ou des profondeurs erronées. La cause principale de ces incertitudes réside dans la difficulté à localiser ces monts sous-marins par des moyens hydrographiques classiques, au moins à une certaine distance des zones insulaires ou côtières.

Le peu d'importance des reliefs sous-marins de ce type pour la navigation maritime civile explique par ailleurs que, vu les difficultés à les localiser, leurs positions demeurent globalement assez mal connues dans les zones du large.

A titre de preuve indirecte de cette méconnaissance des positions des monts sous-marins du large, on peut rappeler que le mont sous-marin 20 n'a été découvert que fortuitement en 1976 par le *N.O. Capricorne*. Il est très probable qu'il existe encore dans la zone un certain nombre de monts sous-marins non répertoriés dans les bases de données hydrographiques. Un certain nombre de ces haut-fonds sont en outre sans doute déjà connus de quelques pêcheurs qui en gardent jalousement secrètes les positions exactes; on constate en effet, dans l'historique de la pêche, que les positions exactes des monts sous-marins n'ont été fidèlement reportées dans les livres de bord que quand ceux-ci ont été connus de tous les pêcheurs. Diverses informations suggèrent qu'il existerait actuellement un certain nombre de monts sous-marins exploités régulièrement, mais codés dans les livres de bord à des positions légèrement erronées afin d'en préserver le secret.

La méthode la plus prometteuse pour connaître les positions précises de tous les monts sous-marins de la région consisterait probablement à localiser les monts sous-marins par satellite à radar altimétrique, cette méthode étant en effet efficace et d'un emploi relativement simple, rapide et finalement très peu coûteux en comparaison des croisières océanographiques. Le principe de la méthode est en effet, par l'emploi d'un satellite à radar altimétrique, par exemple *SEA-SAT* ou *GEOSAT*, de mesurer le niveau de la mer :

à tout mont sous-marin correspond une anomalie du géoïde ou « bosse » du niveau moyen de la mer, d'une altitude de 1 à 2 m, selon la profondeur et la taille du mont sous-marin, sur quelques dizaines de kilomètres de diamètre. Ce relief du niveau marin s'explique par l'anomalie positive de la force de gravité liée à la présence du mont sous-marin. L'ampleur de l'anomalie du géoïde permet même d'estimer la profondeur du mont sous-marin.

Il est par ailleurs vraisemblable que certains monts sous-marins peuvent être aussi détectés par satellite grâce au changement de la couleur ou de la température de l'eau dans la zone du mont sous-marin, ou par l'analyse de la « rugosité » de la surface de la mer au-dessus du mont sous-marin. Petit *et al.* (1989) ont bien mis en évidence cette possibilité, pour une zone très côtière, grâce aux images du satellite *SPOT* en visée oblique; les possibilités dans cette voie restent à explorer.

CONCLUSION

Perspectives de recherches et d'exploitation

Si l'association thons-mont sous-marin existe indiscutablement, et qu'on dispose déjà sur cette association d'un certain nombre d'observations et d'hypothèses pour élaborer des programmes de recherches, de multiples questions se posent encore.

Les concentrations de thons sur les monts sous-marins, et plus généralement sur les reliefs sous-marins, offrent aux scientifiques un vaste champ d'études pluridisciplinaires à la fois appliqué et fondamental, mais du plus grand intérêt.

Ces futures études viseraient par exemple à une compréhension quantitative :

- des mécanismes de productivité des eaux au-dessus et à proximité de quelques monts sous-marins riches ou pauvres en thons;

- de la dynamique de l'agrégation et de la nutrition des thons qui se concentrent près des monts sous-marins.

Les programmes de recherche dans ce domaine peuvent avoir des retombées évidentes en matière d'exploitation de la ressource si elles conduisent d'une part, à identifier des monts sous-marins productifs en thons encore inconnus, par exemple à partir de repérages satellitaires suivis de campagnes de prospection par sondage et pêche expérimentale; d'autre part, à définir des stratégies d'exploitation rationnelle des monts sous-marins en fonction des conditions locales : distance des monts sous-marins, richesse de ceux-ci en nourriture, etc.

Ces recherches mériteraient d'être développées dans l'Atlantique en coordination avec les recherches menées dans d'autres océans par exemple dans l'océan Indien et dans l'océan Pacifique : il est en effet très probable que l'association entre thons et monts sous-marins est analogue dans tous les océans, et que les complexes programmes de recherche visant à mieux comprendre cette association gagneraient beaucoup à une étroite coordination internationale.

Remerciement

La base de cette étude est constituée par les statistiques de pêche des flottilles thonnières internationales opérant dans le secteur : nos remerciements s'adressent à tous les capitaines des thoniers par la qualité de leurs livres de bord qui ont permis cette étude.

De vifs remerciements s'adressent aussi aux techniciens du CRO et du CRODT qui ont collecté les données de tailles et ont permis l'informatisation des données. Une aide particulière nous a été apportée par B. Piton de l'ORSTOM qui nous a fournis les positions et les profondeurs des monts sous-marins et P. Rigolot qui a réalisé à notre intention une cartographie complète de la topographie des fonds sous-marin de la région. MM. P. Cayré, P. Kleiber, J. M. Stretta, M. Petit et J. J. Albaret ont contribué par leurs critiques et suggestions positives à la finalisation de ce document.

RÉFÉRENCES

- Baudry N., Y. Albouy, M. Diament, 1987. Precise location of unsurveyed seamounts in the Austral archipelago area using Seasat data. *Geophys J. Roy. Astron.*, **89**, 869-888.
- Bard F. X., P. Cayré, T. Diouf, 1988. Les migrations des thons. In: Ressources, pêche et biologie des thonidés de l'Atlantique Centre est, Fonteneau A., J. Marcille ed. FAO Doc. Techn. Pêche, **292**, 111-156.
- Boehlert G. W., A. Genin, 1987. A review of the effects of seamount on biological processes. In: Seamounts, islands and atolls, B. H. Keating, P. Fryer, R. Batiza and G. W. Boehlert editors. *Geophys. Monog.*, **43**, 319-334.
- Borets L. A., V. B. Darnitsky, 1983. Influence of hydrodynamic processes on the fish productivity of the thalassobathyal; the example of the Hawaiian submarine ridge. *Izvestiya of the Pacific Ocean Scientific Research Institute for Fisheries and Oceanography TINRO. Vladivostok*, **10**, 47-55 (English NOAA Translation n° 124. Hawaii, 1988).
- Cayré P., 1982. Qu'est ce qu'un banc de listao (*Katsuwonus pelamis*)? Quelques réflexions à partir des observations

- faites lors des campagnes de marquages. *Recl. Doc. Scient. ICCAT*, 17, 467-470.
- Cayré P., T. Diouf, A. Fonteneau, M. Vieira, 1986. Analyse des données de marquages et recaptures de listao (*Katsuwonus pelamis*) réalisés par le Sénégal et la république du Cap Vert. Rapp. Conf. ICCAT programme de l'année internationale du listao, Symons P. E. K., P. M. Miyake, G. J. Sakagawa éd., ICCAT Madrid, 309-316.
- Cayré P., A. Kothias J. B., Stretta J. M., Diouf T., 1988. Biologie des thons. In: Ressources, pêche et biologie des thonidés de l'Atlantique Centre Est. Fonteneau A., J. Marcille éd. *FAO. Doc. Tech. Pêches*, 292, 157-264.
- Fonteneau A., 1989. Environnement et thons tropicaux de l'Atlantique: introduction au problème. *Recl. Doc. Scient. ICCAT*, 30, 104-117.
- Kitchell, 1978. Bioenergetic spectra of skipjack and yellowfin tunas. In: The physiological ecology of tunas. G. Sharp, A. Dizon ed., Academic press, 357-368.
- Lauchie J., L. J. Meagher, A. S. Ruffman, J. Stewart, W. Zukauskas, 1977. Contribution à la géophysique et à la géologie du plateau continental et de la marge continentale du Sénégal et de la Gambie, Afrique de l'Ouest. Le Baffin: levé au large du Sénégal,
- Lévezé J. J., 1982. Note préliminaire sur l'opération sénégalaise de tracking de listao. *Recl. Doc. Scient. ICCAT*, 17, 189-194.
- Petit M., J. M. Stretta, M. Simier, A. Wadsworth. Anomalie de surface et pêche thonière. Un potentiel inattendu de SPOT pour la détection de zones de pêche par l'inventaire des hauts-fonds. Mappemonde (3), Éditions GIP RECLUS, p. 10.
- Walker M. M., 1984. A candidate magnetic sense organ in the yellowfin tuna (*Thunnus albacares*). *Science, Wash.*, 224, 751-753.