

ANALYSE DES DONNÉES STATISTIQUES CONCERNANT LE PROJET DE MORATOIRE DE LA PÊCHE SOUS OBJETS FLOTTANTS DANS L'OCÉAN INDIEN

Par Alain Fonteneau¹, Alicia Delgado², Viveca Nordstrom³, Pilar Pallares⁴ et Renaud Pianet⁵

RÉSUMÉ

Cet article présente et discute les données et les perspectives de mise en œuvre d'un projet de moratoire de la pêche sous objets flottants par les thoniers senneurs dans l'Océan Indien. Ce projet fait suite à la recommandation de la Commission IOTC en Décembre 1999. Le principal objectif du moratoire serait la protection des patudos juvéniles. L'article fait un bilan des tendances des prises des senneurs sous DCP et identifie les zones et les saisons de pêche où ces captures sont les plus importantes. La zone située au nord de l'Equateur entre la côte et 60°E est assurément celle où un éventuel moratoire de la pêche sur DCP pourrait être mis en œuvre, ceci pendant une période de 2 à 4 mois centrée en Septembre-Octobre. On peut estimer qu'un tel moratoire pourrait entraîner des pertes totales de production de thons entre 10000 et 40000 tonnes, mais il réduirait de 20 à 40% la mortalité par pêche totale des patudos juvéniles. Il est malheureusement impossible faute de connaissances suffisantes sur l'état des stocks, de prévoir les effets de tels moratoires sur les divers stocks, mais on peut penser que des effets positifs seraient observés pour l'état des stocks d'albacore et de patudos et ceci sans perte de production totale, alors que la production de listao serait en baisse. Les bénéfices à attendre pour réduire la mortalité par pêche de la faune associée semble faibles. D'autres mesures visant à limiter la mortalité des albacores et patudos juvéniles sont aussi discutées. Il apparaît que le moratoire ou autres mesures limitant les captures de petits albacores et patudos serait une logique mesure de gestion précautionneuse qui pourraient être prise contre des pratiques de pêche potentiellement dangereuses à long terme, ceci dans le contexte actuel de probables forts taux d'exploitation et de médiocres connaissances scientifiques sur les ressources et les écosystèmes exploités.

SUMMARY

This paper presents and discuss the data and prospects relative to the project about a moratorium on FAD fishing by tuna purse seiners in the Indian Ocean. This project is a follow up of the recommendation done by the IOTC Commission in December 1999. The main goal of this moratorium would be to reduce the mortality of juvenile bigeye. This paper review the trend of FAD associated catches by purse seiners and identify the areas and seasons where FAD associated catches are important. The area located between the African coast and 60° East, during a 4 month period centered each year in September and October, appears to be the most efficient one to regulate fisheries on FADs. Such a potential moratorium could reduce total tuna catches in a range between 10000 and 40000 tons, but the fishing mortality on juvenile bigeye could be reduced in a range between 20 and 40%. Unfortunately, the available data and analysis does not allow to estimate the future long term consequences of such moratoria. However there are good reasons to conclude that the moratorium would improve yellowfin and bigeye stock status, without significant loss of total catches, but it would decrease correspondingly the skipjack catches. It seems that very little benefit can be expected concerning the FAD associated discarded fauna. Other management measures targeting a reduction of mortality of juvenile yellowfin and bigeye are also discussed. It appears that this moratorium on FADs or other measures reducing catches of juvenile bigeye and yellowfin could be taken in the context of precautionary management of tuna stocks and ecosystems, primarily because the present lack of scientific data and analysis does not allow fishing practice which may be unsafe in the long term under the present exploitation rates suffered by the resources which are probably high.

¹ Fonteneau Alain, IRD scientist, Po Box 570, Victoria, Seychelles Islands

² Delgado Alicia, IEO scientist, Centro costero de Tenerife, Canary Islands, Spain

³ Nordstrom Viveca, IRD computer expert, Victoria

⁴ Pallares Pilar, IEO scientist, Madrid

⁵ Pianet Renaud, IRD Scientist, Sète

REMERCIEMENTS

Cette analyse est rendue possible par les données collectées depuis près de 20 ans sur les senneurs par les équipes de techniciens, principalement celles des Seychelles (SFA) et de Madagascar (USTA). Nous tenons à remercier vivement ces personnels qui collectent et saisissent informatiquement ces données, travail ingrat mais essentiel dans la recherche halieutique.

GÉNÉRALITÉS

La pêche sous objets flottants ou DCP a pris durant les années récentes, en particulier dans l'Océan Indien, une importance jugée excessive, ceci tant par scientifiques que par un grand nombre des pêcheurs. Plus de 75% des thons capturés par les senneurs proviennent ainsi actuellement d'objets flottants (tout en notant que les prises de thons sous objets flottants naturels ont toujours été importantes dans l'océan Indien, en moyenne près de 50%). Ce problème potentiel est aussi bien traduit par la tendance croissante accélérée des prises annuelles de patudo et d'albacore réalisées sous DCP dans l'océan Indien (figure 1).

Bien que les effets négatifs sur les ressources des captures de thons juvéniles par ce mode de pêche ne soient pas véritablement, ni évalués ni démontrés (tant ceux sur les thons que ceux sur les espèces associées et les écosystèmes), il est désormais nécessaire, à l'heure de l'**approche de précaution**, de limiter l'emploi de ces DCPs à des niveaux jugés « raisonnables » pour assurer une exploitation durable les ressources thonières et ne dégradant pas la faune accessoire (écosystème). C'est afin de réduire les effets négatifs potentiels de ces DCP que les professionnels français et espagnols ont spontanément pris de telles mesures dans l'Atlantique ; c'est aussi dans le même contexte de gestion précautionneuse que l'IATTC dans le Pacifique a mis en œuvre le même type de mesures limitant les DCPs (moratoires saisonniers de la pêche sous DCP) et d'autres mesures visant à réduire la mortalité par pêche des patudos juvéniles (par exemple interdiction des navires auxiliaires).

Dans l'Océan Indien, la dernière réunion de la Commission IOTC à Kyoto en Décembre 1999 a recommandé à son Comité Scientifique d'élaborer des projets de moratoire spatio temporels de cette pêche sous DCPs visant explicitement à réduire la mortalité par pêche du patudo. Les objectifs implicites de cette recommandation sont multiples :

- Réduire la mortalité par pêche sur les thons de très petite taille, en particulier celle sur les petits patudos, et à un degré moindre celle sur les petits albacores (par exemple moins de 3 kg, taille limite fréquente pour ces deux espèces, cas de l'ICCAT avec sa taille limite à 3.2 kg pour ces 2 espèces).
- Réduire les rejets de faune accessoire tuée accidentellement lors des opérations de pêche sur DCP (poissons porte épée, coryphènes, requins et aussi de petits thons)
- Réduire les effets potentiels, mal connus mais soupçonnés, d'un nombre excessif de DCP sur la biologie

des thons et des espèces associées aux DCP (par exemple modification de la croissance et des migrations), tant des thons que des autres espèces associées aux DCP (coryphène par exemple) (Marsac et al. 2000, Taquet 2000).

Le présent document constitue une première analyse de ces possibilités de moratoire.

DONNÉES ET MÉTHODES

Ce document repose essentiellement sur l'analyse des données de prises efforts et tailles capturées par les senneurs de tous les pays fournissant des données à l'IOTC (de 1991 à 1998): prises, efforts de pêche et tailles des débarquements par espèce. Les données disponibles sur les senneurs sont en grande majorité de bonne qualité⁶ : bons livres de bord et bon échantillonnage des espèces et des tailles débarquées sont pleinement disponibles sur support informatique. Ces données permettent de réaliser des analyses fines des effets probables à court terme des projets de moratoires. Les quantités rejetées (thons et autres espèces associées) sont malheureusement très mal connues, et elles ne sont donc pas prises en compte dans ces analyses (sauf ponctuellement quelques observations réalisées par des scientifiques et qui seront utilisées de manière exploratoire et à titre indicatif).

L'objectif de l'analyse est d'estimer les pertes totales de captures à court terme qui résulteraient de ces projets de moratoire, ainsi bien sur que les quantités de petits patudos et albacore (i.e. inférieure à la taille biologique optimale) qui seraient épargnés à court terme par ces mesures (baisse de la mortalité par pêche). Les simulations des bénéfices prévisibles à moyen ou long terme sont malheureusement quasi-impossibles du fait de l'absence actuelle d'analyse cohérente de l'état des stocks visés (donc une méconnaissance des F par âge).

L'analyse porte sur les données statistiques mensuelles soumises à l'IOTC, avec une stratification des prises en bancs libres et objets flottants, et après une correction spécifique visant à estimer sans biais les proportions des trois espèces principales albacore, listao et patudo.

Les données de tailles utilisées sont de deux types :

- Celles extrapolées à 100 % des prises débarquées, mais en supposant dans les traitements des tailles homogènes au sein de chaque trimestre et dans de grandes zones.

⁶ Ceci jusqu'en 1997 ; des problèmes statistiques semblent apparaître dans les bases de données en 1997 et 1998 et ils sont en cours d'analyse.

- Celles des mensurations brutes par 1° et mois, pondérées aux prises échantillonnées, mais sans aucune substitution spatio-temporelle.

L'analyse actuelle porte principalement sur les données de la période récente, 1991-1998. Les données de 1999 ne sont disponibles que depuis peu de temps et elles semblent être entachées d'erreurs sérieuses quand à la composition spécifique et aux tailles des captures (les prises totales par zones et secteurs étant elles correctes) et ne sont donc que marginalement employées dans la présente étude. Les données antérieures à 1991 (soit depuis 1982 : prises, efforts et tailles) sont disponibles, et donc examinées si besoin est.

TYOLOGIE DE LA PECHERIE SOUS OBJETS FLOTTANTS : PREMIER CHOIX D'UNE STRATE LOGIQUE POUR LE MORATOIRE

La typologie de la pêcherie thonière à la senne dans l'Océan Indien est bien résumée par des « diagrammes camemberts » montrant, dans les zones de la figure 2, la saisonnalité des captures mensuelles par espèce et par zone (cf figure 3), par mode de pêche (banc libre ou sous objets), ainsi que par des cartes des prises sous objets flottants (figures 4 et 5).

La présente étude utilise, outre les secteurs de base de 1 degré, des regroupements de données par grands secteurs de pêche de la figure 2; leur validité a été bien montrée lors de diverses études de la pêcherie (Pianet et al. 2000)

La figure 3 montre bien la grande régularité des captures pour la plupart des zones et saisons de pêche des senneurs dans l'Océan Indien, tant sur bancs libres que sur objets flottants. Cette régularité des zones et saisons de pêche constitue un élément très favorable pour mettre en œuvre une gestion par fermeture de strates spatio temporelles.

La figure 4, cartes des prises moyennes sous objets flottants de 1991 à 1998, montre bien qu'il existe dans l'Océan Indien trois principales zones de pêche sous objets flottants (et dont la saisonnalité apparaît figure 3):

- Canal du **Mozambique** : fortes captures saisonnières de Mars à Mai. Cette pêcherie montre une grande régularité de sa saisonnalité. On note dans ce secteur un certain équilibre des prises sous DCP et en bancs libres : en moyenne 64% des captures de la zone sur DCP et 36% sur bancs libres.
- Secteur **NW des Seychelles** : fortes captures sous DCP, mais réalisées durant presque toute l'année, mais avec deux maxima de captures de Février à Avril, puis de Juin à Novembre. Les prises sur bancs libres sont aussi importantes dans ce secteur(en majorité du gros albacore).
- Secteur **Est Somalie** : très fortes captures régulières, avec des maxima réguliers en Septembre et Octobre, la saison de pêche se déroulant de Août à Novembre (avec une tendance à s'allonger durant les années récentes, depuis

1995, en particulier en 1999, cf figure 3). Cette pêcherie liée à l'upwelling de Somalie est très régulière et s'est déroulée aux mêmes dates et dans la même zone, avec des prises sous objets de niveaux similaires de 1984 à 1998 (figure 3). Une autre particularité de cette saison de pêche est la forte dominance des prises sous DCP qui représentent 91 % des captures moyennes de la zone en Septembre Octobre (avec très peu de variabilité interannuelle: les prises sur bancs libres n'ont jamais fourni de captures significatives dans la zone Est Somalie).

Il apparaît donc clairement que le moratoire devrait, s'il est décidé de le mettre en œuvre, être appliqué dans une telle zone et saison de captures importantes sous DCP. A l'examen de la typologie des zones de pêche sous objets flottants, le moratoire ne pourrait donc être envisagé que dans deux secteurs, celui du canal de Mozambique et/ou celui de l'Est Somalie. L'importance considérable des prises sous objets flottants dans le secteur Est Somalie, sa forte concentration géographique et temporelle, amènent à conclure que le futur moratoire devrait logiquement être mis en œuvre dans ce secteur Est Somalie, par exemple de l'Equateur à 5° Nord, de la côte jusqu'à 60° Est (tableau 1). Ce moratoire pourrait être mis en œuvre durant une fraction du deuxième semestre, autour de Septembre Octobre (figure 3), période du pic des captures dans la zone, et peut être aussi en s'étendant aux mois d'aout et/ou novembre, période où les captures sous DCP sont aussi significatives dans la zone (en particulier dans les années récentes). Un avantage notable du moratoire dans la zone Est Somalie est que, du fait de la rareté des bancs libres dans cette strate (<10%), le moratoire pourrait y être intégral, fermeture complète de la zone à la pêche des senneurs. Cette mesure de gestion serait potentiellement plus simple à mettre en œuvre grâce aux systèmes VMS dont devraient être équipés sous peu tous les senneurs. Il serait toutefois nécessaire que tous les senneurs actifs dans l'Océan, Indien aient bien ces systèmes VMS et que ces données soient centralisées auprès d'une cellule de contrôle des infractions. Un moratoire sur DCP demanderait lui 100% d'observateurs/inspecteurs, une mesure très coûteuse et très complexe à mettre en œuvre, et ceci sans donner de garantie absolue que le moratoire a bien été respecté. Les analyses des quantités capturées et des tailles par espèce seront donc réalisées dans ce secteur (et autour de celui ci) et à cette période.

ANALYSE FINE DES DONNEES HALIEUTIQUES DANS LA ZONE SOMALIE

Diverses analyses et représentations graphiques ont été réalisées et sont présentées et discutées ci après.

Cartes de pêche

Les cartes de pêches moyennes de la période, sur bancs libres et sur objets flottants, ainsi que celles de la période septembre Octobre, montrent bien les zones où les pêches sur DCP sont les plus importantes. La zone Somalie apparaît sur ce plan des DCP particulièrement importante.

Tailles des trois espèces de thons sous objets flottants dans la zone Somalie

Les fréquences de tailles moyennes des captures débarquées en provenance de ce secteur (moyenne 1991-1998) sont données pour chacune des trois espèces figure 9. Les figures 10 et 11 donnent elles des informations sur la variabilité intra année des poids moyens des échantillons dans la zone et sur celle des poids moyens des échantillons, par sous secteurs de 2° de coté dans la zone Est Somalie et autour de celle ci (de 8°Nord à 8° Sud).

L'examen de ces tailles moyenne débarquées indique que les trois espèces de thons sont le plus souvent de «bonnes» tailles pour des thons associés à des DCP : poids moyens de 7.4 kg pour l'albacore, 2.8 kg pour le listao et 4.6 kg pour le patudo (ces albacores et patudos étant en majorité immature et d'un poids inférieur à leur optimum biologique de croissance). On ne note pas par ailleurs de baisse de ces poids moyens durant les années récentes (au contraire de l'Atlantique où les poids moyens sont faibles, par exemple inférieurs à 2 kg pour le listao dans la zone moratoire, et en baisse sensible depuis 10 ans).

Les tailles d'albacore capturées sous DCP dans le secteur Est Somalie montrent une structure bimodale qui est caractéristique mondialement des prises sous DCP (Fonteneau et al 2000) qui est bien montrée par la figure 12. On constate ainsi en nombre une dominance systématique des captures de petits albacore, mais avec une fraction significative en poids de gros individus. L'importance pondérale de ces gros albacores dans ces prises sous DCP est variable selon la zone de pêche et selon la saison, comme le montre la figure 13. Cette figure montre ainsi qu'il ne semble pas y avoir de stabilité ni de règle spatio temporelle claire dans la proportion de gros et de petits albacores capturés sous DCP. Ces informations seraient logiquement à prendre en compte dans la fixation de la zone et saison du moratoire afin de minimiser les pertes de gros albacores qui résulteraient de ce moratoire, mais les données disponibles suggèrent malheureusement que la forte variabilité interannuelle des proportions gros/petits albacores, et l'absence de gradient zonal de ces proportions, ne permettent pas d'identifier une zone et saison où en moyenne les petits albacores seraient rares et les gros abondants.

Rejets de thons et de faune associée dans la zone Est Somalie

Ces rejets ne sont jamais notés dans les livres de bords et ils ne peuvent être estimés qu'à partir des quelques observations réalisées par des observateurs scientifiques. Les informations

potentiellement disponibles dans l'Océan Indien sont de quatre sources indépendantes:

- Observateurs seychellois de la SFA, années 1980 et début 1990
- Observateurs russes de Romanov
- Observateurs scientifiques de l'Union Européenne en 1995.
- Observateurs de contrôle du moratoire sur les senneurs de l'Union Européenne en 1998.

Bien que ces données d'observateurs n'aient été collectées qu'en faibles quantités, et qu'elles soient d'une nature et qualité très hétérogène, il demeure intéressant de les examiner avec soin pour tenter d'évaluer les éventuelles particularités et les quantités des rejets (de thons et des espèces associées) dans cette région, rejets actuels qui pourraient être protégés par le moratoire. Il est important en particulier de déterminer si la bonne taille moyenne des thons débarqués ne résulte pas de rejets importants de très petits thons. Les données des observateurs, bien que fragmentaires, permettent potentiellement de répondre à cette question.

Les données des observateurs du programme faune associée de l'Union Européenne en 1995 ont été réanalysées en sélectionnant les 116 calées positives sur DCP observées par les scientifiques dans la zone Somalie. Un total de 82 tonnes de rejets (ou de faune auxiliaire non enregistrée dans les statistiques, destinée aux marchés locaux) a été estimé par les observateurs dans cet échantillon, ceci pour une capture de thons estimée à 4143 tonnes, soit 1.9 % de prises accessoires. Dans l'hypothèse où cette prise moyenne de faune associée par calée est significative et constante d'une année à l'autre, on a estimé les captures totales de faune associée qui ont pu être réalisées dans le secteur Somalie durant les années récentes. Ces chiffres sont donnés dans le tableau 2. La composition spécifique de cette faune associée est très typique de la faune qui mondialement accompagne les thons sous les objets flottants. On note une classique dominance des genres *Coryphaena*, *Elagatis*, *Acantocybium* (wahoo), la présence significative de *Balistes*, ainsi bien sûr que de petits thons, en majorité du genre *Auxis*, mais aussi des taille trop petites des espèces de thons visées par la pêcherie. On note chez les requins une large dominance pondérale de *Charcharinus falciformis* (83%) et la présence significative de *Charcharinus longimanus* (9%).

Year	1995	1996	1997	1998	Average
Small tunas	152	253	373	290	267,1
Elagatidae	75	126	185	144	132,5
Wahoo	52	87	128	100	91,9
Balistidae	34	56	83	65	59,5
Coryphaena	110	183	270	210	193,2
Other	30	50	73	57	52,3
Total reg. Fishes	424	706	1038	809	744,3
M.indica	5	8	12	10	8,8
M.nigricans	4	7	10	8	6,9
T.audax	7	11	17	13	12,0
F.Ist iophoridae	1	1	2	2	1,4
I.platypterus	1	1	2	2	1,4
Total billfishes	17	29	43	33	30,5
C.falciformis	205	341	501	390	359,3
C.longimanus	23	39	57	45	41,2
Rays	10	17	25	19	17,7
Other sharks	10	17	25	19	17,9
total sharks	248	414	608	474	436,1
total fishes by -catch	690	1149	1689	1315	1210,8
total prise thon DCP Somalie	46598	69280	85633	48473	62496

Ces prises et rejets de faune auxiliaire s'élevaient à un niveau de seulement 2 % des prises de thons, soit entre 700 et 1700 tonnes annuelles de rejets (ou ventes sur des marchés locaux, ceci dans une proportion inconnue). La mise en œuvre du moratoire sur DCP entraînerait donc logiquement une diminution des mortalités accidentelles de cette faune associée aux DCP, faune le plus souvent rejetée par les senneurs. Toutefois, si les chiffres actuels sont significatifs, le volume total de ces captures ne serait que relativement modeste, moins de 1500 tonnes en moyenne annuelle. Cette estimation n'est bien sûr valable que (1) si les observations faites en 1995 sur les senneurs de l'Union Européenne sont représentatives de l'année 1995 (ce qui n'est pas démontré puisque seulement 10% des calées réalisées en 1995 dans la zone ont été observées) et que (2) si ces prises accessoires associées à chaque calée moyenne sont stables d'une année à l'autre. On peut noter pour soutenir la validité de ces hypothèses la grande similarité des observations de Romanov 2000 dans la zone (période 19886-92) et de celles des observations réalisées en 1995 sur les senneurs européens : tant les prises par calée de faune accessoire que leur composition spécifique sont très proches dans ces deux jeux de données indépendantes.

Malheureusement la biomasse de toutes ces espèces accessoires demeure totalement inconnue à l'échelle de l'océan Indien, ainsi donc de même que les mortalités par pêche accidentelles de ces prises accessoires. Il est donc impossible de juger si ces mesures de protection pourraient avoir un effet positif ou nul sur ces ressources. Pour certaines espèces dont la biomasse est probablement énorme, par exemple les *Auxis*, il est très clair que les quelques centaines de tonnes de rejets estimés ne peuvent pas avoir d'effets sur la ressource. Pour certaines espèces rares, il est parfois possible que les rejets, même faibles quantitativement, puissent avoir des effets négatifs significatifs sur certaines petites sous populations en danger (cas potentiel de certaines

tortues ?). Ce danger potentiel mérite d'être bien pris en compte si de telles espèces présentes sous DCP sont identifiées (ce qui malheureusement n'est pas le cas actuellement, faute d'études scientifiques dans l'Océan Indien).

COURANTS SUPERFICIELS DANS LA ZONE SOMALIE ET DERIVE DES DCP

Les DCP placés par les pêcheurs dans une zone de pêche ou en amont de celle ci dérivent selon les courants de surface. Les pêcheurs de thons ont bien entendu acquis une remarquable connaissance⁷ de ces courants de surface dans les zones de pêche, et ils utilisent largement ces connaissances sur les dérives des DCP, associées à celles des zones de présence des thons, pour poser "au mieux" et visiter à bon escient leurs DCP. Il est ainsi très probable que si un moratoire est mis en œuvre dans une zone de pêche quelconque, les pêcheurs seront portés à utiliser au mieux leurs vastes connaissances sur les courants pour positionner au mieux leurs DCP en fonction des frontières spatio temporelles du moratoire. Il est par exemple logique que des DCP qui seraient positionnés intentionnellement dans la zone du moratoire avant sa fermeture, dériveraient hors de celui-ci, ce qui permettrait de capturer les thons associés aux DCP dérivants. Il est donc important que les connaissances scientifiques sur les dérives des DCP dans la région du moratoire soient bien prises en compte et intégrées dans le projet de moratoire. La trajectoire et la vitesse des courants conditionneront en particulier la taille et la forme de la zone qui serait fermée à la pêche : en effet on peut imaginer une zone de moratoire petite et balayée par un fort courant: il

⁷ La connaissance des courants de surface acquise par les patrons des senneurs dans les zones de pêche sous DCP est probablement meilleure que celle des océanographes, même si elle est difficile à synthétiser.

serait alors facile pour les pêcheurs de positionner leurs DCP aux frontières de la zone en les récupérant quelques semaines plus tard chargées de poissons à la sortie de la zone du moratoire.

Les fichiers des dérives des bouées scientifiques dans le secteur Somalie ont pu être obtenues grâce à l'obligeance du centre NOAA de Miami. Quelques exemple des trajets observés durant la période juillet à Novembre sont donnés figure 15. Les vitesses moyennes mensuelles des dérives de ces bouées sont données ci après (5°S-0°N, jusqu'à 65°E).

Mois	7	8	9	10	11
Vitesse (nœuds)	0,76	0,89	0,59	0,76	0,94

On peut donc considérer que la dérive moyenne de ces bouées serait lente, avec une tendance à ne pas rester piégées dans le secteur Somalie. Ces observations scientifiques demanderaient à être confirmées et précisées par des très nombreux trajets de DCP placés dans la zone, en particulier dans la zone cotière de l'upwelling et dans la zone de pêche principale où les courants sont probablement différents de la zone est..

EFFETS PROBABLES A COURT TERME DES FERMETURES SAISONNIERES DE LA PECHE EN SOMALIE

Hypothèses de travail

Les évaluations des conséquences à court terme des fermetures peuvent être faites en première approximation dans trois hypothèses, dont seules les 2 premières peuvent être évaluées quantitativement:

H1, hypothèse pessimiste: le moratoire se traduira par une perte sèche de toutes les prises habituelles dans la strate qui sera fermée. Dans cette hypothèse abusivement pessimiste, les senneurs qui au préalable pêchaient dans la strate du moratoire, ne pêcheraient plus rien durant le moratoire.

H2: hypothèse médiane: tout l'effort de pêche qui s'exerçait antérieurement dans la strate du moratoire se redistribuera dans les autres zones non fermées à la pêche, et les senneurs seront capables d'obtenir dans ces zones de pêche secondaires mais classiques, les mêmes rendements que ceux obtenus précédemment. Il est très probable que cette hypothèse n'est pas réaliste: tout indique en effet qu'un effort de pêche beaucoup plus important qu'au préalable ne permettrait probablement pas de maintenir les rendements antérieurs hors de la zone Somalie. Il faut en effet noter que si ces rendements sont globalement assez bons (paradoxalement proches de ceux dans la zone Somalie, parfois même supérieurs !), ils sont presque toujours obtenus avec de faibles efforts locaux du fait que les efforts de pêche se concentrent dans la zone Somalie. Il est ainsi très vraisemblable que si des efforts très élevés s'exerçaient hors de la zone Somalie dans la zone actuelle de pêche, cela se

traduirait sans doute par des prises accrues, mais par des rendements en baisse marquée.

H3 hypothèse optimiste et malheureusement non testable: le moratoire entraînera les senneurs à faire de nouvelles prospections et ils trouveront de nouvelles zones de pêche, préférablement des bancs libres, qui seront exploitées avec succès. Une telle stratégie nouvelle est souvent, on l'a souvent vu, susceptible d'accroître la production équilibrée des stocks de thons.

Résultats : pertes de captures prévisibles à court terme

Les présents calculs résumés à la figure 15 qui donne les modifications prévisibles des prises dans les deux premières hypothèses pour un moratoire en Septembre-Octobre, de 5°N à l'Equateur:

H1: dans l'hypothèse pessimiste, la perte moyenne prévisible à court terme de captures totales serait de 33.000 tonnes, soit environ 20.4 % des captures moyennes annuelles de la pêcherie à la senne. Toujours dans cette hypothèse, la pêche sous DCP ne fournirait plus en moyenne que 43 % des captures totales, alors qu'elle en fournissait en moyenne 64 % dans la période 1991-1998.

H2: dans l'hypothèse médiane, la perte moyenne de captures prévisibles à court terme ne serait plus que de 7.400 tonnes, donc environ 4 % des captures moyennes annuelles de la pêcherie.

Ces calculs des pertes prévisibles à court terme ont été réalisés pour un moratoire de Septembre à Octobre, zone 5°N à l'Equateur; ils pourraient être aussi réalisés pour les autres moratoires qui seront envisagés par les scientifiques.

Résultats : estimation des réductions des F juvéniles

Il est aussi fondamental d'évaluer quelle serait, dans ces diverses hypothèses de moratoires, la réduction de captures (et donc de mortalité par pêche à ces âges) pour les patudos et les albacores de petite taille, cette réduction étant l'objectif primaire du projet de moratoire. Ce calcul a donc été réalisé en utilisant un programme informatique ad hoc (job BILLFMOR) qui analyse le fichier standard soumis annuellement à l'IOTC des captures totales mensuelles par carrés de 5°, par tailles, extrapolées à 100% des captures des senneurs et évalue les changements globaux (en % des prises totales) de captures de thons inférieurs à une certaine taille. Le fichier employé dans ces calculs est celui ayant fait récemment (Mai 2000) l'objet de diverses révisions et réajustements, et soumis à l'IOTC en Juin 2000. Ces réductions des captures de juvéniles ont été capturées à titre indicatif pour trois hypothèses de moratoires:

- M1 : le moratoire de base, interdiction de pêche sur DCP de Septembre à Octobre, zone 5°N à l'Equateur.
- M2 : le même moratoire élargi à tous les modes de pêche (DCP et bancs libres) dans la zone qui serait intégralement fermée,

- M3 : un moratoire DCP dans la même zone, mais élargi de Aout à Novembre.

La figure 16 montre les réductions potentielles maximum des prises de juvéniles et donc les gains maximum de mortalité par pêche sur les albacores et patudos juvéniles (ici ceux de moins de 3 kg) dans l'hypothèse où les captures de petits albacores et patudos dans la zone deviennent nulles.

Les réductions potentielles de mortalité par pêche dans ces trois cas seraient identiques pour les petits albacores et petits patudos, soit de 22, 30 et 32% pour ces 3 moratoires M1, M2 et M3 (ces chiffres supposant que d'autres petits albacores et patudos ne seront pas ciblés dans d'autres secteurs par les senneurs, suite au transfert des efforts de pêche (soit une hypothèse H1 sur le non transfert des efforts de pêche durant le moratoire). Si les senneurs sont à même d'exploiter efficacement des DCP hors de la zone du moratoire, cette baisse des mortalités par pêche due au moratoire DCP serait réduite d'autant.

CONSEQUENCES PROBABLES A MOYEN ET A LONG TERME DE CE MORATOIRE

Généralités

Il est structurellement difficile, voire impossible, de prévoir les effets à long terme de quelconques moratoires en l'absence d'analyse de l'état des stocks de thons concernés et en ignorant tout des taux de mortalités par pêche par âge qui sont actuellement exercées par les diverses pêcheries. Des analyses préliminaires, même approximatives, devraient donc être logiquement réalisées pour tenter d'estimer les ordres de grandeur de ces taux F par âge, puis de les utiliser comme hypothèse de travail dans les projections des effets potentiels de moratoires.

Estimation des mortalités par pêche par âge des trois espèces, albacore, patudo et listao.

Les mortalités par pêche des trois espèces considérées n'ont malheureusement pas encore été évaluées par les scientifiques de la CTOI, ni par des modèles globaux, ni par les modèles analytiques qui auraient permis de connaître les mortalités par pêche totales et régionales subies par chaque espèce dans la zone et saison du moratoire. Il est toutefois possible de conclure à présent que les trois stocks d'albacore, de listao et de patudos sont très probablement, soit assez proches de la pleine exploitation, soit peut être déjà en voie de surexploitation de croissance (soit un F actuel supérieur au F produisant la PME). Cette conclusion repose sur un faisceau d'observations :

Forte croissance probable des efforts de pêche effectifs qui s'est traduite par des niveaux de captures peu croissants ou décroissants durant les dernières années (albacore et listao), indice classique de début de surexploitation (Gaertner et Fonteneau 2000).

Forte croissance durant les années récentes des prises de patudos (juvéniles en grande majorité) sous DCP par les senneurs, ceci en parallèle d'un fort accroissement des prises

d'adultes par les palangriers: les prises de patudo par les senneurs étaient le plus souvent inférieures à 10.000 tonnes jusqu'en 1990, elles seraient supérieures à 40.000 tonnes en 1999 (si les vérifications statistiques en cours confirment les captures de patudo par les senneurs). Celles des palangriers sont passées en 10 ans de moins de 50.000 tonnes à plus de 100.000 tonnes annuelles. Ce déséquilibre de la pêcherie laisse craindre à moyen terme une diminution potentiellement dangereuse du stock de reproducteurs (qui serait elle même susceptible d'entraîner une dramatique surexploitation du recrutement, phénomène qui n'a jusqu'à présent jamais été observé pour un stock de patudo).

Niveaux moyens élevés des captures d'albacore, de listao et de patudos par unité de surface dans l'Océan Indien, au moins dans certains secteurs de l'Est de l'Océan Indien..

Les poids moyens des albacores (7.4 kg) et des patudos (4.6kg) qui sont capturés sous DCP dans la zone Somalie sont très probablement bien inférieurs aux optima biologiques de ces deux espèces de thons et bien inférieurs à la taille à la première ponte. Ces deux espèces possèdent un fort potentiel de croissance pondérale, avec des poids maxima dépassant 100 kilos et une première ponte vers un poids moyen de 15 à 20 kg.. Le degré réel de cette perte de productivité du stock dépend de la mortalité naturelle des juvéniles et du taux d'exploitation de ces deux stocks. Il est au contraire probable que le poids moyen des listaos capturés sous DCP soit proche de l'optimum biologique de cette espèce.

Effets possibles à moyen et long terme du moratoire sur la production par recrue des trois espèces

Généralités

Les effets probables des moratoires envisagés ne peuvent malheureusement pas être évalués faute de connaissances quantitatives suffisantes sur les mortalités par pêche subies par chaque espèce à chaque âge, la croissance et la mortalité naturelle de chaque stock (donnée de base nécessaire à tout calcul de ce type). On ne peut donc à ce stade que se livrer à un certain nombre de considérations d'experts, à caractère relativement intuitif, mais basées sur la connaissance de la dynamique probable de chacune de ces espèces et de la dynamique des pêcheries thonières de la région. Ces considérations sont classiques et basées largement sur les analyses de dynamique des populations réalisées dans d'autres océans sur les mêmes espèces.

Les effets probables du moratoire seraient probablement différents pour les trois espèces ciblées par la pêcherie, avec probablement le listao dans une première catégorie de thons à potentiel de croissance et longévité modérés, et l'albacore et le patudo dans une deuxième catégorie à fort potentiel de croissance et assez forte longévité (probablement supérieure pour le patudo).

Patudo et albacore

Des diagrammes de production par recrue (modèle de Ricker) sont réalisés classiquement pour ces espèces afin

de mettre en évidence les bénéfices pondéraux potentiels à attendre d'une protection des juvéniles. La typologie de ces diagrammes est bien sur fonction des mortalités par pêche en fonction de l'âge, de la mortalité naturelle et de la croissance pondérale de l'espèce, mais il s'avère que les diagrammes calculés pour l'albacore et le patudo ont souvent une typologie voisine. Un diagramme caractéristique de ces deux espèces est ainsi donné à la figure 17 (a) (exemple de l'albacore de l'Atlantique).

Un tel diagramme peut conceptuellement être extrapolé au cas de l'Océan Indien et au problème des DCPs . On peut en tirer les enseignements suivants :

- Si le stock est sous exploité, il y a peu ou aucun bénéfice pondéral à attendre d'une protection des juvéniles (par exemple d'un moratoire).
- Si le stock est pleinement exploité (ou pire sur exploité), toute protection des juvéniles serait susceptible d'entraîner une amélioration sensible de la production équilibrée, l'optimum de taille étant toujours assez élevé, en général entre 20 et 40 kg (selon l'espèce : dépendant de la croissance, des taux d'exploitation par âge et de la mortalité naturelle).

Ces résultats sont probablement qualitativement valables pour l'Océan Indien, et en particulier pour les patudos où le spectaculaire accroissement des captures de juvéniles durant la décennie 90 entraîne très probablement des mortalités par pêche significatives de juvéniles. Ils demeurent toutefois impossible de réaliser des projections des captures prévisibles suite à la mise en œuvre de tel ou tel projet de moratoire (faute de connaissances biologiques). Il est en particulier impossible de prévoir dans le détail quels engins et quelles zones de pêche tireraient un éventuel profit de ces mesures.

Listao

Les mêmes diagrammes de production par recrue (modèle de Ricker) sont aussi réalisés classiquement pour le listao. La typologie de ce diagramme est le plus souvent très différente pour le listao, comme le montrent deux diagrammes caractéristiques de cette espèce : celui donné pour le listao de l'Atlantique (figure 17b, M constant=0.8) et celui estimé préliminairement par des ASP par tailles pour le listao de l'Océan Indien (figure 18). Les conclusions tirées de ces figures sont identiques et on peut en tirer les enseignements suivants :

Que le stock soit sous exploité ou pleinement exploité (ou même surexploité) il y a très peu ou en général aucun bénéfice à attendre d'une protection des petits/jeunes individus. Il a même facilement une perte de productivité pondérale dès qu'on limite la mortalité par pêche sur des listaos relativement petits par exemple d'un poids de 2 kg. Ce résultat tient à la fois à la longévité relativement faible du listao (forte mortalité naturelle) et à la faible importance pondérale globale des captures de gros individus.

Ces résultats sont probablement qualitativement valables pour l'Océan Indien. On peut ainsi penser que logiquement le moratoire sur les DCP entraînerait des pertes sensibles de production du listao : moindres bien sur que les pertes à court terme, car certains de ces listaos devraient être capturés ultérieurement et à une plus grande taille.

Malheureusement les connaissances biologiques actuelles ne sont toutefois pas probablement pas suffisantes pour réaliser des projections réalistes de captures suite à la mise en œuvre de tel ou tel projet de moratoire.

ALTERNATIVES DE GESTION POUR LIMITER LA MORTALITE PAR PECHE DES PETITS PATUDOS (ET PETITS ALBACORES) ?

Le moratoire n'étant pas la seule mesure permettant de limiter la mortalité par pêche des albacores et patudos juvéniles, trois autres types de mesures de gestion potentiellement intéressantes seront exposées et discutées brièvement ci après.

Limitation du nombre des DCP

Il s'agit d'une idée simple et classiquement discutée dans les commissions de pêche thonière, celle de fixer une limite réglementaire sur le nombre maximum de DCP équipés de bouées émettrices que chaque senneur aurait le droit d'employer. Cette limitation, par exemple un maximum de 10 à 20 bouées par senneur, serait potentiellement efficace pour réduire les captures sur DCP, donc celles de petits patudo et petits albacores. Les plus sérieux doutes demeurent toutefois quant aux possibilités pratiques de mettre en œuvre efficacement et de contrôler l'application d'une telle mesure. Ces difficultés tiennent à la grande diversité des conditions d'emploi des DCP et à la confusion fréquente qui règne quant à leur emploi en haute mer (*turn over* élevé des DCP, vols fréquents, navires auxiliaires transportant et construisant des DCP). Cette grande complexité et grande mobilité du parc des DCP expliquent pourquoi le nombre de DCP employé par la flottille de senneurs demeurent fâcheusement très difficile à estimer actuellement. Il semble difficile dans ce contexte de limiter un nombre inconnu de DCP, ceci d'autant plus que les navires auxiliaires seraient autorisés à déployer des DCP instrumentés ou pas.

Limitation ou interdiction des captures sur les monts sous-marins

Les tailles et les espèces de thons capturées sur les monts sous marins sont très voisines de celles capturées sous les DCP (Fonteneau 1992). Les monts sous-marins permettent ainsi, comme les DCP, de capturer efficacement de grandes quantités de thons, ceci en des lieux parfaitement bien connus et aisés à explorer par les navires auxiliaires (ils y sont souvent ancrés). Ceci est par exemple le cas dans l'Océan Indien du mont sous-marin dit « Coco de mer » situé au nord de l'Equateur à 56° E et sur lequel est capturé annuellement en moyenne plus de 5.000 tonnes de thons, ceux ci ayant une composition spécifique (albacore 49%, listao 44% et patudo 7%) et des caractéristiques biologiques (tailles en particulier)

voisines de celles des thons capturés sous DCP. Les poids moyens observés sur ce mont sous marin sont ainsi de 9.0 kg pour l'albacore, 2.9 kg pour le listao et 5.1 kg pour le patudo. L'interdiction de la pêche sur ce mont sous-marin réduirait donc significativement les captures et donc les mortalités par pêche des petits albacores et petits patudos (i.e. de thons d'une taille inférieure aux optimums biologiques de ces deux espèces, au moins les ces stocks sont fortement exploités), mais bien sûr dans de faibles proportions, en comparaison des moratoires envisagés dans le secteur Est Somalie.

Limitation ou interdiction des navires auxiliaires

Les navires auxiliaires ont dans la pêche thonière pour objectif d'assister les senneurs dans leur gestion et leur suivi des DCP. Ces navires auxiliaires travaillent en général pour un armement, leur objectif étant de maximiser l'efficacité et les captures sous DCP de la flottille de senneurs qu'elles soutiennent. Actuellement, dix de ces navires auxiliaires seraient actifs dans l'Océan Indien en appui de la pêche des senneurs dans leur pêche sur objets flottants (et aussi sur les monts sous-marins). **Ces navires auxiliaires sont donc une partie intégrante de l'effort de pêche des senneurs visant les DCP.** Malheureusement, aucun suivi statistique de ces navires, ni aucune étude scientifique de leur contribution à l'accroissement de l'efficacité des senneurs n'a été réalisée à ce jour faute de données (ni dans l'Océan Indien, ni dans les autres océans). L'IATTC a tenté de prendre cette mesure de gestion dans le Pacifique Est, mais a dû y renoncer certains de ses pays membres y ayant fait objection.

Il est extrêmement probable que l'interdiction de ces navires serait une mesure de gestion qui réduirait les captures et les mortalités par pêche des thons sur DCP, probablement d'une manière significative.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Les données disponibles sur la pêche des senneurs permettent aisément de définir des projets de moratoires de la pêche sur objets flottants qui seraient à même de réduire significativement les captures de petits albacores et de petits patudos, ainsi que les rejets de faune associée observés dans la pêche sous objets flottants (thons et espèces associées). Ces analyses scientifiques des données permettent de proposer divers *scenarii* de moratoires qui auraient des conséquences plus ou moins dures à supporter pour les armements des senneurs. Il apparaît clairement que le moratoire le plus efficace biologiquement devrait être mis en œuvre dans le secteur Est Somalie pendant une période d'au moins deux mois, par exemple en Septembre et Octobre. L'ampleur des sacrifices qui seront acceptés par les senneurs pour diminuer la pêche sous objets flottants et les captures de thons juvéniles sera un choix largement politique. Il est évident que cette zone et saison de pêche sont l'une des meilleures de la pêche thonière dans l'Océan Indien et que son abandon serait une mesure difficile à supporter par les professionnels. Ceci d'autant plus que les thons capturés sous DCP dans la région, sont bien en deçà des optima

biologiques du patudo et de l'albacore, mais ne sont toutefois pas de très petites tailles, le listao étant lui à une taille proche de son optimal biologique.

Les conséquences exactes de ces moratoires demeurent malheureusement impossibles à prévoir avec précision :

- Les effets à court terme dépendront beaucoup et de manière très difficile à prévoir du comportement des flottilles de senneurs durant le moratoire, et des zones et méthodes de pêche qu'ils mettraient en œuvre, faute de pouvoir pêcher sur DCP dans le secteur Est Somalie
- Les effets à court terme dépendront aussi beaucoup, et de manière tout aussi difficile à prévoir, des flottilles qui n'appliqueraient pas le moratoire (par exemple celles de pays non contractants et non coopérants à l'IOTC). On a ainsi vu dans la mise en œuvre par l'ICCAT d'un moratoire comparable de la pêche sous DCP, qu'une petite flottille qui n'applique pas le moratoire est capable, par les rendements très élevés qu'elle obtient dans la zone fermée, de réduire à néant les effets à court terme escomptés du moratoire.
- Les effets à long terme du moratoire seront fonction de l'état actuel des divers stocks, états qui demeurent malheureusement très mal connus. Ainsi, les bénéfices seront probablement significatifs pour l'albacore et le patudos si ces deux stocks sont fortement exploités, mais ils risquent d'être faibles ou nuls si ces stocks ne sont pas pleinement exploités ou si les captures de patudos et albacores juvéniles demeurent importantes malgré le moratoire..
- Si les observations actuellement disponibles sur les rejets de faune auxiliaire sont significatives des rejets réels, les effets positifs du moratoire sur la faune auxiliaire seraient probablement faibles ou nuls, du fait des rejets apparemment faibles dans les pêches sous DCP de la région. Ceci reste à vérifier du fait que très peu d'observations scientifiques sont disponibles sur cette faune auxiliaire.

En conclusion, la mise en œuvre de limitation des captures de patudos et d'albacores juvéniles est un objectif de gestion logique pour les stocks de thons de l'Océan Indien qui sont probablement fortement exploités (même s'il reste indispensable de mieux évaluer ces taux d'exploitation). La mise en œuvre de moratoires sur DCP serait une solution logique qui permettrait d'atteindre cet objectif de gestion. D'autres mesures pourraient aussi être envisagées positivement, sans doute en complément plus qu'en alternative, par exemple celles limitant les activités des navires auxiliaires ou les captures sur les monts sous-marins (où les tailles des thons sont très voisines de celles sous les DCP).

Toutes ces mesures de limitation des pêcheries seraient en fait essentiellement des mesures de gestion précautionneuse

des stocks de thons, patudos et albacores en particulier, mais aussi de préservation des écosystèmes pélagiques hauturiers. En effet il est clairement impossible de justifier ces mesures par des analyses statistiques et des modèles prévisionnels de dynamique des populations, ceci faute de connaissances suffisantes sur l'état actuel des ressources thonières et des écosystèmes. Ceci tient simplement au fait que les pêcheries thonières de l'Océan Indien se sont développées beaucoup

plus vite que les recherches. Il en résulte que les stocks de thons sont sans doute pour la plupart pleinement exploités, peut être certain surexploités, mais l'absence de connaissances biologiques, due en particulier à l'absence de campagnes de marquages, ainsi que les carences statistiques, interdisent encore malheureusement toute évaluation solide de leur état.

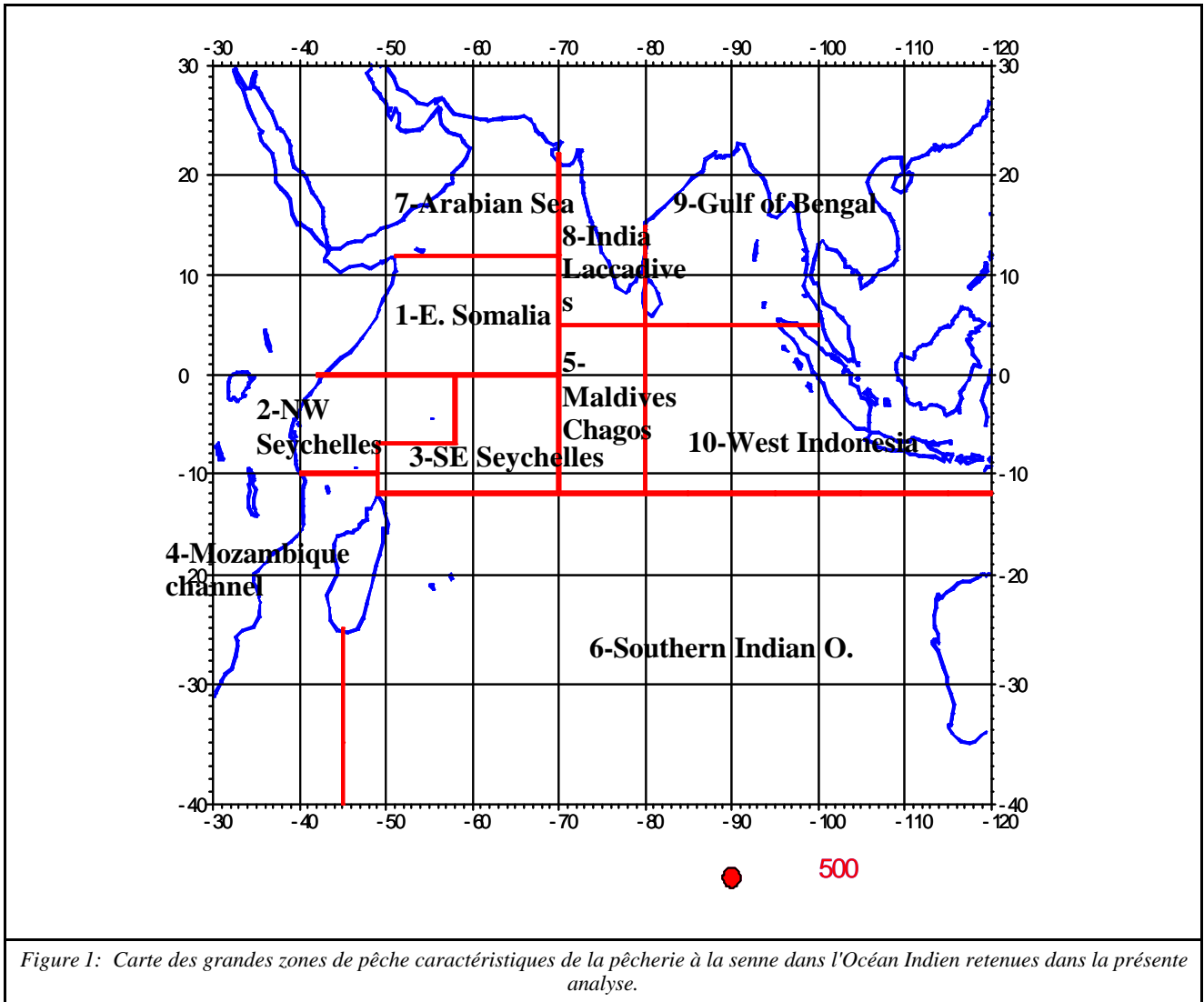
BIBLIOGRAPHIE

- ALVERSON D.L., M.H. FREEBERG, S.A. MURAWSKI AND J.G POPE, 1994: A global assessment of fisheries by-catch and discards, FAO Fish. Tech. Pap. 339, 233p.
- AN FAO 1995. Precautionary approach to fisheries, Fish. Tech. Pap. 350
- AN ICCAT 1999. Rapport de la période biennale 1998-1999, Vol 1.
- AN IATTC 2000. Annual report of the Inter-American Tropical Tuna Commission 1998.
- BAILEY K., P.G. WILLIAMS AND D. ITANO, 1996. By-catch and discards in western Pacific tuna fisheries: a review of SPC data holdings and literature. OFP Tech.Rep 34:
- EDWARDS E. AND PERKINS 1997 Estimated tuna discard from dolphin, school, and log sets in the eastern tropical Pacific ocean, 1989-92. Fish Bull 96: 210-222
- FONTENEAU A., P. PALLARES AND R. PIANET. 2000 Worldwide review of purse seiner fisheries on FADs. IFREMER, "Actes du colloque pêche thonière et dispositifs de concentration des poissons".
- FONTENEAU A. 1991. Monts sous marins et thons dans l'Atlantique tropical est. Aquat. Living Resour., Vol 4, 13-25.
- STRETTA J.M., A. DELAGO DE MOLINA, J. ARIZ, G. DOMALAIN ET J.C. SANTANA. Les espèces associées aux pêches thonières tropicales. Rapport ORSTOM/IEO BIOECO/93/05.
- MARSAC F., A. FONTENEAU AND F. MÉNARD 2000, Drifting FADs used in tuna fisheries: an ecological trap ?. Actes du colloque "Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons", IFREMER.
- PIANET R., P. PALLARES AND C. PETIT, 1998. New sampling and data processing strategy for estimating the composition of catches by species and sizes in the European purse seine tropical tuna fisheries. In Ardill D. (Ed.), 2000. Proc. of Expert Consultation on Indian Ocean Tunas, 7th session. IOTC, Victoria, Seychelles, IOTC/SP/00/01
- ROMANOV E. 1998. By-catches in the purse seine tuna fisheries in the Western Indian Ocean. 7th expert consultation on Indian Ocean tunas. Document 14.
- ROMANOV E. 2000. By-catches in the Soviet purse seine tuna fisheries on FAD-associated schools in North Equatorial Area of the Western Indian Ocean. IOTC document submitted to the Tropical Tunas Working Group.

Tableau 1 : Prises et efforts de pêche mensuels des senneurs sur DCP dans la zone du moratoire potentiel (5°N-Equateur, 60°E) et hors de cette zone

			Zone	Moratoire	0-5N			hors	Morat			
AN	mois	EFFORT	YFT	SKJ	BET	Total	pue tot	EFFORT	YFT	SKJ	BET	Total
1991	1	4	4	36	2	42	10,53	720	15198	633	761	16591
1991	2	7	80	282	17	379	54,19	539	16273	1460	927	18660
1991	3	9	268	305	32	604	67,10	889	12291	4756	943	17989
1991	4	25	233	587	39	858	34,32	867	1299	6341	289	7929
1991	5	199	533	3203	90	3825	19,22	822	3143	6303	514	9960
1991	6	75	751	1288	157	2195	29,27	871	9194	2700	849	12743
1991	7	250	2633	2156	236	5025	20,10	731	7154	2498	547	10199
1991	8	324	692	2393	264	3348	10,33	720	5789	5149	1120	12058
1991	9	438	1635	8753	695	11082	25,30	586	2820	5819	910	9549
1991	10	467	3625	10612	1198	15434	33,05	469	2202	7883	1358	11443
1991	11	214	697	2351	246	3294	15,39	704	2481	9462	1039	12981
1991	12	43	397	565	77	1040	24,18	921	4690	6390	668	11748
1992	1	38	329	348	38	715	18,81	904	8672	3478	647	12797
1992	2	5	46	183	17	246	49,10	844	8952	5232	681	14865
1992	3	7	64	90	7	161	23,00	978	5980	8175	505	14660
1992	4	7	57	128	8	193	27,59	936	5182	12882	677	18742
1992	5	43	55	317	20	392	9,12	962	5396	7958	415	13770
1992	6	21	54	68	7	129	6,14	981	4976	3565	188	8729
1992	7	22	463	196	13	672	30,54	928	15275	2401	269	17944
1992	8	202	1140	2896	229	4266	21,12	733	7921	3137	308	11366
1992	9	537	3025	13001	918	16944	31,55	420	2619	5459	490	8568
1992	10	534	4818	14600	1443	20861	39,07	403	3242	6788	608	10638
1992	11	204	795	1555	182	2532	12,41	673	6817	7323	451	14590
1992	12	4	18	56	5	79	19,68	897	5155	2874	186	8215
1993	1	11	543	413	23	979	88,97	1007	15498	2926	891	19315
1993	2	14	555	10	1	565	40,34	901	9552	3294	621	13467
1993	3	24	348	823	143	1314	54,76	1040	7346	10405	1300	19051
1993	4	19	110	520	56	686	36,08	1017	2657	13668	520	16845
1993	5	86	184	976	155	1315	15,29	898	1753	9839	252	11845
1993	6	27	130	1153	126	1408	52,15	1000	5181	5211	2091	12483
1993	7	45	181	352	86	619	13,76	1098	8851	4529	550	13930
1993	8	336	1523	5355	694	7572	22,54	867	7384	5271	486	13141
1993	9	580	3413	11690	1001	16103	27,76	548	3184	7165	379	10727
1993	10	699	4754	13465	947	19166	27,42	458	2639	6205	497	9341
1993	11	170	644	1800	117	2560	15,06	764	4438	7552	580	12570
1993	12	4	56	82	4	143	35,65	926	21671	4396	820	26886
1994	1	3	0	3	0	3	1,00	850	20889	4103	1162	26154
1994	2	4	5	52	2	59	14,80	871	15079	3466	850	19395
1994	3	18	88	277	20	385	21,41	960	11401	10091	1441	22932
1994	4	58	253	779	17	1048	18,07	924	5369	11440	1036	17845
1994	5	13	79	262	5	346	26,64	1044	9067	13006	961	23034
1994	6	74	226	542	8	775	10,48	885	3603	6302	480	10384
1994	7	334	1193	3437	187	4817	14,42	836	3327	3838	941	8106
1994	8	699	3209	12419	768	16396	23,46	510	1823	2833	515	5170
1994	9	880	3884	19746	1075	24705	28,07	283	930	3674	244	4848
1994	10	511	5570	11112	1361	18043	35,31	657	3215	11878	1039	16132
1994	11	125	669	2190	286	3145	25,16	864	3246	10120	676	14042
1994	12	16	127	492	56	675	42,19	1090	5358	12491	601	18450
1995	1	53	2317	240	151	2708	51,09	1120	9589	9568	929	20086

1995	2	36	539	504	260	1303	36,19	1016	6801	11052	2828	20680
1995	3	42	730	624	280	1633	38,89	1105	6830	11896	3324	22050
1995	4	38	441	380	73	893	23,51	1073	5768	10959	1842	18569
1995	5	43	317	555	88	960	22,32	1126	4285	11716	1213	17215
1995	6	49	292	1121	145	1557	31,78	929	12460	6095	2846	21401
1995	7	111	1026	2762	379	4168	37,55	949	13887	10248	1319	25454
1995	8	124	565	1525	178	2268	18,29	1025	9366	10639	1252	21257
1995	9	324	1670	4194	539	6403	19,76	931	9014	11007	1042	21063
1995	10	579	6758	8846	1262	16866	29,13	565	5540	8475	1111	15125
1995	11	361	3600	3749	541	7891	21,86	731	3172	5843	586	9600
1995	12	27	182	275	56	513	19,00	1108	18545	8718	643	27906
1996	1	76	1201	234	41	1476	19,42	931	4689	5351	331	10371
1996	2	15	353	319	43	715	47,67	1056	9024	7440	358	16822
1996	3	20	721	258	47	1026	51,28	1124	4759	12447	780	17986
1996	4	30	255	847	61	1163	38,75	1195	3380	10649	903	14932
1996	5	32	31	261	17	308	9,63	1183	4520	10443	838	15801
1996	6	12	73	204	29	305	25,43	1085	10127	4031	1028	15186
1996	7	84	604	1032	247	1882	22,41	1071	15119	6616	1784	23519
1996	8	340	2594	4490	1070	8154	23,98	894	12596	6928	1964	21488
1996	9	764	4975	8206	2039	15220	19,92	437	4469	3354	919	8742
1996	10	822	7423	15370	2737	25530	31,06	454	3389	5860	1351	10600
1996	11	465	4210	8766	1265	14241	30,63	566	5168	5415	1408	11991
1996	12	10	34	84	12	130	12,99	1271	12778	6434	2462	21674
1997	1	24	298	325	97	720	30,02	1251	10249	5528	1284	17060
1997	2	28	691	564	198	1453	51,88	1196	12964	9309	2639	24911
1997	3	25	713	329	107	1149	45,94	1363	12019	11587	3782	27388
1997	4	41	1202	1169	146	2517	61,40	1255	7981	10873	2070	20924
1997	5	39	350	505	68	922	23,65	1405	6114	6524	1099	13737
1997	6	22	65	105	14	184	8,35	1372	8754	2346	1511	12611
1997	7	101	293	612	138	1042	10,32	1395	9222	3183	1270	13675
1997	8	644	3644	6443	1820	11907	18,49	909	5300	5020	1631	11951
1997	9	1022	7156	11807	3279	22241	21,76	477	2531	4302	1243	8076
1997	10	883	6604	12443	1707	20754	23,50	587	4669	7061	1484	13214
1997	11	555	3853	5896	871	10621	19,14	720	4311	7817	1403	13531
1997	12	91	509	256	34	799	8,78	1219	7268	9762	2632	19662
1998	1	45	416	195	75	686	15,24	1281	6415	9517	4187	20119
1998	2	15	35	59	9	103	6,87	1239	5481	9354	3657	18493
1998	3	1	0	0	0	0	-	1358	8358	14157	3959	26474
1998	4	0	0	0	0	0	-	1403	5861	13971	1134	20966
1998	5	4	1	4	0	5	1,28	1295	4214	6673	844	11731
1998	6	190	2326	2101	715	5142	27,06	938	12675	4657	1834	19166
1998	7	245	889	2379	308	3575	14,59	1066	8044	2412	1156	11612
1998	8	724	3221	8640	1184	13045	18,02	664	3554	5467	1652	10673
1998	9	745	2988	8054	1048	12090	16,23	607	2614	6069	1324	10007
1998	10	877	3373	8329	1533	13235	15,09	655	3108	6734	1183	11024
1998	11	277	1124	3103	493	4720	17,04	1020	3454	10606	1818	15877
1998	12	64	209	606	90	905	14,14	1358	8746	5306	1902	15954



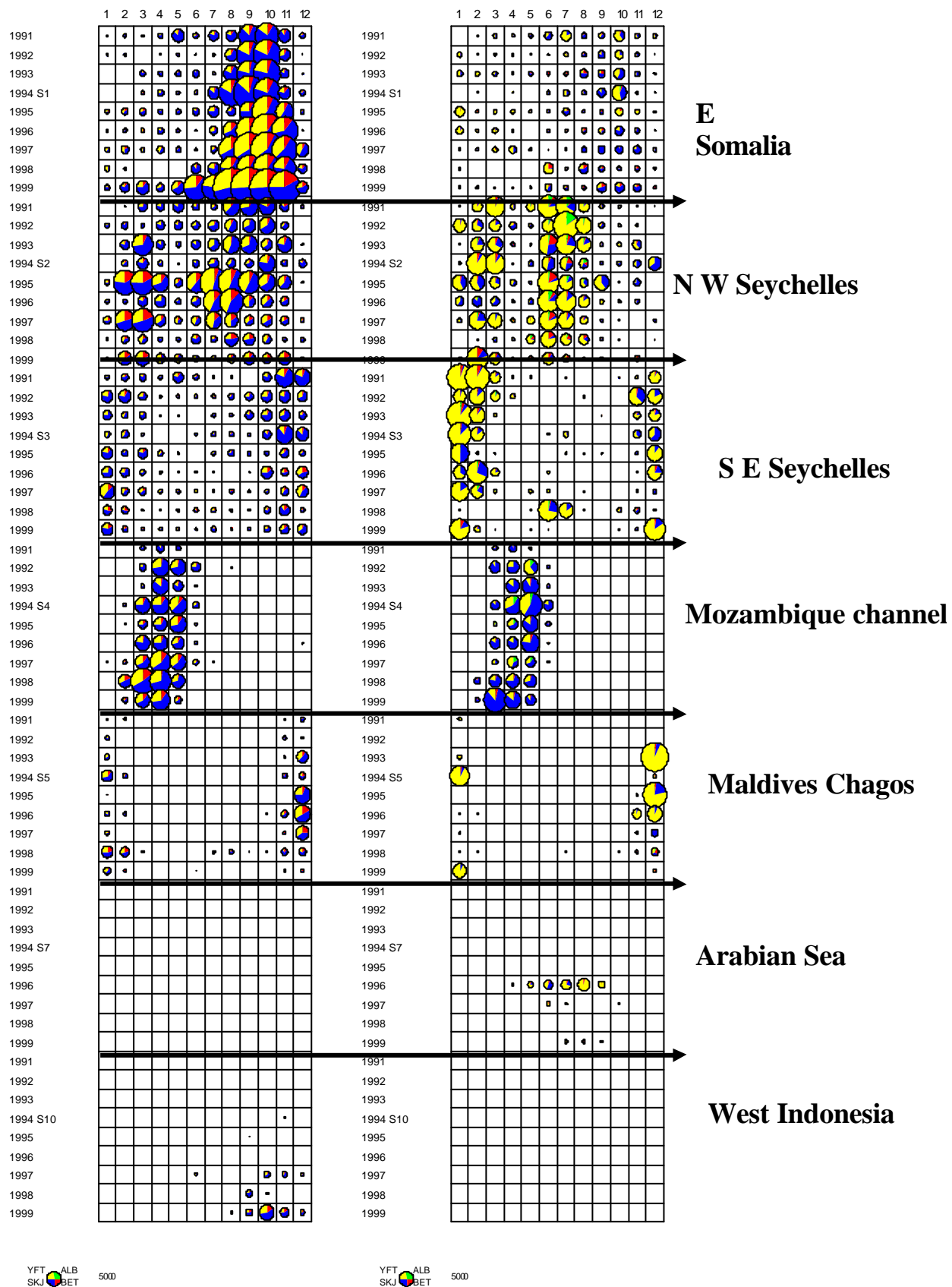


Figure 2 a : Diagramme spatio temporel des prises mensuelles sur bancs libres et sur objets flottants, par les senneurs, par secteur et par espèce, de 1991 à 1999..

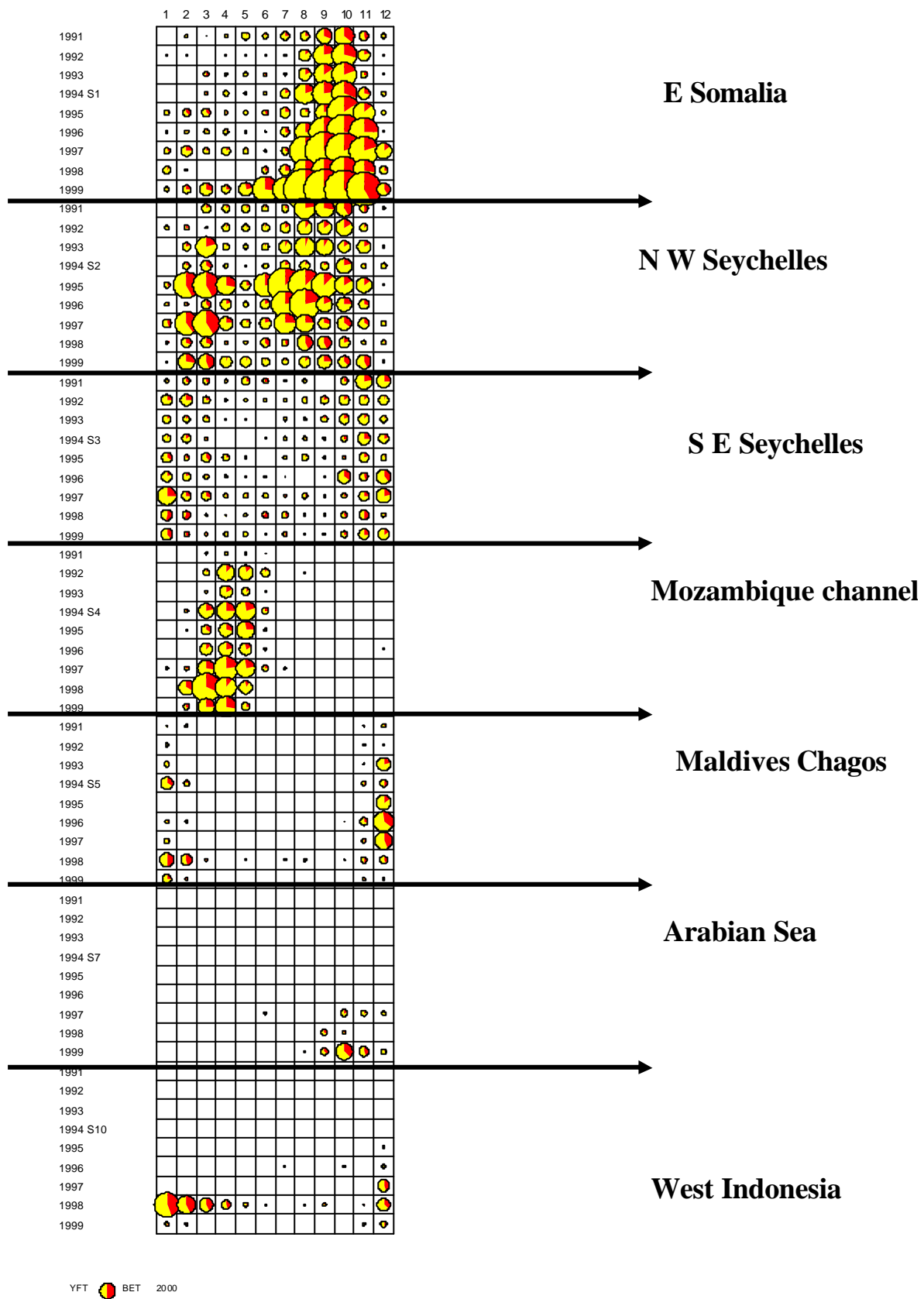


Figure 2 b : Diagramme spatio temporel des prises mensuelles sur objets flottants pour albacore et patudo, par les senneurs, par secteur de 1991 à 1999..

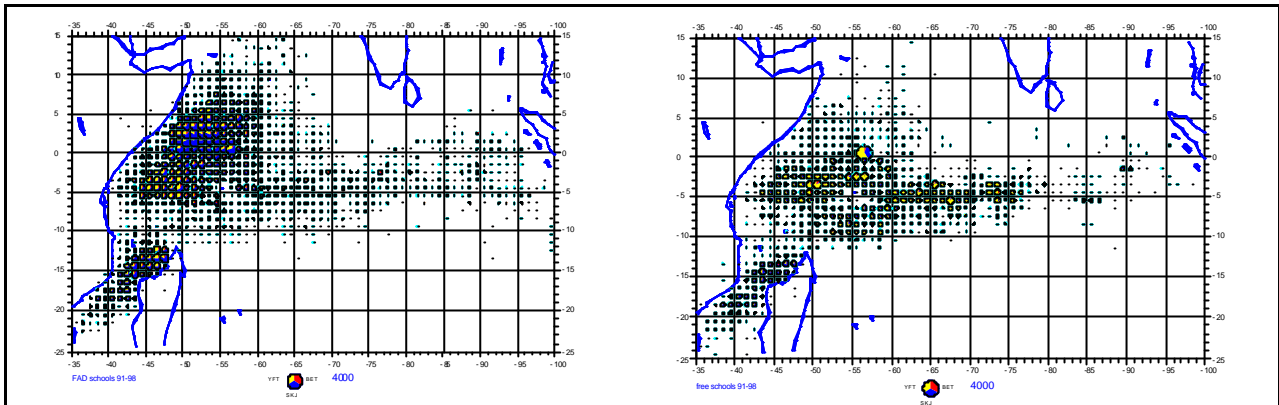


Figure 3: Cartes des prises moyennes par espèce des senneurs, de 1991 à 1998, sous objets flottants (figure 3a) et sur bancs libres (figure 3b).

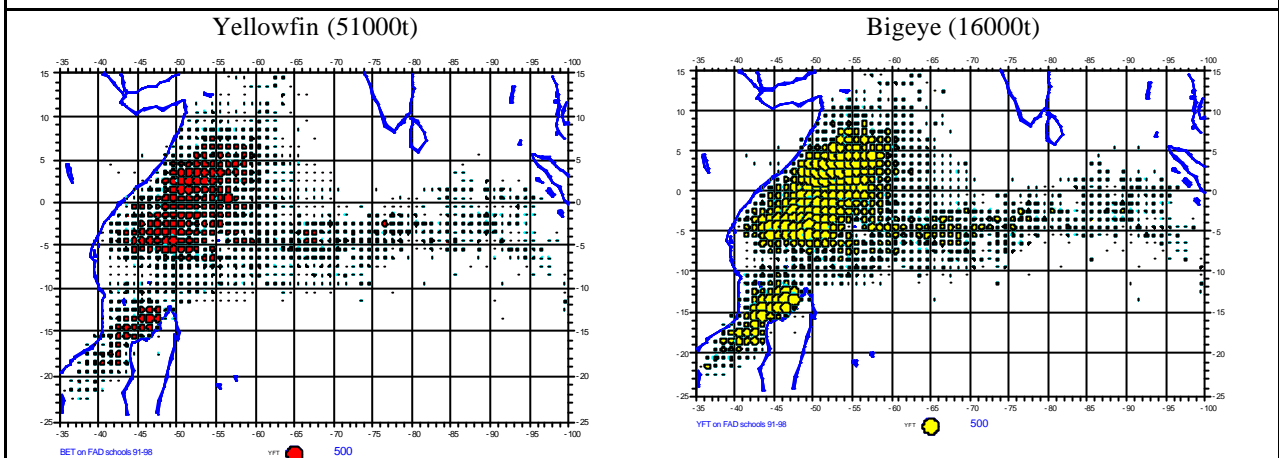


Figure 4 a et b: Prises moyennes de patudo et d'albacore sous DCP durant la période 1991-1998.

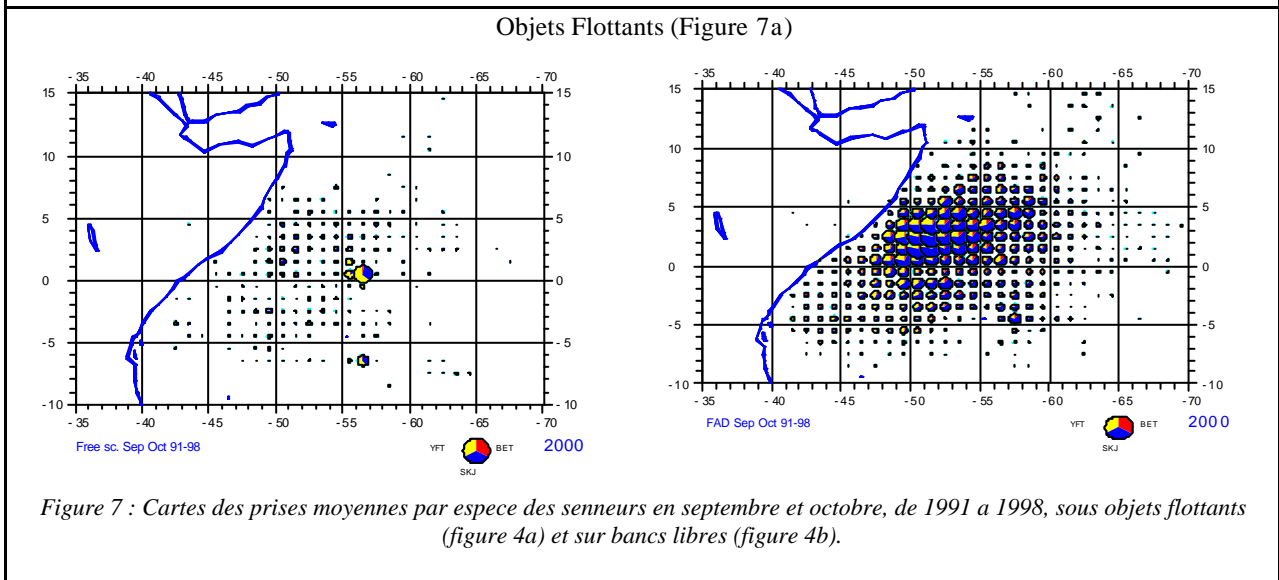


Figure 7 : Cartes des prises moyennes par espèce des senneurs en septembre et octobre, de 1991 à 1998, sous objets flottants (figure 7a) et sur bancs libres (figure 7b).

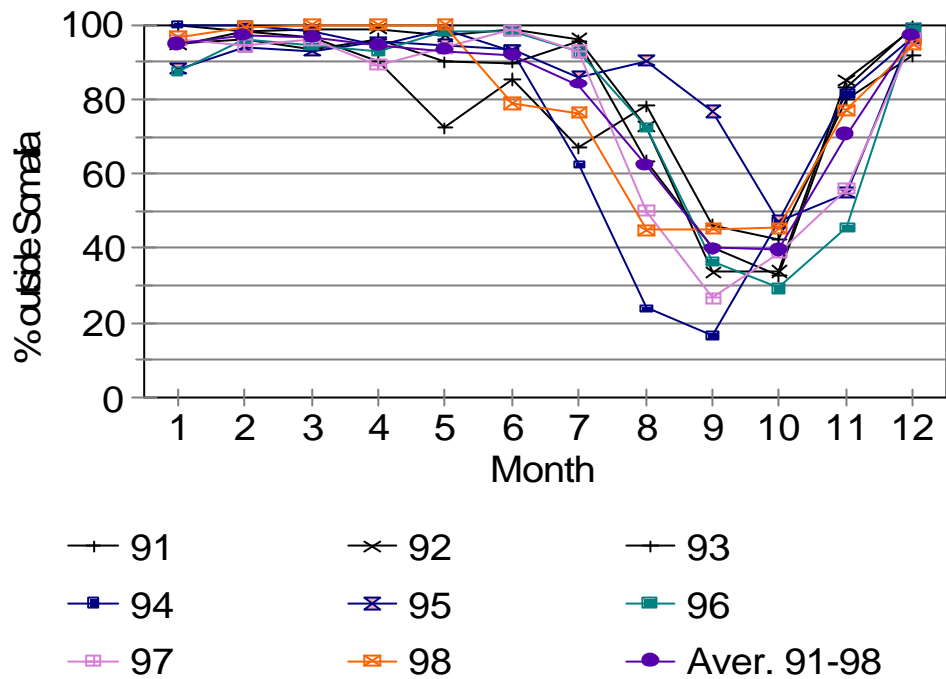


Figure 5 : Pourcentages des prises mensuelles sous DCP de 1991 à 1998 hors du secteur Est Somalie (et donc a contrario dans ce secteur Est Somalie)

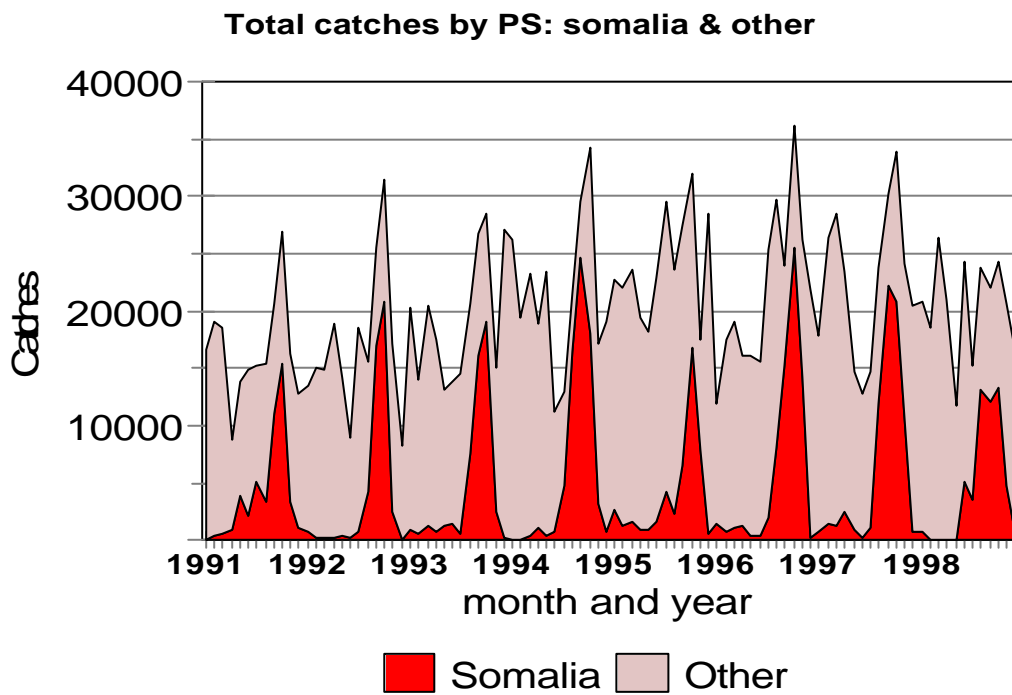
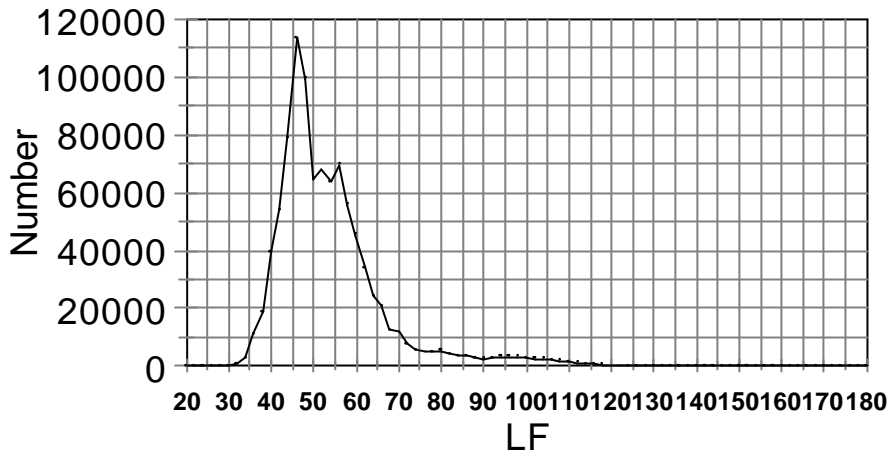


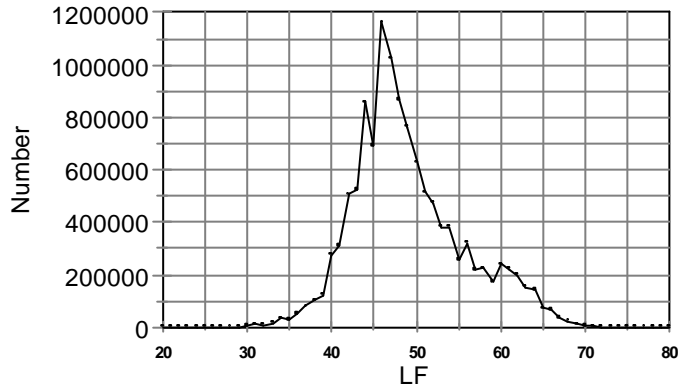
Figure 6: Prises totales mensuelles des senneurs dans l'Océan Indien, et proportion de ces prises réalisées dans le secteur Est Somalie.

Bigeye average size Somalia 9-10, 91-98



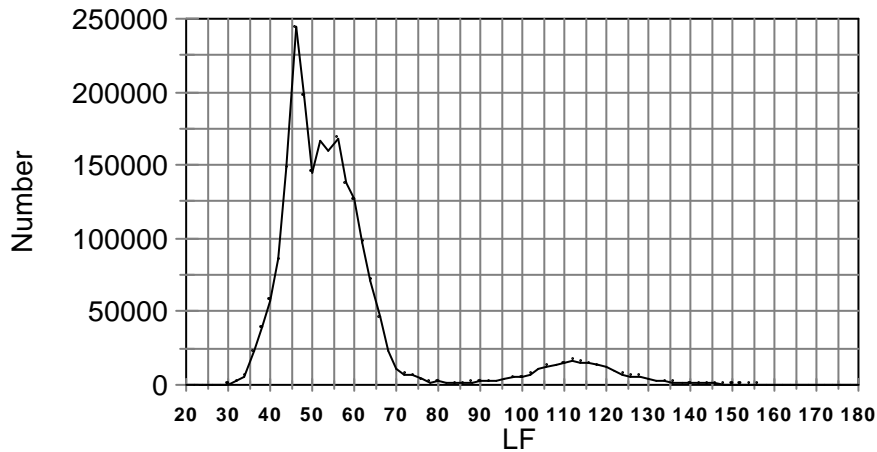
BET

Skipjack average LF Somalia 9-10, 91-98



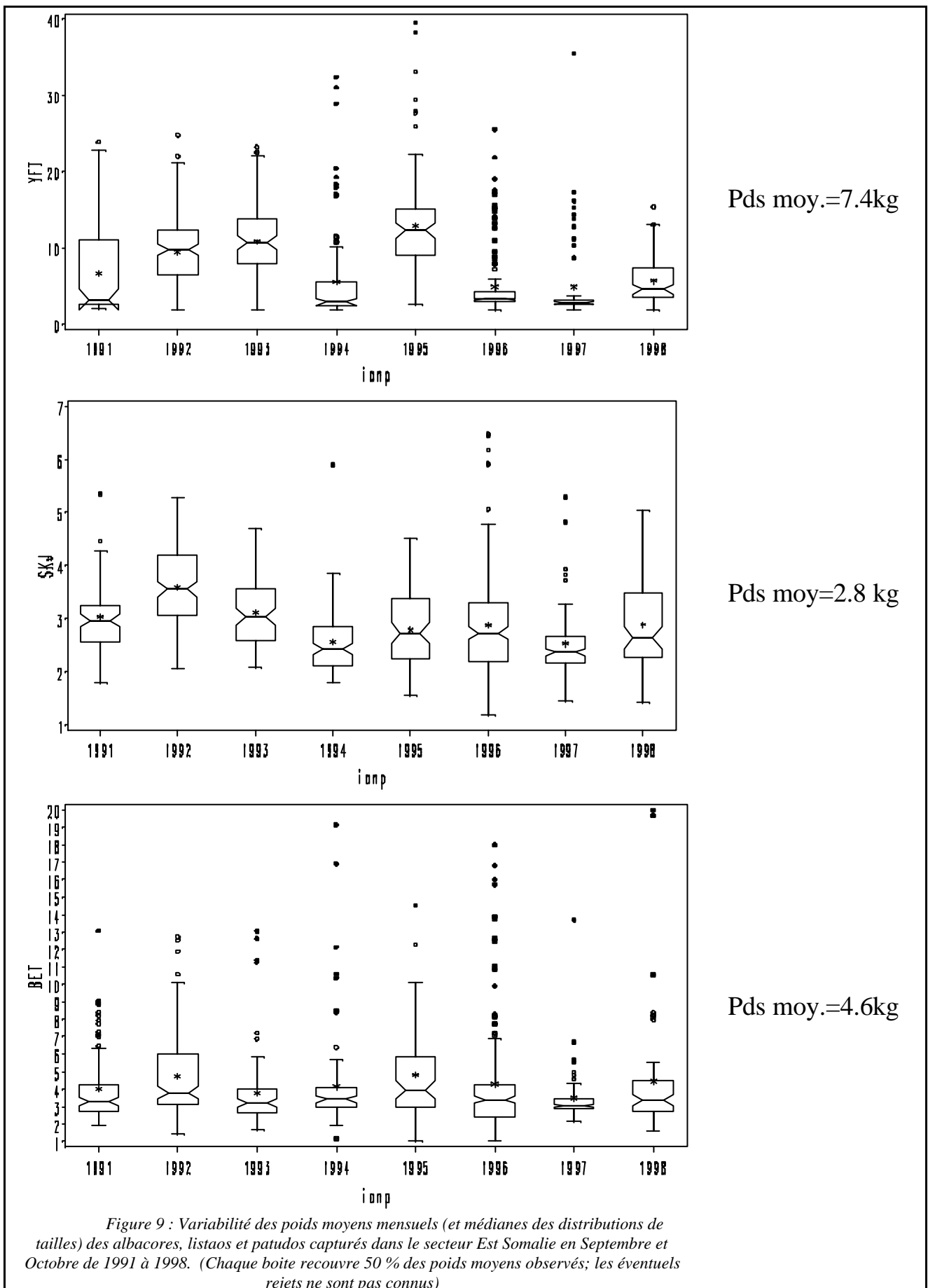
SJK

YFT average size Somalia 9-10, 91-98



YFT

Figure 8: Prises totales moyennes par taille (moyennes 1991-1998) des albacores, listaos et patudos capturés dans la zone Somalie (5°N-Equateur, de la côte à 60°E).



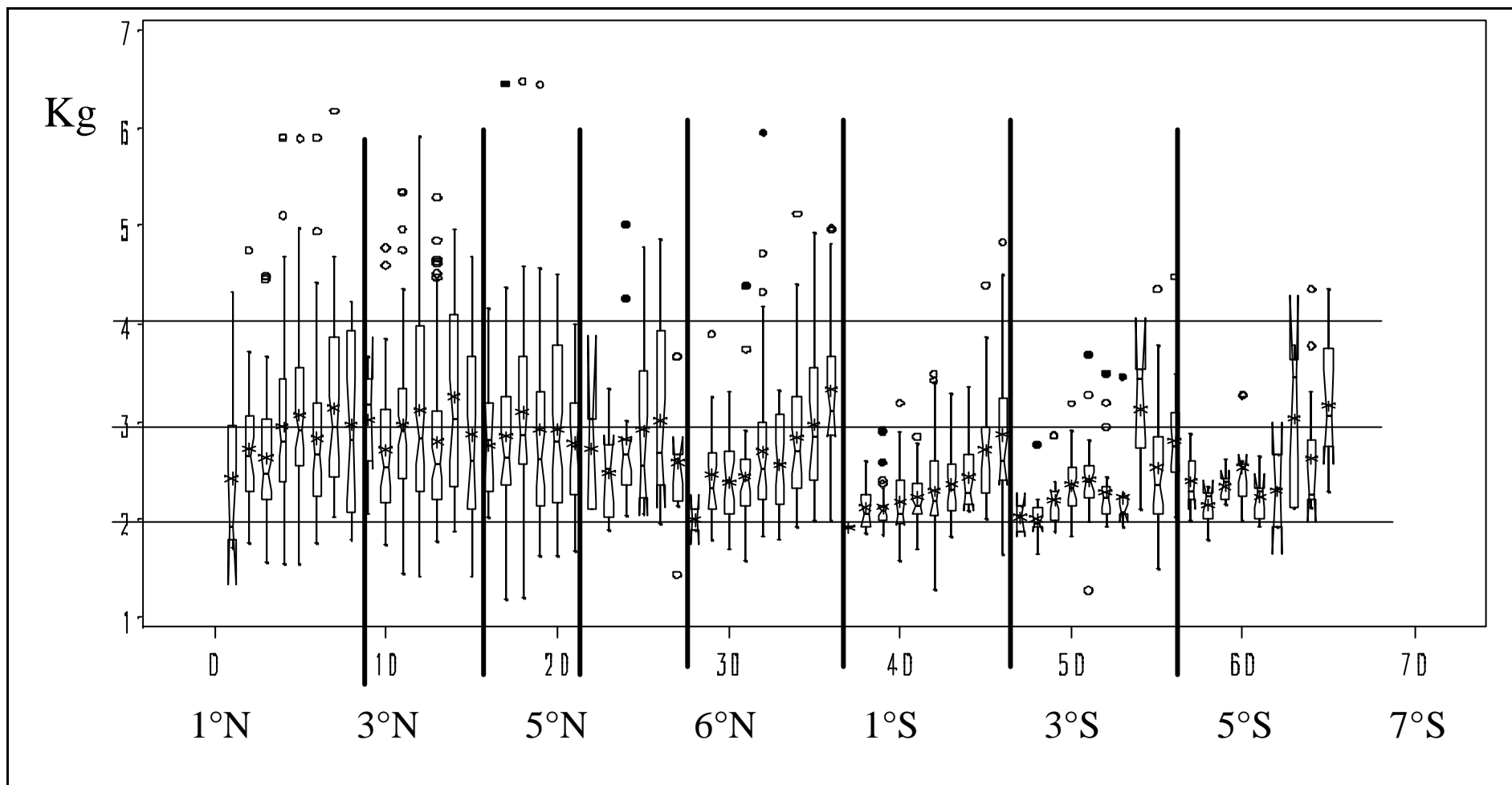
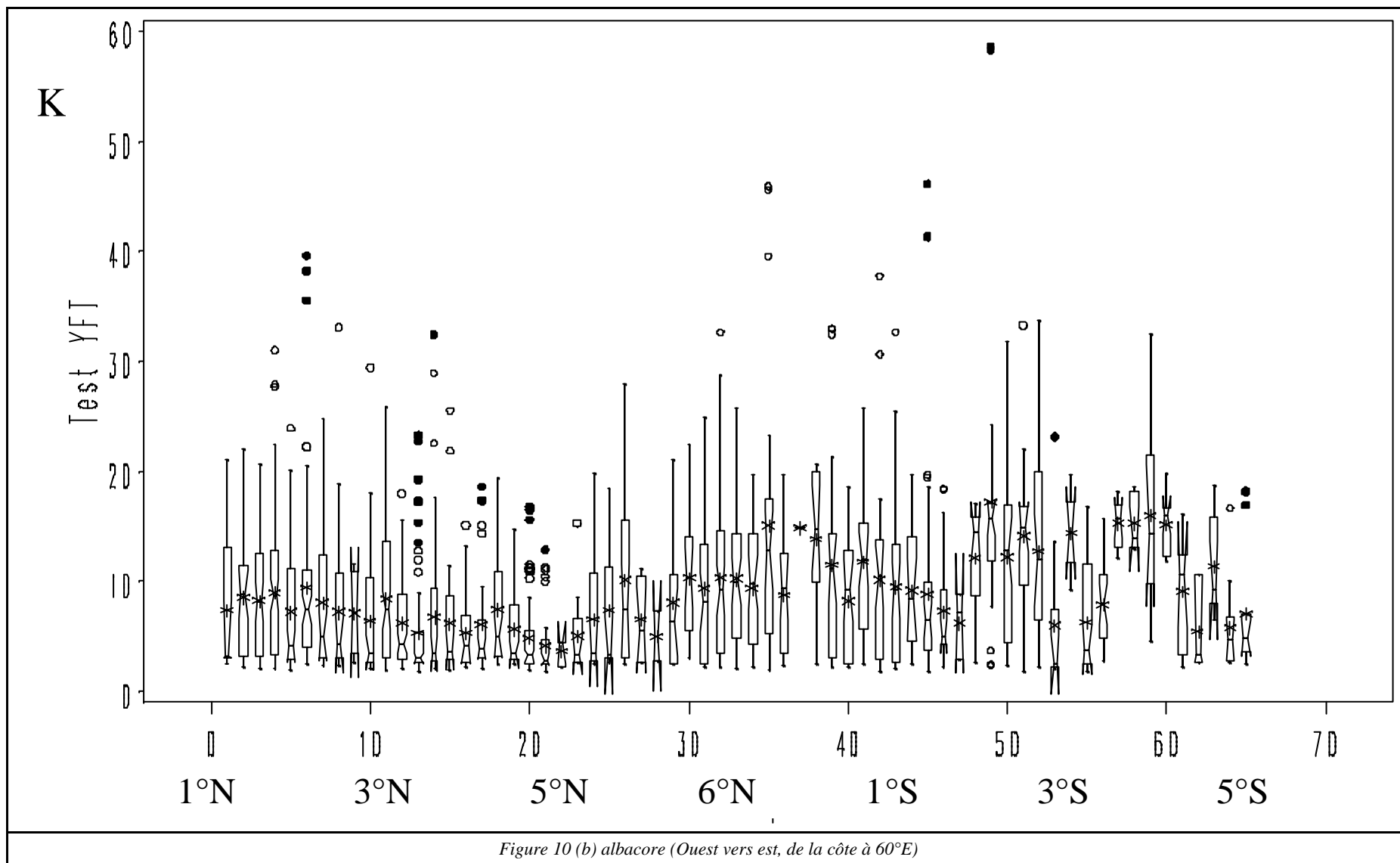


Figure 10 (a) listao (Ouest vers est, de la côte à 60°E)

Figure 10: Variabilité des poids moyens mensuels (et médianes des distributions de tailles) des albacores, listaos et patudos capturés de 8°N à 8°S jusque 60°E, par secteurs de 2°*2°, en Septembre et Octobre de 1991 à 1998 (Chaque boîte recouvre 50 % des poids moyens observés des échantillons; les éventuels rejets ne sont pas connus).



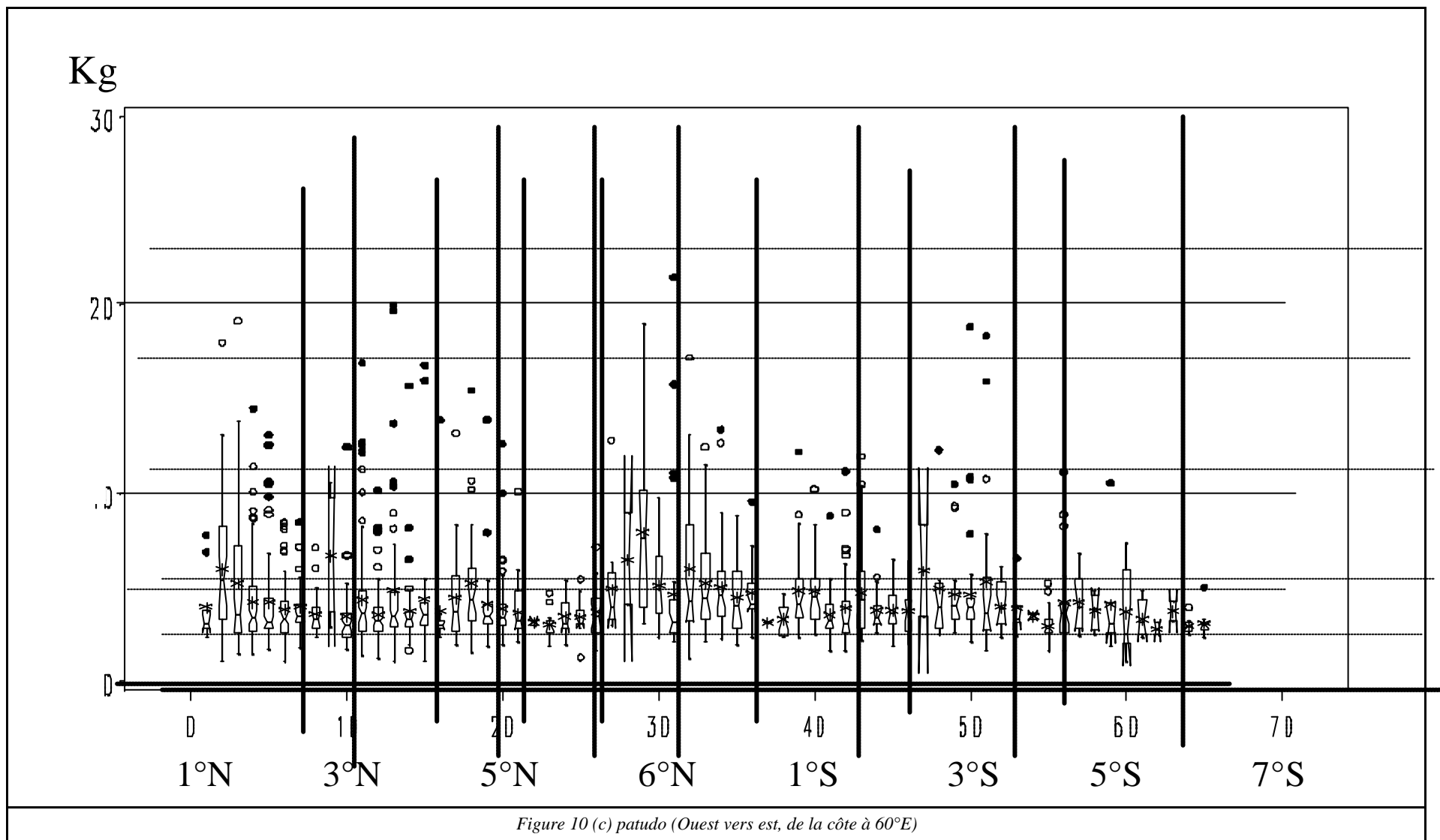
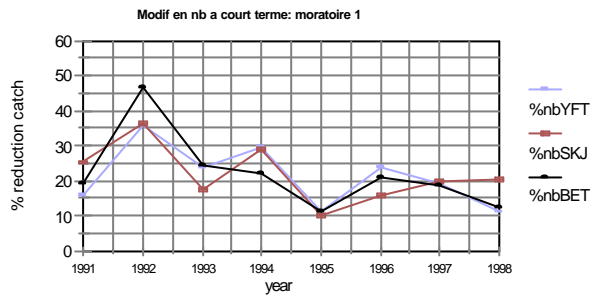
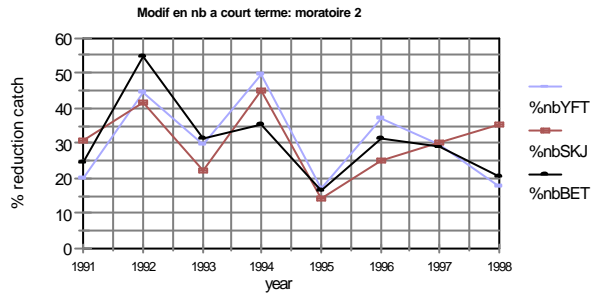


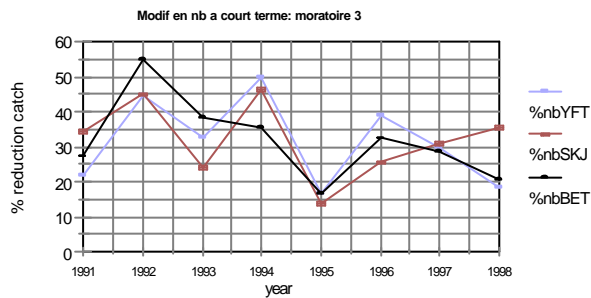
Figure 10 (c) patudo (Ouest vers est, de la côte à 60°E)



Moratoire FAD
 Mois: 9 et 10
 Zone 5 N-Equat., ouest de 60°E



Moratoire DCP
 Mois: 8 à 11
 Zone 5 N-Equat., ouest de 60°E



Moratoire complet
 Mois: 8 à 11
 Zone 5 N-Equat., ouest de 60°E

Figure 11 : Réduction des prises annuelles de juvéniles en nombres (et donc réductions potentielles de mortalité par pêche de ces ages) sur les albacores et patudos (ici ceux de moins de 3 kg) dans trois hypothèses de moratoires

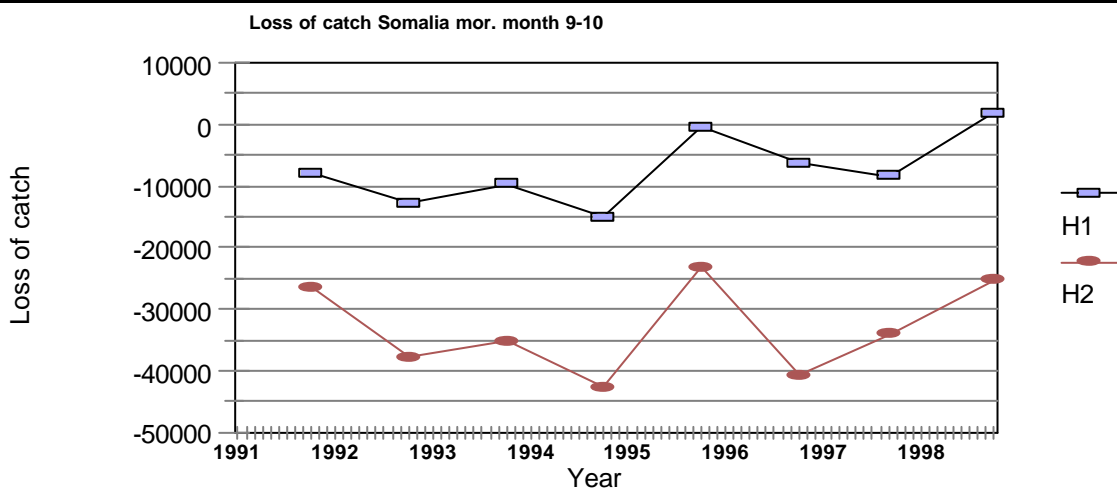


Figure 12 : Modifications prévisibles des captures totales des senneurs, toutes espèces (négatif si perte de prises), dans les deux hypothèses de comportement des flottilles suite au moratoire décrites au paragraphe 6.

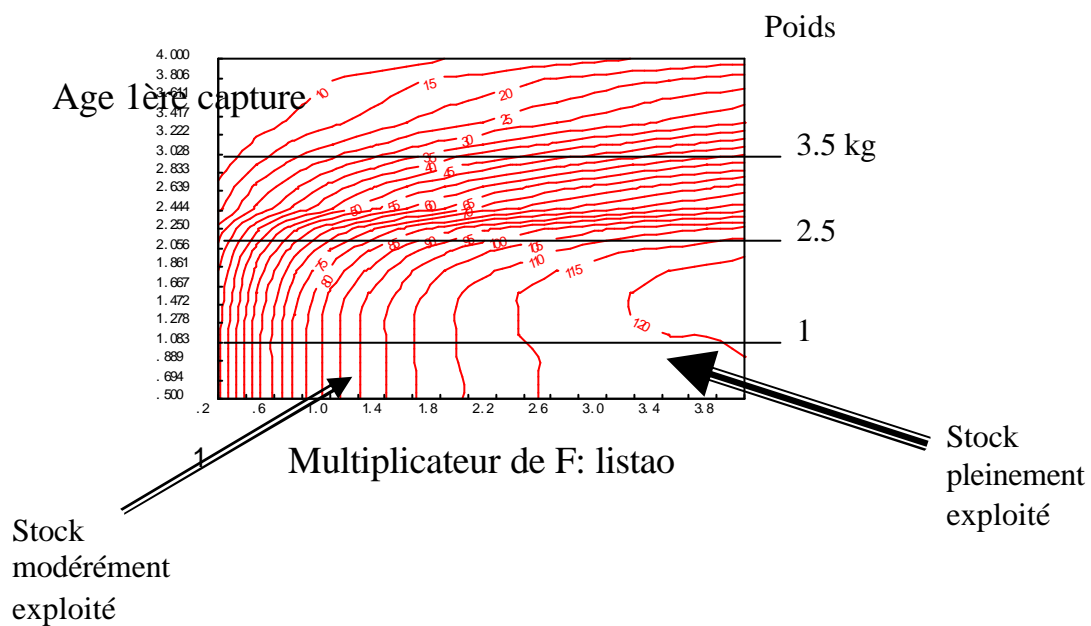
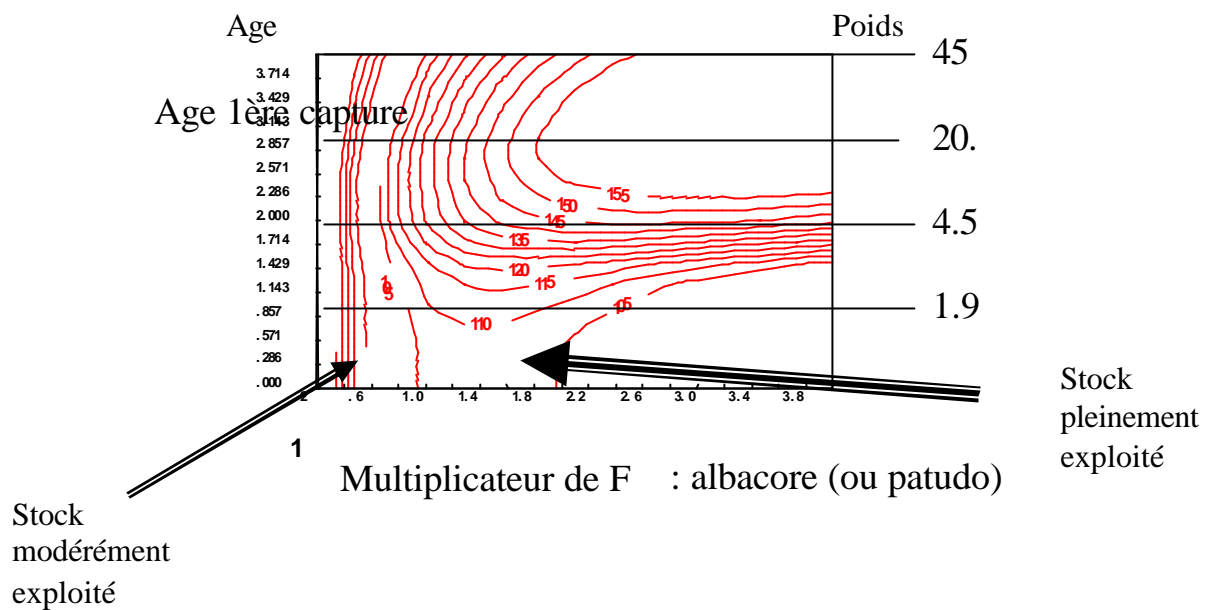
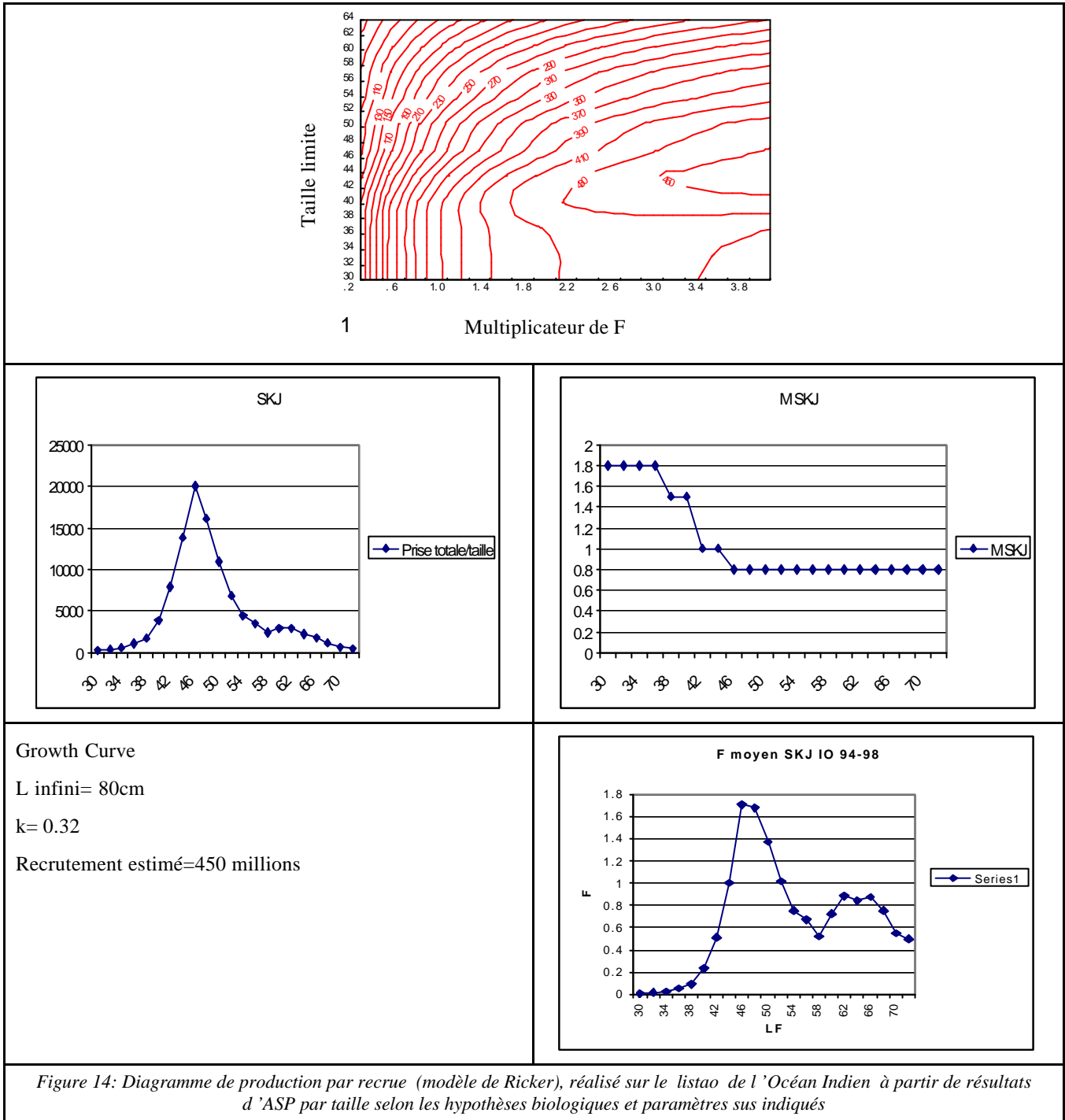


Figure 13: Diagrammes de production par recrue typique de l'albacore et du patudo (13a), et typique du listao (13b) (modèles de Ricker réalisés à partir des données de l'Atlantique)



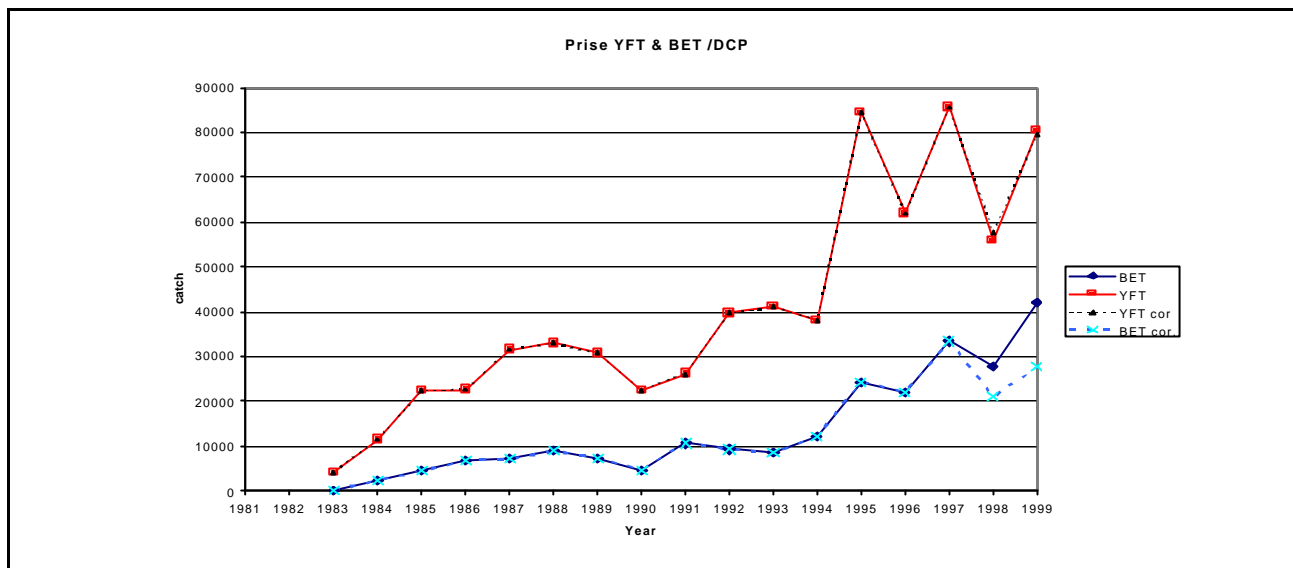


Figure 15: Estimation des prises totales annuelles de patudo et d'albacore sur objets flottants par les senneurs de l'Océan Indien (la courbe en pointillé indique la valeur la plus probable des captures sur DCP en 1998 et 1999; la trait plein les chiffres officiels.

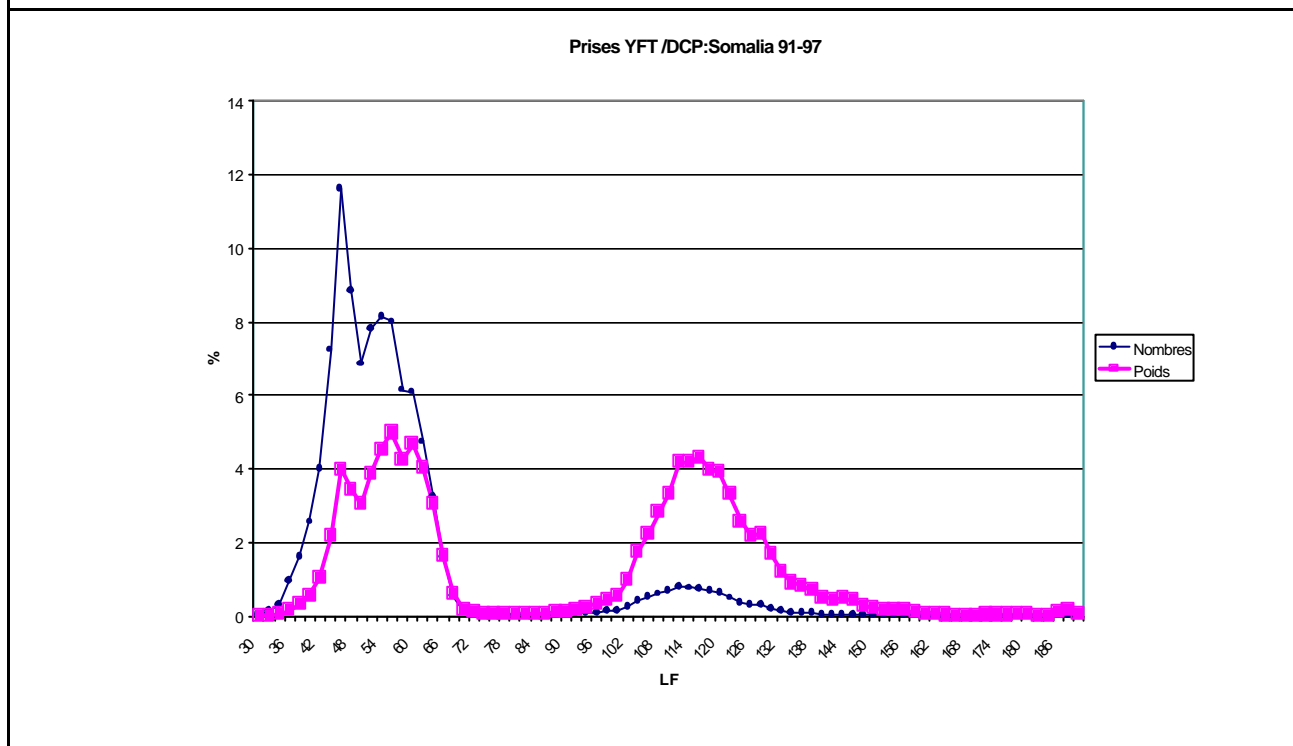


Figure 16 : Prises moyennes par taille des albacores capturés sous DCP par les senneurs, période 1991-1997, dans le secteur Somalie (5°N-Equateur, jusque 60°E).

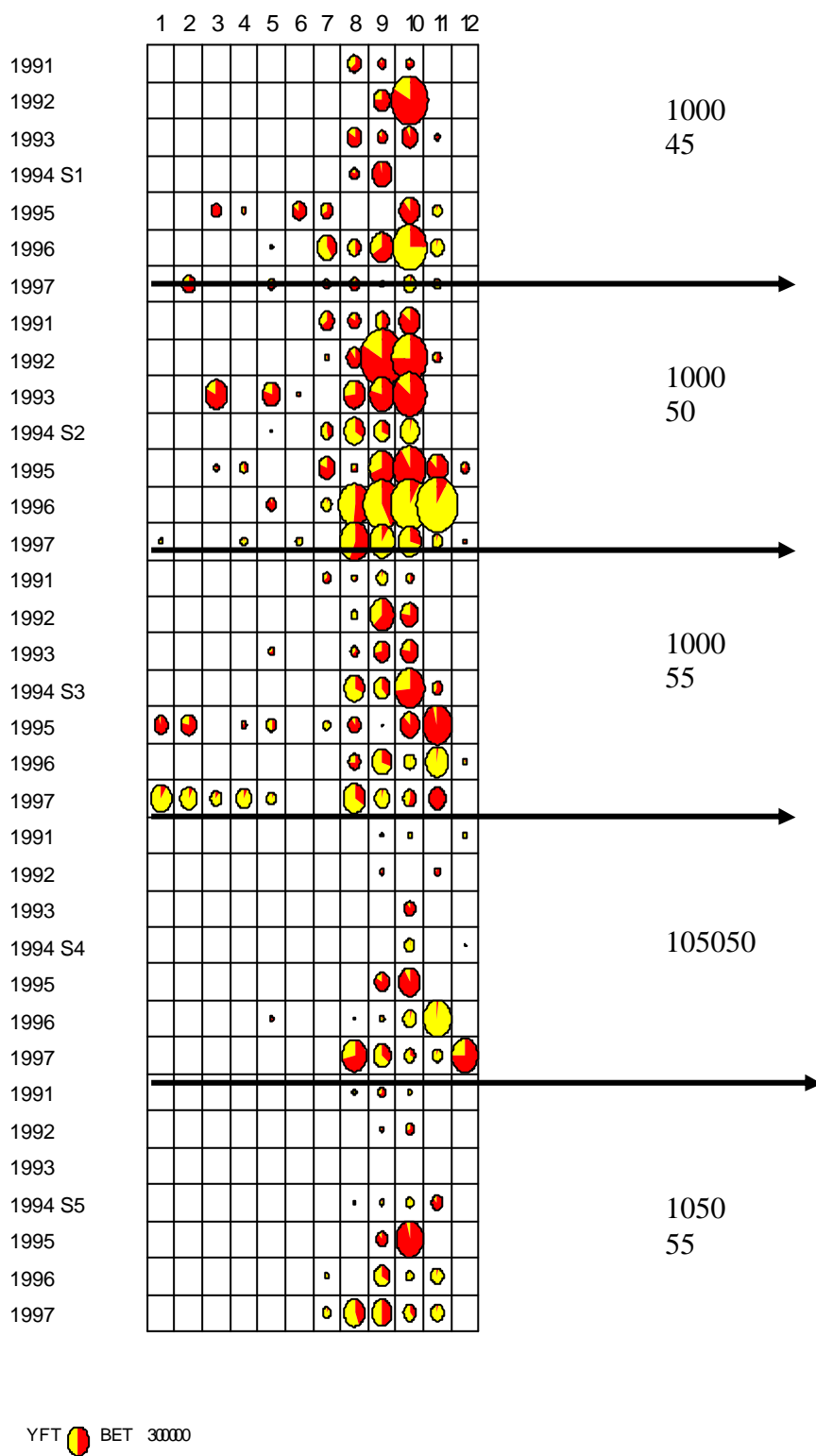


Figure 17: Proportions mensuelles de petits albacore en blanc (<80cm) et de gros albacore (>80cm), en foncé, dans le secteur Somalie par secteurs de 5° de côté. Ces proportions sont calculées à partir des échantillonnages de tailles pondérées

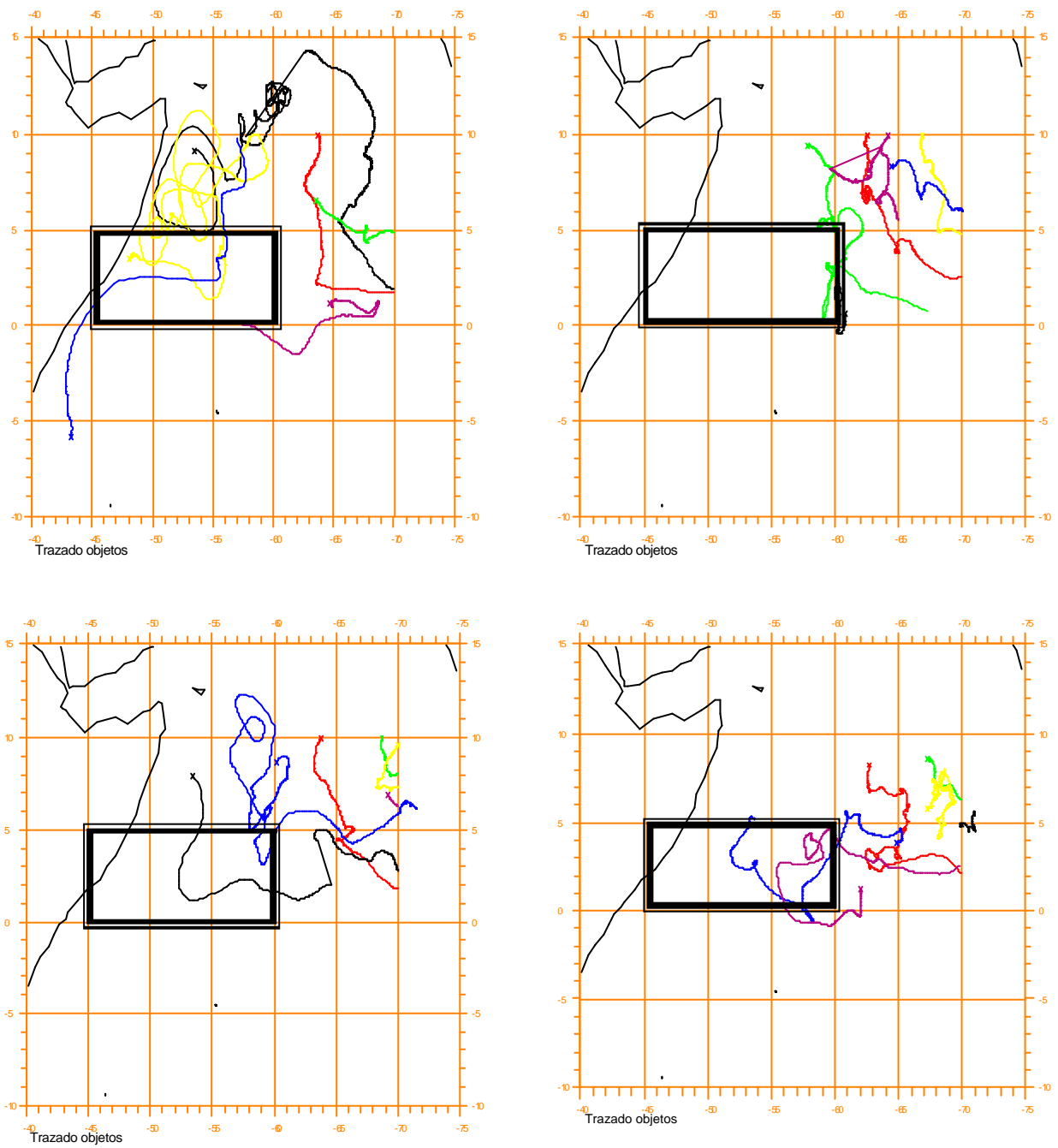


Figure 18: Quelques exemples de trajets de bouées océanographiques dérivantes dans la zone Est Somalie entre les mois de Juillet et Novembre (vitesse moyenne 0.8 nœuds)