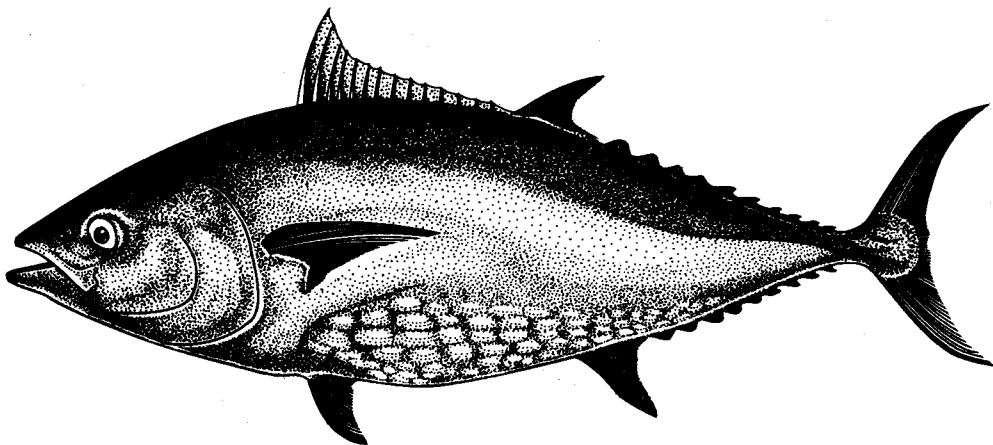


RAPPORT FINAL

FINAL REPORT

par

Jean-Yves LE GALL
et
François-Xavier BARD



Thunnus thynnus (L.) 1758

RAPPORT GENERAL DU GROUPE DE TRAVAIL

— Après avoir accueilli les participants, Monsieur le Professeur PARIS a présenté l'intérêt évident et la compétence de son laboratoire de recherches pour le domaine de l'aquaculture des poissons marins. MM. PERROT et UNO, co-présidents de cette session, ont précisé les motivations, l'intérêt scientifique immédiat, technique et économique à long terme de cette session, et ont insisté sur le caractère indispensable de la coopération internationale dans ce domaine. —

I ADOPTION DE L'AGENDA ET ORGANISATION DE LA REUNION

I.1. Organisation des débats

La finalité de cette réunion a été tout d'abord nettement définie : collecte de renseignements et concertation internationale pour l'aquaculture des thons et particulièrement du thon rouge méditerranéen. Le fondement de cette action future est une bonne connaissance de la biologie de cette espèce principale. Les moyens d'accès à cette connaissance d'une espèce commercialement exploitée sont l'analyse des pêcheries et des travaux spécifiques de recherche et l'examen des résultats acquis dans d'autres régions.

Des communications ont été soumises par les participants. Elles sont reproduites ci-après. Après examen de ces documents, les travaux de cette session ont été organisés de façon progressive et la direction des travaux confiés aux spécialistes suivants :

SUJET	PRESIDENT DE SEANCE
- examen des pêcheries	Mr CHARBONNIER
- biologie et pêche du thon rouge méditerranéen	Dr SARA / Mr BARD
- les expériences et résultats en aquaculture thonière au Japon et au Canada	Prof. UNO
- les potentialités méditerranéennes	Dr BARNABE
- programmation de recherche coopérative internationale en Méditerranée occidentale	Mr PERROT / Prof. UNO

Il a été demandé au Dr J.Y. LE GALL et à Mr F.X. BARD d'être rapporteurs.

I. 2. Information et visites d'installations aquacoles

Afin d'apprécier l'état des techniques en aquaculture de poissons marins sur le littoral méditerranéen français, les participants ont visité trois installations proches et très différentes.

1. Laboratoires de recherche et installations expérimentales de la station de Biologie Marine et Lagunaire de SETE (Université de MONTPELLIER).
2. Unité expérimentale de démonstration et de vulgarisation de l'aquaculture en Méditerranée (CNEXO) à PALAVAS.
3. Unité de production commerciale du GAEC "Les Poissons du Soleil" à BALARUC.

Par ailleurs, l'existence d'une criée aux poissons et de circuits de commercialisation de thon rouge méditerranéen, à SETE, a permis, aux participants japonais notamment, de comparer les produits proposés et les besoins du marché d'importation de thon rouge au Japon. Les éléments d'information recueillis à cette occasion ont été introduits en temps opportun dans le débat.

II BIOLOGIE ET PECHE DU THON ROUGE EN MEDITERRANEE ET EST ATLANTIQUE

La séparation des populations de thon rouge de l'Atlantique Nord en deux stocks est et ouest atlantique nettement individualisés au plan dynamique de stock n'est pas encore totalement admise par tous les experts. Néanmoins il est probable que les résultats de l'activité de gestion rationnelle et aménagement des stocks soient plus nettement ressentis dans les pêcheries du côté de l'Atlantique où l'action est menée (I.C.C.A.T./SCRS/1977). Par ailleurs, il est acquis et notoire de longue date que les populations de Méditerranée et de l'est Atlantique bénéficient d'échanges mutuels (migration de géniteurs et de juvéniles).

II.1. Examen sommaire des pêcheries et des captures

L'intérêt du groupe portant essentiellement sur la Méditerranée occidentale, une attention particulière a été dévolue aux pêcheries des trois pays riverains principaux : Espagne, France, Italie, et aux captures dues aux flottes palangrières du Japon (cf. tableau 1).

On peut résumer brièvement et schématiser les captures méditerranéennes en 1977.
tonnes : France # 3000 (par senneur)

Espagne # (madragues (450), divers (200))

Japon # 600 (palangre)

Italie = 10 000 (senne), 1000 (madragues).

De ces quatre nations exploitant le thon rouge en Méditerranée, seule l'Italie n'est pas membre de l'ICCAT, c'est la raison pour laquelle une attention particulière a été portée aux renseignements originaux apportés au cours des débats (Comm. : ARENA, SARA, PICCINETTI). Globalement, les captures italiennes de thon rouge doivent être de l'ordre de 11 000 tonnes, dont plus de 9000 tonnes réalisées par les senneurs en mer Tyrrhénienne. En Adriatique, les captures italiennes sont de l'ordre de 1000 tonnes, et l'on ne possède que peu d'éléments sur les captures yougoslaves.

Une communication d'ARENA fournit quelques indications sur la production et les rendements journaliers des senneurs dans le sud de la mer Tyrrhénienne ce qui est particulièrement intéressant :

CAPTURES DE THONS ROUGES "GENETIQUES" PAR LA FLOTTILLE DE SENNEURS ITALIENS EN MER TYRRHENIENNE.

ANNEE	NOMBRE DE SENNEURS	PRODUCTION TOTALE TONNES	PRODUCTION MOYENNE /JOUR (TONNES)
1972	8	1020	2.8
1973	11	1225	2.5
1974	15	3120	4.7
1975	16	4120	5.8
1976	16	4170	5.7
1977	18	4179 + 300 tonnes)	5.

II.2. Revue des grandes caractéristiques de la biologie halieutique du thon rouge

II.2.1. Structure démographique des captures

Bien que la couverture statistique et l'échantillonnage biologique des captures soient très insuffisants pour conclure sur l'état d'exploitation de ce stock ou des populations méditerranéennes, il est intéressant de relever quelques faits saillants :

- les captures à la senne tournante en dehors des zones de pontes sont réalisées essentiellement sur les animaux de classes 1, 2, 3 et 4.
- les captures de madragues portent sur les animaux plus âgés de l'ordre de 8,9, 10 années et plus.

Sur les zones de pontes, dans la région des Iles Eoliennes, les grands senneurs italiens capturent des thons rouges analogues à ceux des madragues.

- le poids moyen des animaux capturés en madrague aussi bien en Italie qu'en Espagne, tend à augmenter : de 170 kg (poids moyen en 1960) à 300 kg en 1977 pour la Sicile et de 140 en 1956 à 182 kg en 1970 pour l'Espagne (SAN FELIU). On capture cependant dans les madragues siciliennes des gros thons rouges de 500 kg et, en 1977, une pièce de 604 kg a été capturée (800 tonnes en 1977 pour 5 madragues). Les plus petits individus capturés pèsent 25 kg.
- les classes moyennes, c'est-à-dire de 5 à 9 ans, sont le plus souvent absentes des pêcheries, comme en Atlantique est.
- d'une année à l'autre les pourcentages de classes d'âge dans les captures peuvent être très variables, et notamment pour les captures des senneurs. Ainsi, selon FARRUGIO, de 1970 à 1977, 80% des captures françaises étaient constituées des représentants des classes 3 à 5, soit d'un poids moyen variant de 15 à 60 kg. En 1977, la classe de 3 ans ne fournit que 3% des captures ; ce phénomène s'explique par la concentration exceptionnelle de thons au large de Port-Vendres, ayant permis la réalisation du tiers de la production de l'année en 28 jours. Un autre phénomène explicatif peut être la capture de gros thons de 150 kg, normalement absents de la pêcherie, cette année détectés par avion.

Il résulte de ces situations que l'analyse des structures démographiques des captures doit être conduite avec prudence, en raison des changements de disponibilité et de vulnérabilité de certaines classes d'âge.

II.2.2. Les grandes caractéristiques biologiques

Structure de stock et migrations

L'un des points fondamentaux de la structure de stock est la nature des échanges et des interrelations entre populations méditerranéennes et populations est-atlantiques (J.C. REY). Utilisant la structure hydrologique du détroit de Gibraltar, les jeunes thons rouges de la classe 0 migrent de Méditerranée vers les côtes atlantiques du Maroc en automne (début novembre). Leur devenir durant l'hiver n'est pas exactement connu. Une partie au moins de cette classe 0 migre vers le sud des côtes marocaines, comme le démontrent certains résultats de marquage. Lors de l'été suivant, âgés de un an (classe I), ces jeunes thons rouges migreront vers le nord le long des côtes du Maroc. Ils y sont pêchés à la senne. Une partie atteindra les côtes ibériques et même le golfe de Gascogne. L'hiver, ils reviennent aux eaux marocaines. Lors des étés suivants, les thons rouges de 2 et 3 ans (classe

II et III) remontent jusqu'au golfe de Gascogne où ils sont couramment pêchés. Les animaux plus âgés de classe IV à VIII et IX, disparaissent presque totalement des pêcheries actuelles en Atlantique-est et en Méditerranée. Les grands individus de plus de 9 ans retournent régulièrement en Méditerranée, l'été (cf. SARA).

Reproduction

Les migrations génésiques, c'est-à-dire de ponte, des géniteurs sont relativement bien connues, mais ont fait l'objet d'observations récentes dans le sud de la mer Tyrrhénienne (ARENA), notamment au moment de la ponte et de la fécondation (secteur des Iles Eoliennes au mois de mai et juin). L'une des techniques simples et efficaces pour la délimitation de ces voies de migrations génésiques semble être l'évolution spatiale et temporelle du rapport gonado-somatique, qui permet de caractériser le stade de reproduction du géniteur. La variation de cet indice de 65-70 en début de saison en Sicile jusqu'à 24-25 en fin de saison de ponte.

Oeufs, larves et premiers stades vitaux

Depuis près d'une dizaine d'années, les membres du groupe de travail sur les thonidés de la C.I.E.S.M. (cf. DICENTA, PICCINETTI) poursuivent leurs travaux "sur les oeufs et larves de thonidés dans les différents secteurs de la Méditerranée afin de mieux préciser la période, l'aire et l'intensité de ponte, dans le but d'évaluer le stock de reproducteurs en Méditerranée". On dispose ainsi à présent d'une localisation précise des aires de ponte en Méditerranée (cf. fig. n°1) et des valeurs exactes de température et salinité des eaux dans les aires de ponte et d'éclosion. A titre d'exemple, pour le thon rouge les températures des eaux de l'aire de ponte varient entre 21 et 24°C et la salinité entre 37.5 et 38.6‰. On dispose des mêmes données pour les larves: T° de 19.6 à 27.0°C ; S ‰ 36.7 à 38.6 ‰ renseignements extrêmement précieux pour les expériences de survie larvaire en vue de l'aquaculture.

D'autre part, l'utilisation des indices d'abondance des larves peut conduire sous certaines hypothèses de mortalité à des estimations de l'abondance du stock de géniteurs, mais actuellement on ne dispose pas encore d'éléments pour choisir parmi les valeurs dans l'échelle proposée. C'est la raison pour laquelle le groupe portera un effort particulier sur l'estimation des taux de mortalité larvaire du thon rouge.

Croissance

La connaissance exacte du taux de croissance linéaire et pondérale du thon rouge a fait l'objet de nombreuses recherches, fort heureusement résumées en un document unique (J.L. CORT). Il apparaît que la superposition des résultats acquis par différents auteurs sur des segments complémentaires des pêcheries, jeunes individus et âgés, est satisfaisante dans l'ensemble si l'on considère la croissance en taille (tableau II, Fig. 2). Cependant, lorsque l'on considère en détail les estimations de croissance en taille et en poids durant les quatre premières années, des différences notables apparaissent (voir tableau III). Ces différences qui peuvent être attribuées à la variabilité naturelle ou à des interprétations divergentes, introduisent des biais dans l'évaluation des captures par âge, et tout particulièrement des niveaux de recrutement (cf. BARD).

L'intérêt pratique et immédiat de cette revue de la croissance pondérale est de montrer que l'obtention de thons rouges de 30 à 45 kg par élevage nécessitera, si la croissance en captivité est identique à celle en mer libre, une stabulation en enclos variant de 2 à 3 années selon les individus. Les résultats japonais (cf. HARADA) démontrent qu'en élevage les taux de croissance sont nettement plus élevés qu'en liberté, et sont également influencés par la température (cf. §4).

III ETAT DE L'AVANCEMENT DES TRAVAUX SUR L'AQUACULTURE DES THONS AU JAPON

Les différents aspects de l'aquaculture des thons ont été abordés soit par raisonnement d'analogie avec les élevages de sériole - cela concerne alors leur technologie, leur analyse économique (HIRASAWA), leurs perspectives (MITANI) - soit encore par la relation directe des expériences réalisées sur les différentes espèces (HARADA, INOUE). Actuellement l'élevage de la sériole produit 100 000t/an, soit 60 millions d'individus. L'une des caractéristiques intéressantes de cet élevage est que le taux de croissance en captivité est 3 fois plus élevé qu'en milieu naturel (5.8 kg en trois ans).

III.1. Les progrès bio-techniques

En ce qui concerne les thons (cf. HARADA), les expériences ont été poursuivies parallèlement selon les deux voies :

- l'insémination artificielle, élevage larvaire puis élevage de juvéniles jusqu'à des tailles de plusieurs centimètres sur quatre espèces (*Thunnus albacares*, *Sarda orientalis*, *Auxis tapeinosoma*, *A. thazard*). Cependant, aucune collecte d'oeufs de thon rouge n'a pu être réalisée.
- la capture et le grossissement de juvéniles, basé sur les résultats acquis sur la sériole, ont permis l'élevage de jeunes thons

rouges (*Thunnus thynnus*) et albacore (*T. albacares*), skipjack, bonite, auxide, thonine, etc... (cf. tableau IV). Pour le thon rouge, les cages flottantes d'un diamètre de 8 à 30 mètres ont permis la maintenance en captivité de certains individus durant cinq années, et l'obtention d'accroissement en poids satisfaisant : 40 à 80 kg (130 à 160 cm) (cf. Figure 3). Ces grandes cages de 30 mètres de diamètre et de 7 mètres de profondeur permettent de maintenir en engraissement 300 thons rouges de 40 à 50 kg (3 ans), soit une densité moyenne de 2.7 kg/m³.

Le goulot d'étranglement pour le progrès de ces expériences jusqu'à la production industrielle est incontestablement la difficulté, voire l'impossibilité, de se procurer des oeufs fécondés ou des quantités suffisantes de juvéniles en bon état, actuellement la mortalité après capture est très forte.

La solution passe donc essentiellement par la prospection ou l'assurance de disposer d'une source non-aléatoire d'oeufs et, à plus long terme, par la création d'un stock de géniteurs captifs.

En ce qui concerne la taille de première maturité du thon rouge de Méditerranée et du Pacifique, les communications orales ont confirmé les observations des biologistes méditerranéens. La taille de première maturité est atteinte à 3 et 4 ans, soit pour des animaux pesant 30 kg. Exceptionnellement, des individus âgés de 2 ans peuvent montrer certains signes de maturité sexuelle. Mais de toutes façons, il semble acquis (cf. HARADA) qu'à des fins d'aquaculture les produits sexuels (oeufs et sperme) issus de la première ponte ne sont pas très satisfaisants. En résumé, l'âge de première maturité dans un stock de géniteurs captifs ne devrait pas être atteint avant 3 et plus vraisemblablement, 4 ans.

III.2. Approche économique de l'aquaculture du thon rouge au Japon

Une étude originale (HIRASAWA) fondée sur l'expérience acquise en élevage industriel de sériole et sur les premiers résultats expérimentaux et commerciaux d'HARADA, laisse de prévoir, dès maintenant, les grandes lignes de l'aquaculture du thon rouge. Différents facteurs biologiques et économiques permettent d'affirmer que l'élevage du thon rouge, une fois les problèmes techniques d'approvisionnement en alevins et de réduction de mortalité résolus, sera plus profitable que l'élevage de la sériole :

- le thon rouge d'élevage plus gras que le thon sauvage est d'autant plus recherché par le consommateur.
- le taux de conversion (rapport aliment fourni/chaire produite) est supérieur à celui de la sériole.
- ce taux de conversion augmente durant les 3 et 4 premières années et va dans le sens du marché.
- le taux de croissance en captivité est cinq fois plus élevé que celui de la sériole conduisant dans certains cas à des animaux de 60 kg en 3 ans.
- l'accueil très favorable du thon rouge d'élevage sur le marché, il atteint 5000 ¥/kg soit 110F/Kg.

III.3. Production massive de juvéniles et repeuplement

Depuis plus d'une dizaine d'années, les études prospectives sont menées en vue de produire massivement des juvéniles dans des unités de production ou fermes thonières, en milieu tropical (cf. INOUE, 1970). L'impact de ces relâchers massifs pourrait être apprécié à deux niveaux : d'une part en vue d'un repeuplement des stocks exploités, d'autre part, et c'est une vision plus récente, en utilisant les voies de migration très localisées pour effectuer des recaptures massives. Il s'agirait donc là d'une véritable opération de "sea-ranching". Les arguments présentés pour la sélection des thons de ces expériences sont les suivants : grande fécondité moyenne, taux de croissance rapide, vitesse de nage rapide (échappement aux prédateurs), comportement de bancs (capture à la senne), voies de migration fixes vers les aires de nourrissage, comportement de banc fixé sous les objets flottants (utilisation possible de radeaux). Sur ce dernier point, il semble que le conditionnement des sérioles, et autres Carangidae, à séjourner près des cages pendant quelques dizaines de jours soit déjà partiellement réalisé.

Les difficultés prévisibles pour le développement de l'aquaculture des thons en zone tropicale, et plus particulièrement dans les récifs-lagons, proviendront du manque de nourriture-fourrage (poissons ou céphalopodes) pour l'alimentation des alevins et des juvéniles. Si cette voie doit être un jour explorée, il est probable que de grands progrès doivent être faits au préalable pour l'alimentation des thons en captivité à l'aide d'aliments composés, dans ces zones futures d'élevage fort éloignées des centres de production d'aliments et de consommation.

IV EXPERIENCES CANADIENNES D'ENGRAISSEMENT DE THON ROUGE GEANT

Depuis 1975, une première forme d'élevage de thon rouge existe au Canada, sur la côte Atlantique (JANEL Fisheries), en Nouvelle Ecosse dans la baie de Ste Margaret. Des thons rouges géants (jusqu'à 400kg), capturés incidemment dans des pêcheries fixes à maquereaux sont maintenus en enclos: cages elliptiques en filet de 70 mètres de long, 14 mètres de large et 7 à 10 mètres de profondeur . Nourris quotidiennement de maquereaux, ils engraisent et, après capture, sont expédiés et vendus sur le marché aux thons de Tokyo. Le développement de cette forme d'élevage peut être traduit ainsi :

ANNEE	NOMBRE DE CAGES	NOMBRE DE THONS EXPEDIES A TOKYO
1975	2	30
1976	9	300
1977	18	700

La disponibilité de ces thons rouges géants captifs a permis la mise en place d'un programme de recherches scientifiques dont les dix points essentiels sont (cf. BUTLER) :

1. Morphométrie.
2. Marquage de la croissance à la tétracycline.
3. Recherche sur l'alimentation et l'anesthésie.
4. La surveillance par marques ultra-soniques (température interne, profondeur, battement du coeur, vitesse de nage).
5. Etudes de nutrition et du taux d'engraissement, choix de la nourriture.
6. Sérologie, immunologie (pour la détermination du sexe sans sacrifice de l'animal).
7. Teneur en mercure et PCB.
8. Longévité.
9. Etudes hydrodynamiques par photogrammétrie.
10. Parasitologie et pathologie des thons captifs.

Les résultats de toutes ces études seront extrêmement utiles pour le développement rationnel de l'aquaculture thonière.

V .1. Les acquis technologiques

La difficulté de disposer de géniteurs matures est souvent amplifiée par l'absence fréquente de produits sexuels (oeufs et sperme) au même degré de maturation au même moment. D'où l'importance essentielle de tout progrès dans le domaine du contrôle hormonal de la maturation des géniteurs captifs (ZOHAR) et aussi d'une préservation en vue de manipulations parcimonieuses des produits sexuels (BILLARD). A cet égard, les oeufs de thons sont de diamètre proche d'un millimètre, c'est-à-dire proche de ceux des bars et plus gros que ceux de la dorade. Ils ne posent pas, selon les spécialistes japonais, de problèmes particuliers. Une revue très exhaustive des recherches dans le domaine a permis de préciser les conditions optimales d'insémination artificielle pour les poissons marins (loups et dorades) et les poissons d'eau douce (salmonidés). L'une des conclusions les plus originales est que *"le milieu naturel dans lequel se produit la fécondation (eau douce ou eau de mer) ne constitue pas le milieu optimal pour la survie des gamètes"*; une solution haline, eau de mer diluée de moitié, convient mieux pour l'insémination chez le bar et la dorade. Les mêmes renseignements précieux ont été fournis pour les conditions optimales de dilution, de conservation au froid et par congélation, incidence du pH, fécondance et motilité du sperme et seront de la plus grande utilité pour les expériences méditerranéennes thonières à venir.

V .2. Les infrastructures disponibles et les atouts régionaux

Des infrastructures diversifiées dans le domaine de l'aquaculture des poissons marins existent tout au long du littoral méditerranéen, italien, français et espagnol. D'autre part, le transport aérien d'oeufs et de larves de poissons a été suffisamment expérimenté dans la région pour constituer un atout supplémentaire pour cette région. De plus, les espèces présentes ou disponibles, en-dehors du thon rouge, sont nombreuses et couvrent tout l'éventail des espèces expérimentées au Japon (*Thunnus, Kabuwonus, Auxis, Sarda, Euthynnus, Orcynopsis...*). L'alimentation des larves de thons durant les premiers jours suivant l'éclosion, selon les expériences japonaises, est réalisée à l'aide de séries de proies classiques : rotifères, puis copépodes. Il est évident qu'une production massive de larves et d'alevins nécessiterait une grande quantité de nourriture. A cet égard, la production naturelle de zooplancton des lagunes du littoral méditerranéen français pourrait jouer un rôle essentiel. Actuellement, ces expériences de collecte de zooplancton vivant pour l'alimentation larvaire en aquaculture donnent de bons

résultats (BARNABE).

VI ELEMENTS ECONOMIQUES DU MARCHE DU THON ROUGE

Afin de mieux apprécier l'intérêt et le contexte économique de l'élevage du thon rouge, un examen sommaire des prix de vente dans différents pays producteurs a été réalisé (tableau V).

TABLEAU V : PRIX DE VENTE AU DEBARQUEMENT DU THON ROUGE
PAR PAYS ET PAR TAILLE (en franc français/kg)

PAYS	PETITS 10-30kg	MOYENS 50-200kg	GRANDS >200-600kg
ESPAGNE	8	-	8
FRANCE	MEDIT.	7	14
	ATLANT.	10	-
ITALIE	MADRAGUE	-	13-16
	SENNE	6	25-39
JAPON	FRAIS	24	60
	CONGELE	30	50
CANADA	PECHE	-	-
	ENGRAISSE	-	7 10-20 (août-octobre)

Il est bien évident que ce tableau ne résume que des prix moyens par pays alors que des différences sensibles apparaissent selon les saisons et les régions. Ainsi en Espagne, le marché du thon rouge est très ouvert aux Baléares (15F/kg), alors qu'il est mauvais dans la région sud-atlantique.

A titre indicatif, et afin de compléter cette approche économique des conditions d'élevage au thon rouge méditerranéen, une revue également sommaire des conditions actuelles du marché des espèces fourrages pouvant servir à l'alimentation du thon rouge a été réalisée (tableau VI).

TABLEAU VI : PRIX DE VENTE DES ESPECES DE POISSON POUVANT SERVIR
A L'ALIMENTATION DU THON ROUGE EN ELEVAGE
(prix franc français/kg).

		<i>Sardina pilchardus</i>	<i>Engraulis mordax</i>	<i>Trachurus trachurus</i>
PAYS	ESPECE	SARDINE	ANCHOIS	CHINCHARD
	ESPAGNE	AT.	2,5	4-9
ME.		0,8-7,5	9	
FRANCE	AT.	2-6	3,5-7	2,5-5
	ME.	2	2	1
ITALIE		0,7-0,8 sardinella : 0,3-0,4		1

VII PROPOSITIONS POUR UN PROGRAMME COOPERATIF INTERNATIONAL

VII .1. Statistiques, et évaluation des stocks

La collecte des données statistiques et biologiques nécessaires à l'évaluation des stocks de thons méditerranéens est essentielle et l'action des différents pays et experts dans le cadre de la Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés (C.I.C.T.A.) doit être poursuivie.

VII .2. Travaux fondamentaux de biologie halieutique

L'amélioration des connaissances sur les divers aspects de la biologie halieutique doit être poursuivie. A cet égard, les programmes du groupe de travail sur les thonidés de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Méditerranée (C.I.E.S.M.) seront poursuivis (cf. Rapport du groupe, document n° 22). Ce groupe par la personne de son président Mr DICENTA invite tous les experts intéressés à se joindre à ses travaux.

VII .3. Programme d'action pour l'aquaculture du thon rouge

Les discussions de la session ont montré que l'aquaculture du thon rouge, en Méditerranée comme au Japon, se heurte actuellement à un problème de principe facile à résoudre : l'approvisionnement régulier en oeufs fécondés. Actuellement une seule zone géographique permet l'accès à coup sûr des géniteurs matures : le sud de la mer Tyrrhénienne en mai et juin (époque de ponte) à travers trois techniques de pêche : les navires harponneurs qui capturent également

l'espadon, les navires senneurs et, sur le littoral sicilien, ou plus exactement les îles proches, les cinq madragues encore opérationnelles.

Afin de mettre au point les techniques de survie larvaire, il faut disposer de quelques centaines de milliers d'oeufs durant les premières années. Le problème est essentiellement politique, social et financier. Un gros thon rouge vaut très cher, et il faut pouvoir en manipuler un certain nombre.

PROPOSITIONS

ANNEE (saison) 1978

- Etude préliminaire de l'accessibilité des sources de thons matures (flottille de harponneurs, senneurs, madrague) par les experts italiens.

ANNEE (saison) 1979

- Mise en place, avec l'aide et le support des autorités italiennes et siciliennes, d'une mission d'observation chargée des premières expériences et ayant pour but d'établir un rapport sur la fiabilité de (ou des) sources d'approvisionnement en oeufs fécondés. Cette mission, composée de 3 ou 4 observateurs, disposerait d'un laboratoire provisoire de terrain lui permettant de réaliser les expériences préliminaires indispensables : collecte des oeufs et du sperme, insémination artificielle, élevage larvaire pour tester la qualité des oeufs, essais d'expédition dans des laboratoires intéressés.

A l'issue de cette mission d'observation, en octobre 1979, un rapport permettrait de préciser éventuellement un programme expérimental à plus grande échelle pour l'année 1980, visant cette fois l'approvisionnement en oeufs des laboratoires intéressés par la production expérimentale ou industrielle d'alevins.

La mission d'observation devrait pour l'année 1979 être composée de scientifiques ayant reçu une formation adéquate durant l'année 1978 et l'hiver 1979 en vue de la réalisation de cette mission. Plusieurs laboratoires espagnols, français, italiens et japonais se proposent de prêter leur concours actif à la préparation et à la réalisation de cette mission 1979. Il faut donc dès à présent rechercher le financement de cette opération internationale.

GENERAL REPORT OF THE WORKING GROUP

After having welcomed the attendants, Professor PARIS demonstrated interests and facilities of his research laboratory for marine fish mariculture. MM. PERROT and UNO, co-presidents of this meeting pointed out purposes, applied scientific inferences and technic and economics longterm contact of this meeting. They highly emphasized necessity of international cooperation in this field.

I ADOPTION OF AGENDA AND ORGANIZATION

I.1. Schedule of the meeting

Purpose of this meeting was first strictly pointed out : collect of informations and international exchange of views for tuna mariculture and more precisely bluefin tuna. Basis for any future action is a good comprehension of bluefin tuna biology. Available informations on such a commercially exploited species are fisheries and current researches analysis, but also examination of results carried out in other geographical area.

A set working documents were submitted by attendants to this meeting. After examination of these papers, works were organized progressively and discussion were led by the following experts :

SUBJECT	CHAIRMAN
- fisheries examination	Mr CHARBONNIER (FAO/CGPM)
- biology and fisheries bluefin tuna in Mediterranean sea	Dr SARA / Mr BARD
- experiences and results of tuna mariculture in Japan and Canada	Pr UNO
- Mediterranean potentialities	Dr BARNABE / Dr LE GALL
- cooperative international programmation in Western Mediterranean sea	Mr PERROT / Pr UNO

MM. J.Y. LE GALL and F.X. BARD were asked to be rapporteurs.

I.2. Informations and mariculture facilities visits

As a way to appraise state of art for marine fish mariculture on french Mediterranean coast, attendants visited three fairly different stations :

1. Research laboratories and experimental facilities of Station de Biologie Marine et Lagunaire de Sète (University of Languedoc - U.S.T.L.).
2. Experimental station for development and demonstration of mariculture in Mediterranean sea (C.N.E.X.O. in PALAVAS).
3. Commercial production station in BALARUC (G.A.E.C. "Poissons du Soleil").

Fish auction market in Sète and commercial trading facilities for fresh bluefin, also provided to the attendants (especially Japanese) opportunities for comparing bluefin landed with qualities requested on Japanese markets. Informations collected by such a way were timely discussed during the meeting.

II BIOLOGY AND BLUEFIN TUNA FISHERIES IN MEDITERRANEAN SEA AND EASTERN ATLANTIC

Separation of bluefin populations in North Atlantic between two stocks (East and West), with strong population dynamics individuality, is not still admitted by all the experts. Anyhow it is fairly probable that results of any management measures will be more effective for fisheries on which side it occurs (ICCAT/SCRS/1977). On the other hand, it is fairly obvious and well known that Mediterranean and Eastern Atlantic populations intermingle largely (migration of spawners and juveniles).

II.1. Brief examination of fisheries and catches

Working group was especially interested in Western Mediterranean sea. Therefore more attention was paid to fisheries of the three main coastal fishing countries : Spain, France, Italy and to catches made by Japanese longliners (see table 1).

Catches in this area can be summarized for 1977 :

in metric tons : France	3 000 (purse seine)
Spain	450 (traps)
	200 (miscellaneous)
Japan	600 (longline)
Italy	10 000 (purse seine)
	1 000 (traps)

Among these four countries fishing bluefin tuna in Mediterranean sea, only Italy did not join I.C.C.A.T. For this reason, special attention was paid to original figures and documents introduced during the meeting (see ARENA, SARA, PICINETTI). Roughly speaking, catches of bluefin by Italy range around 11 000 tons. Out of these, 9 000 tons or more are caught by purse seiners in Thyrennian sea.

In Adriatic sea, italian catches can be estimated to 1 000 tons, and Yugoslavia is fishing also there, but few elements are available.

A particularly relevant paper by Dr ARENA gives some figures on catches and C.P.U.E. of Italian purse seiners in Thyrennian sea (spawners fishery in may-june).

CATCHES OF SPAWNING BLUEFIN BY ITALIAN PURSE SEINERS
IN THYRENNIAN SEA

YEAR	NUMBER OF SEINERS	CATCHES IN METRIC TONS	C.P.U.E./DAY (TONS)
1972	8	1020	2.8
1973	11	1225	2.5
1974	15	3120	4.7
1975	16	4120	5.8
1976	16	4170	5.7
1977	18	4179 + 300 tons	5.

II.2. Review of general characteristics of fishery biology of bluefin tuna

II.2.1. Demographic structures of the catches

In spite of a very poor statistic coverage and biological sampling of the catches, not sufficient for any definite conclusion on stock or Mediterranean populations, it is useful to point out some prominent features :

- Purse seiners in other area than spawning area catch mainly fishes of 1,2,3 and 4 years old.
- Traps catch older fish from 8,9,10 and further years old.

- On spawning grounds, in Eolian Islands area, large purse seiners from Italy catch large bluefin similar to these caught by traps.
- Mean weight of bluefin caught by traps as well in Italy and Spain is increasing. By 1960 (sixties fishing season) it was 170 kg ; for the 1977, 300 kg in Sicily. And it moved from 140 on 1956 to 182 kg on 1970 for Spain (SAN FELIU). Nevertheless, very large bluefin weighing 500 kg are caught in Sicilian traps. On 1977 a 604 kg fish was caught (catch was 800 tons on this year for 5 traps). The smallest bluefin caught weight 25 kg.
- Medium aged fish i.e. 5 to 9 years old, are very often not represented in Mediterranean fisheries, as well as in East Atlantic.
- From one year to an other, year classes share in the catches can be very variable, and especially for catches of purse seiners. Thus following FARRUGIO, from 1970 to 1977, 80% of fish caught by french purse seiners were 3 to 5 years old (weighing from 15 to 60 kg).
On 1977, year class 3 share in catch was only 3%. This fact may be explained by the unusual concentration of large bluefin of Port-Vendres, allowing catches during 28 days for one third of the total year catch. An other explanation can be the capture of large bluefin around 150 kg, normally unavailable to the fishery but air-craft spotted on this year.

In view of these observations, one can conclude that any analysis of demographic structures must be undertaken with great care, mainly because of changes of availability and catchability of some year classes.

II.2.2. Rough biological characteristics

One of the main points concerning stock structure is the character of exchanges between Mediterranean and East Atlantic populations (REY). Using hydrological structure of Gibraltar Strait, young bluefin of 0 year class migrate from Mediterranean to Atlantic coast of Morocco during autumn (early november). Their behaviour during winter is not really known. At least, a part of this 0 class migrate to South Moroccan waters, as demonstrated by tagging. On the next summer as one year old (year class 1) these young bluefin will migrate northward along the Moroccan coast. They are then fished by purse seiners. Part of these fishes will reach Portuguese coast and even Bay of Biscay.

On winter they come back to Moroccan waters. On following summer, 2 and 3 years old bluefin (year classes 2 and 3) migrate to Bay of Biscay where they are currently caught. Older fishes, belonging to year class 5 to 8 or 9, nearly disappear from fisheries in East Atlantic and Mediterranean sea. Large fishes over 9 years old come back regularly to Mediterranean sea on summer (SARA).

Reproduction

Spawning migrations are fairly well known, but some recent observations in southern Tyrrhenian sea were recently made (ARENA), especially during spawning and fecundation (around Eolian Islands during may and june). One of the simple and efficient for spotting these spawning migrations seems to analyse the evolution of gonado somatic index in time and space. It allows to characterize the reproductive condition the spawners. This index varies from 65-70 by beginning of spawning season in Sicily to 24-25 by end of this season.

Eggs, larvae and early life stages

For a ten year period, members of Working Group on tuna from C.I.E.S.M. (see DICENTA and PICINETTI) are going on studies "on eggs and larvae of tuna fish in various area of Mediterranean sea, in order to state precisely period, area and intensity of spawning, for an evaluation of spawning stock in Mediterranean sea". Thus an accurate location of spawning area is now available for Mediterranean sea (figure n°1) and exact values of temperature and salinity of waters where spawning and hatching occur. As a way of example, for bluefin, water temperature of spawning area range from 21 to 24°C, and salinity from 37.5 to 38.6 ‰. Similar data are available for larvae ($T^{\circ} = 19.6$ to 27.00 ; $S\% = 36.7$ to 38.6). Such data are extremely valuable for experiences on larvae survival rate in an bluefin rearing project.

On the other hand, use of abundance index of larvae can lead, under some hypothesis on mortality, to assess spawners biomass. But by now, not enough materials are available for allowing to choose a specific value among the proposed values. For this reason, this C.I.E.S.M. research group will increase researches on assessment of larval mortality rate of bluefin particularly.

Growth

Exact knowledge of size and weight growth of bluefin tuna has been the purpose of various researches, well summarized by a single paper (CORT). It appears that superposition of results carried out by various authors on different complementary segments (young and old fishes) is roughly satisfying for length growth. However, when considering with accuracy estimates of size

growth and weight growth during the four first years, some notable differences appear (table III). These differences can be assigned to natural variability or to diverging interpretations, introducing bias in evaluation of catches by age, and particularly levels of recruitment (BARD).

Useful and immediate interest of this review on weight growth is to show that rearing of bluefin weighing 30 to 45 kg will need, if growth rate in captivity is similar to that one in open sea, impoundment time 2 to 3 years, depending of fish.

Japanese results (see HARADA) show that on farming growth rate are neatly higher than in the wild, and are also under influence of temperature (64).

III ADVANCES IN MARICULTURE IN JAPAN

Various bearings of tuna mariculture in Japan were considered, either by reasoning analogically on yellowtail (*Seriola*) : breeding (see MINTANI) ; technological progress (see ISHIDA) ; economical analysis (see HIRASAWA), either by direct describing of experiences led on the different tuna species (see HARADA, INOUE) (tableau IV). Actually, rearing of yellowtail produces 100 000 tons a year, i.e. 60×10^6 fish. One of the useful characteristics of this fish farming is the growth rate in captivity, thrice the natural wild one (5-8 kg after 3 years).

III.1. Bio-technical progress

Concerning tunas (see HARADA) experiences were carried on using two axis. Artificial insemination, then larval and juvenile rearing till size of fish around some centimeters for four species (*Thunnus albacares*, *Sarda orientalis*, *Auxis tapeinosoma*, *Auxis thazard*).

However, no collect of bluefin tuna has been made until now. Catch and growth of juveniles based on results carried out for *Seriola* gave possibilities to rear bluefin (*Thunnus thynnus*) and yellowfin (*Thunnus albacares*), skipjack, bonito, auxis, euthynnus and so on... (see table IV). For bluefin particularly, floating cages with diameter ranging from 8 to 30 afforded to keep some fishes as long as five years and growing fish in a fairly satisfying manner : 40 to 80 kg (130 to 160 cm) (see figure 3). These large cages, 30 m in diameter, and 7 meters deep afford to contain fattening 300 bluefin weighing 40 to 50 kg (3 years old) thus a mean density of 2.7 kg/m^3 .

Bottleneck for progress of these experiences till industrial production status is obviously difficulties or even impossibility to get fecondated eggs or enough healthy juveniles (actually mortality after catch is very high).

Thus solution is essentially to find by exploration or to get with good certainty a non-random egg-production site and mean and later to set up a stock of contained spawners.

Concerning size at first maturity of bluefin in Mediterranean sea particularly and also in Pacific ocean, verbal communications confirmed observations made by Mediterranean biologists. Size at first maturity is reached around 3 to 4 years (i.e. fish weighing 30 kg). Exceptionnaly, some individuals 2 years old, can show some hints of sexual maturity.

Anyway, it seems sure (see HARADA) for mariculture designs that sexual products (eggs and sperm) produced at first spawning are not really satisfying with certainty. As a summary, age at first maturity for a contained stock of genitors could not be reached before 3 or more certainly 4 years old.

III.2. Economical approach of mariculture of bluefin in Japan

A new study (HIRASAWA) based on experience got with industrial farming of yellowtail, but also on the first experimental and commercial results of Dr HARADA, allow to forecast by now the main features of bluefin tuna mariculture. Different biological and economical factors allow to say that bluefin tuna rearing, after solution of technical problems for supplies of seedlings and reduction of captivity mortality, would be a more benefit aquaculture activity than yellowtail farming:

- bluefin tuna reared is fatter than wild fish and therefore is more appreciated by consumer.
- conversion rate (ration of feed weight on produced flesh) is higher than for yellowtail.
- conversion rate increases during the 3 or 4 first years, hence follows the market trends.
- growth rate in captivity is fivefold yellowtail one. It gives in some case fish weighing 60 kg for 3 years.
- reared bluefin has been proved to be an realisable product for japanese market, reaching as far as 5000 ¥/kg (110F/kg).

III.3. Mass production of juveniles and restocking

For more than ten years, prospective studies are carried on with a view to mass produce juveniles in production units (tuna farms) in tropical waters (see INOUE). Impact of such massive releases could be judged in two ways : either in a view of restocking exploited stocks, either (and it is a more recent view) using very localised migration paths for commercial scale recaptures. It is therefore a real operation of "sea/ocean-ranching". Arguments presented for choice of tunas for these experiences are the following : large mean fecundity, high growth rate, fast swimming (thus escapement to predators), schooling behaviour (fishing by purse seining), constant migrations paths towards nutritional area, behaviour of schools shadowed by drifting bodies (possible use of rafts). For this last point, it seems that accustoming yellowtail or other carangids to stay near the cages during several ten days periods is nearly obtained.

Forecasted difficulties for tuna mariculture development in tropical waters, and more specifically in corallian lagoons will arise from lack of forage food (cephalopods or fish) for alimentation of seedlings and juveniles. If this way of production can be explored on some day it is probable that large preliminary progress must be realized, for contained tuna feeding by artificial diet, in such areas remote from production and consumption centers.

IV CANADIAN EXPERIENCES FOR FATTENING GIANT BLUEFIN TUNAS

Since 1975, a first method of breeding bluefin exists in Canada on the Atlantic coast (JANEL Fisheries in New Scotia at St Margaret's bay. Giant bluefin (up to 400 kg) caught casually in the mackerel traps are impounded in pens (elliptic net-cages, 70 meters long, 14 meters large and 7 to 10 meters deep). Fed daily with mackerels, they fatten and after slaughtering are sent and sold on Tokyo market. Development of this first tuna farming can be summarized :

YEAR	NUMBER OF CAGES	NUMBER OF TUNAS SUPPLIED TO TOKYO
1975	2	30
1976	9	300
1977	18	700

Disponibility of these giant bluefin allowed to set up a research programm. Pointed out 10 main points are :

1. Morphometry.
2. Marking by tetracyclin for growth study.
3. Researches on feeding and anesthesy.
4. Survey by altra sonic tags internal temperature, swimming depth, heart beats, swimming-speed .
5. Studies on nutrition and fattening rate, selection of food.
5. Serology, immunology (for sex determination on live fish).
7. Mercury and PCB levels.
8. Longevity.
9. Hydrodynamics studies by photogrammetry.
10. Parasitology and pathology of impounded bluefin.

Results of all these studies will be extremely useful for rational development of tuna mariculture.

V MEDITERRANEAN POTENTIALITIES FOR TUNA FARMING

V .1. Established facts on technology

Difficulties for getting mature spawners is often increased by frequent discrepancy of the degree of maturation of sexual products (ova and sperm). Therefore any progress in the hormonal control of maturity of contained spawners is essential (ZOHAR), the same for preservation of sexual products for sparing use (BILLARD).

In such a view, tuna eggs have nearly a one millimeter diameter. They are so close to the sea bass and bigger than them of se bream eggs. According to the Japanese scientists they do not raise any particular problem. A very exhaustive review of research in this field gave possibility to specify optimal conditions for artificial fecondation of marine fish (sea bass and sea bream and also on freshwater fish : salmonids). One of the most prominent conclusion is that "natural medium (sea-water) in which fecondation occurs, freshwater or seawater, is not the best for gamets survival rate". A salin water (sea water diluted by two) seems the improve for fecondation rate of sea bream and sea bass. Same important results were presented on optimal dilution condition, on cold and freezing storage, on PH influence, on fecondation power and motility of sperm. They will be of high importance for next coming mediterranean experiences on tuna.

V .2. Available structures and regional advantages

Various facilities for mariculture exist all along mediterranean coast of Italy, France, Spain. More, air transportation of eggs and fish larvae was enough experimented here and gives better opportunities for this area. Also, species present or available, other than bluefin, are numerous and cover all the species spectra used for experiments in Japan (*Thunnus*, *Katsuwonus*, *Auxis*, *Sarda*, *Euthynnus*, *Orcynopsis*...). Feeding of larvae on the first days after hatching, following japanese studies, requests a classic sequence of preys : rotifers, then copepods. It is obvious that a massive production of larvae and seedlings would request a large amount of feed. In this view, natural production of zooplankton in the marine lagoons on french coast could be of top importance. Actually, experiences on collect of living zooplankton for larval feeding in mariculture field matched good results (BARNABE).

VI ECONOMICAL BASIS OF BLUEFIN MARKET

For best appraisal of commercial interest of bluefin tuna farming, a rough study of selling prices for different fishing countries was built up (table V).

TABLE V : SELLING PRICE AT LANDINGS OF BLUEFIN BY COUNTRIES AND SIZE
(in french franc/kg)

COUNTRIES	SMALL 10-30 kg	MEDIUMS 50-200 kg	GIANTS 200-600 kg
SPAIN	8	-	8
FRANCE At1	10	-	
Med	7	14	
ITALY Traps	-	13-16	25-39
Seine	6	6	
JAPAN Fresh	24	60	80
Frozen	30	50	-
CANADA Fished	-	-	7
Fatted	-	-	10-20 august-oct.

It is obvious that this table is only a summarization of mean prices in each country, when real differences arise according to seasons and countries. For examples, in Spain, bluefin tuna market is really good in Balearic area (15F/kg) when it is bad in Southern Spain area.

As a way of demonstration, and in order to complete this economic approach, a similar rough study of market value of potential forage fish species for bluefin tuna feeding was build up (table VI).

TABLE VI : SELLING PRICES POTENTIAL FORAGE FISH SPECIES BLUEFIN TUNA
IN IMPOUNDMENT (prices in french franc/kg)

		SARDINE	ANCHORY	SCAD
COUNTRY	SPECIES	<i>Sardina pilchardus</i>	<i>Engraulis mordax</i>	<i>Trachurus trachurus</i>
	SPAIN	Atl	2.5	4-9
	Med	0.8-7.5	9	-
FRANCE	Atl	2-6	3.5-7	2.5-5
	Med	2	2	1
ITALY		0.7-0.8 <i>Sardinella</i> =	0.3-0.4	1

VII PROPOSALS FOR AN INTERNATIONAL COOPERATIVE PROGRAMM

VII.1. Statistics and stock evaluation

Collect of statistical and biological data needed for evaluation of Mediterranean tuna is essential, and action of different countries and experts through International Commission for Conservation of Atlantic Tunas must be continued.

VII.2. Fundamental works on fishery biology

Improvement of knowledge on the various aspects of fishery biology must be carried on. In this view, programmes issued by working group on tuna of International Commission for Scientific Exploration of Mediterranean Sea (C.I.E.S.M.) will go on (see report of this group, paper n°22). In behalf of this group, the president Mr DICENTA invites all the interested experts to join it.

VII.3. Programm of activities for bluefin tuna aquaculture

Discussions of this session showed that tuna mariculture, as in Mediterranean sea as well as in Japan, actually tackle a difficult problem : regular supply of fecondated eggs. By now only one area can give a successful access to mature spawners : South of Thyrranian sea in may and june (spawning period) through three fishing gears : harpooning ship which also fish swordfish, purse seiners and on sicilian coast (more accuratly on close islands) five tuna-traps still working.

For setting up technics of larvae survival, we need to get some hundred thousand eggs during the first years. Problem is essentially politic, social and financial. A big bluefin worth a lot of money, and it is necessary to be able to handle some fish.

PROPOSAL

YEAR 1978 (season : may-june)

Preliminary study of mature spawners accessibility (harpooners, seiners, traps) by Italian experts.

YEAR 1979 (season : may-june)

Setting up with help and support of Italian and Sicilian authorities of an observation mission team, in charge of the first experiences and with goal to establish a report on the trustability of supplies of fecondated eggs. This team including 3 or 4 experts would use a provisional field laboratory allowing to carry on necessary preliminary experiments : ova (eggs) and sperm collect, artificial insemination, larval breeding for test on eggs quality, shipment to connected laboratories.

By the end of this mission, on october 1979, a report would allow to point out if necessary an experimental programm on a wider scale for 1980, aiming to supply eggs to connected laboratories interested in an experimental or industrial production of bluefin seedlings.

Observatory mission for year 1979 could comprise scientists qualifying on a relevant formation during 1978 year and 1979 winter for this mission. Several laboratories, french, italian, and japanese offer to cooperate for such a preparation and realization of this mission on 1979. Hence, by now, financial facilities for this international operation must be requested.

TABLE 1 : DEBARQUEMENTS DE THON ROUGE EN MEDITERRANEE PAR PAYS ET PAR ENGIN
 BLUEFIN LANDINGS IN MEDITERRANEA BY COUNTRIES AND BY GEARS

en tonnes métriques

PECHERIE	ENGIN	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	SOURCE
FRANCE	Senne	?	599	?	?	?	?	1000	1500	2500	1500	1000	2200	1100	1400	1800	1600	3800	3180	FARRUGIO
ESPAGNE	Palangre	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	69	129	124	274	192	103	?	68	REY
	Traîne	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	75	?		REY
	Madrague	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	26	22	39	17	5	?		REY
ITALIE	Madrague	1220	1243	1280	1227	1652	1264	945	1949	1720	1312	950	1031	821	317	706	714	650	698	SARA
	Senne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2300	2200	6000	6270	9100	5384	ICCAT
	S. Adriatique	66	114	168	276	101	111	193	122	240	214	304	434	385	130	200	347	587		LEVI
YUGOSLAVIE	Senne	100	100	100	300	300	184	246	331	150	301	90	326	200	224	317	155	562	932	ICCAT
TUNISIE	Madrague	483	528	600	425	503	707	438	390	283	197	505	469	131	97	248	167	220		O.N.P.
LYBIE	Madrague	?	?	?	?	400	600	700	800	1000	2000	500	600	300	400	500	0	0	288	ICCAT
ALGERIE	Madrague	?	?	?	?	0	0	100	200	100	200	+	100	1	+	33	66	49	40	ICCAT
GRECE	?	?	1100	1000	?	600	700	500	600	500	+	0	0	0	0	0	0	0	0	ICCAT
TURQUIE	?	300	300	200	100	0	100	100	1448	300	393	133	22	23	+	0	0	0	0	ICCAT
JAPON	Palangre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112	246	2300	1260	968	600	ICCAT
MALTE	?	100	100	0	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	2	37	25	47	ICCAT
TOTAL								4322	7440	6903	6117	3551	5337	5519	5329	12317	10799	15961	1237	

NOTE : + quantités inférieures à l'unité
 ? débarquements ayant eu lieu. Grandeurs inconnues
 O.N.P. : Office National des Pêches de Tunisie

TABLE II. RESUME DES ETUDES SUR LA CROISSANCE DU THON ROUGE EN ATLANTIQUE (CORT, ms)
 SUMMARY OF BLUEFIN TUNA GROWTH STUDIES IN ATLANTIC OCEAN

		SELLA 1929	MATHER III & SCHUCK, 1960		RODRIGUEZ- RODA, 1964		MATHER III & SCHUCK, 1960		HAMRE, 1958	WESTMAN & GILBERT, 1941	MATHER & JONES, 1972	CADDY, DICKSON BUTLER, 1976		BERRY & LEE, 1977									
		$r^2=0,9986$ $L_\infty=449,68$ $a=21,52$ $K=0,044$ $b=0,957$ $t_0=2,0882$	1,0 374,49 24,34 0,07 0,94 -1,47	0,993(r) 355,84 31,87 0,09 0,91 -0,89		0,99 381 25,26 0,07 0,93 -1,34					1,0 448,59 25,08 0,0528 0,95 -1,524	$L_\infty=286,64$ $L_\infty=277,35$ $k=0,134$ $0,116 = k$ $t_0=0,3278$ $t_0=0,7999$	$r^2=0,99$ $L_\infty=368,39$ $a=24,29$ $k=0,068$ $B+0,93$ $t_0=1,485$										
AGE	Equation																						
	Von Bert	von B.		von B.		von B.		von B.		von B.		von B.		von B.									
1	64	63,5	57	59,5	55,3	55,7	55,9	57,6	-	-	65	-	56	56	1	46,7	52,2	57,3	57,4				
2	81,5	82,3	77	80,8	79	81,5	76,5	79,4	-	-	85	-	76	76,2	2	76,8	76,9	77,3	78				
3	97,5	100,3	95	100,6	116,2	105,1	90,5	99,8	-	-	105,2	-	95	95,3	3	103,1	98,8	95,6	97,1				
4	118	117,5	114	119,1	130,1	126,7	118,8	118,8	-	-	117,6	-	113,5	113,5	4	126,1	118,4	113,9	115				
5	136	133,9	133	136,4	146,9	146,4	135	136,6	135	-	147,8	137,8	131	130,7	5	146,3	135,8	132,2	131,7				
6	153	149,7	149	152,5	165,1	164,4	155,4	153,1	153	-	148,3	-	147,5	147,1	6	163,9	151,3	148,7	147,3				
7	169	164,8	163	167,5	178,1	180,9	161,6	168,5	161	-	157,5	-	163	162,6	7	179,3	165,1	163,5	161,9				
8	182	179,2	177	181,5	192,9	196	174,4	182,8	180	-	-	-	177,5	177,3	8	192,7	177,4	176,5	175,5				
9	195	193	190	194,5	206,5	209,7	186,1	196,2	198	-	-	-	191	191,2	9	204,5	188,3	186,9	188,2				
10	206	206,2	201	206,7	220,3	222,3	203,4	208,7	207	-	-	-	204,5	204,5	10	214,8	198,1	200	200,1				
11	216	218,8		218,1	232	233,8	224,5	220,4	221	-	-	-	217	217	11	223,8	206,8	-	211,2				
12	227	230,9		228,6	244	244,3	233,7	231,2	228	-	-	-	229	228,9	12	231,7	214,5	-	221,6				
13	239	242,5		238,5	255	253	244,3	241,4	239	-	-	-	240	240,2	13	238,6	221,4	-	231,3				
14	154	253,6		247,7		262,7	248	250,8					251	251	14	244,6	227,5	-	240,3				
15														261	15	249,9	232,9						
16														270,8	16	254,5	237,8						
17														279,9	17	258,5	242,1						
18														288,6	18	262,1	246						
19														296,8	19	265,1	299,4						
20														304,6	20	267,8	252,5						
21														312	21	270,2	255,2						
																22	272,3	257,6					
																	23	274,1	259,8				
																		24	275,6	261,7			
																			25	277	263,4		

TABLE III : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES CONCERNANT LA RELATION ENTRE L'AGE, LA LONGUEUR ET LE POIDS DU THON ROUGE DES CLASSES I A IV
AGE-LONGUEUR (cm)

BIBLIOGRAPHIC DATA ON RELATIONSHIP BETWEEN AGE, LENGTH AND WEIGHT OF BLUEFIN TUNA FOR YEAR CLASSES 1 TO 4

AUTEURS \ AGE	I	II	III	IV
Sella(1929)Médit.(Italie)	64.0	81.5	97.5	118.0
Scaccini(1965)Médit.(Italie)	60.0/70.0	80.0/90.0	95.0/105.0	110.0/125.0
Rodriguez Roda(1964)Atlant.(Espagne)	55.61	81.44	105.07	126.66
Farrugio(1977,ICCAT)Médit.(France)	64.0	82.76	100.71	117.89
Bard,Rey,Cort(1977,ICCAT)Atlant.(Est)	53.9	81.2	105.6	127.6
Westman et Gilbert(1942)Atlant.(USA)	65.0	85.0	105.2	117.6
Aikawa et Kato(1938)(Japon)	43.0	69.0	93.0	118.0
Mather et Jong(MS) in Sakagawa et Coan(1973)Atlant.(USA)	46.0/66.0	67.0/85.0	86.0/104.0	105.0/122.0
Berry et Lee(1977)Atlant.(USA)	43.0/70.0	65.0/93.0	88.0/115.0	111.0/136.0
Harada(1978)Aquaculture(Japon)	80.0/90.0	100.0/125.0	100.0/135.0	130.0/160.0

AGE - POIDS (kg)

AUTEURS \ AGE	I	II	III	IV
Sella (1929)	4.4	9.5	16.0	25.0
Scaccini (1965)	3.0/5.0	6.0/10.0	12.0/17.0	20.0/30.0
Rodriguez Roda (1964)	3.3	10.4	34.0/35.5	44.5/44.3
Farrugio (1977)	4.67	10.01	17.92	28.67
Bard, Rey, Cort (1977)	3.3	10.7	22.9	39.7
Westman et Gilbert (1942)		no data		
Aikawa et Kato (1938)		no data		
Mather et Jones	2.1/6.2	6.3/12.9	13.0/23.2	23.3/36.8
Berry et Lee (1977)	2.7/7.7	6.6/18.1	13.6/36.3	24.9/59.0
Harada (1978)	10.0/15.0	20.0/30.0	25.0/45.0	40.0/80.0

TABLE IV : PERIODE DE CAPTIVITE, LONGUEUR DU CORPS ET POIDS ATTEINTS
PAR DES LARVES ARTIFICIELLEMENT ECLOSES DE SIX ESPECES DE
THONS DEPUIS 1970

(INOUE, ms)

CAPTIVITY TIME, LENGTH AND WEIGHT REACHED BY SIX TUNA
LARVAE OBTAINED THROUGH ARTIFICIAL FERTILIZATION.

SPECIES	Locality of fertilization	Period in capacity (day)	Total length (mm)	Body weight (gr)	Investigator
<i>Thunnus albacares</i>	off Aoga Sa	8	ca 5		INOUE et al.(1974)
	off Owase	38	51.0	1.35	HARADA et al.(1977)
<i>Thunnus obesus</i>	middle Pacific	3.5	3.1	-	NOGIMA et al.(1972)
<i>Katsuwonus pelamis</i>	off Shimoda	5	ca 3.5	-	INOUE et al.(1974) YEYANAGI et al.(1974)
<i>Auxis rochei</i>	coast of Japan	58	155.0	-	HARADA et al.(1973)
		68	120.0	-	
		43	149.0	29.8	INOUE et al.(1977)
<i>Auxis thazard</i>	coast of Japan	33	120	106	HARADA et al.(1973)
		7	3.5	-	INOUE et al.(1977)
<i>Sarda orientalis</i>	coast of Japan	99	290.0	2620	HARADA et al.(1976)

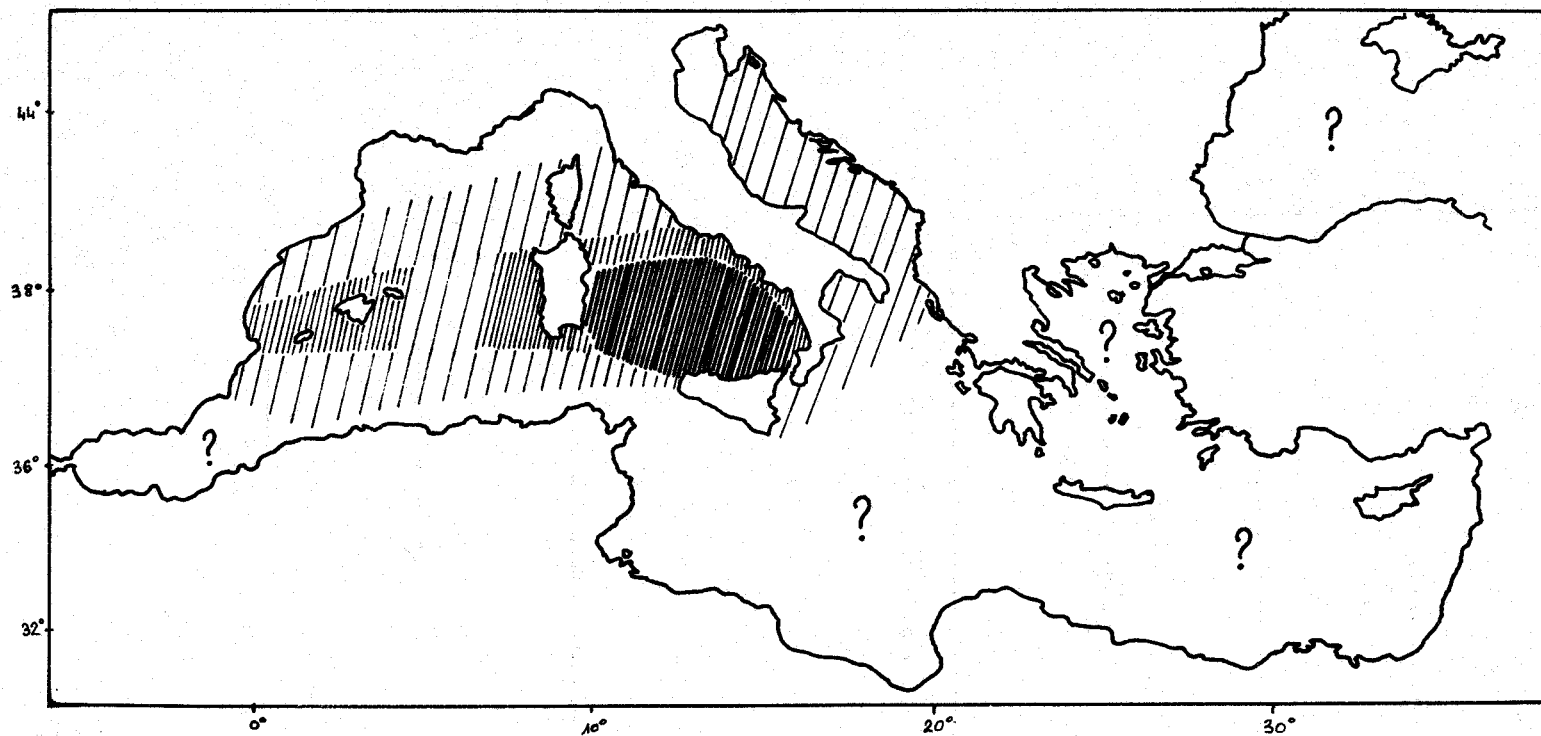


Fig.1 : Carte de répartition et d'abondance des aires de ponte du thon rouge en Méditerranée d'après les captures de larves de 1970 à 1977 (CIESM, groupe de travail sur les thonidés)

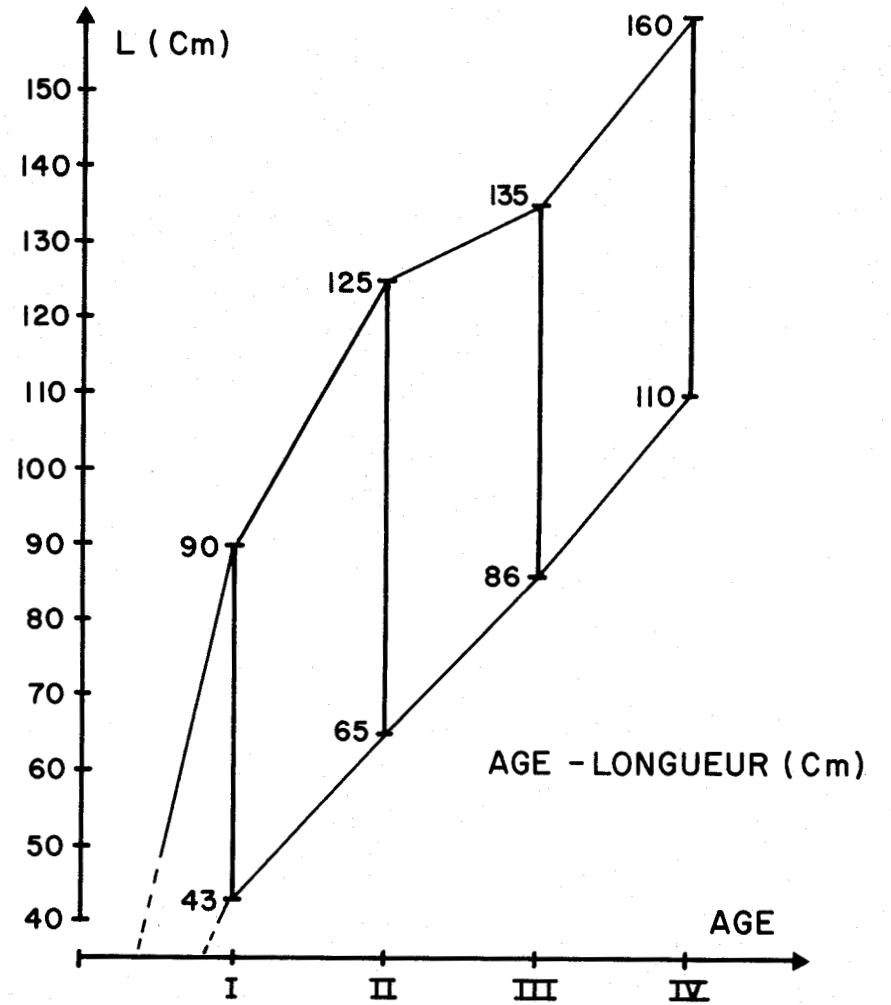
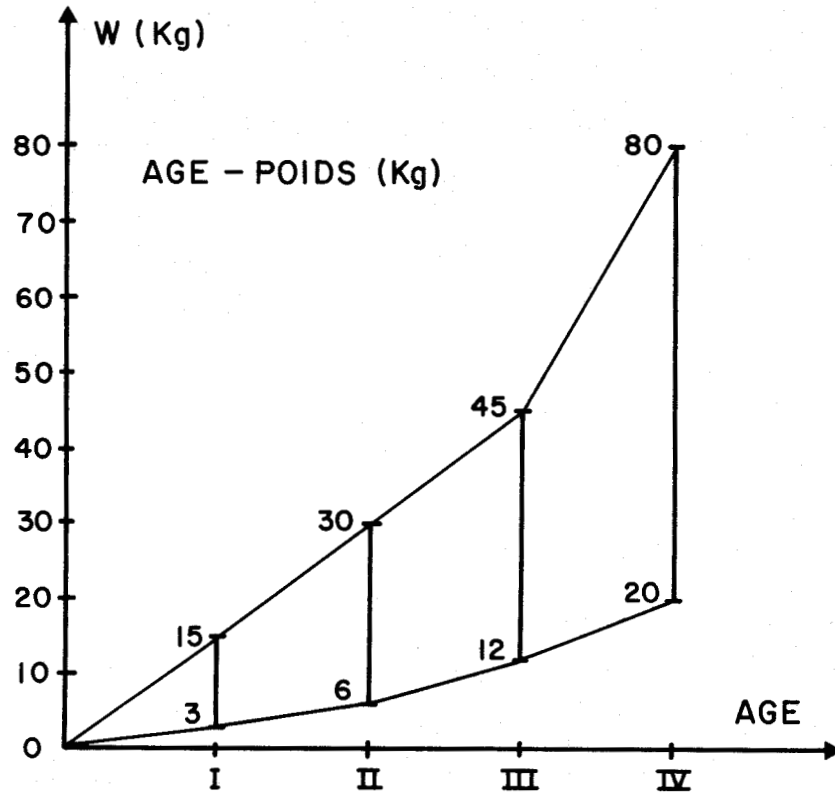


FIGURE 2

THON ROUGE - RELATIONS AGE-POIDS-LONGUEUR (CLASSES I A IV) : LIMITES MAXIMUM ET MINIMUM FOURNIES PAR LA BIBLIOGRAPHIE EXISTANTE (voir tableaux)

FIGURE 3

