

# État des connaissances scientifiques sur les ressources thonières dans l'océan Indien ouest

State of the scientific knowledge on tuna  
resources in the Western Indian Ocean

Renaud PIANET

## ■ Les recherches menées dans le cadre du Projet thonier régional

Succédant à un premier Programme (PTR1, 1989-92), la seconde phase du Projet thonier régional (PTR2, 1992-96) qui s'est achevée en juin 1996 mettait en œuvre un ensemble d'actions de recherche, de développement et de formation au profit des pays membres de la COI (Comores, La Réunion, Madagascar, Maurice et Seychelles). Financé par l'Union européenne à hauteur de cinq millions d'Écus sur trois ans, ce programme avait doté ses actions scientifiques d'un budget de fonctionnement et d'équipement de 500 000 Écu (environ 3,5 MF) dans le cadre d'un Devis-programme signé entre l'Orstom et l'Association thonière, bâti autour des huit opérations de recherche décrites ci-après, menées soit directement par l'Orstom, soit au sein des Centres d'appui nationaux.

## *Récolte et analyse des données statistiques thonières régionales*

Préalable essentiel et indispensable à toute analyse ultérieure des pêcheries, cette action comprenait – outre son aspect purement opérationnel – un important volet de formation au niveau régional. Les trois composantes de l'activité thonière ont été abordées.

### **Pêche industrielle à la senne**

Suite aux travaux menés dans le cadre du PTR1, la situation régionale était déjà assez satisfaisante. Initié aux Seychelles par les chercheurs de l'Orstom à partir du modèle Atlantique, le système de suivi des activités de pêche a ensuite été généralisé à l'ensemble de la région et des flottilles. Depuis 1993, des groupes de travail annuels ont permis de consolider les données collectées à Diégo (Madagascar), Port-Louis (Maurice), Victoria (Seychelles) puis Mombasa (Kenya) en collaboration avec l'IEO (Institut espagnol d'océanographie). Ainsi, la région dispose-t-elle maintenant d'une structure lui permettant de suivre avec précision l'ensemble des activités des senneurs dans l'océan Indien occidental – statistiques classiques de prises et d'effort, mais aussi de composition spécifique réelle et de composition en taille des débarquements – et d'être ainsi à même de participer activement aux travaux actuels de l'IPTP (Indo-Pacific Tuna Programme) puis prochainement de la Commission thonière de l'océan Indien (CTOI) qui vient d'être créée.

### **Pêche industrielle à la palangre**

La disparité des données disponibles entre les pays (essentiellement selon qu'ils accordent ou non des licences de pêche) rendait la situation beaucoup plus complexe ; en fait, et bien que la pêche à la palangre soit unanimement considérée comme importante, il n'existait en général qu'un faible suivi réel de ces pêcheries (à l'exception de Maurice et de La Réunion), et aucune coordination régionale. Cette tâche a été confiée au groupe de travail Statistiques, qui a initié sous la responsabilité de l'Ifremer-La Réunion une amorce de base de données, et réalisé une première synthèse régionale en 1996. Avec le démarrage d'une exploitation palangrière locale à La Réunion puis aux

Seychelles, l'intérêt pour développer ces activités s'est accru, et cette action doit se poursuivre et se réorienter dans le cadre du programme « Pêcheries palangrières dans le sud-ouest de l'océan Indien » en cours de définition.

### **P**êche artisanale

Elles sont suivies par les organismes nationaux concernés sans intervention particulière du PTR2, sauf aux Comores, où le système mis en place dans le cadre du PTR1 a été repris et étendu pendant deux ans à l'ensemble des îles et des espèces, parallèlement à une étude socio-économique. Un groupe de travail spécifique (Montpellier, 1995) a analysé les résultats de cet « échantillonnage intensif », permettant de définir un protocole de suivi des pêche artisanale comoriennes allégé tout en restant fiable.

Au niveau du groupe de travail Statistiques, la situation n'a pas beaucoup avancé jusqu'à la tenue en juin 1996 d'une réunion spéciale, qui a permis de procéder à une analyse comparative des différents systèmes nationaux, et de poser les jalons pour le développement de futures activités régionales : tenue régulière de groupe de travail spécifiques ; harmonisation et/ou mise en compatibilité des bases de données avec pour objectif la restitution de l'information au niveau régional ; définition du contenu et édition d'un bulletin statistique commun et d'un atlas relatif aux sites de débarquements ; meilleure insertion des questions socio-économiques dans les bases de données ; analyse plus fine des différentes modalités d'exploitation ; enfin, définition d'actions régionales permettant d'identifier des problématiques d'intérêt commun et d'adapter les systèmes statistiques en fonction de ces questions.

### **C**onclusion

Le PTR achevé, la région dispose maintenant d'un système statistique régional fiable et bien rodé pour la pêche à la senne, en cours d'amélioration sensible pour la pêche palangrière, et se mettant en place pour la pêche artisanale ; la poursuite de cet effort dans le cadre du Comité de coordination des pêches est un enjeu essentiel et déterminant pour la qualité des futures études et la collaboration régionale dans le domaine de la pêche.

## *Dynamique des populations de thonidés de l'océan Indien occidental*

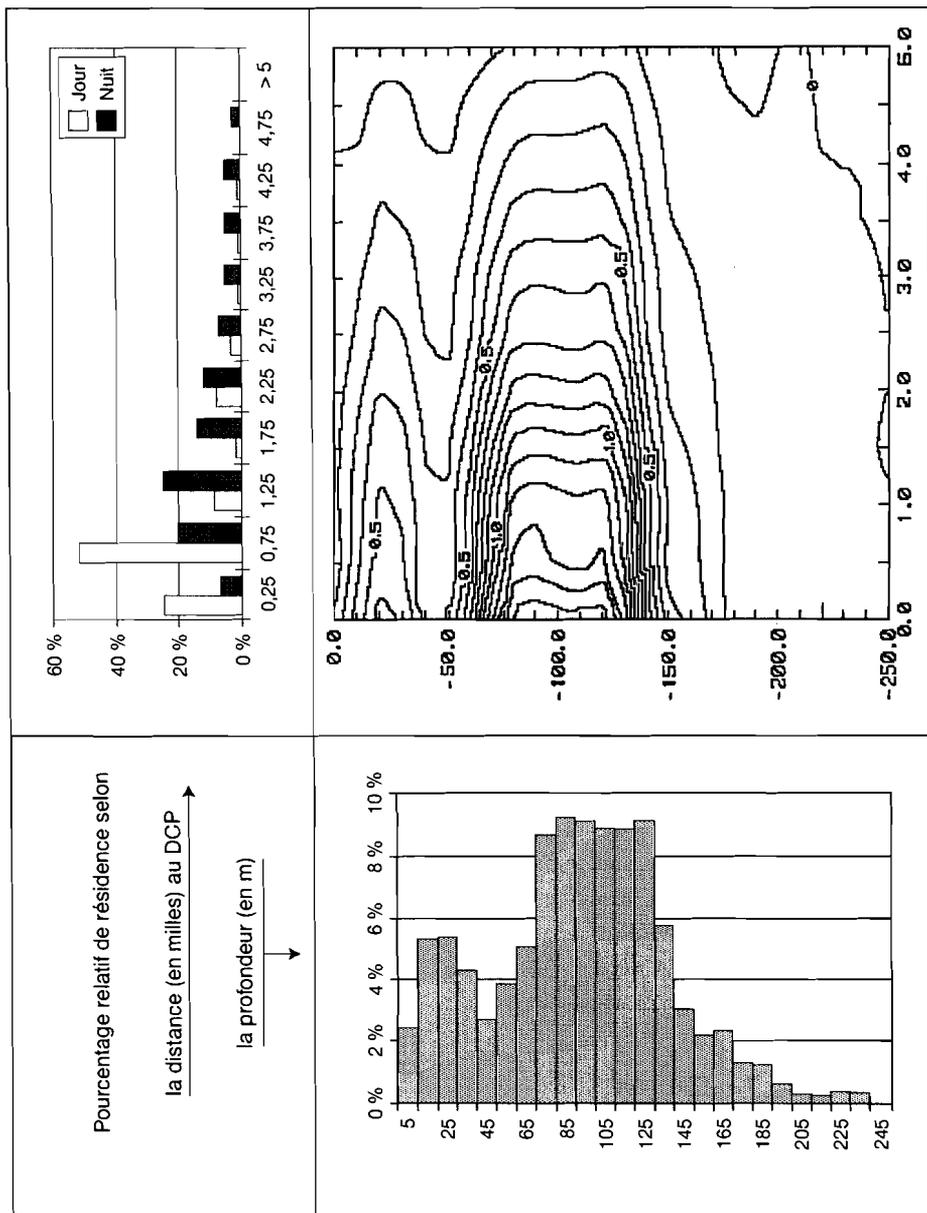
Ayant pour vocation finale la maîtrise de la ressource, cette opération capitale est cependant restée relativement peu active en raison de l'importante charge de travail liée aux nombreuses activités de terrain du programme. Cette activité est cependant illustrées par la contribution (articles et présentations) significative et croissante des différents acteurs du PTR (Orstom, Ifremer et Centre d'appui nationaux) aux groupes de travail et réunions de l'IPTP, comme fournisseurs presque exclusifs de l'information de base et des études sur la pêche à la senne : Colombo, 1992 (4 articles) ; Victoria, 1993 (13 articles) ; Colombo, 1995 (15 articles). L'essentiel des analyses de cette action sera réalisé pendant la phase de synthèse des résultats.

## *Comportement et migrations des thonidés de l'océan Indien occidental*

Cette composante importante du programme se situait dans le prolongement direct des recherches initiées au cours du PTR1.

### **Marquages acoustiques**

Couplés à des mesures fines de l'environnement hydrologique local, les marquages acoustiques ont pour objectif de modéliser et généraliser à des échelles régionales les comportements observés (répartition verticale des thons selon les conditions hydrologiques, tels que les gradients de température et d'oxygène), prolongeant la synthèse des premiers résultats obtenus dans le cadre du PTR1 (Cayré et Marsac, 1993). Les six campagnes réalisées à La Réunion sous DCP (Dispositifs concentrateurs de poissons) et aux Seychelles le long des accores ont permis de marquer et suivre un listao et treize albacores, enrichissant notablement la base de données. Une première analyse typologique des comportements selon les différentes situations rencontrées a été conduite (Marsac *et al.*, 1995), indiquant entre autre un effet probable de la lune sur le comportement nocturne des thons. Une seconde analyse du comportement des albacores autour de DCP (Marsac et Cayré, *in prep.*) montre des temps de résidence très différents de jour et de nuit, et a permis de modéliser la répartition verticale d'une biomasse donnée autour d'un DCP comme illustré dans la figure 1 et ainsi d'estimer leur rayon d'action.



■ Figure 1  
 Distribution verticale et horizontale du temps de résidence d'albacores par rapport à un DCP, et répartition résultante dans un plan horizontal d'une biomasse de 50 tonnes d'albacore autour du DCP de jour (d'après Marsac et Cayré, *in prep.*).

## Marquages classiques

Bien qu'elle soit fondamentale, on avait jugé que cette technique dépassait les objectifs initiaux du PTR2 ; aussi les activités se sont-elles bornées à la compilation des données de marquage-recapture issues du PTR1 complétées par celles de la zone provenant de l'IPTP (Japon, Maldives), ainsi que d'une analyses succincte de ces résultats (Cayré *et al.*, 1996).

## Modélisation du comportement

Basée sur l'utilisation des techniques de l'intelligence artificielle, cette étude a donné lieu à une thèse ayant pour sujet la modélisation par algorithme génétique et réseaux de neurones du comportement de bancs de poissons pélagiques à la recherche de zones riches en nourriture dans un champs thermique évolutif obtenu à partir de cartes satellitaires, l'étude de la taille optimale des bancs et de leur dynamique fine, et le rôle de la sensibilité des thons à détecter les « anomalies » (Dagorn, 1994). Certains des modèles mis au point (migrations de bancs dans un champ thermique) réussissent à reproduire fidèlement les performances des animaux réels – débouchant sur des hypothèses nouvelles permettant à terme d'imaginer de prévoir à court terme la dynamique spatio-temporelle des populations – tandis que d'autres (comportement grégaire) ouvrent la voie à des expérimentations originales devant permettre de les valider. Cette méthodologie serait particulièrement bien adaptée à l'interprétation des résultats provenant du grand programme de marquage envisagé dans l'océan Indien, dans la mesure où on disposerait concomitamment de données satellitaires.

## *Biologie des thonidés tropicaux de l'océan Indien occidental*

Poursuivant et finalisant les actions engagées au cours du PTR1, cette opération a été menée pour l'essentiel dans le cadre des Centres d'appui nationaux de Maurice, Madagascar et La Réunion avec un appui logistique et scientifique de l'Orstom.

## Croissance

Le dépouillement et la synthèse des données récoltées au cours du PTR1 a permis de préciser la croissance de l'*albacore* à partir des accroissements quotidiens des otolithes (Stéquert *et al.*, 1993) ; cette étude penche plutôt en faveur de l'hypothèse d'une croissance rapide de la phase juvénile, mais sans trancher de manière définitive.

Réalisée en collaboration avec les Maldives à partir d'otolithes recueillis dans le cadre d'un programme de marquage, une analyse de la croissance des *listaos* a été présentée à l'IPTP en 1995, sans arriver à des résultats utilisables et sans permettre la validation de la méthode. Si ces études ne pourront être efficacement reprises que dans le cadre du futur programme de marquage, une analyse spatio-temporelle de la variabilité de la croissance reste indispensable.

## Reproduction

Là encore, le dépouillement et la synthèse des données recueillies dans le cadre du PTR1 se sont poursuivis à partir des indices classiques et de l'adaptation aux thonidés de nouvelles techniques d'études hormonales et immunologiques, donnant lieu à deux articles sur le cycle sexuel et la fécondité du *listao* (Stéquert, 1994 ; Stéquert *et al.*, 1996). Ils confirment pour l'essentiel les résultats antérieurs, précisant la forte variabilité spatio-temporelle de la reproduction du *listao*, même si leur fécondité reste globalement stable au cours de l'année ; l'essentiel de l'activité sexuelle provient des individus de 50-55 cm.

Une étude de la biologie de la reproduction de l'*albacore* dans le canal de Mozambique (délimitation des aires et périodes de reproduction) est réalisée à Madagascar par un chercheur du CNRO. Les résultats préliminaires (Rajoharison, 1994 et 1995) confirment qu'une ponte a bien lieu au cours du second trimestre dans le canal de Mozambique avec des caractéristiques (sex-ratio, taille à la première maturité, période de ponte et fécondité) proches de celles déjà observées dans l'ouest de l'océan Indien ; la synthèse des trois années d'observations fera l'objet d'une thèse en 1997.

Le principe de la poursuite des activités sous forme de la mise en place d'un « Observatoire de la reproduction », tel que recommandé par l'IPTP en 1992, est acquis au niveau régional et ses modalités sont en cours de définition.

## Comportement alimentaire

Il s'agit d'une étude comparative du comportement alimentaire entre des thons capturés au voisinage des structures à effet concentrateur (DCP, épaves dérivantes, monts sous-marins) et des individus capturés en bancs pélagiques typiques ou à la palangre. Le matériel récolté a été dépouillé (tri par grands groupes zoologiques, calcul des biomasses, identification des poissons par familles), et les résultats ont fait l'objet d'une analyse statistique préliminaire (de Vicenzi, 1995) ; ces résultats seront approfondis au cours de la synthèse de cette étude, qui reprendra et intégrera les résultats du programme « Comportement alimentaire et Environnement biologique des thons » mené dans le cadre du PTR1, et qui a déjà donné lieu à plusieurs publications (Roger, 1994).

## *Environnement physique et biologique des thonidés de l'océan Indien occidental*

Essentiellement menée à partir des Seychelles et de La Réunion (station SEAS), cette importante opération est essentielle en raison de ses implications en dynamique des populations (impact sur les indices d'abondance, les temps de prospection et l'efficacité des flottilles). Elle avait pour but principal de préciser la compréhension des relations entre environnement et production, d'initier un réseau régional de collecte d'informations océanographiques, et enfin de développer une base de données océanographiques à vocation halieutique d'un emploi relativement aisé pour des biologistes.

## Les bases de données environnementales

Plusieurs actions ont été menées avec comme objectif commun la constitution et la mise à jour d'une base de données océanographiques régionale, aussi bien par l'incorporation d'informations préexistantes (données de surface et de subsurface provenant des bases internationales), que par la collecte de données originales (réseau de stations côtières automatisées, champs thermiques satellitaire, courantologie de surface et données collectées auprès de la flottille de senneurs).

Couvrant la zone 20 °E-120 °E / 30 °N-80 °S, la **Base de données océanographiques océan Indien** est constituée pour l'essentiel d'informations extraites des principales banques internationales : TOGA-WOCE pour ce qui est des profils thermiques (actuellement, 61 000 XBT archivés fin 1993), World Ocean Atlas du NODC (National Oceanographic Data Center) pour les paramètres physico-chimiques (oxygène dissous, salinité, nitrates et phosphates : 13 200 stations dans l'océan Indien occidental fin 94), « pseudo-tension » du FSU (Florida State University, USA) pour les vents. Un module « bouées dérivantes », intégrant les trajets de plus d'une centaine de bouées déployées depuis 1976 (Laboratoire d'océanographie dynamique et climatique de l'université de Paris VI et de l'université de Miami) ainsi que celles provenant des thoniers est en cours de développement.

Regroupant sous un interface Windows les nombreux programmes existants afin d'en faciliter l'utilisation, le **logiciel GAO** (Gestionnaire d'applications océanographiques) a été mis au point et fait l'objet d'améliorations régulières. Orienté vers la gestion, le traitement et la cartographie des données, il est actuellement implanté aux Seychelles, à La Réunion et à Madagascar. La mise à jour de la base de données et de son logiciel d'exploitation devrait être terminée fin 1997 ; tous les outils existant, la généralisation de GAO à d'autres zones ou océans est prévue, et sa traduction dans des langues autres que le français et l'anglais possible.

Initialement déployé sur 10 sites, le réseau de **Capteurs automatiques de température** a ultérieurement été réduit à 6 – La Réunion (Le Port), Comores (Anjouan), Seychelles (îles d'Arros et Denis), Madagascar (Antsiranana) et Maurice (Rodrigues) – en raison de la difficulté d'assurer la maintenance de certains d'entre eux. Les mesures provenant des stations de Denis, d'Arros et Le Port illustrent l'utilité d'un suivi régulier, mettant bien en évidence le réchauffement général (de 1 à 2 °C) de l'ensemble de la zone en 1994-95 par rapport à 1993. L'analyse comparative des températures mesurées par les capteurs avec celles calculées à partir des données NOAA par la station SEAS montre une excellente corrélation, indiquant qu'ils constituent des indicateurs très efficaces de l'évolution thermique de l'ensemble du bassin occidental. Étant donné l'intérêt régional évident (ce n'est que sur le long terme que ce suivi prend tout son sens) de cette opération, sa pérennisation (suivi des stations par les CAN et centralisation

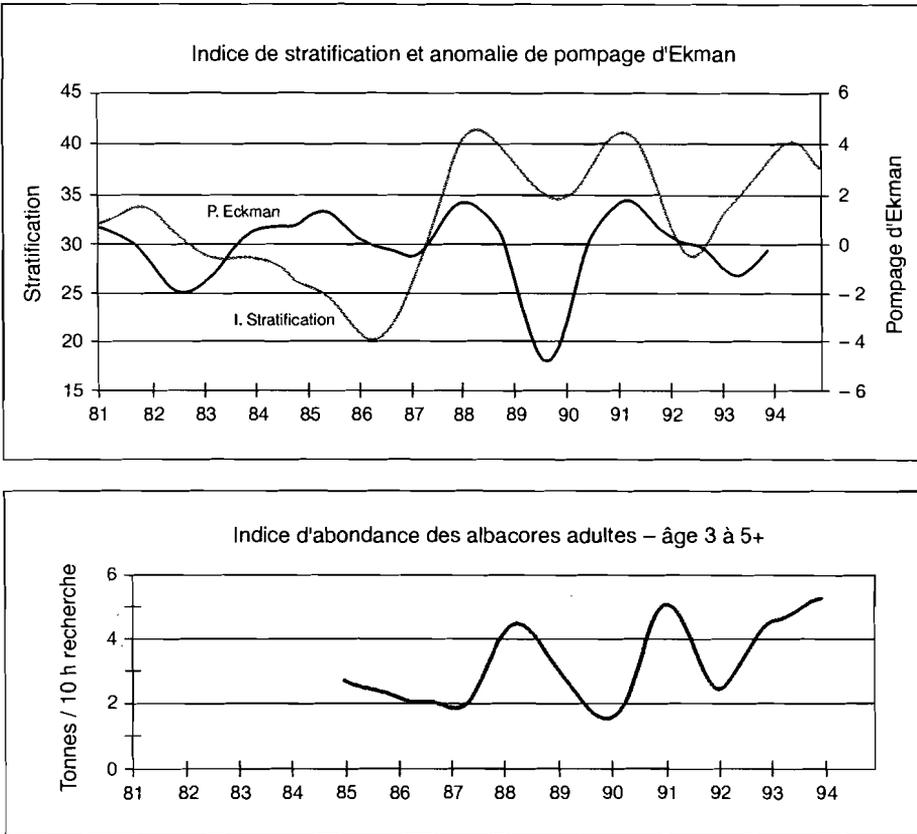
des résultats au laboratoire SEAS de La Réunion) dans des sites soigneusement sélectionnés afin d'obtenir des séries continues utilisables en océanographie des pêches et en climatologie a été approuvée à la dernière réunion du Comité de Coordination des Pêches.

Depuis 1991, la **Station de réception satellitaire** de l'Orstom de La Réunion (SEAS) archive quotidiennement les températures de surface du satellite NOAA avec une résolution spatiale de 1 mille pour la zone 41 °S-5 °N, 35-90 °E. Depuis juillet 1993, elle diffuse à tous les CAN ainsi qu'aux thoniers senneurs des *spatio-cartes thermiques* sur une base décadaires (hebdomadaire depuis mi 95), ainsi, à la demande, que des « Zooms » sur certains secteurs (La Réunion, Seychelles, Tuléar). Cette expérience a été étendue par la mise en place d'un *accès direct en ligne* à ces cartes via INMARSAT M pour les senneurs, INMARSAT C et PC pour les palangriers dans le cadre du CAN de La Réunion. Ces données sont également disponibles sous forme d'un *Atlas de données dégradées* (4 milles) utilisable sur PC et permettant – à l'aide d'un logiciel *ad-hoc* – des consultations (cartes quotidiennes) ou des animations. Enfin, un *Atlas des données de SST satellitaires sur CD-ROM*, incluant un certain nombre de procédures simples d'utilisation des données (visualisation, extraction, ...) est en cours de finition, et une formation à l'utilisation de ce nouveau produit – tant par les scientifiques de la région que par les professionnels – est planifié pour la fin 1997.

Mettant en jeu deux bouées dérivantes (avec chaîne à thermistance et suivi Argos), une étude de **Courantologie** devait étudier deux situations typiques de la pêcherie thonière : l'entrée du *canal de Mozambique* en début de la saison de pêche dite du Canal, et l'*est des Seychelles* en début d'année. La première bouée (Canal de Mozambique) a suivi pendant 5 mois une trajectoire qui l'a amenée jusqu'à Durban (Afrique du Sud) où elle s'est échouée, montrant un comportement très semblable à celui observé lors d'expériences antérieures (circulation tourbillonnaire dans la partie centrale et sud du canal, trajectoires opposées aux vents dominants de sud-est et pointes de vitesses élevées, de l'ordre de 2 nœuds). Par contre, la balise ARGOS de la seconde bouée (qui aurait dû dériver au sein du contre-courant équatorial sud) ne s'est pas déclenchée, et elle n'a pu être récupérée. Cette opération devrait aussi pouvoir bénéficier des nombreuses trajectoires des bouées mises en œuvre par les senneurs pour suivre le déplacement de leurs épaves artificielles.

### **Analyse de l'impact des structures fines de l'environnement**

Cette opération n'a pu être mise en œuvre dans les conditions initialement prévues pour des raisons logistiques tant matérielles (disponibilité d'un bateau) qu'humaines (faiblesse des effectifs). Cependant, avec l'affectation par l'Orstom aux Seychelles d'un océanographe physicien, ce programme a été redéfini sur une base plus théorique, et des traitements ont été développés pour estimer – à partir des données de pseudo-tension du vent – la dynamique verticale affectant la couche superficielle et les enrichissements potentiels induits par ces mouvements (pompage d'Eckman). Ce travail a permis d'analyser les relations entre ces fluctuations et la localisation des zones de concentrations de thons, à la fois sur les aspects capturabilité des adultes et indices de recrutement. Des cartes de moyenne climatologique (depuis 1970) ont été produites, et les différents signaux (saisonnier et interannuel) extraits pour être analysés en liaison avec les statistiques de pêche depuis 1984. Selon les premières analyses, la corrélation entre upwelling et abondance des thons ne semble pas claire à l'échelle spatio-temporelle retenue (1 degré-mois). D'autres traitements ont été réalisés, notamment en utilisant la puissante technique des EOF (Empirical Orthogonal Functions), afin de mieux préciser les processus en jeu. Le lien entre downwelling (plongée des isothermes) et indices de SOI apparaît clairement, et l'étude a permis de définir un indice propre à l'océan Indien, prenant en compte les anomalies de pression entre Darwin (Australie) et certaines des îles de l'océan Indien occidental (Seychelles en particulier). Ce travail a fait l'objet de plusieurs présentations et articles : Tuna Conference, IAPSO (Marsac, 1995) et Symposium thon de l'ICCAT (Marsac et Le Blanc, 1996). À titre d'exemple, la figure 2 illustre les variations inter-annuelles relatives entre la cpue des senneurs en albacores adultes, un indice de stratification et le pompage d'Eckman (indicateur des mouvements verticaux au sein de la couche superficielle : upwelling et downwelling). Elle indique une relativement meilleure relation avec le premier indice qu'avec le second, ainsi qu'une certaine synergie entre les deux.



■ Figure 2  
Variations interannuelles des indices de stratification et d'anomalie de pompage d'Eckman et de l'indice d'abondance des albacores adultes capturés par les senneurs (Marsac, 1996).

### *Dispositifs concentrateurs de poissons (DCP) et épaves dérivantes*

Cette opération est importante aussi bien pour les pêches artisanales et semi-industrielles (DCP libres ou ancrés) que pour la pêche industrielle (plus de 50 % des prises des senneurs sont réalisées sur épaves) ; elle a donné lieu pour l'essentiel à de nombreuses actions de développement décrites par ailleurs. L'impact de ce type de pêche est important à un double titre : d'abord parce qu'il biaise les estima-

tions du « temps de recherche » utilisé pour calculer des indices d'abondance, ce problème crucial s'aggravant avec le succès croissant de cette technique (un thonier se dirigeant « à coup sur » vers une épave équipée d'une radiobalise et en sachant qu'elle a concentré du poisson ne peut être considéré comme étant en phase de recherche) ; ensuite parce que cette technique a un impact important tant sur les captures (qui ont une composition spécifique plus diversifiée) que sur la structure démographique des plus grandes espèces comme l'albacore et le patudo (les poissons capturés sont de plus petite taille), comme l'illustre bien la figure 3 pour l'ensemble des flottilles en 1995.

### **Hydrologie locale et évolution temporelle des biomasses associées**

Bien que le matériel – commun avec d'autres opérations – ait été disponible, le manque de moyens navigants propres comme la faiblesse des moyens humains ont été des handicaps insurmontables à la mise en œuvre de cette action. Des coopérations ponctuelles, en particulier avec un programme similaire mené en Polynésie française ont été développées afin de pallier à ce manque de moyens.

Visant à mieux connaître les conditions de l'environnement autour des DCP, l'opération **Hydrologie côtière** à La Réunion a également connu beaucoup de difficultés : si le matériel acquis a pu être testé lors d'une sortie expérimentale et un protocole expérimental établi, cette opération n'a jamais pu démarrer, en particulier pour des raisons de sécurité du matériel.

### **Effets socio-économiques liés à l'installation et l'exploitation des DCP**

Dans le cadre de la mise en place du système de collecte, suivi et analyse des données de la pêche artisanale comorienne décrite précédemment, une analyse socio-économique – couplée à une étude socio-anthropologique confiée à deux chercheurs comoriens - a été menée parallèlement afin d'évaluer l'impact de la mise en place des DCP sur le système pêche comorien. Elles ont fait l'objet d'un rapport ainsi que d'un atelier spécifique sur la pêche artisanale aux Comores en avril 1996, dont certaines conclusions sont présentées plus en détail (Rey, 1996) à la conférence.

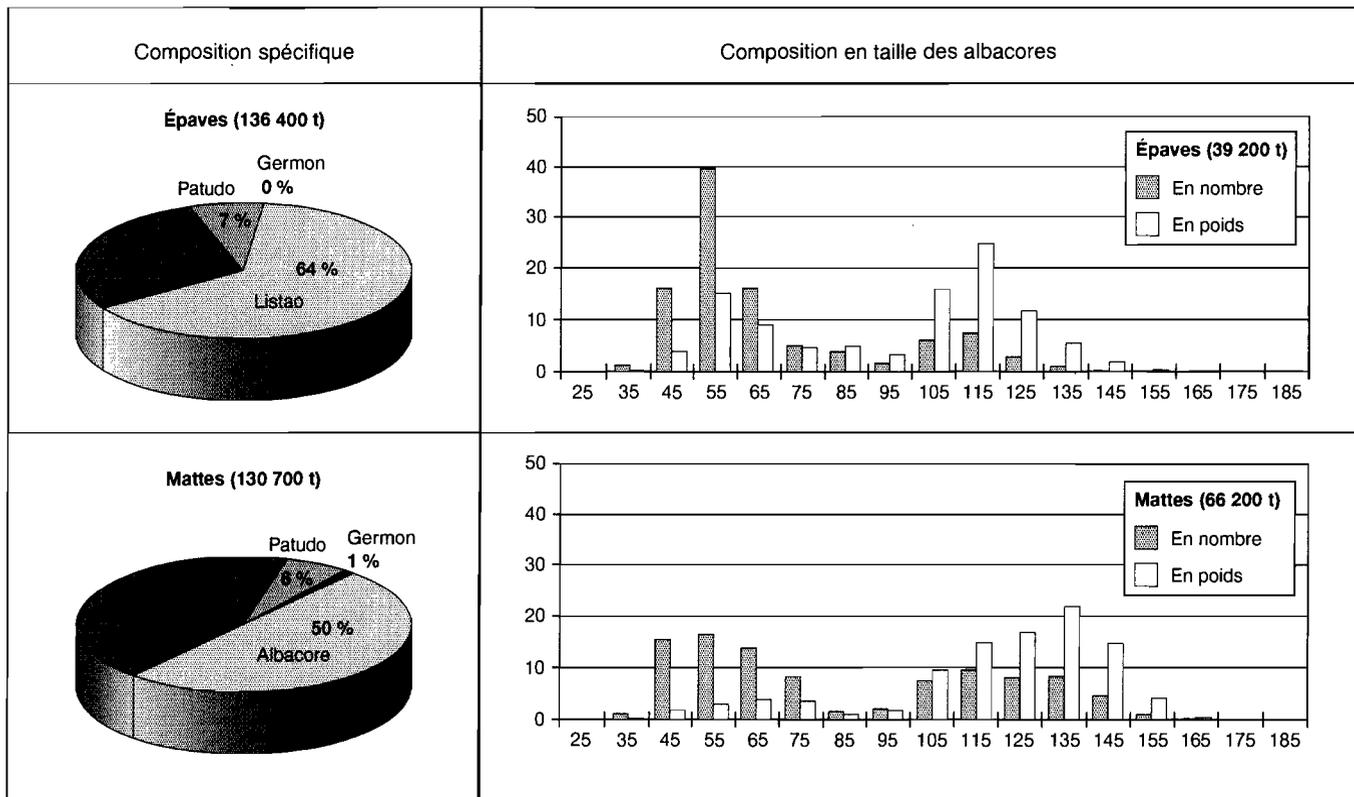


Figure 3  
Composition spécifique (à gauche) et distribution des tailles pour les albacores (à droite) des prises des senneurs (toutes nationalités) respectivement sur épaves et sur mattes en 1995.

## Étude de la pêche industrielle sur épave

La **description** des principales caractéristiques de la pêche industrielle sur épaves naturelles dérivantes (principales zones de concentration, composition spécifique associée, structure de taille des espèces associées) a fait l'objet de plusieurs documents publiés dans le cadre de l'IPTP et d'un groupe de travail de l'IATTC (Hallier et Parajua, 1992) ; la définition d'un nouvel indice d'abondance prenant en compte l'impact de ce type de pêche ainsi que de ses conséquences théoriques a également fait l'objet d'une analyse préliminaire (Hallier, 1993). Les études sur ce thème seront finalisées au cours de la phase de synthèse du programme.

L'étude du **potentiel agrégatif** n'a pas démarré, le manque de moyens navigants comme la « piraterie » générale des bouées d'épaves – malheureusement de règle au sein de la flottille de senneurs – interdisant dans les conditions actuelles que la bouée-échosondeur interrogeable à distance soit laissée en mer sans surveillance.

## Monts sous-marins et thonidés

L'étude des monts sous-marins, réputés pour leur pouvoir d'attraction sur les thonidés, a pour ambition d'améliorer l'efficacité des flottilles thonières artisanales et industrielles par la réduction des coûts de prospection et de tenter de comprendre les mécanismes mis en jeu.

### Inventaire et localisation

Une analyse de données altimétriques GEOSAT a été réalisée dans quatre zones d'étude, définies en fonction de leur intérêt potentiel mais peu prospectées par les flottilles : *Est Somalie* (7-12°N, 50-70°E), *Est Seychelles* (2-12°S, 69-79°E), *La Réunion-Maurice* (20-25°S, 50-55°E ; 17°30-22°30S, 55-65°E) et *Sud-Est de Madagascar* (30-35°S, 50-55°E), auxquelles a été ajouté le secteur de la « **Chaîne Coco de Mer** » (1°45 N-0°45 S, 54°30-57°15 E), par ailleurs assez bien cartographiée, dans lequel se trouve le Mont Alis étudié dans le cadre des campagnes HYDRAMOS. Ce travail a donné lieu à un rapport final accompagné de cartes détaillées de ces zones, ainsi que d'un résumé synthétique (Baudry *et al.*, 1994).

De manière générale, l'étude a permis de bien préciser la cartographie, et de mettre en évidence un certain nombre de structures non répertoriées ; cependant, la plupart des nouveaux hauts-fonds identifiés sont relativement profonds, en général plus de 1 500 m. Bien que cette opération soit considérée comme terminée, une sensible amélioration des cartes actuelles pourrait être obtenue une fois disponibles les données déclassifiées : ceci est clairement mis en évidence par la spectaculaire amélioration de la cartographie actuelle dans la zone sud-est de Madagascar, où elle met en évidence un relief orienté nord-sud (et non est-ouest comme le montrent les cartes actuelles) et identifie 19 hauts-fonds dont 3 seulement étaient répertoriés. De même, et malgré une faible couverture satellitaire dans sa partie centrale, l'étude a notablement amélioré la cartographie pourtant assez bien connue de la « Chaîne Coco de Mer », ajoutant quatre nouveaux sommets aux huit déjà identifiés dont un, avec une profondeur certainement inférieure à 1 000 m, mériterait d'être reconnu par bateau.

### **H**ydrologie et évolution temporelle des biomasses associées

Basée sur une série de campagnes à la mer, cette opération a pour objectif l'étude de la variabilité horizontale et verticale de quelques facteurs physiques à une échelle temporelle très fine sur un mont sous-marin ainsi qu'à sa périphérie immédiate en relation avec la distribution verticale des thonidés dans la colonne d'eau. Le site d'étude retenu est le « Mont Alis », un guyot situé près de l'équateur (0°26 N, 56°01 E), culminant à 195 mètres de la surface, et d'une productivité moyenne de 5 000 tonnes de thons par an.

Les trois campagnes HYDRAMOS réalisées (mai 1993, avril et novembre 1994) ont fait l'objet de rapports de mission. Les résultats préliminaires mettent en évidence un certain nombre de particularités intéressantes, tant du point de vue *océanographique* (variations périodiques du courant sous l'effet d'ondes d'origines diverses, forte variabilité verticale des températures au-dessous de 150 m de profondeur, faible variabilité horizontale aux abords du guyot, variabilité périodique des mouvements de la thermocline et de l'oxycline, dont l'amplitude et la fréquence augmente sur le guyot) que *biologique* (importantes variations nyctémérales de la répartition verticale des poissons, homogénéité de répartition durant la journée alors que de nuit la biomasse est scindée en deux niveaux, albacores de 60 à 140 cm

ayant des estomacs pratiquement tous remplis – mais avec un bol alimentaire différent entre les juvéniles et adultes – suggérant des strates de fréquentation bien séparées). À titre d'exemple, la figure 4 illustre les variations de la température au dessus du guyot à différentes immersions caractéristiques, montrant l'augmentation de la variabilité thermique avec la profondeur, alors que la couche intermédiaire (70 m) reste stable. La synthèse des observations sera faite au cours de la phase finale du projet.

### **Analyse des résultats de pêche à proximité de monts sous-marins**

Actuellement, 23 monts sous-marins ont été recensés dans la zone exploitée par les senneurs, mais les analyses n'ont pas permis de découvrir d'autres structures de ce type ayant une productivité remarquable. La « confidentialité » de mise autour de ces guyots ainsi que l'accaparement par un armement espagnol du mont Alis, le seul connu comme réellement productif (et pour lequel on ne dispose plus d'aucune statistique depuis 1992) rendent difficiles la poursuite des études sur ce sujet. Cependant, une synthèse sera tentée dans la phase finale du programme, en collaboration avec un collègue espagnol.

### *Germon du sud de l'océan Indien*

Ce programme avait pour objectif l'étude de la faisabilité d'une pêche de germons juvéniles dans le sud de l'océan Indien, le long de la convergence subtropicale entre 35 et 45 °S, identique à celle qui s'était développée à partir de 1985 dans le sud Pacifique. Le rapport final décrivant la convergence subtropicale et les zones et périodes potentielles de concentration des germons immatures a été publié (Marsac et Piton, 1994) et les résultats pertinents présentés aux socio-professionnels concernés. Un suivi des structures thermiques associées à la convergence subtropicale au moyen de XBT est effectuée en routine par le patrouilleur *L'Albatros* à l'occasion des ses deux campagnes annuelles le long de radiales joignant La Réunion aux îles Australes (42 °S), mais il faut déplorer la grande difficulté rencontrée pour obtenir les fichiers de données. Enfin, faute de navire, et l'intérêt des professionnels s'étant entre temps déplacé vers la pêche palangrière, le volet pêche du projet est resté au point mort.

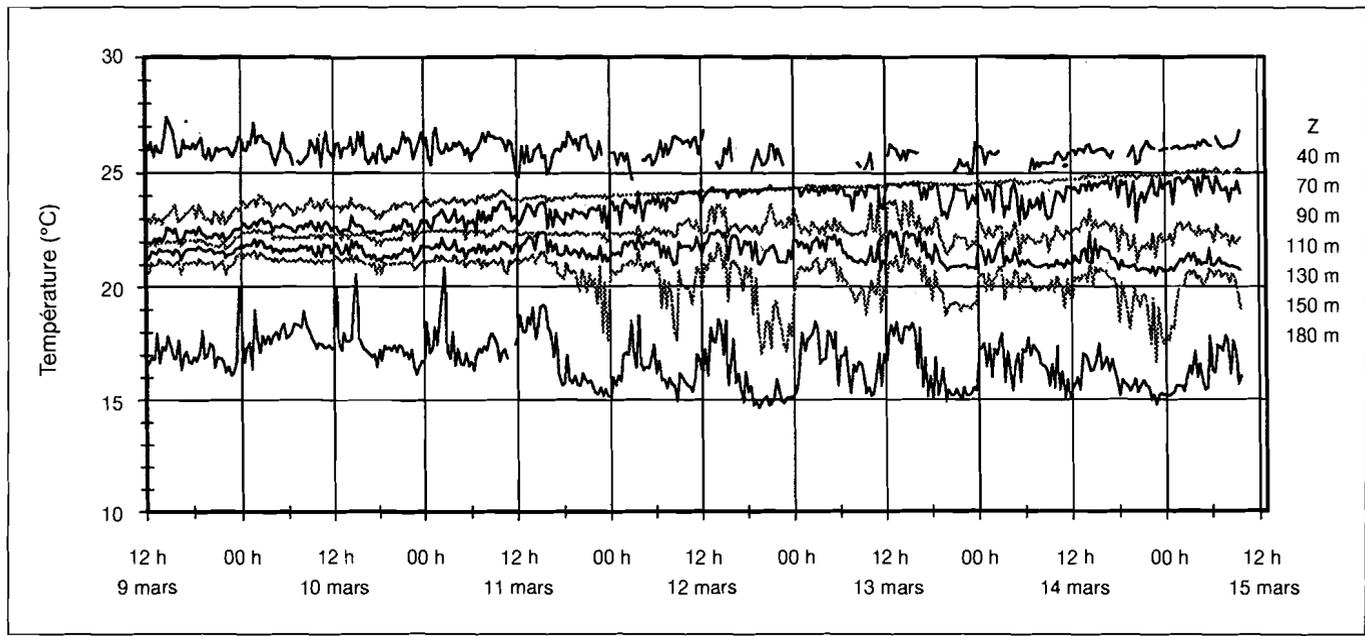


Figure 4  
 Évolution des températures aux différentes profondeurs  
 lors d'une station fixe au-dessus du mont sous-marin Alis  
 (Hyderamos 02, Marsac *et al.*, 1994).

## *Conclusion*

Depuis une dizaine d'années, et en grande partie dans le cadre des deux projets menés par l'Association thonière, des progrès considérables ont été réalisés au sein de la sous-région par les pays membres de la COI en terme de recherche thonière : développement de leur capacités de gestion et d'analyse des statistiques de pêche et du suivi des flottilles fréquentant leurs ZEE et ports, prise en main d'études de biologie par leurs chercheurs, mise en place d'un réseau de collecte de données océanographiques,... Une synergie régionale a ainsi été mise en place – maintenant sous la responsabilité du Comité de coordination des pêches – et devrait se poursuivre avec la mise en œuvre du futur projet d'étude de la pêche palangrière de proximité. Il est cependant indispensable que cet effort se maintienne, et que les actions décidées à la dernière réunion démarrent aussi rapidement que possible si ces pays souhaitent garder ce niveau de compétence et être à même de pleinement tenir le rôle qui leur revient dans les futures recherches de la Commission thonière de l'océan Indien.

## Panorama et perspectives de la recherche thonière mondiale

Le Symposium thon ICCAT qui s'est tenu à l'occasion de son trentième anniversaire en juin 1996 aux Açores (auquel assistaient quelques 110 scientifiques et administrateurs des pêches de 30 pays et 9 organisations internationales ou régionales spécialisées) a permis de faire un examen exhaustif des connaissances actuelles et d'identifier de nouvelles perspectives de recherche dans le domaine thonier. Après un premier bilan de l'évolution de la recherche ces dernières années, les 75 orateurs ont exposé leurs travaux ; les quelques éléments de réflexion qui suivent sont issus des débats menés dans le cadre de ce symposium.

## *Structure et mélanges des stocks*

Ce problème reste l'un des plus cruciaux pour toute analyse crédible de l'état des ressources ; or la récapitulation des hypothèses faites depuis 25 ans à l'ICCAT sur la structure des stocks en tant que « unités de gestion » des différentes espèces souligne à quel point l'opinion des chercheurs a pu évoluer, et ce d'autant plus qu'ils ne s'accordent pas toujours sur ce que recouvre cette notion ! De manière classique, trois principales approches sont utilisées : analyse des données de pêche et de biologie, marquages et études génétiques.

### **Analyse des données de pêche, de biologie et d'écologie**

Cette méthode est la plus ancienne, et reste souvent la seule utilisable. Les indices obtenus peuvent néanmoins être contradictoires, comme le montre bien l'exemple du patudo dans l'Atlantique : l'existence de deux zones de pêche bien séparées de part et d'autre de l'équateur avait conduit à l'hypothèse de deux stocks nord et sud, et ceci bien qu'une seule zone de reproduction soit connue dans le golfe de Guinée ; cependant, le développement ultérieur de la technique de la « palangre profonde » en a ensuite prouvé l'unicité en comblant le hiatus entre les deux anciennes zones d'exploitation. L'utilisation en parallèle des données des structures démographiques, de la taille à la première reproduction ou des taux de croissance peuvent aussi apporter d'importantes indications complémentaires ; abandonnées depuis plus d'une décennie, les études basées sur le parasitisme mériteraient aussi d'être reprises et approfondies.

### **Marquages**

Bien que les **marquages classiques** (marques à dard) soient de loin la technique la plus utilisée, ils se heurtent au même problème de fond que la méthode précédente, qui est de ne pas être indépendante de l'exploitation, les recaptures ne pouvant provenir que des zones exploitées de manière significative. Si des techniques mathématiques permettent corriger les retours de marques en fonction des taux d'exploitation dans les différentes zones, elles restent impuissantes face aux zones inexploitées. Enfin, si la recapture d'un poisson prouve bien le déplacement d'un point à un autre, elle ne donne bien sur

aucune indication sur l'itinéraire réel suivi, et ceci d'autant plus que l'individu sera resté longtemps en liberté.

Une première manière de s'affranchir de ces problèmes est l'utilisation de « **marques archives** », capables d'enregistrer quotidiennement la position, la profondeur ainsi que d'autres paramètres comme les températures interne et externe du poisson marqué. Un tel programme est mené depuis quelques années en Australie sur le thon rouge du Sud. Les premiers résultats – à partir de seulement 25 recaptures après des temps de liberté allant de 2 semaines à 28 mois - présentés au Symposium sont tout à fait impressionnants, donnant une image des migrations très différente de celle obtenue par l'analyse de 30 ans de marquages classiques : alors que ceux-ci estimaient que 75 % des migrations se faisaient vers l'ouest (où se trouve la principale pêcherie), les marques archives indiquent que la majorité des déplacements se font à l'est, vers les zones trophiques riches et peu exploitées du Centre-Sud de l'océan Indien. Par ailleurs, les données obtenues permettent de mieux appréhender le comportement (temps passé aux différentes profondeurs) et la physiologie (rythme d'alimentation, grâce au lien étroit entre alimentation et température corporelle) de l'espèce. Si ces marques souffrent du même inconvénient que les marques traditionnelles (on est toujours otage des pêcheries pour les récupérer), la quantité d'information supplémentaire qu'elles permettent en font un outil très puissant ; néanmoins, en raison de leur prix élevé (1 000 \$ pièce), elles ne sont envisageables que dans le cas de pêcheries permettant d'espérer des probabilités de recapture élevées.

Enfin, une dernière technologie, les « **marques pop-up** », est encore plus prometteuse, car elle permet de s'affranchir presque complètement des pêcheries, et peut donc s'appliquer au cas d'espèces ayant un faible niveau d'exploitation. Dans son principe, il s'agit d'une marque archive capable de retransmettre ses informations stockées par télétransmission, plusieurs scénarios étant possibles : émission directe vers un satellite lorsque l'individu est en surface (envisageable pour de gros individus), interrogation à partir de stations d'écoute localisées dans des zones de concentration connues (îles, mont sous-marin, ...), marque se détachant du poisson au bout d'un temps déterminé et remontant à la surface d'où elle émettrait directement. De telles marques sont en cours de mise au point, le principal problème

restant celui de leur miniaturisation et de leur fixation (viendra ensuite celui du coût !); les premiers essais ont eu lieu sur des marlins en Atlantique pendant l'été 1996.

### **G**énétique et analyses chimiques

De nombreux progrès ont été réalisés sur l'utilisation de la génétique pour différencier les populations de poissons, et en particulier pour les thons, marlins et espadons. Néanmoins, cette méthode reste très délicate dans le cas d'espèces fortement migratrices, la similarité génétique de deux groupes pouvant résulter de l'échange d'un faible nombre de reproducteurs à chaque génération, ou même d'échanges sporadiques lors de conditions climatologiques particulières permettant un « pont hydrologique » entre elles.

**L'analyse chimique des microéléments** des pièces dures (otolithes, rayons épineux,...) est une nouvelle approche prometteuse, car elle devrait permettre de définir la « signature environnementale » du milieu natal des espèces les plus migratrices.

### **C**onclusion

De manière générale, la notion de stock (unité de reproduction et/ou de gestion de la ressource) souffrant d'un flou général et s'avérant souvent variable d'une pêcherie à l'autre, un effort de clarification et de cohérence est absolument nécessaire. Aussi, une définition claire et rigoureuse des « unités de gestion » – qui devrait être reprise et explicitée dans toute analyse présentée à l'ICCAT – a été proposée au symposium.

Dans tous les cas, étant donné la complexité et l'importance de cette notion d'unité de gestion - sur laquelle est basée plus ou moins implicitement toute analyse de dynamique des populations - une approche holistique (c.-à-d. tirant partie de l'ensemble des informations disponibles) est indispensable : c'est en effet la convergence de ces différents résultats qui permettra d'avoir un minimum de certitude quant à la validité des unités de gestion retenues. L'élaboration d'un processus formel et objectif de prise de décision, prenant en compte ces éléments pour toute création ou modification de la définition des unités de gestion est une nécessité incontournable pour toute organisation responsable de gestion thonière.

## *Thons et environnement*

L'importance de cette problématique – qui a d'ailleurs fait l'objet d'une attention particulière dans le cadre du PTR2 – est maintenant bien reconnue, les conditions hydroclimatiques jouant un rôle prépondérant aussi bien à court terme sur la *capturabilité* (et donc sur les résultats de la pêche et leur interprétation en terme d'analyse des stocks), qu'à moyen terme sur le *recrutement* par le biais de la reproduction et la survie larvaire.

D'une manière générale – et tout particulièrement comme l'a montré l'exemple de l'océan Indien présenté à la conférence (Marsac *et al.*, 1996) – le changement de nature des études rendu possible grâce à la meilleure accessibilité des grandes bases de données a été souligné. Des efforts restent cependant indispensables afin d'en faciliter l'accès, un produit comme GAO se montrant dans ce cadre extrêmement efficace. Une recherche méthodologique, notamment à l'aide des méthodes statistiques modernes et puissantes, est nécessaire afin d'analyser et comprendre les processus et les relations fonctionnelles des relations thon-environnement aux différentes échelles (du local au global) tout en intégrant les diverses composantes des écosystèmes océaniques.

Même si la variabilité du recrutement reste relativement faible pour les thonidés, il faut cependant garder en mémoire que tout accident climatique aura des retombées d'autant plus dramatiques que les stocks sont soumis à une exploitation élevée. De même, des études sur l'habitat biogéographique (volume écologique) des thonidés et ses variations en fonction de l'âge devraient être développées. Enfin, les études sur l'estimation de la capturabilité et de ses variations en fonction de l'environnement restent incontournables pour pouvoir correctement interpréter les fluctuations observées dans les pêcheries, « l'accident » de l'Atlantique en 1984 en étant une illustration exemplaire. Enfin, le suivi en temps réel de l'environnement peut aboutir à des effets pervers, comme un accroissement non contrôlable de l'efficacité des unités de pêche par exemple.

Il devient donc nécessaire de prendre en compte plus que par le passé les données d'environnement hydroclimatique aux différentes échelles géographiques et temporelles (saisonniers et interannuels, de type ENSO). Cette prise en compte de l'hétérogénéité de l'environnement,

de sa variabilité spatio-temporelle et de ses tendances est indispensable pour bien évaluer et gérer les ressources : ce qui est évident pour l'agriculture reste vrai – même si c'est à un moindre degré – pour les pêcheries.

### *Évaluation des stocks*

De manière classique, un certain nombre de techniques différentes sont utilisées pour suivre l'évolution des ressources, avec des niveaux différents de complexité :

- des indicateurs généraux, comme l'évolution de la capture et de la taille moyenne des individus la composant, des rendements et de la surface de la zone exploitée ;
- des indices d'abondance relative ;
- des modèles utilisés, globaux (PRODFIT, ASPIC) ou analytiques (VPA, Y/R,...) ;
- plus rarement enfin, des évaluations indépendantes de l'exploitation comme des pêches expérimentales, des prospection aérienne ou, dans une certaine mesure, des marquages.

De manière générale, ces méthodes directes reposent à un degré ou un autre sur l'utilisation des données issues des pêcheries (ce qui en altère partiellement la validité), et le plus souvent ne donnent pas les intervalles de confiance des estimations obtenues (ce qui en relativise l'utilisation). Il devient donc important de développer plus qu'actuellement dans le domaine thonier les méthodes indépendantes des pêcheries (enquêtes distinctes, surveys, marquages pop-up,...) et éventuellement d'en imaginer de nouvelles.

Il est souvent possible d'améliorer ces estimations en utilisant des modèles plus complexes (prenant notamment mieux en compte la répartition spatiale de chacune des classes d'âge et estimant les taux d'échange entre zones de pêche) ainsi qu'en procédant plus systématiquement à des analyses de sensibilité ; la recherche de nouvelles techniques d'analyses statistiques plus puissantes est également une voie à explorer. Néanmoins, il ne faut pas cacher que Cette plus grande sophistication des analyses implique toujours de pouvoir disposer de données de plus en plus fines, ce qui, lorsque c'est possible, a un coût non négligeable.

D'autres facteurs d'amélioration des évaluations peuvent être envisagés, en particulier une plus grande ouverture du « monde thonier » en favorisant les échanges et participations croisées aux analyses et groupes de travail réciproques tant à un niveau interne (entre les différents organismes thoniers) qu'externe (avec de scientifiques du monde non thoniers).

Enfin, le fait que la plupart des méthodes utilisées aient été initialement conçues pour la pêche démersale les rend souvent difficiles à adapter au cas particulier d'une pêche très mobile exploitant des grands pélagiques migrateurs :

- d'une part, vivant dans un vaste domaine écologique, les différents *thonidés* ont des exigences biologiques très particulières et variables selon le type (ponte ou trophiques, advectif ou diffusif) et l'ampleur (distances parcourues et proportions de la population concernée) de leurs migrations, cette complexité étant susceptible d'introduire des biais majeurs dans les analyses ;

- de l'autre, les *pêcheries* sont caractérisées par leur extrême mobilité, leur diversité (exploitation composites multi-engins) et la flexibilité de leurs régime d'exploitation comme de leurs stratégies de pêche, souvent variables d'une année sur l'autre et dépendant souvent de facteurs exogènes à la pêcherie.

Il en résulte de nombreux biais potentiels ayant le plus souvent pour effet de surestimer les niveaux d'exploitation, rendant nécessaire la définition de critères d'analyse spécifiques : hypothèse de la « biomasse cryptique » (fraction exploitable mais non accessible d'un stock), évaluation de la signification réelle des cpue (locales et/ou globales) et de leur relation avec l'abondance, prise en compte des conséquences de certains aspects du comportement et de leur impact sur les techniques de pêche (DCP et monts sous-marins), incertitudes sur la mortalité naturelle et de son évolution avec l'âge, parmi d'autres.

## *Pêche responsable*

L'adoption du « Principe de l'approche précautionneuse » ainsi que la mise en place d'un « Code de conduite pour une pêche responsable » font maintenant obligation morale d'évaluer les incidences sur l'écosystème hauturier de l'exploitation thonière. Or si un

organisme comme l'ICCAT, de par son mandat initial assez restrictif, est assez mal armé pour répondre à ces questions, il en va généralement de même pour les autres organisations semblables.

L'essentiel de ce thème tourne tout naturellement autour du problème des prises accessoires réalisées par les senneurs, mais aussi, on a souvent tendance à l'oublier, par les palangriers. Si certaines des espèces capturées ressortent bien du mandat de ces organismes (thons mineurs, marlins et espadons pour les senneurs, petits thons pour les palangriers), d'autres (cétacés, requins, tortues, autres pélagiques hauturiers, oiseaux,...) n'en font en principe pas partie.

La réponse la plus évidente est la mise en place d'un programme d'observateurs embarqués du type de celui qui a été déployé dans le Pacifique ces dernières années ; il est en effet techniquement difficile et aléatoire de ne compter que sur les informations provenant de la collaboration volontaire des pêcheurs, comme l'illustre bien depuis plusieurs années la grande difficulté à mettre en place un système de suivi des rejets. Une autre réponse est technologique, avec la mise au point d'engins ou de méthodes de pêche plus sélectifs, comme cela fut fait pour éviter la capture de dauphins dans le Pacifique est. Par exemple, des études sont en cours pour mettre au point une senne qui permettrait de diminuer les prises des individus de petite taille. Si cette évolution est nécessaire (et même à terme obligatoire), le problème du financement de tels programmes reste entier. Il nous revient cependant de trouver des réponses à ces importantes questions,... sinon d'autres s'en chargeront à notre place !

Enfin, la réflexion se doit d'être étendue au problème plus général de la gestion de l'écosystème, question considérablement plus vaste que celle des simples rejets et prises accessoires, mais qui est l'objectif final réel de la notion de « pêche responsable ». Or l'analyse des divers programmes observateurs montre que les données récoltées ne reflètent que très mal la mortalité effective par pêche, qui ne se réduit pas à celle qui s'exerce sur les thonidés. Il est donc indispensable de prendre du recul et d'examiner d'une part si nous mesurons réellement l'impact de la pêche sur l'écosystème, de l'autre si nous appréhendons vraiment la réaction de ce dernier à la pêche. Pour cela, il sera nécessaire d'améliorer la quantité et la qualité des données recueillies lors des opérations de pêche, de développer une réflexion conjointe des communautés d'écologistes et d'halieutes, enfin d'éta-

blir des priorités de recherche et de mettre en œuvre les programmes correspondants. En fait, c'est une toute nouvelle problématique qui est proposée à la communauté thonière, dont les éléments essentiels ont été présentés et discutés lors du symposium (Hall, 1996).

### *Facteurs socio-économiques*

Bien que cela soit évident, il faut rappeler que la pêche thonière est avant tout une activité économique (et donc des dollars !), le reste n'étant que l'analyse des conséquences de cette activité. Or traditionnellement, cette spécialité est à la portion congrue dans le monde des organisations thonières, bien qu'il soit par ailleurs nécessaire de prendre en compte l'influence sur la production de certains facteurs exogènes, comme par exemple la planification politique, la législation ou le commerce international.

Au niveau méthodologique, les socio-économistes doivent comme les halieutes trouver un équilibre entre d'une part des modèles simples (voire simplistes !) mais se contentant de peu de données, et de l'autre de modèles plus proches de la réalité mais plus complexes et nécessitant donc des données plus fines et plus nombreuses. Or la collecte de ce type de données a beaucoup de retard par rapport à la biologie, ce qui constitue souvent la principale contrainte dans le choix de la méthode et de son application.

Bien que chacun reconnaisse l'importance de ces études, la place et le rôle de la socio-économie au sein des organisations thonières continue à faire l'objet de vives discussions, certains craignant de voir les débats se perdre dans les traditionnelles querelles entre écoles de théorie économique ! Il n'en reste pas moins que ceux-ci ont un rôle essentiel à jouer à divers niveaux : mise en perspective de l'exploitation dans son cadre économique réel (le cas de la pêche sportive est exemplaire à ce titre) ; évaluation des conséquences des diverses alternatives de gestion qui pourraient être décidées ; estimation du partage de la « rente thonière » entre les différents intervenants (pays riverains, armateurs, firmes commerciales,...).

## Avis de gestion

Schématiquement, le processus de prise de décision permettant d'aboutir à un avis de gestion fait interagir de manière « linéaire » trois intervenants, par exemple dans le cas de l'ICCAT : les scientifiques (SCRS) qui proposent, l'administration (Commission) qui décide, et les pêcheurs (groupements professionnels)... qui exécutent ! Pour que ce processus se déroule de manière satisfaisante et efficace, il faut que les scientifiques aient à répondre à des questions précises des administrateurs, qu'ils leur apportent des réponses claires et intelligibles (pour eux), que les mesures décidées par l'administration soient compréhensibles et techniquement applicables par les pêcheurs, et enfin (surtout !) qu'elles soient contrôlables.

La première question qui se pose est celle de l'objectif même de la gestion ; comme on l'a déjà signalé précédemment, il peut s'agir soit de la conservation de la *ressource*, soit de manière plus globale de celle de l'*écosystème*, ce qui implique des approches radicalement différentes : dans le premier cas, on se penchera surtout sur l'étude des risques de surpêche (en terme de rendement par recrue ou de recrutement), on affinera les études afin d'avoir le moins d'incertitudes possibles, et on développera des analyses de type « gestion sous risque » ; dans le second, il faudra d'abord considérablement élargir la base de données disponible (programmes observateurs), puis procéder à une planification par étapes des analyses à mettre en œuvre dans le cadre de groupes de travail spécifiques. Une réflexion sur l'application de la notion de « pêche responsable » au cas des thons est d'ailleurs indispensable, en raison de la spécificité de leur biologie : s'il avait été appliqué tel quel il y a dix ans, on ne pêcherait probablement toujours que 500 mille tonnes de thon dans le monde et non 3 millions ! Enfin, il est indispensable que l'organisme chargé de la gestion se mette en mesure de passer des avis actuels de type tactiques (à court terme) à des avis de type stratégiques (à long terme).

En second lieu se pose le problème de la circulation des informations entre les intervenants, ce qui peut amener à la création de structures intermédiaires ou de groupes mixtes créés autour de problèmes concrets, afin de rendre aussi transparent que possible le processus de décision.

Enfin, reste à éclaircir les problèmes liés à l'application et au contrôle des mesures de gestion. Avant tout, il est indispensable que les mesures envisagées soient applicables si on veut être ensuite en mesure de pouvoir les faire respecter. Par exemple, des moyens effectifs de contrôle des activités des flottilles de pays non membres ou sous pavillon de complaisance doivent d'abord être identifiés et clairement définis (observation directe, mesures commerciales de type certificat d'origine,...) avant de décider la mise en œuvre d'un tel contrôle.

### *Biologie*

Ces études, un peu délaissées depuis quelques années, méritent d'être reprises et réorientées : analyses plus fines avec des protocoles expérimentaux plus rigoureux, développement des analyses de la variabilité spatio-temporelle et de la dépendance de l'âge des paramètres vitaux. Par exemple, il subsiste encore de nombreuses incertitudes sur la croissance (phase juvénile et dimorphisme sexuel des adultes), la mortalité naturelle (évolution avec l'âge) ou le sex-ratio, lesquels font le plus souvent l'objet d'hypothèses pouvant souvent fortement peser sur la fiabilité des analyses.

## ■ Conclusions et prospective

Il ressort de l'ensemble des discussions que le schéma d'organisation traditionnel de type linéaire des organismes chargés de la gestion des ressources thonières ne correspond plus ni aux possibilités modernes d'analyse, ni à la complexité que requiert une véritable approche de « pêche responsable ». Un modèle organisationnel plus complexe (en réseau maillé, avec rétroaction) apte à prendre en compte le maximum d'informations disponible (biologie, socio-économie, environnement, écologie) serait beaucoup plus à même de privilégier des avis de gestion à la fois tactiques et stratégiques, compréhensibles par tous les acteurs, et par là même beaucoup plus faciles à mettre en œuvre. Il est néanmoins clair qu'une telle évolution générera des coûts nouveaux, entraînant donc un financement supplémentaire substantiel.

Dans le cadre de la prochaine mise en place de la Commission thonière de l'océan Indien, les pays ayant participé aux deux Projets thoniers régionaux ont pris une sérieuse option pour pouvoir participer activement à ses activités, tant en raison de l'excellent niveau de la collecte de leurs statistiques que par la qualité des recherches réalisées. Il convient néanmoins pour cela qu'ils poursuivent leurs efforts dans ce sens, comme cela avait été décidé lors de la dernière réunion du Comité de coordination des pêches en mai 1996 à Maurice.

Au niveau de l'océan Indien, un certain nombre des problèmes évoqués devront être rapidement abordés par la CTOI, et ceci à différents niveaux :

- la **Collecte des statistiques** d'abord : l'effort considérable réalisé ces dernières années par l'IPTP devra être poursuivi et même amélioré – comme son Comité d'experts l'avait souligné lors de sa dernière réunion (Colombo, 1995) – en particulier pour ce qui est des statistiques de la pêche artisanale (données par espèce et/ou par engins encore trop souvent agrégées et généralement non spatialisées) et des délais parfois considérables de transmission des données palangrières ; le contrôle du niveau réel des captures est également une préoccupation majeure, que ce soit par défaut (pavillons de complaisance, flottilles « fantômes ») ou redondance (communications multiples dans le cas de joint-ventures par exemple) ; enfin, il sera nécessaire d'accorder un effort particulier à l'échantillonnage (taille, composition spécifique) ainsi qu'aux thazards et thons mineurs ;
- le problème de la **Structure des stocks** – et par conséquence de la définition des unités de gestion – reste entier pour la majorité des espèces, ce qui peut être d'autant plus lourd de conséquences que l'océan Indien reste très inégalement exploité ; le grand programme de marquage dont il est question depuis plusieurs années devra être remis en chantier de manière urgente, en y incluant les nouvelles méthodes modernes ; le problème récurrent des **Interactions** entre les pêcheries – essentiel dans l'océan Indien en raison de l'importance de la pêche artisanale, et qui relève de ce même type d'étude – devra également être abordé ;
- l'évaluation de l'**Effort de pêche** effectif sera également un des thèmes incontournables des futurs travaux de la commission : augmentation de l'efficacité de pêche des senneurs (améliorations technologiques, développement des pêches sur épaves) complexe à estimer ;

développement de la pêche palangrière difficilement mesurable, en particulier pour les petites unités ; extension du rayon d'action et diversification des prises pour la plupart des pêcheries artisanales ;

– si l'étude des relations **Pêche-environnement** est globalement d'un bon niveau - notamment grâce aux nombreuses activités menées dans ce sens par le PTR – sans être une priorité elles devront cependant être poursuivies en raison de leur impact plus ou moins direct sur les évaluations (intégration de la variabilité océanographique dans les modèles), et pour cela la mise à jour régulière des bases de données être assurée ;

– bien que de nombreux travaux aient déjà été réalisés en **Biologie**, beaucoup d'efforts restent à faire (variations spatio-temporelles et avec l'âge des principaux paramètres vitaux), aussi bien par des études originales qu'en exploitant au mieux les résultats du futur programme de marquage ; les études sur les espèces « secondaires » (petits thonidés et thazards, poissons porte-épées,...) devront aussi être développées ;

– les **Évaluations** seront bien évidemment une des toutes premières priorités de la Commission, celles-ci restant encore d'un niveau globalement assez faible, en particulier en raison d'une série de données relativement courte (le développement spectaculaire des prises résultant de l'introduction de la pêche à la senne a moins de 15 ans) ; la mise en œuvre des études permettant la mise en place d'une véritable politique de **Pêche responsable** – avec toutes les obligations qui en résulteront (et notamment, au moins dans un premier temps, un effort effectif d'évaluation et de suivi des rejets et des prises accessoires qui ne pourra être mise en œuvre que par l'intermédiaire d'observateurs) – sera également rapidement incontournable ;

– enfin en **Socio-économie**, où quasiment tout reste à faire bien que ces études revêtent une grande importance, tant en raison du caractère particulièrement diversifié des pêcheries de l'océan Indien qui se partage pour moitié entre pêche artisanale et pêches industrielles (senne et palangre) que par l'importance et l'étendue des zones d'exploitation sous juridiction nationales.

Si la future Commission thonière de l'océan Indien démarre donc sur des bases relativement solides grâce aux activités menées depuis une vingtaine d'années dans la région, elle aura néanmoins de nombreux défis à relever très rapidement. L'expérience acquise par ses « grandes

sœurs » que sont l'IATTC (Commission inter-américaine du thon tropical) dans le Pacifique est et l'ICCAT (Commission internationale pour la conservation des thonidés de l'atlantique), comme par les autres organismes régionaux que sont la CPS (Commission du Pacifique sud) et la FFA (Agence des pêches du forum) dans le Pacifique sud-ouest lui sera certainement d'une grande utilité pour commencer au mieux son délicat mandat.

## Bibliographie

### **Bibliographie de base des travaux réalisés dans le cadre du PTR2**

Baudry N., Petit M. et Dagorn L., 1994 —

*Halieutique et Inventaire satellitaire des hauts-fonds dans l'océan Indien occidental*. Orstom La Réunion et Seafloor Imaging INC, mars 1994 : 165 p. et 3 cartes hors texte.

Cayré P. et Marsac F., 1993 —  
« Modelling the yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) vertical distribution using sonic tagging results and local environmental parameters ». *Aquat. Living Resour.*, 6 (1) : 1-14.

Cayré P., Norungee D. et Shung C.L., 1996 —  
« Analysis of tags recoveries in Mauritius (1988-93) and presentation of codification procedure in use ». *IPTP Collective Volume*, 9 : 348-56.

Dagorn L., 1994 —  
*Le comportement des thons tropicaux modélisé selon les principes de la vie artificielle*. École Nationale Supérieure d'Agriculture de Rennes, Thèse d'état soutenue le 30 septembre 1994 (n° d'ordre 9419, série H, n° de série 32). Orstom, TDM 133, 1995 : 250.

Dagorn L., Petit M., Hallier J.-P., Cayré P. et Simier M., 1994 —  
« Does tuna school size depends on fish size ? » *IPTP Collective Volume*, 8 : 183-87.

Hallier J.-P., 1994 —  
« Purse seine fishery on floating objects : what kind of fishing effort ? What kind of abundance indices ? » *IPTP Collective Volume*, 8 : 192-98.

Hallier J.-P. et Parajua J.I., 1992 —  
« Review of tuna fisheries on floating objects in the Indian Ocean ». *International workshop on "Fishing for tunas associated with floating objects"*, La Jolla, California, February 11-14, 1992.

Lablache-Carrara G. et Laloé F., 1993 —  
Plan d'exécution d'un système d'échantillonnage des captures aux Comores. *Doc. Sci., AT/COI/PTR2*, 7, juillet 1993 : 45 p.

Marsac F., 1994 —  
« Yellowfin tuna fisheries during the past decade : Indian Ocean versus eastern Pacific and east Atlantic oceans ». *IPTP Collective Volume*, 8 : 168-82.

- Marsac F. et Piton B., 1994 —  
« La convergence subtropicale dans le sud-ouest de l'océan Indien, avec référence à la présence de germon austral ». *Doc. Sci., AT/COI/PTR2*, 13, février 1994 : 12 p.
- Marsac F., 1995 —  
« Oceanographic research in relation with tuna fisheries assessment : the Regional Tuna Project of the "Commission de l'Océan Indien". » XXith IAPSO (International Association for the Physical Sciences of the Ocean) General Assembly, Hawaii, August 1995. *IAPSO Scientific Publication*, n° 36 (in press).
- Marsac F, Cayré P. and Conand F., 1995 —  
« Analysis of small scale movements of yellowfin tuna around FADs using sonic tagging ». *IPTP Collective Volume*, 9 : 151-59.
- Marsac F., 1996 —  
« L'environnement océanique et son impact sur la pêche thonière hauturière : des relations individuelles et locales aux processus générés à l'échelle de l'océan ». *In Le thon : enjeux et stratégies pour l'océan Indien*. Conférence thonière, Maurice, 27-29 novembre 1996 : (in press).
- Marsac F. et Le Blanc J.-L., 1996 —  
« Response of Indian Ocean yellowfin tuna fisheries to the coupled ocean-atmosphere system – Interannual and ENSO-associated variability ». *Symposium Thon du 30<sup>e</sup> anniversaire de l'ICCAT, 10-18 juin 1997, Ponta Delgada, Sao Miguel, Açores (Portugal)* : (in press).
- Petit M., Dagorn L., Lena P., Slepoukha M., Ramos A. G. et Stretta J.-M., 1994 —  
Oceanic landscape concept and operational fisheries oceanography. *Mémoires de l'Institut Océanographique, Monaco*, 18 : 85-97.
- Pianet R., 1993-96 —  
Activités réalisées dans le cadre du devis-programme Orstom/AT-PTR2. Sept rapports scientifiques semestriels présentés au Conseil Scientifique de l'Association Thonière. Orstom : AT/COI/PTR2.
- Pianet R., 1993 —  
« Note sur les conséquences de l'arrivée éventuelle de nouveaux thoniers senneurs dans l'océan Indien ». *Doc. Sci., AT/COI/PTR2*, 3, mars 1993 : 6 p.
- Pianet R., 1994 —  
« Purse seine fishery trends in the Indian Ocean from data collected in Victoria (Seychelles), 1984-1992 ». *IPTP Collective Volume*, 8 : 41-43.
- Rajoharison H., 1994 —  
« Note sur les indices gonadosomatiques et la fécondité des albacores (*Thunnus albacares*) échantillonnés à Antsiranana en 1993 – Résultats préliminaires ». *Doc. Sci., AT/COI/PTR2*, 14, avril 1994 : 11 p.
- Rajoharison H., Conand F., 1995.  
« Étude de la reproduction de l'albacore dans le canal du Mozambique ». Résultats de la campagne 1994. *Doc. Sci. AT/COI/PTR2*, 20 : 11p.

- Rey H., 1996 —  
« Innovation ou révolution dans les pratiques de pêche : essai de prospective par rapport aux Dispositifs de Concentration de Poissons ». In : *Le thon : enjeux et stratégies pour l'océan Indien*. Conférence thonière, Maurice, 27-29 novembre 1996 : (in press).
- Roger C., 1994 —  
« Relationship among yellowfin and skipjack tuna, their prey-fish and plancton in the tropical western Indian Ocean ». *Fish. Oceanogr.*, 3 (2) : pp 133-41.
- Roger C., 1994 —  
« The plankton of the tropical western Indian ocean as a biomass indirectly supporting surface tunas (yellowfin, *Thunnus albacares* and skipjack, *Katsuwonus pelamis*) ». *Environmental Biology of Fishes*, 39 : pp 161-72.
- Stéquert B., Ramcharrun B., Dean J.M. et Hansbarger J., 1994 —  
« Preliminary study of age and growth of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the western Indian Ocean ». *IPTP Collective Volume*, 8 : 161-67.
- Stéquert B., 1994 —  
« La fécondité du listao (*Katsuwonus pelamis*) dans l'ouest de l'océan Indien ». *Aquat. Living Resour.*, 1995, 8, n°1 : 79-89.
- Stéquert B. et Ramcharrun B., 1996 —  
« La reproduction du listao (*Katsuwonus pelamis*) dans le bassin ouest de l'océan Indien ». *Aquat. Living Resour.*, 1996, 9, n° 3 : 235-47.
- Vicenzi (de) L., 1995 —  
*Étude du comportement alimentaire des thons capturés au voisinage des DCP dans le sud-ouest de l'océan Indien*. Université de La Réunion, Mémoire de stage Irémia, 38 p, 19 annexes.

### Général

- Anonyme, 1996 —  
Titres et résumés des présentations. Symposium Thon du 25<sup>e</sup> anniversaire de l'ICCAT, 10-18 juin 1997, Punta Delgada, Sao Miguel, Açores (Portugal).
- Anonyme, 1996 —  
Rapport du Symposium Thon ICCAT. Symposium Thon du 25<sup>e</sup> anniversaire de l'ICCAT, 10-18 juin 1997, Punta Delgada, Sao Miguel, Açores (Portugal) : version provisoire.
- Anonyme, 1995 —  
Report of the Expert Consultation on Indian Ocean Tunas, 6th Session, Colombo, Sri Lanka, 25-29 September 1995. *IPTP/95/GEN/23* : 67 p.
- Anganuzzi A.A., Stobberup K.A., Webb N.J. (eds.), 1996 —  
Proceedings of the Expert Consultation on Indian Ocean Tunas, 6th Session, Colombo, Sri Lanka, 25-29 September 1995. *IPTP Collective Volume*, 9 : 373 p.
- Ardill J.D. (Ed.), 1994 —  
« Proceedings of the Expert Consultation on Indian Ocean Tunas », 5th Session, Mahé, Seychelles, 4-8 October 1993. *IPTP Collective Volume*, 8 : 275p.
- Hall, 1996 —  
« Écosystème research and tuna fisheries management : some keys questions ». *Symposium Thon du 30<sup>e</sup> anniversaire de l'ICCAT, 10-18 juin 1997, Punta Delgada, Sao Miguel, Açores (Portugal)* : (in press).