

2.2 Espèces et pêcheries de thonidés des eaux tropicales de l'Océan Indien Occidental

par
Francis MARSAC
Antenne ORSTOM
Mahé-Victoria-Seychelles

INTRODUCTION

Les ressources thonières de l'Océan Indien font l'objet de divers types d'exploitation : d'une part, les pêcheries artisanales, intéressant des zones relativement côtières, et d'autre part, les pêcheries industrielles étendant leurs activités sur l'ensemble de l'océan.

La pêche artisanale axée sur le thon est particulièrement développée aux Maldives (50 000 tonnes en 1986), à Sri Lanka (28 000 tonnes en 1986), en Inde (20 000 t/an) et en Indonésie (40 000 t/an). Les méthodes utilisées sont assez diverses : canne avec appât vivant, traîne, filet maillant, palangre et petite senne. Cette pêche vise principalement les jeunes albacores, les listaos et les thonidés mineurs.

La pêche industrielle met en œuvre deux techniques : la palangre, qui exploite la tranche d'eau comprise entre 80 et 260 m de profondeur (selon le type de palangre utilisé) et la senne, qualifiée d'engin de surface mais dont la profondeur d'action peut atteindre 120 m. Les espèces cibles sont plus diversifiées que dans le cas de la pêche artisanale. On y trouve en effet les espèces tropicales comme l'albacore, le listao, le patudo mais également les espèces d'habitat tempéré, colonisant aussi les eaux tropicales sub-superficielles, telles que le germon et le thon rouge (*Thunnus maccoyii*).

Dans ce paragraphe consacré à la région occidentale de l'Océan Indien, nous nous limiterons à un rapide état de l'exploitation de 4 espèces (albacore, listao, patudo, germon) par les techniques artisanales et industrielles (palangre et senne), puis décrirons le contexte hydro-climatique de ces pêcheries.

1. APERCU DES PECHERIES

1.1. Albacore

L'albacore est rencontré dans l'ensemble de l'Océan Indien, jusqu'à 40° S. Néanmoins, la zone d'abondance maximale, telle que peut le suggérer l'analyse des prises, est centrée sur l'Equateur, de 10°N à 15° S. Dans l'Océan Indien occidental, les Maldives et Sri Lanka assurent l'essentiel de la production thonière artisanale. Aux Maldives, les prises d'albacore s'élevaient à 5 300 t en 1986 (IPTP, 1987), soit environ 10 % des prises totales de ce pays. Cette pêche pratiquée en majeure partie à la canne avec appât vivant s'exerce sur de jeunes individus (30 à 50 cm) d'âge inférieur à deux ans, n'ayant pas encore atteint leur première maturité

sexuelle (ANDERSON, 1985). A Sri Lanka, le montant des captures d'albacore était de 8 000 t en 1986 (IPTP, 1987).

Les pêches palangrières d'albacore sont stabilisées autour de 30 000 t/an depuis le début des années 1970 (IPTP, 1987). Parmi les pays pêcheurs asiatiques, la Corée assure plus de 60 % de cette production palangrière. Les individus pêchés sont âgés de 3 ans et plus : l'effort de pêche vise donc la fraction adulte du stock. Dans le bassin occidental de l'océan, l'hypothèse d'un stock unique a été avancée (Morita and Koto, 1971; Huang *et al.*, 1973) et est encore retenue à l'heure actuelle.

La pêche à la senne développée récemment dans l'Océan Indien, s'exerce surtout sur l'albacore et le listao. Depuis 1984, une moyenne de 55 000 t/an d'albacore est capturée par les flottilles française, espagnole et mauricienne, à l'ouest de 70°E. Les prises d'albacore représentent environ 48 % des prises totales effectuées à la senne. L'exploitation couvre l'ensemble de la population, des individus les plus jeunes (groupe 0) surtout capturés autour des épaves dérivantes et ancrées, aux plus vieux (groupe 5+).

L'albacore est donc une espèce cible commune aux pêches artisanales et industrielles. Les prises par âge et par engin (fig. 1) font ressortir, d'une part, la nette distinction existant entre la pêche artisanale, qui exploitent les jeunes individus évoluant à proximité de la surface et la pêche palangrière qui s'exerce dans un environnement plus profond où se regroupent les individus âgés; d'autre part, la faible sélectivité de la senne vis-à-vis de laquelle tous les âges de la population peuvent être vulnérables. La production maximale équilibrée de l'albacore dans l'Océan Indien pourrait être de l'ordre de 130 à 150 000 t, sous l'hypothèse non confirmée d'un niveau de recrutement élevé ($100 \cdot 10^6$ recrues/an, Marsac et Hallier, 1986). Les prises annuelles de 100 000 t actuellement enregistrées sont dans l'ordre de grandeur de la production équilibrée, d'où la nécessité de procéder à un suivi minutieux de l'état du stock d'albacore au fil des années.

1.2. Listao

Le listao est largement distribué dans l'Océan Indien. Espèce très opportuniste, elle est capable de grandes migrations pouvant aussi subir d'importances fluctuations interannuelles.

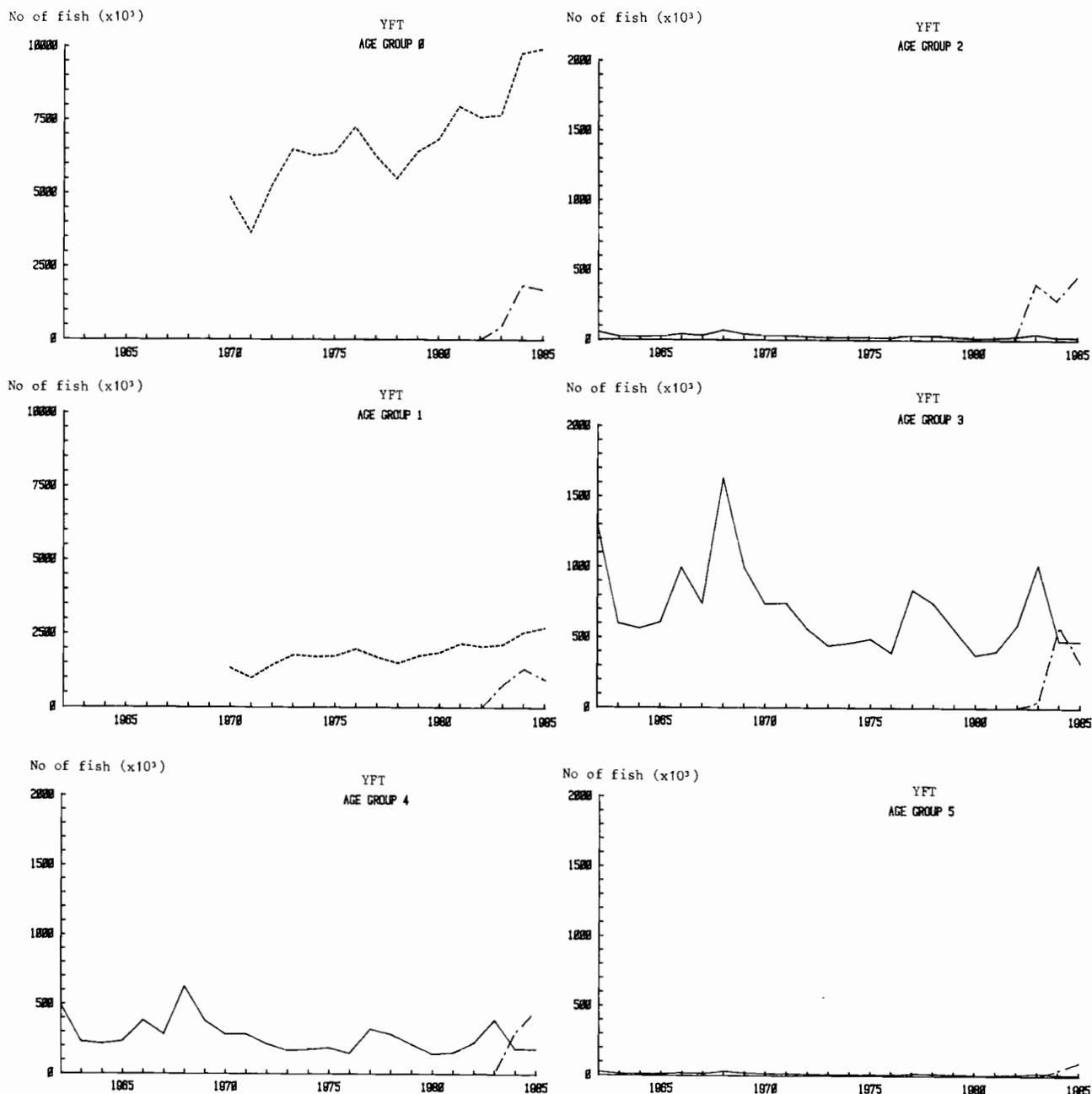


Fig. 1. Prises estimées par âge (en nombre d'individus) pour l'albacore capture par les pêcheries de surface et palangrière dans l'Océan Indien (pointillé : pêche artisanale; tiret : pêche à la senne; trait plein : pêche à la palangre). D'après Marsac et Hallier (1986).

Le listao est essentiellement capturé par les techniques de surface. Aux Maldives, c'est l'espèce la plus pêchée : 32 000 t en 1984 (Hafiz et Anderson, 1985), 42 000 t en 1985 (Anderson et Hafiz, 1986), 45 000 t en 1986 (IPTP, 1987), soit environ 60 % des prises. La structure de taille des captures est relativement étendue (de 30 à 65 cm). Les plus petites tailles (<40 cm) correspondent à des poissons immatures, généralement pêchés en saison chaude (juin-juillet). Les gros individus seraient présents tout au long de l'année. Des estimations de la production équilibrée de listao autour des Maldives, de l'ordre de 20 000 t, suggéreraient une surexploitation de cette espèce dans les secteurs côtiers (Hafiz, 1985). Néanmoins, une telle analyse effectuée sur une fraction d'un stock peut apparaître contestable et ne reflète en aucune manière la situation réelle du

stock, d'autant plus que l'on s'adresse à un grand migrateur. A Sri Lanka, le listao (14 000 t capturées en 1986) représente la moitié de la production totale.

Les prises de listao par les senneurs industriels atteignent actuellement l'ordre de 70 000 t/an : c'est l'espèce prédominante dans les prises. Toute la gamme de taille est couverte. Les plus petits individus (30 cm environ) ayant entré 6 mois et 1 an sont capturés autour des épaves. Les individus plus âgés, jusqu'à des tailles supérieures à 70 cm en longueur fourche (âgés de 3 ans et plus) sont capturés à la fois autour des épaves et au sein de bancs généralement plurispécifiques rassemblant listaos, jeunes albacores et jeunes patudos.

Aucune analyse récente de production par recrue n'a été tentée sur l'ensemble du stock de l'Océan Indien.

Les travaux réalisés dans le Pacifique, par la CPS (Commission du Pacifique Sud) et dans l'Atlantique par l'ICCAT (Commission internationale pour la conservation des thonidés de l'Atlantique) dans le cadre du programme de l'année internationale du listao, tendent à montrer une bonne résistance des stocks à l'exploitation. Dans l'atlantique, les prises de listao peuvent encore augmenter parallèlement à une élévation de l'effort de pêche (ICCAT, 1986). Compte tenu du développement récent de la pêche industrielle de surface de l'Océan Indien, et en référence avec la situation observée dans l'Atlantique, le stock de listao de l'Océan Indien ne serait pas sujet à une surexploitation.

1.3. Patudo

L'aire de distribution du patudo est plus large que celle de l'albacore en raison d'une plus large tolérance physiologique. Cette espèce peut en effet séjourner dans les eaux moins riches en oxygène (mer d'Arabie par exemple) et plus froides (eaux profondes, en particulier) que celles habituellement fréquentées par l'albacore.

Aucune prise de patudo n'est reportée dans les statistiques des Maldives ou de Sri Lanka. La distinction entre patudos et albacores au stade juvénile étant très délicate, il n'est pas impossible que des patudos soient assimilés aux albacores sur les lieux de débarquement.

La pêcherie industrielle de surface exploite une partie du stock de patudo, essentiellement les individus âgés de moins de 3 ans (fig. 2), encore immatures. La grande majorité des prises de patudo (70 à 90 %) est faite sous les épaves dérivantes. La pêche à la senne a produit de l'ordre de 7 800 t de patudo en 1986.

Le patudo est l'espèce cible des palangriers, dont les captures dépassent actuellement le niveau des 40 000 t annuelles. Les individus concernés sont de grande taille, d'âge supérieur à 3 ans. Ils trouvent en profondeur les conditions d'habitat les plus propices.

Les analyses de production par recrue révèlent que le stock de patudo ne soulève pas d'inquiétude. Du fait de l'exploitation prédominante par la palangre, les rendements par recrue restent stables, et une augmentation de cette production pourrait même être attendue si l'on accroissait la mortalité par pêche sur les individus de plus de 2 ans (Marsac et Hallier, 1986).

1.4. Germon

D'habitat préférentiellement tempéré, il est peu rencontré dans les prises de surface des zones tropicales. Les prises de germon par les senneurs ont lieu principalement entre mai et juillet, c'est-à-dire au début de la mousson de sud-ouest, entre 5°S et 10°S. Elles présentent une assez grande variabilité interannuelle (850 t en 1984, 760 t en 1985, 240 t en 1986) et concernent des individus généralement matures dont la taille varie de 100 à 130 cm de longueur fourche. Ces prises de germon restent toutefois très marginales pour les senneurs.

Les palangriers exploitent le germon de manière plus intense. Les prises se sont élevées à 15 000 t en 1984, et sont surtout le fait des palangriers formosans. L'ex-

ploitation principale couvre les secteurs subtropicaux et tempérés (15°S à 40°S, ouest de 65°E).

Le niveau d'exploitation actuel semble être proche de la production maximale équilibrée, estimée entre 15 000 et 22 000 t (Shiohama, 1986). L'état de ce stock est à un niveau stable depuis plusieurs années et une augmentation de l'effort palangrier risque de ne pas s'accompagner d'un accroissement significatif des prises.

2. ENVIRONNEMENT HYDROCLIMATIQUE DES PECHERIES

Nous passerons en revue quelques paramètres océaniques pouvant influencer la répartition des thons et l'aptitude à les pêcher par les techniques en vigueur dans notre zone d'étude.

2.1. Contexte météorologique

Le vent est un élément déterminant dans l'aptitude des unités de pêche ou des engins à exploiter la ressource. La majeure partie de l'Océan Indien tropical (au nord de 10°S et jusqu'à 20°S dans le canal de Mozambique) est soumise au régime de mousson, qui conduit à une inversion de 180° du vent moyen résultant à la surface de la mer. La région océanique sous l'effet de la mousson s'étend au nord de 10°S sur la majeure partie de l'Océan Indien; la mousson peut toutefois s'étendre jusqu'à 20°S dans le canal de Mozambique.

On peut ainsi identifier 3 situations climatiques distinctes, la mousson de nord-est, la mousson de sud-ouest et les intermoussons. La mousson de nord-est engendre des vents modérés (4 à 6 nœuds) et dure de décembre à mars. A l'inverse, la mousson de sud-ouest est marquée par des vents forts (15 à 20 nœuds); les alizés de sud-est se prolongent au-delà de l'Equateur en virant au sud-ouest, et atteignent les côtes indiennes après s'être chargés d'humidité. Cette situation prévaut de juin à septembre. Entre ces deux moussons, les périodes de transition voient se développer un flux d'ouest dominant, au voisinage de l'Equateur; de part et d'autre, le vent est très instable en force et en direction.

2.1.1. Effet sur les pêcheries artisanales

Les pêcheries artisanales apparaissent a priori comme les plus sensibles aux conditions météorologiques, du fait de la petite taille des embarcations utilisées. Ainsi, certaines variations saisonnières des rendements de pêche tiennent plus de mauvaises conditions d'accès à la ressource que d'une fluctuation d'abondance de la ressource même. Aux Maldives, la partie nord de l'archipel fait l'objet d'une pêche active durant la mousson de nord-est, et des prises faibles y sont constatées en mousson de sud-ouest. Les cartes de vent d'Hastenrath et Lamb (1979) montrent bien, de juin à août (mousson de sud-ouest) une accélération du vent au nord de 5°N (vitesse moyenne supérieure à 12 nœuds) alors que des conditions clémentes y règnent d'octobre à avril (mousson de nord-est). Les atolls du sud sont situés pratiquement tout au long de l'année au sein d'une zone privilégiée où les moyennes mensuelles de vent restent en-deçà de 10 nœuds; de bonnes pêches y sont réalisées quelle que soit la mousson.

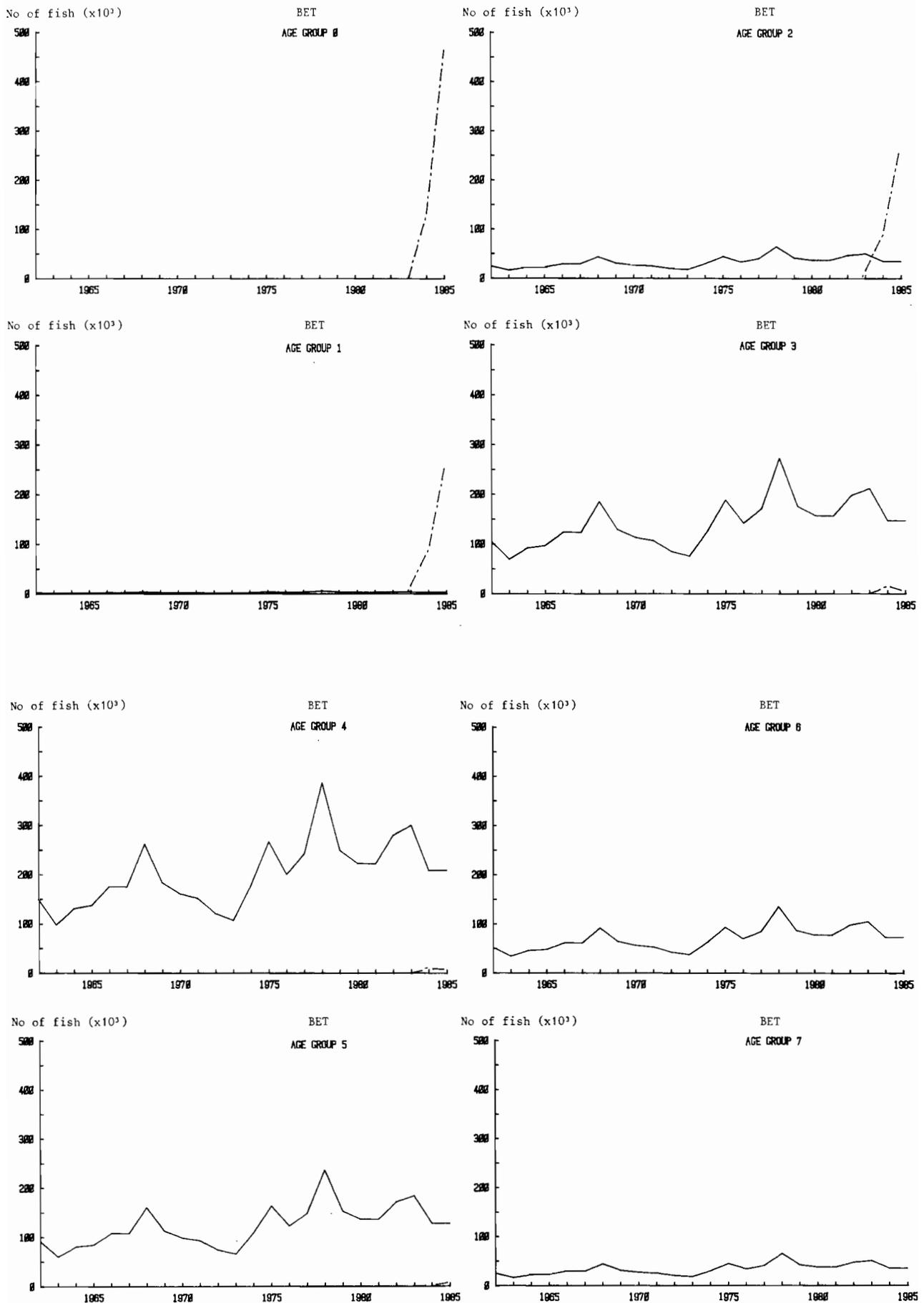


Fig. 2. Prises estimées par âge (en nombre d'individus) pour le patudo capture par les pêcheries de surface et palangrière dans l'Océan Indien. (tiret : pêche à la senne; trait plein : pêche à la palangre). D'après Marsac et Hallier, 1986.

2.1.2. Effet sur la pêche industrielle à la senne

L'activité des flottilles de senneurs peut également être freinée pendant les périodes de vent fort. On peut identifier 3 principaux effets associés au vent : biologique, comportemental, et instrumental, c'est-à-dire lié à la manœuvre de la senne.

Les effets biologiques se traduisent par une dispersion des larves pélagiques, pouvant dériver dans des zones à conditions d'environnement léthales (température trop basse, carence en nourriture planctonique dispersée). Ces phénomènes peuvent avoir pour conséquence une grande variabilité dans le niveau de recrutement de certaines classes d'âge, d'une année à l'autre. Ceci a déjà été observé sur plusieurs pêcheries de petits pélagiques, en particulier la pêcherie d'anchois au large de la Californie. Bien qu'une corrélation significative entre l'augmentation du mélange des eaux de surface sous l'effet du vent (« mixing index ») et l'affaiblissement du recrutement en listao ait été mise en évidence dans le Pacifique (Forsbergh et Miller, 1978), il semble que les espèces tropicales de thon restent relativement peu touchées par ce processus, dans la mesure où aucune prédiction valable des prises de thon potentielles à partir des « mixing index » n'a pu être réalisée jusqu'alors. La stratégie démographique des populations de thons tropicaux qui consiste à pondre de grandes quantités d'œufs sur de vastes zones et à plusieurs périodes de l'année, aurait pour effet de minimiser l'impact de conditions d'environnement néfastes à petite échelle. Le thon rouge reste plus vulnérable, au moins aux petits stades larvaires, en raison d'une ponte relativement limitée dans l'espace et dans le temps.

Les effets liés au comportement du thon se traduisent par une variabilité dans l'aspect des bancs. Les bancs associés aux épaves dérivantes auraient un comportement de groupe accentué en conditions de vent modérées, alors que la dispersion du poisson interviendrait plus facilement par mer très calme (Marsac, 1986). La conservation du caractère agrégatif des épaves dérivantes par mer agitée avait déjà été évoquée par Fedoryako (1982), faisant référence aux brassages verticaux à petite échelle spatio-temporelle, induits par le vent, appelés circulation de Langmuir, et générateurs d'enrichissements localisés. Les bancs évoluant librement,

hors épaves, peuvent revêtir grossièrement trois aspects : « balbaya » (breezer, en anglais), lorsque le poisson est concentré en masse juste sous la surface; « sardara » (splasher), lorsque le poisson présente une activité assez vive en surface, se manifestant par des bonds désordonnés, et « brisant » (boiler), état amplifié du sardara, avec bouillonnement intense de la surface de la mer. Lorsque le vent augmente, le balbaya tend à devenir prépondérant vis-à-vis des deux autres aspects (fig. 3). Ce type de bancs, dans lequel le poisson est moins mobile que sous les aspects « sardara » ou « brisant », est plus aisément vulnérable à la senne. Cette tendance plutôt favorable est cependant atténuée par le fait que le nombre de bancs perceptibles à l'œil nu diminue avec l'augmentation de la vitesse du vent : ceci est mis en évidence par le calcul d'un indice d'efficacité de perception qui diminue considérablement à partir d'un vent de 16 nœuds de vent et s'annule à 27 nœuds (fig. 4).

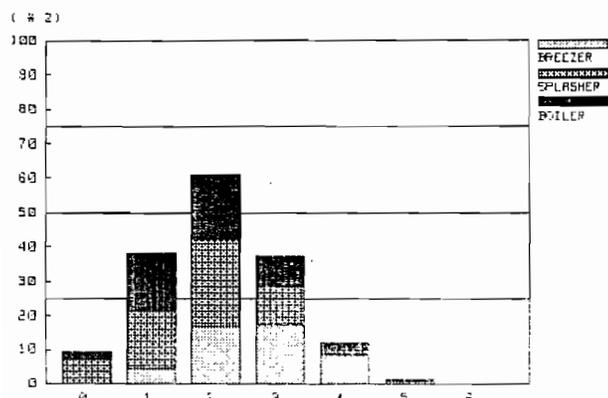


Fig. 3. Distribution des types de bancs en fonction de la force du vent (échelle Beaufort) dans l'Océan Indien occidental. D'après Marsac, 1986.

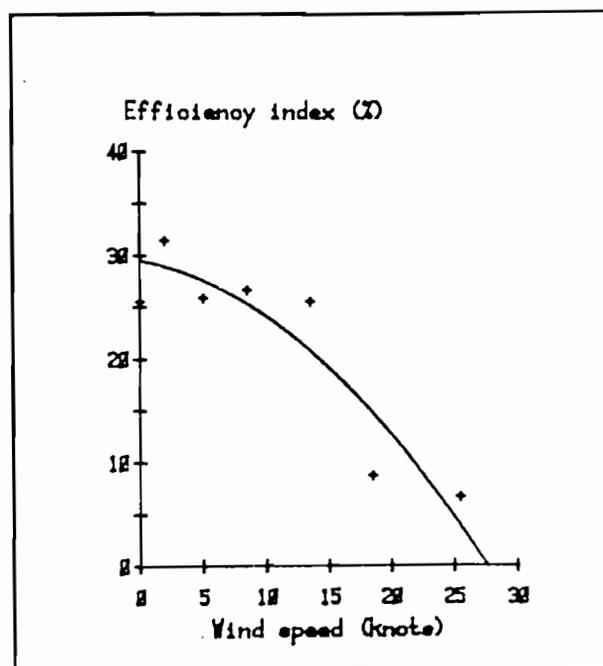


Fig. 4. Evolution de l'indice de perception des bancs de thons (en pourcentage) en fonction de la vitesse du vent (en nœuds) dans l'Océan Indien occidental. D'après Marsac, 1986.

Enfin, le système de récupération du filet actuellement utilisé au sein des flottilles tropicales ne permet pas de manipulations sans danger dans des conditions de vent dépassant 20 nœuds. Des expériences ont été conduites dans l'Océan Atlantique à partir d'un thonier équipé d'un « power-block » et système associé norvégiens, grâce auquel la récupération du filet est plus rapide et possible par mauvaises conditions météorologiques. L'absence de skiff est d'ailleurs un des éléments-clés de ce dispositif (Baynes, 1985). L'influence du vent sur la réussite de la pêche apparaît assez nettement sur les fig. 5a et 5b, établies à partir de 5 années d'observations sur la flottille française de senneurs en Océan Indien. Sur les bancs évoluant librement, les rendements maximum apparaissent durant les périodes calmes. Sur épaves, la tendance est assez floue,

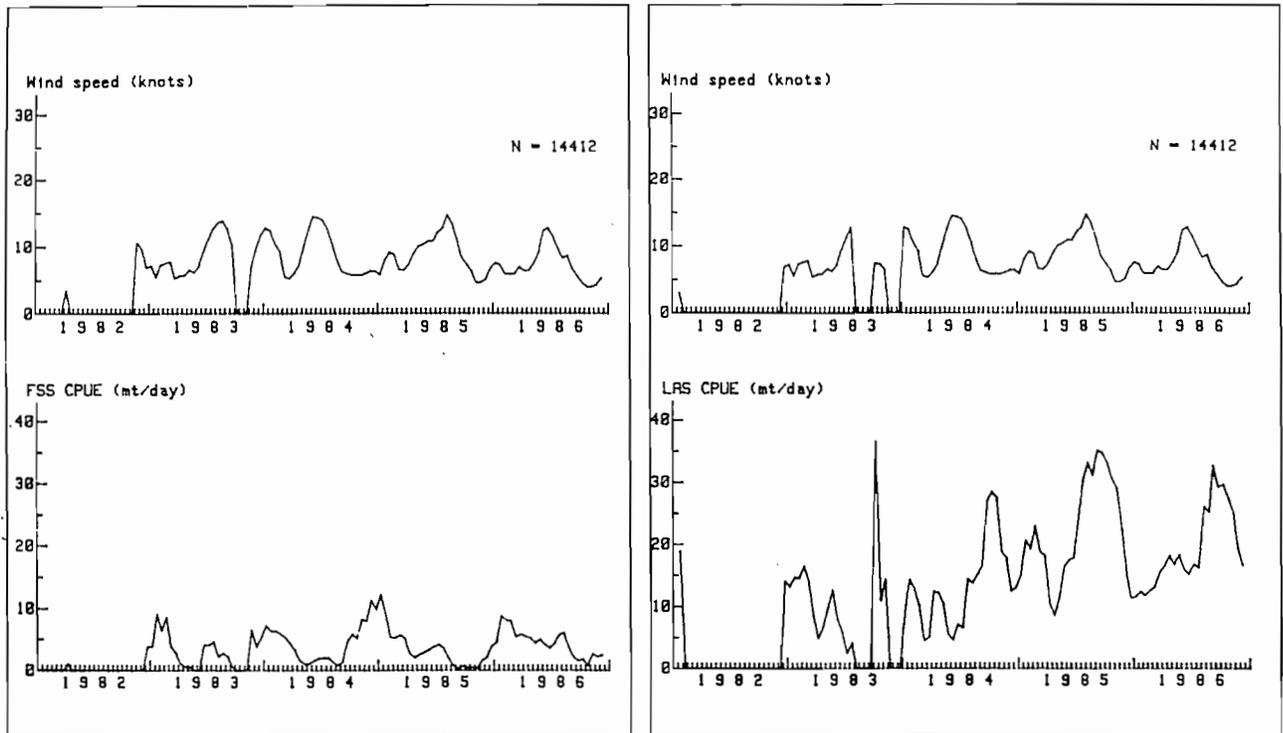


Fig. 5. Vitesse du vent (en nœuds) et prises par unité d'effort (en tonnes/jour), par quinzaine. a) sur mattes libres; b) sur épaves.

Données recueillies sur les senneurs français et ivoiriens en activité dans l'Océan Indien. Les moyennes par quinzaine ont été lissées pour réduire les variances. D'après Marsac, 1986.

probablement due à l'effet agrégatif qui est conservé par vent fort. Compte tenu de la limite d'utilisation de la senne, les rendements sont minimum au plus fort vent, mais peuvent devenir élevés en dehors de ces conditions limites. Globalement il en résulte une assez bonne relation entre rendements sur mattes libres et force du vent. Ils restent du même ordre de grandeur entre 6 et 13 nœuds et décroissent rapidement au-delà (fig. 6a). En revanche, les résultats sur épaves présentent une

forte variabilité vis-à-vis de la force du vent (fig. 6b).

La pêche à la palangre reste moins sensible aux conditions de mer que la pêche à la senne. La palangre offre moins de résistance au courant que le filet. Les palangriers peuvent d'ailleurs travailler dans des régions subtropicales, sujettes à des conditions météorologiques plus dures, et obtenir de bons rendements : c'est le cas de la pêcherie de germon du sud qui opère jusqu'à 40°S.

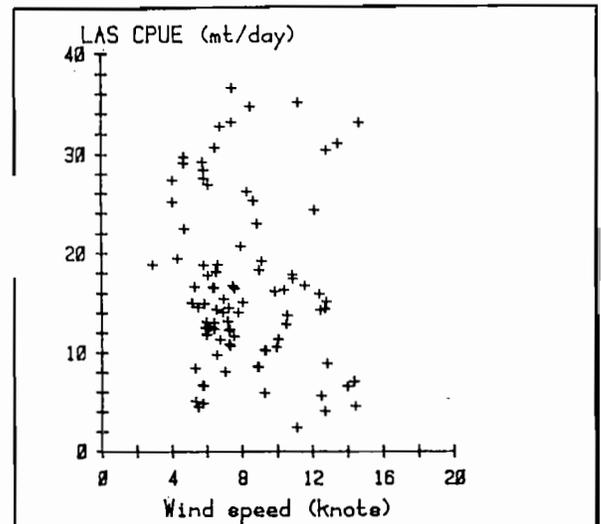
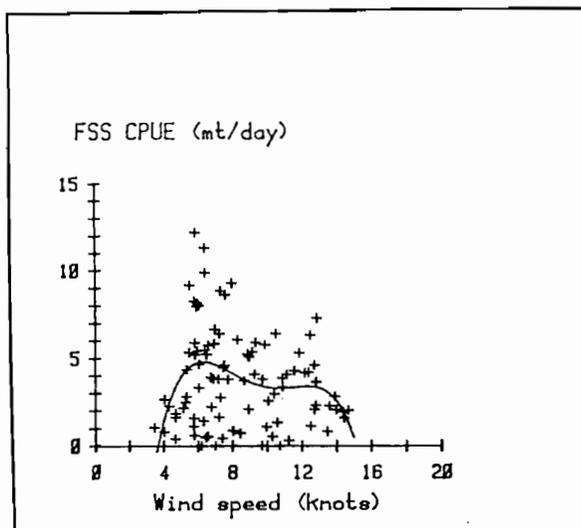


Fig. 6. Diagramme de dispersion des prises par unité d'effort (en tonnes/jour) en fonction de la vitesse du vent (en nœuds). a) sur mattes libres; b) sur épaves. D'après Marsac, 1986.

2.2 Courants de surface

Le régime des moussons est à l'origine d'une forte variabilité saisonnière des courants de surface (fig. 7).

De décembre à avril, c'est-à-dire pendant la mousson de nord-est, on rencontre 3 courants principaux à composante zonale : le courant nord-équatorial, portant à l'ouest, intéresse surtout l'hémisphère nord mais peut s'étendre jusqu'à 2°S; le courant sud-équatorial portant aussi à l'ouest, au sud de 9°S; et entre ces deux courants, le contre-courant équatorial sud coulant vers l'est, à une vitesse moyenne de 1 à 1,5 nœud (Piton et Magnier, 1975). Durant cette saison, on trouve aussi 2 courants à composante méridienne, le courant côtier est-africain coulant vers le nord et le courant de Somalie, également côtier mais de direction opposée; ces deux courants se rencontrent entre 0° et 5°S et alimentent le contre-courant.

Durant les inter-moussons, se développe au voisinage de l'Equateur un fort courant vers l'est (2 à 3 nœuds) appelé jet équatorial (Wyrtki, 1973) sous l'effet des vents d'ouest.

De juin à septembre, le courant sud-équatorial s'étend vers le nord, le contre-courant disparaît, de même que le courant nord-équatorial, sous l'action de la mousson de sud-ouest. Le courant de Somalie créant un upwelling côtier, s'inverse et se scinde en deux tourbillons anticycloniques (Swallow et Fieux, 1982). La région nord-équatoriale du bassin occidental de l'Océan Indien est parcourue par un grand mouvement de dérive vers le nord-est sous l'effet de la mousson de sud-ouest.

Un tel système de courants crée des phénomènes de divergence et de convergence d'eaux de surface. Les divergences et upwellings conduisent à un enrichissement de la zone euphotique en sels nutritifs à partir

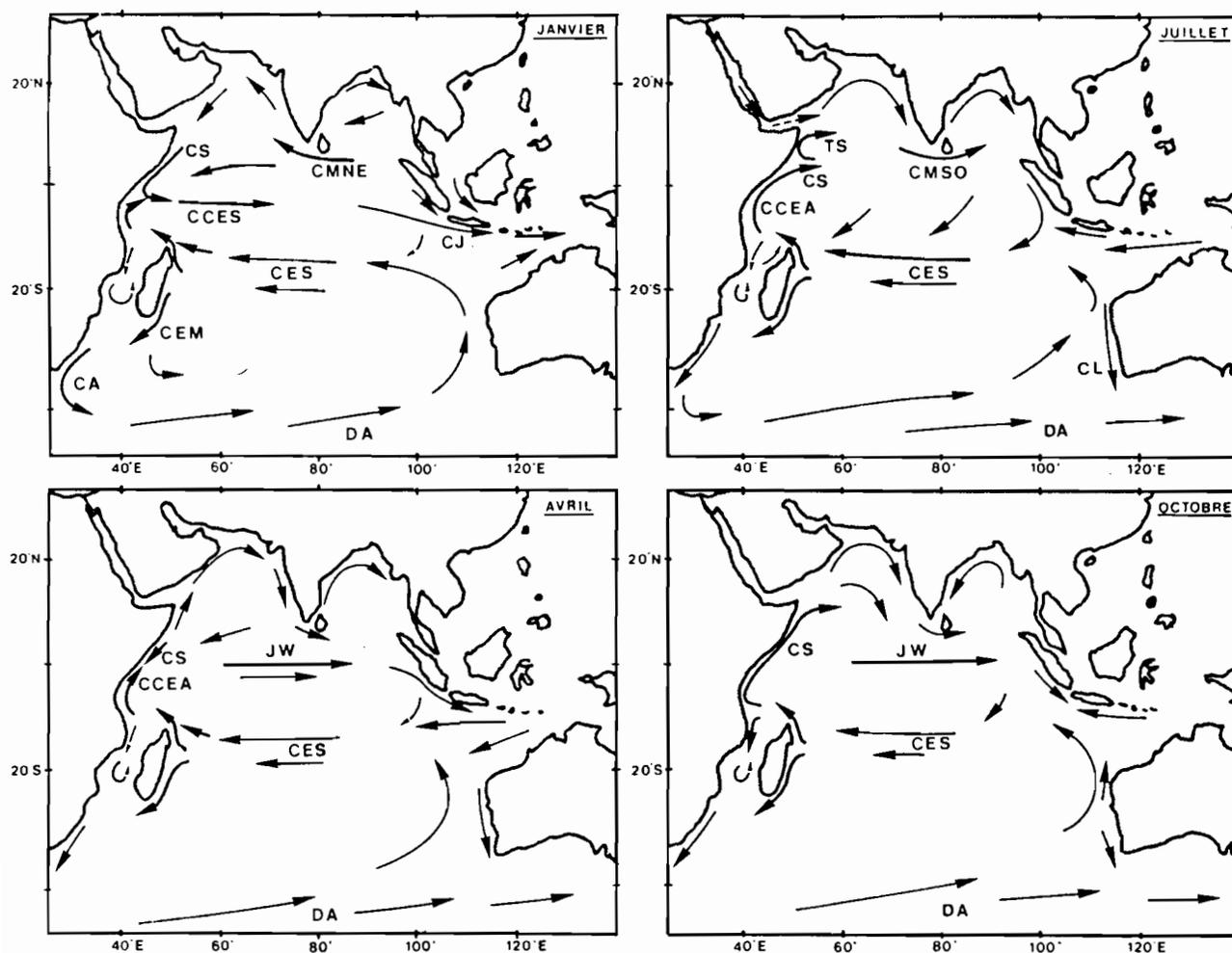


Fig. 7. Courants de surface en janvier, avril, juillet et octobre (d'après Fieux, comm. pers.)

Légende :

- CS : courant de Somalie
- TS : tourbillon de Somalie
- CMNE : courant de dérive de mousson de nord-est
- CMSO : courant de dérive de mousson de sud-ouest
- CCES : contre courant équatorial sud
- CCEA : courant côtier est africain
- JW : jet équatorial de Wyrtki
- CJ : courant de Java
- CEM : courant est malgache
- CA : courant des Aiguilles
- CL : courant de Leuwin
- DA : dérive Antarctique

desquels peut s'élaborer un réseau trophique conduisant aux prédateurs, thons entre autres. Au niveau des divergences, la thermocline se situe à faible profondeur et peut favoriser la concentration de thons à proximité de la surface. Les convergences provoquent une accumulation de proies et de débris à caractère agrégatif mais la couche homogène y est plus épaisse (autour de 100 m). Dans l'ouest de l'Océan Indien, une divergence se produit en mousson de nord-est au sud du contre-courant équatorial sud (entre 6°S à 9°S selon les années). A la même période, une convergence borde le nord de ce contre-courant (entre 0° et 2°S). Dans les deux cas, la thermocline y est très marquée, avec un gradient de 4°C par 10 m de profondeur (Marsac *et al.*, 1983). Par ailleurs, un upwelling très localisé a été observé aux accores sud-est du plateau des Seychelles, durant l'intermousson (Piton, 1976). Enfin, l'upwelling de Somalie pourrait être un facteur notoire d'enrichissement de la région nord-équatoriale, où des pêches actives de senneurs sont enregistrées en fin de mousson du sud-ouest.

2.3. Température

De novembre à mai, la température superficielle de l'ouest de l'océan présente peu de variations. La température moyenne s'échelonne entre 27° et 29°C. De juin à septembre, la région située au sud de l'Equateur subit un léger refroidissement du à la saison. Des pôles plus froids au nord du Cap d'Ambre (Madagascar) et sur la bordure ouest de la partie centrale du canal de Mozambique (15°S-17°S), sous l'effet de l'accélération du courant et du brassage vertical qui en résulte (Piton et Le Poulain, 1974; Nehring *et al.*, 1984). Au nord de l'Equateur, des fronts thermiques accusés, orientés nord-sud, sont formés à la zone de contact entre les eaux côtières froides remontées en surface et les eaux chaudes du large (Hastenrath et Lamb, 1979).

En subsurface, les profondeurs maximales de thermocline (entre 150 et 200 m) sont surtout rencontrées au nord de l'Equateur et à l'ouest de 70°E, de mars à octobre. En revanche, devant pratiquement toute l'année, une crête thermoclinale persiste de 5°S à 10°S à l'ouest de 80°E (Wyrski, 1971). Les pêches industrielles du large se déroulent donc au sein de structures thermiques verticales assez contrastées, contrairement à ce qui est observé en surface pendant plus de 6 mois de l'année.

2.4. Salinité

La salinité n'agit pas en tant que telle sur la répartition des thons, du moins dans la gamme de valeurs observées dans l'océan. Elle permet de caractériser les masses d'eau et, de ce fait, peut être utilisable dans la détermination des secteurs de ponte de telle ou telle espèce. Barkley (1969) a par exemple montré que le listao avait tendance à pondre dans des eaux de surface dessalées, surmontant des eaux à maximum de salinité. Par ailleurs, des relations ont été mises en évidence dans le Pacifique ouest (Donguy *et al.*, 1978) entre la position de l'isohaline 35 ‰ et des captures significatives de listao (fig. 8).

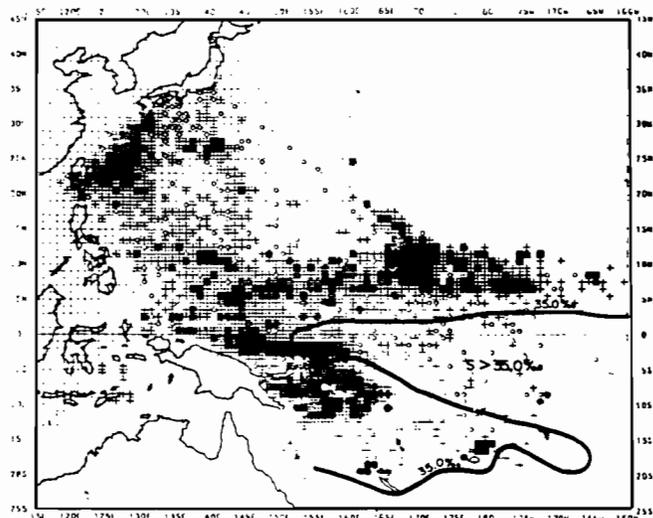


Fig. 8. Distribution des prises de bonites et salinité de surface dans le Pacifique occidental. D'après DONGUY *et al.*, 1978).

Il est à remarquer que les senneurs pêchant dans l'est des Seychelles, au sein du contre-courant durant le premier trimestre, trouvent dans leurs prises une grande quantité d'albacores sur le point de pondre. L'examen des cartes de salinité présentées dans l'atlas de Wyrski (1971) fait apparaître une advection vers l'ouest d'eau dessalée transportée par le courant sud-équatorial. Or, les pêches des senneurs se localisent sur la bordure nord de cette langue. Des mesures de salinité de surface sont désormais faites en routine à bord des senneurs (depuis juillet 1987) et seront fort intéressantes à confronter avec les pêches.

Oxygène dissous

2.5. Oxygène dissous

Dans l'ouest de l'Océan Indien, il existe un contraste très accusé entre la partie nord, en particulier la mer d'Arabie où les teneurs en oxygène sont relativement basses en oxygène dès 100 m de profondeur et la partie s'étendant au sud de 5°N, où elles sont beaucoup plus élevées. Ceci tient au caractère fermé de l'océan dans sa partie boréale, ne favorisant pas la circulation profonde. Les eaux de surface restent partout saturées en oxygène dissous.

Des seuils de tolérance de chaque espèce de thon vis-à-vis de la teneur en oxygène ont été établis par Sharp et Dizon (1978). A l'appui de ces résultats, il apparaît que l'oxygène ne peut pas être un facteur limitant la répartition des thons dans les 100 premiers mètres de l'Océan Indien occidental, couche d'eau exploitée par les engins de surface. Cependant, au nord de 5°N où les teneurs sont inférieures à 1 ml/l en dessous de 200 m, cette caractéristique peut devenir déterminante sur la disponibilité de l'albacore vis-à-vis de la palangre (l'albacore requiert en effet au minimum 1.5 à 2.5 ml/l d'oxygène dissous). Le patudo, espèce en grande partie visée par cet engin, peut supporter des teneurs faibles en oxygène (jusqu'à 0.5 ml/l) et donc être concentré à plus faible profondeur.

En terme de vulnérabilité aux engins de surface comme la senne, on peut supposer qu'une mince couche d'eau superficielle suffisamment oxygénée surmontant des eaux à teneur réduite, puisse concentrer les thons (principalement albacore et listao) à proximité de la surface, dans un habitat verticalement restreint. Néanmoins, comme le signale à juste titre Cayre (1987), les besoins en oxygène peuvent varier avec la concentration du sang en hématies et donc, avec les facteurs interve-

nant sur cette concentration, d'ordre physique (température, salinité) et biologique (développement sexuel, âge...). Ceci souligne un peu plus la nécessité d'intégrer un ensemble de paramètres dans les études visant à mieux appréhender les processus physico-chimiques intervenant sur la dynamique des bancs (concentration, dispersion) et sur leur vulnérabilité vis-à-vis des engins de pêche.

REFERENCES

- ANDERSON, R.C., 1985 - Yellowfin tuna in the Maldives. Collective Volume of Working Documents, IPTP, Colombo, Sri Lanka. TWS/85/16 : 34-50.
- ANDERSON, R.C., et A. HAFIZ, 1986 - The tuna fisheries of the Republic of Maldives. Collective volume of Working Documents, IPTP, Colombo, Sri Lanka. TWS/86/21 : 323-336.
- BARKLEY, R.A., 1969 - Salinity maxima and the shipjack tuna, *Katsuwonus pelamis* Bull. Jap. Soc. Fish. Oceanogr., Prof. Uda's commemorative papers.
- BAYNES, R., 1985 - Ebony Lady. Tuna fishing, Norwegian style. Infofish Marketing Digest, (5) : 13-14.
- CAYRE, P., 1987 - L'oxygène dissous et la répartition des thons (albacore, listao et patudo) dans l'Océan Atlantique. La Pêche Maritime (1306) : 92-95.
- DONGUY, J.R., W. BOUR, P. GALENON et J.A. GUEREDRAT, 1978 - Les conditions océanographiques et la pêche à la bonite (*Katsuwonus pelamis*) dans le Pacifique occidental. Cah. ORSTOM (ser. Oceanogr.), 16, (3-4) : 309-317.
- FEDORYAKO, B.I., 1982 - Langmuir circulations and a possible mechanism of formation of fish association around a floating object. Oceanology, 22(2) : 228-232.
- FORSBERGH, E.D. and F.R. MILLER, 1978 - Skipjack and the wind mixing index. Ann. Rep. IATTC : 5 p.
- HAFIZ, A. and R.C. ANDERSON, 1985 - A review of the tuna fisheries of the Republic of Maldives. Collective Volume of Working Documents, IPTP, Colombo, Sri Lanka. TWS/85/49 : 316-323.
- HASTENRATH, S. and J. LAMB, 1979 - Climatic atlas of the Indian Ocean. Part 1 : surface climate and atmospheric circulation, Madison, Wisconsin, University of Wisconsin Press : 97 p.
- HUANG, C.-C., L. SUN and R.-T. YANG, 1973 - Age, growth and population structure of the Indian yellowfin tuna. J. Fish. Soc. Taiwan 2(1) : 16-30.
- ICCAT, 1986 - Compte rendus de la Conférence ICCAT sur le programme de l'année internationale du listao. ICCAT, Ed. Symons, Miyake and Sakagawa : 388 p.
- IPTP, 1987 - Interim report on 1986 catch statistics in the Indian Ocean and Southeast Asian regions. IPTP, Colombo, Sri Lanka : 63 p.
- MARSAC, F., B. PITON, M. POTIER et B. STEQUERT, 1983 - Campagne expérimentale de pêche à la senne du thonier « Yves-de-Kerguelen » dans l'ouest de l'Océan Indien tropical. Rapp. Sci. Mission ORSTOM Seychelles (3) : 112 p.
- MARSAC, F., 1986 - Sea state and fisheries activities. Papier présenté au 12^{ème} cours international UN/FAO « Contribution of Remote Sensing to Marine Fisheries », Rome, Italie, 11 au 30-05-87 : 8 p + fig.
- MARSAC, F. et J.P. HALLIER, 1986 - Preliminary yield per recruit analysis of the Indian Ocean yellowfin and bigeye fisheries. Collective volume of Working Documents, IPTP, Colombo, Sri Lanka. TWS 86/37 : 58-72.
- MORITA, Y. and T. KOTO, 1971 - Some considerations on the population structure of yellowfin tuna in the Indian Ocean based on the longline fishery data. Bull. Far Seas Fish. Res. Lab. (4) : 125-140.
- NEHRING, D., ARLT, G., BUBLITZ, G., GOHS, L., GOSSELCK, F., HAGEN, E., KAISER, W., KIJHNER, E., MICHELCHEN, N., POSTEL, L., SAETRE, R., SCHEMAINDA, R., SIEGEL, H., SILVA, P., and WOLF, G., 1984 - The oceanological conditions in the western part of the Mozambique Channel in february-march 1980. Geod. Geophys. Veröff., Reihe IV, Heft 39 : 163 p.
- PITON, B. et POULAIN J.F., 1974 - Compte rendu de la croisière « Mozambique » du N.O. Vauban (01.1974) du 27 février au 28 mars 1974, doc. Sci. de la Mission ORSTOM de Nosy-Bé. Sér. Archives, N° 21 : 8 p, 3 fig.
- PITON, B. et Y. MAGNIER, 1975 - Remarques sur la circulation et les caractéristiques hydrologiques de la couche superficielle entre Madagascar et l'Equateur. Cah. ORSTOM (Ser. Oceanogr.) 13(2) : 117-132.
- PITON, B. 1976 - Particularités météorologiques et océanographiques des parages du banc des Seychelles (Océan Indien). Cah. ORSTOM (ser. Oceanogr.), 14(4) : 289-299.
- SHARP, G.D. et A.E. DIZON, 1978 - Ed. of « The physiological ecology of tunas », Academic Press.
- SHIOHAMA, T., 1986 - Overall fishing intensity of length composition on albacore caught by longline fishery in the Indian Ocean 1952-1984, Collective volume of Working Documents, IPTP, Colombo, Sri Lanka, TWS/86/24 : 73-83.
- SWALLOW, J.C. et M. FIEUX, 1962 - Historical evidence for two gyres in the Somali Current. J. Mar. Res., 40, Suppl : 747-755.
- WYRTKI, K., 1971 - Oceanographic atlas of the International Indian Ocean Expedition Washington, D.C., National Science Foundation, 531 p.
- WYRTKI, K., 1973 - An equatorial jet in the Indian Ocean. Science, Wash. 181 : 262-264.