

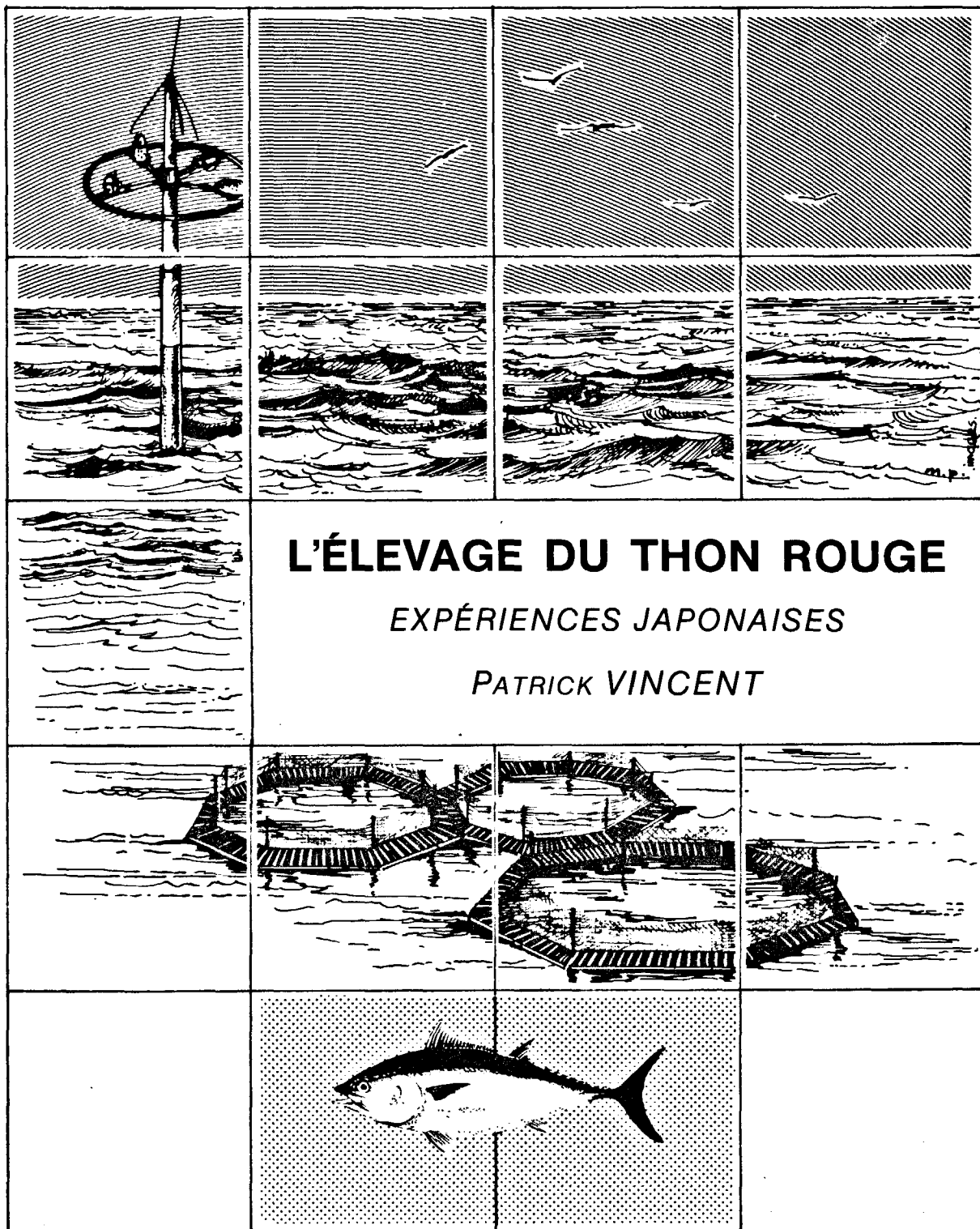
Publications du

CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCEANS

Découvrez plus de documents
accessibles gratuitement dans [Archimer](#)



Rapports scientifiques et techniques n° 47-1981



- Les Publications Scientifiques et Techniques du Centre National pour l'Exploitation des Océans (CNEXO) comportent les séries suivantes :

The Scientific and Technical Publications of Centre National pour l'Exploitation des Océans (CNEXO) contain the following serials :

- Rapports Scientifiques et Techniques - ISSN 0339-2899. 1971
- Rapports Economiques et Juridiques - ISSN 0339-2910. 1973
- Recueil des Travaux du Centre Océanologique de Bretagne - ISSN 0336-3112. 1972
- Résultats des Campagnes à la Mer - ISSN 0339-2902. 1971
- Actes de Colloques - ISSN 0335-8259. 1971

- Les travaux publiés dans ces séries sont analysés par :

The works published in these serials are analysed by :

- Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts
- Bibliographie Géographique Internationale
- Biological Abstracts
- Bulletin Signalétique du C.N.R.S. - Informascience
- Chemical Abstracts
- Norois - Chronique Océanographique
- Hydrographische Bibliographie
- Oceanic Abstracts
- Oceanographic Abstracts and bibliography - Deep Sea Research
- Pollution Abstracts
- Underwater Information Bulletin
- Zoological Record

- Les demandes d'information et les commandes concernant toutes les publications scientifiques et techniques du CNEXO doivent être adressées à :

The inquiries and orders which concern the whole of CNEXO scientific and technical publications have to be mailed to :

SECTION DOCUMENTATION
CENTRE OCEANOLOGIQUE DE BRETAGNE
B.P. 337
29273 BREST CEDEX

Les publications envoyées en échange doivent être expédiées à cette même adresse.

The publications sent in exchange have to be forwarded to the same address.

**PUBLICATIONS DU
CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCÉANS
(CNEXO)**

Rapports Scientifiques et Techniques N° 47

**L'ELEVAGE DU THON ROUGE
Expériences japonaises**

par
Patrick VINCENT

**CNEXO — CENTRE OcéANOLOGIQUE DE BRETAGNE
DOCUMENTATION
Boîte Postale 337
29273 BREST CEDEX
Tél. (98) 45.80.55 — Telex : Oceanex 940627 F**

Ce rapport aurait pu comporter un chapitre sur les élevages larvaires de petits thonidés côtiers réalisés dans le programme triannuel déjà mentionné (Recherches sur l'élevage intensif des thonidés (1970-1973)). Cela n'a pas été jugé utile pour trois raisons :

- ces travaux et les quelques autres réalisés ultérieurement n'ont pas encore débouché sur une technique fiable de production d'alevins de quelques semaines, et depuis 1973, aucun progrès véritable n'a été enregistré ;*
- ces expériences sont plutôt une succession d'essais plus ou moins indépendants les uns des autres, et il n'est pas possible d'en dégager une idée précise de ce qui est su ou ignoré, ni d'en déduire les obstacles les plus importants restant à surmonter ;*
- enfin la possibilité nouvellement apparue d'obtenir des pontes fécondes de thons rouges d'élevage va vraisemblablement donner un "coup de fouet" à la recherche dans ce domaine et un compte-rendu d'expérience réalisé dans quelques années sera beaucoup plus riche qu'il ne pourrait l'être actuellement.*

Le lecteur intéressé pourra toutefois se reporter à la mise à jour très complète à l'époque due à J.C. CUEFF, où l'auteur présente les essais japonais d'élevage larvaire de thonidés réalisés entre 1970 et 1973.

ISSN 0339 2899

© Centre National pour l'Exploitation des Océans.

	Pages
<u>Chapitre I - La capture des juvéniles.</u>	7
1. Les Zones de capture et les quantités pêchées.	7
2. La capture.	8
2.1. Filet fixe et traînant.	
2.2. Mortalité provoquée par la capture.	
3. Le transport des juvéniles.	10
3.1. Les viviers de transport.	
3.2. La mortalité durant le transport.	
<u>Chapitre II - Accoutumance à la captivité et élevage de grossissement.</u>	13
1. L'accoutumance à la captivité.	13
1.1. Structures d'accueil.	
1.2. Résistance des jeunes thons aux variations des conditions de milieu.	
a) Résistance à l'élévation de température.	
b) Résistance à l'abaissement brutal de la température.	
c) Résistance à l'abaissement de salinité.	
d) Résistance à l'appauvrissement en oxygène dissous.	
1.3. L'alimentation durant la phase initiale de l'élevage.	
2. L'élevage de grossissement.	17
2.1. Le milieu d'élevage.	
2.2. Les structures d'élevage.	
a) Les données du problème.	
b) Description de quelques ensembles d'élevage.	
c) Les biosalissures.	
2.3. La charge en élevage.	
2.4. Le comportement des animaux.	
a) Comportement normal.	
b) Comportements anormaux.	
2.5. Le régime alimentaire des thons à l'engraissement.	
a) Constituants de la ration.	
b) Présentation de l'aliment.	
c) Rythme de distribution et quantité distribuée - taux.	
2.6. Le comportement alimentaire.	
a) Distribution à la volée.	
b) Distribution par pompe.	
2.7. La croissance.	
2.8. La mortalité.	
a) Le changement de filet.	
b) Les autres causes de mortalité.	
2.9. Maturation et reproduction en captivité.	
a) La maturation.	
b) La ponte.	
<u>Chapitre III - Le thon d'élevage sur le marché.</u>	37
1. Tests organoleptiques.	37
2. Economie d'élevage.	38
2.1. Coût des juvéniles.	
2.2. Coût en aliments.	
2.3. Salaires et divers.	
2.4. Coût d'amortissement des cages.	
3. Bilan	40
<u>Conclusion</u>	41
<u>Bibliographie</u>	43

RESUME

Le jeune thon rouge est résistant vis-à-vis des variations brutales des conditions de milieu, à l'exception des chutes du taux d'oxygène dissous auxquelles il est très sensible. Les juvéniles capturés en mer supportent la vie en cages après une période d'adaptation à la captivité, période pendant laquelle la mortalité est élevée.

Les premiers essais d'élevage, avec alimentation à base de poisson broyé uniquement, ont déjà fourni un certain nombre d'informations d'ordre zootechnique :

- L'ingestion d'aliment, fonction de la température, est élevée sauf en cas de perturbation (typhon, mousson, chute de salinité).
- La croissance est très rapide, les jeunes thons passant de quelques centaines de grammes à 70 Kg en 30 mois ; les chutes de température en dessous de 15 °C la ralentissent cependant.
- Le taux de conversion augmente rapidement avec le poids de l'animal. Pour un poisson de 3 ans 1/2 pesant 60 Kg, le rapport global poids frais de poisson fourrage distribué / poids frais de thon obtenu est de l'ordre de 12,5 (gaspillage non déduit).
- Les pertes en cours d'élevage comprennent les évasions accidentelles et la mortalité qui, de 80 % avant le premier hiver, se stabilise aux alentours de 20 % par an. Elle semble due aux manipulations et stress divers.
- Les premiers résultats sont donc encourageants mais l'approvisionnement en juvéniles dépend encore exclusivement de la pêche. La reproduction en captivité devrait à l'avenir bénéficier de l'essentiel des efforts de recherche. D'autres recherches seront dirigées sur la technologie des cages flottantes ou immergées.

ABSTRACT

Young bluefin tuna are very resistant to rapid variations of external conditions except to a rapid drop of dissolved oxygen. Juveniles captured in the sea tolerate life in net pens after an adaptation period during which mortality is very high.

The first rearing trials, with feeding on ground fish only, have already led to some general conclusions :

- Food intake influenced by temperature, is high, except if conditions are disturbed (typhon, monsoon, drops of salinity).
- Growth is very fast : young tuna grow from a few hundred grams to 70 Kg in 30 months ; drops of temperature below 15°C, however induce a slower growth.
- Food conversion (feed to gain ratio) increases very fast when live weight increase. For 3 1/2 year old fish of 60 Kg, cumulative feed to gain ratio (wet weight of trash fish feed, wasted fish included, to wet weight of tuna gained) is around 12,5.
- Losses during rearing include escaping (unusual) and mortality that decreases from 80 % during the first winter to a lower value, close to 20 % per year, later. It seems to be due to handling and to various stresses.
- These first data appear therefore encouraging, but supply of juveniles still depends on fishing only. In the future, most research efforts should be for used on reproduction in captivity. Other research should be carried out on the technology of net pens either floating or immersed.

La pêche intensive des thons n'a été pratiquée à grande échelle qu'à partir de 1912, sous l'impulsion de Japonais. Auparavant, les bateaux de pêche à voile ne permettaient guère une exploitation intensive que des eaux côtières de l'archipel. Après la première guerre mondiale et la généralisation de l'usage des moteurs, le rayon d'action des navires s'est progressivement allongé et, dès 1930, on pouvait trouver les bâtiments japonais dans tout le Pacifique occidental. A la même époque, la pêcherie côtière californienne ne pouvait plus satisfaire la demande croissante des conserveries américaines, et l'exploitation industrielle du Pacifique oriental débutait. Actuellement, ce sont les zones équatoriales et tropicales de l'Océan qui sont sillonnées par les thoniers de fort tonnage, français, espagnols mais surtout américains et japonais.

La destination du produit n'est toutefois pas la même selon les marchés. Les consommateurs occidentaux apprécient davantage les conserves de thon, les Japonais eux sont friands de produits marins frais ou congelés. Sur les 75.000 tonnes de conserves produites par l'industrie japonaise en 1977, 41.000 seulement ont été absorbées par le marché national. En contrepartie, l'importation du thon rouge (*Thunnus thynnus*), préféré à tous les autres pour la consommation à l'état cru, est passée de 51 tonnes à l'état congelé ou frais en 1970 à 136 tonnes en 1977, ce qui représentait en valeur 9070 et 68.205 millions de yens respectivement. Le thon arrive ainsi en seconde place pour la valeur des produits marins importés, après la crevette congelée : 219.509 millions de yens en 1977.

Sur le marché intérieur, la dorade, le thon rouge et la sériole occupent les trois premières places pour le prix de vente à la consommation avec 1970, 1750 et 1100 yens le kg comme valeurs moyennes pour 1977.

La sériole et la dorade font déjà l'objet d'élevages intensifs et, inévitablement, l'attention des aquaculteurs et des chercheurs a été attirée vers le thon rouge. C'est ainsi que, dès 1970, un programme triannuel de recherche sur l'élevage intensif des thonidés a été lancé par le gouvernement japonais, coordonné par l'Agence des Pêches, à laquelle étaient associés les laboratoires des Universités de *Tokai* et de *Kinki*, les laboratoires préfectoraux des pêches de *Mie*, *Nagasaki* et *Shizuoka*.

Les efforts déployés par les Japonais sur le thon rouge (*Thunnus thynnus*) ont été importants. N'ont-ils pas tenté de recueillir des gamètes en Méditerranée ? Mais ils se sont heurtés à de grandes difficultés : éloignement des zones de reproduction d'abord, difficultés liées à l'élevage des larves dont les réserves vitellines sont très réduites ensuite.

Quelques résultats ont certes été obtenus chez des espèces de thonidés dont les reproducteurs sont assez facilement accessibles en période de maturité. En 1973, la fécondation contrôlée avait été réalisée et l'élevage larvaire ébauché chez cinq thonidés frayant dans les eaux côtières japonaises (*Thunnus albacares*, *Sarda orientalis*, *Katsuwonus pelamis*, *Auxis thazard* et *Auxis rochei*). Dans tous les cas la mortalité était élevée et la durée de l'élevage larvaire a toujours été réduite. Le plus long élevage a été de 99 jours pour le thon côtier *Sarda orientalis* (larve de 290 mm) et de 38 jours pour le thon océanique *Thunnus albacares* (larve de 51 mm) (HARADA, 1977).

Pour le thon rouge, aucun résultat tangible n'a été obtenu et seule la pêche permet l'approvisionnement en juvéniles.

En parallèle, des essais de croissance de juvéniles de thon rouge capturés à la ligne ou au filet fixe ont été menés et poursuivis après la clôture du programme. Malgré d'importantes lacunes, les résultats de ces expériences sont maintenant suffisamment précis pour donner une bonne image de ce que pourra être un élevage de thon dans l'avenir et des tentatives d'analyse économique existent déjà (HIRASAWA, 1978).

En outre, un important effort a été consacré à la technologie des cages flottantes, dont le domaine géographique d'utilisation s'étend sans cesse vers le large, plus exposé que les baies traditionnellement occupées par l'aquaculture, mais de plus en plus encombrées. En effet, dans l'optique des spécialistes japonais, l'élevage du thon ne peut être dissocié de l'emploi des cages flottantes, dont la commodité, la souplesse d'emploi, le coût d'amortissement relativement faible restent satisfaisants pour les grands volumes nécessaires à l'élevage d'animaux de 90 Kg comme le thon.

Avant de présenter l'ensemble des connaissances acquises au cours des dernières années sur l'élevage du thon rouge au Japon, il est bon de faire une remarque préliminaire :

- La méthodologie des chercheurs japonais en aquaculture est assez différente de celle de leurs homologues occidentaux. Elle est davantage pragmatique, et il ne faut pas chercher dans les compte-rendus d'expérience la rigueur ou la signification statistique véritable d'un résultat. Le concept de "témoin" ne semble pas très répandu, et l'on peut se demander parfois par quelles déductions certaines conclusions sont avancées.

Il ne faut en aucun cas voir de la négligence dans cette attitude, mais plutôt la conséquence d'un choix par lequel les chercheurs s'en remettent à leur intuition et leur savoir-faire. A la question "quel est votre principal obstacle actuellement (en 1973) ?", "me mettre à la place des poissons que je cherche à élever !". Venant du chercheur qui, le premier, a obtenu une ponte de thons rouges élevés en captivité, cette boutade est néanmoins assez révélatrice.

CHAPITRE I

LA CAPTURE DES JUVÉNILES

1. LES ZONES DE CAPTURE ET LES QUANTITES PECHEES

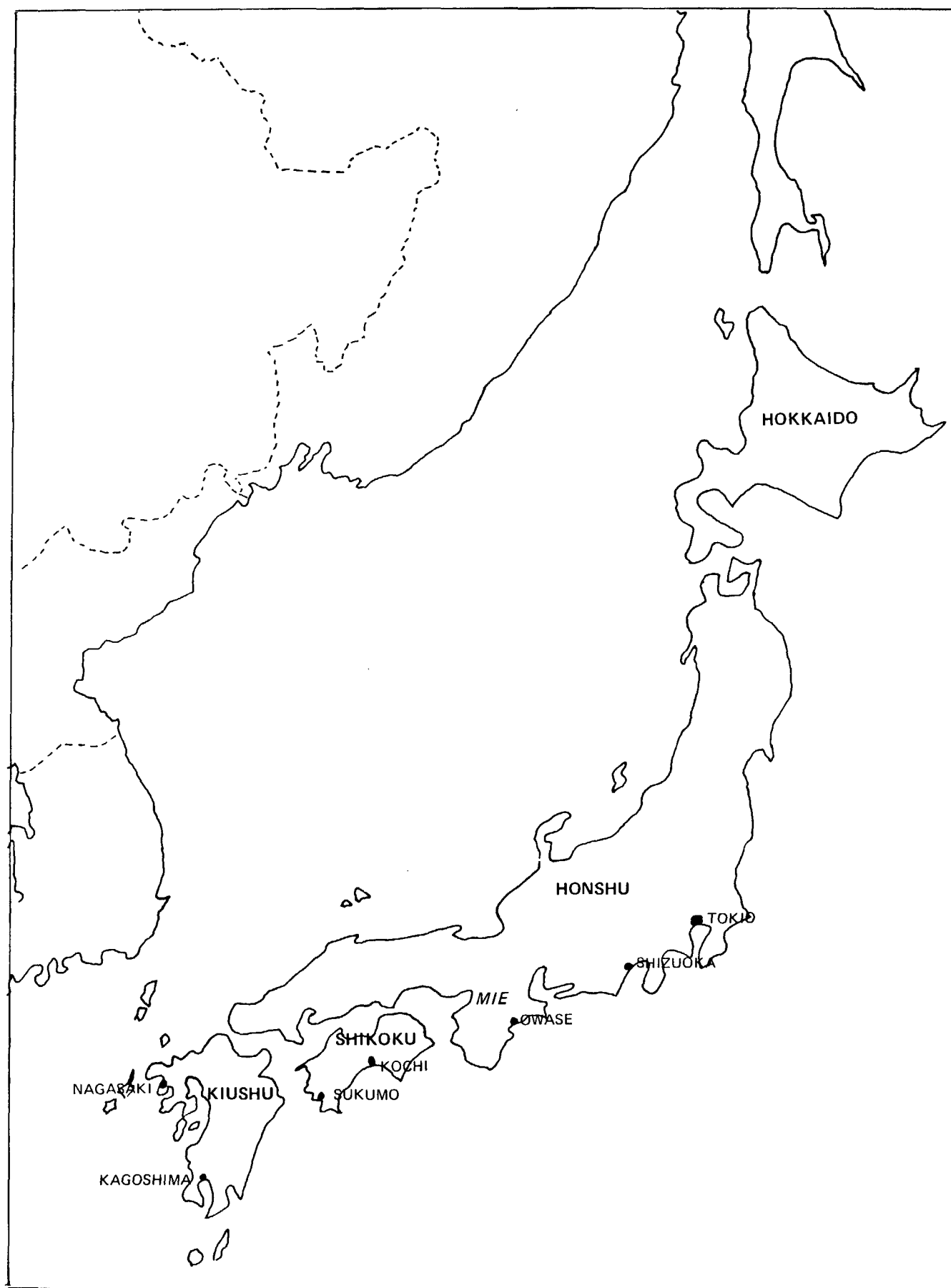
. Si aucune aire de concentration génésique n'a encore été découverte au large des côtes japonaises, des juvéniles de thons rouges en bancs, accompagnés de jeunes albacores, sont repérés chaque année le long des côtes méridionales pacifiques de l'archipel. Ces jeunes animaux de classe 0 seraient originaires des aires de ponte situées le long de l'Equateur entre 140° W et 170° E, et transiteraient par le plateau continental japonais avant de se diriger vers les côtes occidentales de l'Amérique du Nord, en empruntant les courants transpacifiques.

. Les premiers juvéniles sont généralement signalés en juillet, et les derniers capturés en décembre. Leur taille s'accroît rapidement, passant de 150-500 g 25 à 40 cm de longueur totale (L.T.), en début de saison à 500-2.500 g en fin de saison. Exceptionnellement des bancs sont repérés au printemps (Kagoshima - avril 1975) auquel cas le poids des animaux est compris entre 2.000 et 2.700 g.

. Ces jeunes thons sont capturés au filet fixe, à la canne et surtout à la ligne traînante, mais la part de ces techniques dans le total des captures est inconnue ; cette pêche particulière n'est pas répertoriée dans les statistiques. Une idée de l'importance des captures globales est néanmoins fournie par les chiffres de la Préfecture de Kochi : 70 000 poissons (thon rouge et albacore) ont ainsi été débarqués en 1976, 250.000 en 1977 et 548.000 en 1978.

. L'effort de pêche est resté à peu près constant durant ces trois années. Les chercheurs du laboratoire des pêches préfectoral de Kochi (1)* 1979, ont donc tenté de dégager des tendances dans les variations enregistrées et d'établir certaines relations. Les quantités pêchées seraient ainsi proportionnelles à la distance séparant la côte de l'axe Kuro Shio (fig. 1) et, au contraire, inversement proportionnelles à la pluviosité enregistrée en juin, lors de la mousson japonaise (fig. 2).

* (1) Les chiffres entre parenthèses renvoient à la bibliographie.



. En outre, cette pêcherie greffée sur un parcours de migration se déplace avec le temps. Les coopératives de pêcheurs de la Préfecture de Kagoshima, intéressées par l'élevage du thon rouge dès 1976, se sont efforcées de mieux délimiter les bancs migrant au large de leurs côtes. Ils ont observé une très nette évolution de ceux-ci vers le sud, au fur et à mesure qu'avancait la saison (fig. 3).

2. LA CAPTURE

2.1. FILET FIXE ET LIGNE TRAINANTE

. La pêche au filet fixe permet des prises variées de jeunes thons rouges, d'albacores, de melva. Le schéma d'une de ces installations est donné à la figure 4. La constitution et le gréement des lignes traînées sont indiquées à la figure 5. Les hameçons doubles sont garnis d'un leurre classique dont le corps est généralement de couleur blanche. Le nombre de lignes varie avec l'équipage : 4 lignes pour un homme, 6 à 7 lignes pour deux hommes. La vitesse en pêche est de 5 à 6 noeuds, et les prises sont meilleures à l'aurore et au crépuscule.

. En fait, les poissons capturés au filet n'ont pas la faveur des chercheurs et c'est surtout la technique de la ligne traînée que ceux-ci s'efforcent d'améliorer en vue de se procurer des poissons en bon état.

2.2. MORTALITE PROVOQUEE PAR LA CAPTURE

. Deux modes de pêche aussi différents doivent nécessairement fournir des poissons diversement traumatisés. Ce point est fort important pour l'élevage ultérieur.

. HARADA, du laboratoire de l'Université de Kinki (1971), a comparé la mortalité de jeunes thons capturés au filet fixe ou à la ligne. Il notait un léger avantage pour la première méthode. L'auteur ne tranchait pourtant pas en sa faveur. Ce type de pêche où l'engin est fixe donne lieu à des captures trop aléatoires. En outre, la confusion qui règne dans la poche du filet, au relevé, est très propice à la meurtrissure des animaux.

. La pêche à la ligne traînante est, à l'inverse, plus performante puisqu'il est possible de se rendre au-dessus des bancs et elle permet des captures plus importantes. HARADA conclut en faveur de cette technique, à condition de l'adapter à sa nouvelle finalité : ramener des poissons en bon état, et non pas en quantité maximale.

. Blessures dues à l'hameçon. Le laboratoire de Kochi (1979) a en quelque sorte pris le relais de HARADA, en s'efforçant de caractériser les blessures provoquées par l'hameçon. Pour les chercheurs, 60 à 75 % des poissons seraient ferrés à la mâchoire supérieure, 5 à 30 % à la mâchoire inférieure et 3 à 15 % dans la joue. Ces proportions se retrouvent d'un jour ou d'une année à l'autre (tabl I et fig 6). L'importance de ces blessures, leur gravité, ont ensuite été estimée à partir de leur apparence :

- blessures de plus de 10 cm de longueur : le globe oculaire, le crâne parfois sont transpercés, l'équilibre est affecté.
- blessures de 6 à 9 cm.
- blessures légères de moins de 5 cm, mais pouvant encore être mortelles si un vaisseau important est touché, provoquant une hémorragie interne.

. A la différence de sa localisation, la gravité de la blessure est très variable comme le montrent les tableaux II et III. On peut apprécier les progrès réalisés par les pêcheurs de 1976 à 1978. Cela n'est probablement pas étranger à l'abandon des hameçons à barbillon, plus efficaces certes, mais à l'origine de blessures plus graves. Une autre étude récente (Kochi-1979) a jeté quelque lumière sur la relation entre le type d'hameçon employé et la mortalité survenant dans les jours qui suivent la capture (fig. 7).

. Ces expériences sans grande valeur statistique indiquent pourtant qu'il y a là une voie de recherche intéressante. Elles révèlent que les meilleurs taux de survie sont obtenus par pêche à faible vitesse, et les moins bons avec de petits hameçons ou surtout lorsqu'un morceau de caoutchouc est fixé sur la ligne. Les forces de rappel de la bande élastique améliorent le ferrage des poissons mais, en multipliant les à-coups sur l'hameçon, blessent profondément l'animal.

3. LE TRANSPORT DES JUVENILES VERS LES SITES D'ELEVAGE

Les jeunes thons doivent être transférés vers les installations d'élevage, transitoires ou définitives. Cette opération est particulièrement délicate au moment où l'animal est affecté par de multiples traumatismes.

3.1. LES VIVIERES DE TRANSPORT

. Les alevins de sêriole et de thon présentant de nombreuses similitudes : taille, comportement, sites de capture et d'élevage, des techniques de transport comparables ont été utilisées. Il s'agit de viviers émergés se présentant sous trois aspects :

- bacs amarrés sur le pont des embarcations et alimentés en eau de mer par pompage,
- viviers aménagés dans la cale ; le renouvellement de l'eau est assuré à travers des nables à clapet ouverts dans le fond de la coque ; le roulis est parfois atténué par deux ballasts latéraux emplis d'eau, (fig. 8)

- bacs montés sur une remorque routière, avec bullage d'air comprimé et éventuellement rafraîchissement par des poches à glace (HARADA 1977).

. Un vivier d'une contenance inférieure à 1 m³ est déconseillé à Kochi * (1973) (**), probablement parce que la charge y est trop élevée, mais ce point n'est pas bien précisé.

. Outre les viviers classiques, d'autres systèmes sont expérimentés, tel celui représenté à la figure 9. inspiré des viviers utilisés sur les bateaux de pêche à l'appât vivant. Il tient à la fois du chaland et de la cage flottante. Le problème essentiel de construction était d'assurer un bon renouvellement de l'eau dans l'enceinte, tout en évitant des turbulences trop fortes ; le vivier doit en outre pouvoir être remorqué à une vitesse voisine de 3 noeuds. La première nécessité a été satisfaite en disposant sur les parois du vivier des bâches imperméables et des filets, leur répartition ayant été déterminée sur maquette. La seconde exigence a conduit à donner à l'ensemble une configuration hydrodynamique. La tenue à la mer de ce vivier était bonne, mais la résistance à la traction assez importante puisqu'elle atteignait 100 kg à 100 m/s et près de 1.000 kg à 150 m/s.

. Un essai effectué à Kochi en 1978 a donné pleine satisfaction, puisque 32 jeunes thons de 175 g transportés sur 20 km en 5 heures et demi sont arrivés à destination en excellent état, sans montrer la moindre agitation.

3.2 LA MORTALITE DURANT LE TRANSPORT

. Entre la capture des thons et leur lâcher dans les enceintes d'élevage, une certaine mortalité est inévitable elle résulte de causes évidentes : blessure par l'hameçon, écorchures, stress provoqué par l'agitation, changements brusques de milieu, entassement, etc...

. Sans qu'un véritable programme expérimental ait été mis en place pour mieux comprendre les phénomènes mis en jeu, les laboratoires intéressés ont réalisé des expériences sur ce sujet. En effet, les juvéniles destinés à l'élevage sont achetés, et transférés dans des installations assez coûteuses ; il importe de minimiser les coûts d'acquisition et les volumes occupés en ne gardant que les poissons répondant à certains critères de qualité, présomptifs de survie.

. Le tableau IV indique que la sensibilité de l'animal est approximativement proportionnelle à son poids. Ainsi, à 1.000 g. les chances de survie sont très faibles (8 %). Cette fragilité des juvéniles expliquerait l'échec des pêcheurs de Kagoshima qui avaient voulu profiter, pour les mettre en cage, d'un passage exceptionnel de jeunes thons à proximité des côtes, en avril 1975. Ces poissons pesaient de 2 à près de 2,7 Kg, et l'expérience a tourné court, faute de survivants.

* Le tableau 5, réalisé à partir de données enregistrées à KOCHI en 1973, montre l'influence du volume du vivier sur la mortalité.

** Un exemple de transport peut être donné (KOCHI 1978) :

- le 22 juillet 1977, 100 poissons étaient transportés par bateau dans un vivier de 1,6 m³ (62 ind/m³). Le trajet de 56 miles a été couvert le matin, de 8h 10 à 13h 30, la température s'étant maintenue entre 27,9 et 28,2°C. A l'arrivée, les poissons ont été répartis dans 3 cages de 5 X 3 X 4 m en filet synthétique. Après 4 jours, le taux de survie était de 65 %.

. A Kochi (1971), la moitié des juvéniles morts après un transport de quelques heures présentaient des écorchures étendues, plus des deux-tiers de la surface corporelle touchés, et l'emploi pour le transfert d'une épuisette à filet sans noeud était présenté comme un moyen de réduire cette proportion.

. Les poissons observés après leur capture ont été classés en trois catégories : (Kochi 1978)

- *vigoureux* : nage aisée et sans anomalie, corps brillant et motifs cutanés bien constatés.
- *moyennement vigoureux* : la nage est moins naturelle, le corps plus terne, les motifs s'estompent.
- *affaiblis* : nage déséquilibrée, globes oculaires enflammés, bouche blessée gravement, nombreuses écorchures...

Seuls les poissons de première catégorie doivent être mis en élevage. Si leur nombre est insuffisant, il est encore possible d'utiliser les poissons de deuxième catégorie, mais jamais ceux de la troisième catégorie dont la mort est inéluctable.

. L'imperfection de l'approvisionnement en juvéniles est frappante. La capture elle-même, les transferts, le transport vers les cages d'élevage sont autant de sources de mortalité qui rendent exorbitant le coût de l'approvisionnement en juvéniles sauvages.

. Dès 1970, date des premières tentatives d'élevage du thon rouge, les chercheurs japonais se sont efforcés d'améliorer ce rendement. C'est ainsi que la ligne traînée, qui joint l'efficacité à une relative innocuité, a été préférée au filet fixe. Les juvéniles pesant plus de 1 Kg, ou ceux dont la vigueur est diminuée, sont systématiquement écartés car leurs chances de survie sont trop faibles. Des viviers spéciaux sont conçus pour assurer le transport des animaux dans les meilleures conditions...

. Toutefois, une importante mortalité apparaît irréductible, et les chercheurs japonais sont unanimes à affirmer que la capture de juvéniles sauvages est un pis-aller permettant de débroussailler les problèmes de grossissement. La pratique actuelle consiste donc à mettre au point la fécondation contrôlée et l'élevage larvaire et, ensuite seulement, à condition que les calculs économiques soient favorables, à inciter les aquaculteurs à élever le thon rouge à partir d'alevins d'écloserie.

CHAPITRE II

ACCOUTUMANCE À LA CAPTIVITÉ

ET

ÉLEVAGE DE GROSSISSEMENT

Plusieurs années d'expériences et d'observations ont conduit à envisager l'élevage du thon rouge dans une optique totalement différente de celle qui prévalait avant 1970, date de lancement du "Programme de recherche sur l'élevage intensif des thonidés". A cette époque, en effet, l'inconnue essentielle était sa faculté d'adaptation à la stabulation. La preuve étant aujourd'hui faite de cette faculté, le problème a perdu de son acuité, et l'amélioration des performances d'élevage vient maintenant en priorité.

Toutefois, le désir d'aller le plus rapidement possible a prévalu au détriment de la précision et de la rigueur des expériences. Il s'est agi en fait d'un choix délibéré de la part de l'Office des Pêches et des chercheurs japonais qui souhaitaient, en particulier, trouver rapidement une issue à la crise aigüe dans laquelle s'installe l'élevage japonais de la sérieole depuis plusieurs années.

Ceci ne diminue en rien l'intérêt des résultats obtenus, qui comportent d'utiles indications d'ordre zootechnique.

1. L'ACCOUTUMANCE A LA CAPTIVITE

1.1. STRUCTURE D'ACCUEIL

Dans la plupart des cas, les jeunes thons sont transférés des viviers dans des cages flottantes classiques mais de dimensions réduites (fig. 10), qui ne seront remplacées qu'ultérieurement par des enceintes plus importantes. Le filet, métallique ou synthétique, a une maille de l'ordre de 30 mm. Quant à la charge elle est extrêmement variable (tab. VI).

Plusieurs raisons sont invoquées pour justifier que les juvéniles ne soient pas immédiatement transférés dans de grandes cages, ce qui pourtant limiterait les manipulations et la mortalité qu'elles engendrent :

- raisons d'ordre économique : une grande cage coûte cher en investissement et en entretien, et elle doit être destinée en priorité aux individus plus âgés.

- raisons d'ordre zootechnique : les premiers jours de sa vie en captivité, le jeune thon doit acquérir un nouveau comportement, et notamment accepter la chair hachée, fraîche ou congelée, qui lui est distribuée. Un volume relativement restreint favorise le contact avec l'aliment et sa reconnaissance, suscitant ainsi la capture. Par contre, la mortalité n'est pas nulle ; les poissons morts coulent fréquemment et il est indispensable de les retirer de la cage. Sans cette précaution, des requins ou d'autres carnivores, le tétrodon, attirés par cette proie inerte, risqueraient d'endommager le filet en mordant à travers les mailles.

Après leur capture, les jeunes thons sont transférés dans des cages flottantes du type de celles qui sont employées par les éleveurs de sériole.

1.2. RESISTANCE DES JEUNES THONS AUX VARIATIONS DES CONDITIONS DE MILIEU

L'halieutique s'est essentiellement préoccupée du comportement des thons vis-à-vis de certaines configurations hydrologiques. La connaissance des règles de déplacement des bancs au sein de masses d'eau aux caractéristiques diverses était en effet précieuse pour le pêcheur. En contrepartie, les réactions d'un thon artificiellement maintenu dans un environnement changeant n'ont été que très peu étudiées, comme sa tolérance à des variations plus ou moins brusques de cet environnement.

HARADA, convaincu de l'importance de cette question pour la gestion des élevages, l'a abordée (1977). Il a étudié sur de jeunes thons les effets de l'augmentation ou de la diminution rapide de la température, de la diminution de la salinité, ou du taux d'O₂ dissous. Avant de présenter les résultats, il est bon de remarquer la faiblesse des effectifs expérimentaux d'une part, et de souligner que ces variations physicochimiques du milieu ont été envisagées séparément les unes des autres, sans que les synergies, pourtant fréquentes dans ce genre d'étude, puissent être notées.

Pour évaluer le dysfonctionnement, deux symptômes ont été retenus : le début de la nage sur le flanc d'une part, et l'arrêt des mouvements respiratoires operculaires d'autre part.

a) RESISTANCE A L'ELEVATION DE TEMPERATURE :

Deux spécimens sains de 140 et 220 g ont été mis dans un bac cylindrique en plastique de 7 M3. Après 2 jours d'accoutumance, la température a été élevée progressivement par l'apport régulier d'eau à 40°C, le mélange étant assuré par l'aération (fig. 11). Les deux poissons ont présenté des troubles de la nage à des températures de 36,7°C, l'asphyxie intervenant quelques minutes plus tard. La résistance des jeunes thons à l'élévation de températures est donc assez grande, et une mortalité de cette origine n'est pas à craindre dans les conditions habituelles de manipulation et d'élevage.

b) RESISTANCE A L'ABAISSMENT BRUTAL DE LA TEMPERATURE :

. L'expérience a été conduite en deux temps, en été d'abord avec une température de l'eau de 18,7°C, et en janvier ensuite avec une température initiale de 16,9°C. Dans ces deux expériences, l'eau était refroidie par immersion de poches à glace.

- en été (fig. 12), la gêne est apparue vers 16° C et la mort vers 14°C, les spécimens pesant 0,7 et 1 Kg.

- en hiver, les individus étaient plus gros (2,75 et 2,45 Kg). La nage est devenue anormale à des températures de l'eau comprise entre 10 et 14°C, la mort intervenant à 9 et 12°C (fig. 13).

Ces résultats confirment, si besoin est, *l'importance déterminante de la température d'acclimatation du poisson avant le début des essais*. Ils démontrent en outre une assez grande tolérance à des écarts de température importants, mais susceptibles d'être observés dans le milieu naturel.

c) RESISTANCE A L'ABAISSMENT DE SALINITE :

. Par commodité, c'est *la densité* qui a été mesurée.

. La salinité a été abaissée simplement par l'apport d'eau douce potable, laissée au repos durant 24 heures afin d'en réduire la teneur en gaz dissous, oxygène et chlore en particulier. La relation entre densité et salinité est la suivante :

$$\text{salinité (‰)} = \frac{(\text{densité}) - 1}{8 \times 10} \text{ à } C$$

. Les résultats (fig. 14) révèlent *une très grande résistance à la dessalure* puisque la gêne et la mort ne surviennent qu'à partir d'une densité de 1.002, soit une salinité de 2,5 ‰ environ (fig. 14).

d) RESISTANCE A L'APPAUVRISSMENT EN OXYGENE DISSOUS :

. Réalisée en été, cette expérience a consisté à placer trois poissons de 130, 230 et 600 g dans un bac de 7 m³ (3 m de diamètre et 1 m de profondeur) ; aucune aération n'était apportée, et le milieu s'est progressivement appauvri en oxygène. La température initiale de l'eau était de 27,9°C et les taux d'oxygène dissous de 3,2 ml/l au fond, et 3,3 ml/l en surface. La gêne a été observée à un taux de 1,09 ml/l dans la couche inférieure, et la mort est survenue alors que l'eau ne contenait plus que 1,039 ml/l en surface et 1,02 ml/l au fond (fig. 15). La résistance des jeunes thons à l'hypooxygénation est donc inférieure à celle des dorades, mais comparable à celle de la sériole.

Globalement, *les jeunes thons semblent donc pouvoir supporter des modifications importantes du milieu, réserve faite du taux d'oxygène dissous*.

Toutefois, les effectifs employés comme les critères retenus pour évaluer la sensibilité des poissons ne sont pas irréprochables . Ainsi les fourchettes de valeurs

tolérables obtenus correspondent à des troubles très importants, inadmissibles dans un élevage normal.

Dans un second temps, il sera nécessaire d'affiner ces données en choisissant des critères plus "pratiques" comme la vigueur, l'appétit, le comportement...

La période de mise en cage correspond donc au passage d'une vie errante à une existence captive, elle implique une accoutumance des poissons à un environnement physique et hydrologique nouveau. A ces altérations majeures, il convient d'en ajouter une troisième touchant le régime alimentaire de l'animal.

1.3. L'ALIMENTATION DURANT LA PHASE INITIALE DE L'ELEVAGE :

Avant de décrire l'alimentation des juvéniles mis en cage, il est utile de rappeler les observations faites par le laboratoire de KOCHI en 1977, portant sur l'alimentation de juvéniles sauvages pesant 300 à 800 g.

Les tableaux VII et VIII indiquent les taux de remplissage et la composition des contenus stomacaux en fonction du poids des individus. Il est regrettable d'ailleurs que l'heure de capture ne soit pas indiquée, puisque celle-ci est déterminante dans le déclenchement de la chasse chez la plupart des poissons prédateurs, et chez les thonidés en particulier. Quoiqu'il en soit, l'analyse des contenus stomacaux indique bien la préférence des thons pour les clupéidés, les engraulidés (sardine, anchois, harengs,...), et la figure 16, qui représente la taille des proies en regard de la taille des jeunes thons, montre l'absence de relation nette entre ces deux grandeurs.

S'inspirant de ces résultats et des observations recueillies par les pêcheurs, à l'instar également des élevages de sérioles, les chercheurs japonais ont, dans tous les cas, distribué comme premier aliment de captivité *des morceaux de poissons frais ou congelés*, grossièrement calibrés à 5 cm. Les espèces employées étaient essentiellement la sardine, le maquereau, le chinchard, le lançon, l'anchois (tabl. IX).

Pour assurer un passage plus progressif de la nourriture vivante des jeunes thons sauvages à la nourriture inerte des juvéniles captifs, HARADA (1972) a cru préférable de distribuer d'abord *un mélange de poissons hachés et de sardines vivantes*. Effectivement, durant les deux premiers jours, seules ces dernières étaient capturées, l'accoutumance aux proies inertes n'apparaissant qu'à partir du troisième jour. Néanmoins, cette transition n'est plus ménagée actuellement (HARADA, comm. pers.) et seul l'aliment inerte est distribué.

La fréquence de distribution est élevée durant les quatre ou cinq premiers jours de captivité (cinq distributions quotidiennes), puis diminue progressivement jusqu'à deux distributions quotidiennes (KOCHI, HARADA comm. pers.).

Les quantités distribuées n'ont pas fait l'objet d'études précises puisque le but des chercheurs était simplement de conserver les poissons en vie, et non de les engraisser au plus faible coût. Il s'agissait d'abord de familiariser les animaux avec leur nouveau régime alimentaire, et poursuivre l'élevage en nourrissant "ad libitum". Ainsi, 136 individus

pesant entre 150 et 300 g n'ont reçu que 150 g de nourriture par jour durant les trois premiers jours, 10 kg par jour jusqu'au 25ème jour, et 18,5 kg par jour ensuite (Kochi 1977). Un essai de supplémentation en antibiotique, la terramycine, a été tenté mais il n'a pas permis de réduire significativement la mortalité par rapport à un témoin (KOCHI 1976).

L'acquisition d'un nouveau comportement alimentaire, la capture de proies inertes, est donc progressive mais assez rapide chez le jeune thon rouge mis en captivité. La plupart des animaux sont conditionnés en une dizaine de jours, ne craignent plus de s'approcher des plongeurs qui leur tendent de la nourriture.

2. L'ELEVAGE DE GROSSISSEMENT

2.1. LE MILIEU D'ELEVAGE

Les conditions de milieu, prévalant sur les sites d'élevage expérimentaux japonais ((tabl. X et XI, fig. 17 à 21) sont très différentes de celles que l'on peut trouver en France. On constate en particulier combien les températures de surface sont élevées par rapport à celles de la Méditerranée, qui varient entre 15 et 25°C. En Polynésie Française par contre, la couche superficielle est en moyenne plus chaude dans les lagons, sa température oscillant entre 25 et 28°C : lagon de VAIRAO à TAHITI.

Un autre point important est celui de la formation de possibles "micro-climats" dans les cages elles-mêmes. Le laboratoire de Kochi (1975) a mesuré le taux d'oxygène dissous en divers points d'une cage de 850 m³ environ, accueillant 17 poissons de 10 kg (soit une charge de 0,20 kg/m³, ce qui est très faible).

La figure 22 indique les résultats obtenus, qui ne sont pas surprenants si l'on considère la faible charge et le fait que les filets n'aient été immergés que depuis trois mois. Le colmatage y était peu développé et les échanges d'eau satisfaisants, si bien que les cages ne constituaient nullement une barrière au renouvellement l'eau, qui restait aussi oxygénée à l'intérieur qu'à l'extérieur des enceintes.

2.2. LES STRUCTURES D'ELEVAGE

a) LES DONNEES DU PROBLEME :

L'aquaculture du thon est d'une conception récente et, pour se développer, devra trouver sa place dans des eaux littorales déjà accaparées par de multiples activités socio-économiques: pêche, aéroports endigués, navigation commerciale... Les contraintes naturelles font maintenant directement obstacle aux aménageurs : fonds instables, typhons, raz de marée, houle océanique,...

C'est donc une course vers le large qui s'engage, à laquelle l'aquaculture marine n'échappe pas, d'autant moins qu'elle requiert une qualité de milieu que certaines zones littorales trop polluées ne peuvent plus lui assurer. Les concentrations excessives d'élevages

marins eux-mêmes entraînent une détérioration du milieu, sorte d'autopollution dont la gravité s'accroît.

les aquaculteurs japonais sont toutefois prêts à relever ce défi technonogique, notamment les éleveurs de sériole qui voient dans la production du thon une issue à la crise générale qu'ils traversent.

La province *hauturière* offre un environnement hostile et va donc exiger des installations de conception nouvelle, qui devront dans un premier temps répondre à certains impératifs :

- posséder une stabilité de forme correcte et assurer une bonne sécurité d'exploitation,
- être légères et facilement transportables sans moyens particuliers,
- faire appel à des techniques bien maîtrisées par les aquaculteurs d'aujourd'hui,
- être financièrement accessibles à des artisans ou des coopératives, ce qui élimine pour le moment le gigantisme.

Bien entendu, des projets très importants existent, et certains d'entre eux verront certainement le jour. Néanmoins seront seuls envisagées ici les réalisations expérimentales en cours, parfois même utilisées en élevage commercial et compatibles avec les structures générales de l'aquaculture japonaise actuelle.

b) DESCRIPTION DE QUELQUES ENSEMBLES D'ELEVAGE :

La cellule de base est la *cage flottante*, originellement très légère, traditionnellement constituée d'un cadre de bambou portant une enceinte cubique en filet synthétique. Plus récemment sont apparues les cages carrées à cadre métallique, puis les cages circulaires et enfin les grillages métalliques.

Cette transformation de la forme et des matériaux s'est accompagnée d'une augmentation du volume, porté de 125 m³ il y a 15 ans à près de 10 000 m³ actuellement. Deux types d'enceintes peuvent être montés sur les cages flottantes, un filet tissé à partir de fibres synthétiques ou un grillage métallique.

HARADA (1972) a comparé l'un et l'autre du point de vue de leur commodité d'emploi, il a conclu en faveur des cages en grillages métalliques pour les motifs suivants :

- la fixation des organismes sessiles et les salissures en général sont, semble-t-il, moins importantes sur le grillage. Mais l'expérience s'est étendue de septembre à janvier alors que les biosalissures apparaissent plutôt au printemps, avec le réchauffement des eaux de surface.
- le nettoyage à la brosse est plus facile sur la cage en place, en opérant en plongée.
- le grillage métallique, plus lourd et plus rigide, conserve sa forme dans des courants de 1 à 2 noeuds. Cette meilleure tenue, et la plus grande disponibilité du volume nominal pour les animaux en élevage, pourrait même être une des raisons de la meilleure croissance observée dans la cage métallique.

Au "passif", le grillage métallique même galvanisé s'oxyderait rapidement ; la partie supérieure, qui n'est pas immergée en permanence, est particulièrement sensible à ce phénomène. Quant à la rigidité et au poids du grillage, ils rendent plus malaisées les opérations de fixation sur le cadre flottant et la mise à l'eau de l'ensemble, qui nécessite un camion-grue.

A KOCHI, on préfère également la cage métallique à la cage synthétique. Par contre aucune différence n'a été notée entre des filets en polyéthylène de 2,5 ou 3,8 cm de maille, avec des poissons de 150 g environ (KOCHI-1977).

Les études technologiques de mise au point des cages de grande taille sont guidées par le laboratoire préfectoral de KOCHI, dans un programme de six ans lancé en 1976 par l'Office Gouvernemental des Pêches. La particularité de ce programme est de s'appuyer sur des essais de modèles réduits, avant le passage en grandeur nature.

Les principales questions abordées sont les suivantes :

- la résistance des installations au courant, et les tractions exercées sur les aussières,
- la déformation de l'enceinte en filet dans le courant, et les moyens de limiter celle-ci,
- le comportement de la cage dans la houle.

On distingue en outre trois catégories d'élevages marins, correspondant à des domaines maritimes différents.

- les élevages situés en zone littoral abrité.

Le courant y est faible (moins de 25cm/s), de même que la houle, le fond est par moins de 25 m, il est souvent vaseux. Dans de telles conditions, relativement clémentes, il n'est pas nécessaire de construire des structures d'élevage très robustes et les matériaux utilisés peuvent être le bambou, le filet textile, des aussières de dimension moyenne. Un ensemble de ce type constitué de cinq cages solidaires est très fréquent sur les côtes japonaises (fig. 23).

- les élevages situés en zone littorale non abritée.

Le courant est inférieur à 50 cm/s, les creux inférieurs à 2 mètres, et la longueur d'onde de la houle mesure de 22 à 30 mètres ; la profondeur est de 30 à 50 mètres. Le milieu est plus rude, mais les typhons épargnent ces zones, choisies en partie pour cette raison. Les installations d'élevage sont dérivées des précédentes, mais les matériaux utilisés sont plus robustes : câbles d'acier, tubes ou profilés, grillage métallique formant alors un ensemble plus lourd opposant une plus grande résistance au courant, garant d'une meilleure stabilité de forme (fig. 24).

- les élevages situés en zone côtière.

Le courant atteint 100 cm/s, la mer est plus forte, avec des creux de 4 à 5 mètres et une longueur d'onde de la houle de 150 à 200 mètres. Ces zones, à la différence des précédentes, peuvent être traversées par des typhons.

Dans de telles conditions, deux possibilités se présentent : s'opposer directement aux éléments ou, au contraire, se protéger de leur rigueur.

- si l'on choisit la première voie, il faut concevoir des structures très robustes

Le *filet* délimitant l'enceinte d'élevage, la cage proprement dite, est *synthétique* ou *métallique*. Ce matériel est souple et le courant a donc tendance à le "souffler", ce qui peut, à partir de courants de 1 noeud, diminuer considérablement le volume *réel* d'élevage et engendrer une multiplication des frottements contre le filet. Le grillage, plus lourd, est plus stable, les aquaculteurs japonais ont recours à *trois* dispositifs.

1) Le plus simple consiste à fixer des lests au fond du filet, sacs de pierre généralement, ou blocs de béton. Ce système est efficace dans des courants faibles, jusqu'à 50 cm/s mais présente des limites au-delà, puisqu'on ne peut alourdir exagérément la cage. Pour une cage cubique de 9 mètres d'arête, un lestage du fond atteignant 1 kg/m² en moyenne permet de conserver une forme correcte jusqu'à 50 cm/s environ. Dans des courants plus forts la déformation réapparaît (fig. 25-1).

2) Il est également possible de fixer un cadre tubulaire métallique, rempli de sable éventuellement, au fond de la cage. Des cordes sont alors tendues entre ce cadre et la partie supérieure de la cage (fig. 25-2). La composante horizontale de la tension exercée sur cette corde limite alors le déplacement latéral, quand le poids du grillage et du cadre inférieur en limite les déplacements verticaux.

3) Une troisième méthode consiste à fixer un cadre à l'extérieur de la cage (fig. 26), qui en rend le fond plus rigide et modifie les conditions de déformation.

En définitive, ces dispositifs ou leurs combinaisons ne permettent pas de lutter contre des courants supérieurs à 2,5 noeuds environ. Le lest est alors très important, l'installation laborieuse, les contraintes physiques excessives.

La seconde voie, si les houles sont trop fortes dans ces zones, est d'immerger les cages si les courants de fond sont moins violents, il s'agit alors de structures plus complexes, dont la flotabilité propre est négative, mais qui sont temporairement remontées par injection d'air comprimé dans des ballasts remplis d'eau en position normale.

L'alimentation des poissons peut être dans ce cas assurée de deux manières :

- l'enceinte immergée est coiffée d'une pyramide en filet dont le sommet affleure la surface. L'aliment est distribué par une ouverture pratiquée au sommet de cette pyramide. Ce système présente l'inconvénient d'opposer une résistance importante au courant,

d'accroître les surfaces offertes au "fouling", et d'être limité à des immersions peu profondes de quelques mètres.

- l'enceinte est entièrement close, et seul un tuyau en filet la relie à la surface (fig. 27).

c) LES BIOSALISSURES :

Les filets synthétiques se salissent rapidement si l'immersion est permanente et il est nécessaire de les renouveler jusqu'à 10 fois par an.

Les organismes sessiles se fixent semble-t-il, plus lentement sur les grillages qui ne sont changés qu'une fois par an. Le laboratoire de KOCHI (1978) a évalué le poids des organismes fixés sur une cage circulaire immergée de septembre 1976 à juin 1977 : cage de 12 mètres de diamètre sur 8 de profondeur immergée à 5 mètres sous la surface.

Les valeurs trouvées étaient (en poids immergé) :

- 0,62 kg/m sur les parties horizontales du cadre
- 1,88 kg/m sur les parties inclinées
- 3,1 kg par flotteur (1m X Ø 38 cm)
- 0,69 kg/m² de grillage métallique

et

- 0,53 kg/m de cordage polyéthylène Ø 34 mm
- 0,28 kg/m de cordage polyéthylène Ø 30 mm

Au total, près de 500 kg étaient retranchés à la flottabilité de l'ensemble, ce qui représente 650 kg dans l'air, les biossalissures ayant en moyenne une densité voisine de 1,3.

Les inconvénients de la salissure ne s'arrêtent pas au bouleversement de l'équilibre hydrostatique. Elle entraîne également une augmentation de la résistance au courant et donc accentue la déformation de l'enceinte.

En outre, le vide de maille se rétrécit, le renouvellement à l'intérieur de l'enceinte est réduit et, en période estivale le taux d'oxygène dissous peut alors atteindre des valeurs suffisamment faibles pour que le thon particulièrement sensible, soit incommodé.

Cette rapide évocation des structures d'élevage fait apparaître les diverses difficultés rencontrées par l'aquaculture au fur et à mesure qu'elle s'éloigne de la côte. Cela permet de rappeler un point important. Les thons d'élevage, dès leur deuxième année, dépassent en taille toutes les autres espèces élevées en cage flottante salmonidés, dorades, sérioles, bars, et cette grande taille requiert des structures correspondantes. A moins de produire uniquement des thons de petite taille, ce qui implique la création d'un nouveau marché, et le repeuplement peut-être, force est donc d'admettre la nécessité de grandes cages, donc de développer les technologies voulues ou de les adapter quand elles existent.

Une alternative quelque peu futuriste existe toutefois dans l'utilisation des lagons du Pacifique dont certains sont susceptibles d'être bornés. Le lâcher de juvéniles dans de tels enclos naturels a été évoqué par INOUE dès 1967, l'alimentation étant généralement d'origine extérieure. Les difficultés socio-économiques et logistiques liées à un tel projet sont toutefois considérables et aucune réalisation n'a même été tentée.

2.3. LA CHARGE EN ELEVAGE :

En l'état actuel des connaissances sur l'élevage des thons, il n'est pas possible de mettre en rapport charge et croissance, comme cela est fait chez des salmonidés ou la sériole par exemple. La charge maximale admissible pour des thons élevés en cage serait pourtant d'autant plus intéressante à connaître que le thon atteint rapidement une grande taille, et exige un espace important qu'il faudra réduire pour des raisons économiques.

En outre, la charge pour une espèce donnée est très variable selon le type même d'élevage.

Devant le manque de données utilisables pour l'élevage du thon, le laboratoire de KOCHI a procédé à une recherche bibliographique et noté les charges, exprimées en m³/poisson, en fonction des tailles des poissons, pour diverses espèces et dans diverses conditions (fig. 28).

Pour un poisson de 40 cm de longueur totale, on trouve ainsi une charge maximale de 0,26 m³/poisson, or pour une carpe de 40 cm on estime qu'il faut 2,27 m³ en eau stagnante, 1,79 m³ en étang faiblement renouvelé, 0,06 m³ en eau recyclée, 0,026 m³ en cage flottante, et 0,009 m³ en race-way. La valeur indiquée par le graphe correspond donc à une charge assez faible. De la même façon, les charges pratiquées dans les cages d'élevage de sériole de 2 ans (pesant alors 4,5 kg et mesurant 0,60 m en longueur totale) situées au fond d'une baie ou au large, sont respectivement de 7 et 15 kg par m³, soit 0,64 et 0,30 m³ par animal. A cette taille, le graphe indique environ 1 m³ par poisson, ce qui représente à nouveau une charge assez faible.

Cette approche présente l'inconvénient de ne prendre en considération ni les variations entre espèces de comportement, et donc d'espace vital requis, ni l'augmentation très rapide de l'obésité chez le thon, et donc la valeur du rapport $\frac{\text{Poids}}{\text{Longueur}}$, mais elle permet

tout au moins d'établir une relation entre la taille des poissons et la charge en élevage peu intensif.

Les densités maintenues dans les cages d'élevage de thon sont comparativement très faibles, voisines de 1 kg/m³, et peuvent même atteindre 100 g/m³. Cela peut s'expliquer par deux causes essentielles, qui permettent de penser qu'une amélioration est tout à fait possible. D'une part, les conditions optimales d'élevage sont loin d'être connues, comme elles commencent à l'être pour d'autres élevages : sériole, saumon, bar... D'autre part, l'objet des scientifiques n'était pas d'obtenir une production maximale, mais plutôt une survie importante, avec toutes les sujétions que ce choix comporte : nourriture fraîche, densités faibles notamment. De ce point de vue, les élevages de thon rouge réalisés jusqu'à présent

doivent être davantage rapprochés d'élevages de reproducteurs que d'élevages de production proprement dits.

2.4. LE COMPORTEMENT DES ANIMAUX

Le comportement d'animaux mis en élevage, n'est pas toujours facile à analyser, et des relations de cause à effet sont plus délicates encore à établir. Les japonais abordent rarement cette question. On peut donc penser qu'aucun problème particulier ne s'est posé. Certains comportements "anormaux" sont pourtant signalés qui seront évoqués après la description d'un comportement "normal".

a) COMPORTEMENT NORMAL :

Quelle que soit leur taille, les thons enfermés dans une cage flottante adoptent une nage en formation, constituant un tore horizontal proche du fond. Le fait de recouvrir la cage d'une toile ombrage semble en outre convenir aux animaux qui se calment et évoluent plus lentement (à KOCHI, comm. pers.).

A KOCHI toujours, on a cherché à évaluer la part du volume de la cage réellement occupé par des thons nageant en formation (KOCHI 1979). Dans une cage de 18 X 9 X 7,5 m, 250 juvéniles de 2,5 kg (48 cm L.T.) ont été observés en plongée. L'expérience a eu lieu en janvier 1979, la température de surface étant de 18°C environ. Tournant à une vitesse d'environ 1,8 m/s (3,8 fois la longueur totale), les jeunes thons formaient un banc en forme de tore allongé (fig. 29) qui laissait vacants les coins et le centre de la cage. Le volume occupé par le banc n'était donc, selon les observateurs, que de 900 m³, soit 74 % du volume total. Les poissons maintenaient entre eux une distance relativement constante dans les trois dimensions : 3 - 4 m dans l'axe du corps, 1,5 à 2 m latéralement, mais 0,5 à 1 m seulement en hauteur. L'espace minimum requis par ces jeunes thons de 50 cm était donc de l'ordre de 2 m³, ce qui conduisait à une charge voisine d'un kg par m³ occupé, mais seulement 0,75 kg par m³ disponible.

Un tel comportement, n'est pas surprenant, par contre d'autres situations existent qui donnent lieu à ce que l'on peut appeler des comportements anormaux.

b) COMPORTEMENTS ANORMAUX :

Ayant mis en cage 94 jeunes thons (49 thons rouges de 3 kg et 45 albacores de 2kg) en septembre 1975, les chercheurs du laboratoire de KAGOSHIMA n'ont pu empêcher la fuite de 40 animaux en mai et juin 1976. Quelques uns ont d'ailleurs été repris dans un filet fixe voisin mais la plupart ont disparu. De la même façon, dans son compte rendu de 1976 sur les parages de thons de Nouvelle-Ecosse, la compagnie TAITOSEIAMI a révélé que, sur 348 animaux introduits, 303 seulement avaient été récupérés, les 45 manquants étaient morts ou s'étaient enfuis.

Les thons, par leur vivacité et leur vitesse de nage peuvent donc fort bien bondir par-dessus le cadre des cages flottantes ; ils peuvent également se heurter aux

parois des cages comme l'a montré une observation sous-marine du laboratoire de KAGOSHIMA en 1976. La plupart des animaux portaient sur le museau des traces en forme de losange. Cette anomalie, notée le 8 avril 1976, coïncidait curieusement avec le changement de cage opéré le 2 avril, la cage en filet (10 x 10 x 6 m - maille carré de 5 cm) étant remplacée par une cage hexagonale, de 10 m de côté et 8 m de profondeur, en grillage à maille en losange de 50 mm en diagonale.

Le laboratoire de KOCHI, en 1976, a constaté le même phénomène avec cette fois-ci des petits thonidés (*Auxis* sp.) de 185 g, blessés au museau et présentant cette empreinte en losange. De prime abord, ces blessures peuvent être interprétées de trois façons différentes, et non exclusives les unes des autres ;

- le filet synthétique ou métallique est mal perçu par les animaux notamment quand il est propre, et ceux-ci le heurtent ou s'y accrochent,

- les thons adoptent un comportement de fuite, par réaction instinctive à l'état de captivité,

- une insuffisance alimentaire, qualitative ou quantitative, pousse les animaux à chercher ailleurs une nourriture plus appropriée.

Cette dernière interprétation peut s'appliquer au cas de ces thons de 2 kg environ, présentant les marques en losange déjà décrites, et dont les contenus stomacaux révélaient les restes d'un poisson fréquent au voisinage des cages (KOCHI - février 1978). Le mauvais temps avait effectivement beaucoup perturbé la distribution régulière de la nourriture, et les thons affamés se précipitaient sur les proies environnantes.

2.5. LE REGIME ALIMENTAIRE DES THONS A L'ENGRAISSEMENT

Les juvéniles ont été accoutumés, dès leur mise en cage, à une nourriture fraîche ou congelée, distribuée à la volée ou par des canalisations. Par la suite, le régime ne change pratiquement pas, et seules la présentation et les quantités sont modifiées.

a) CONSTITUANTS DE LA RATION :

Poissons frais ou congelés

Le tableau indique les espèces utilisées, capturées en abondance dans les eaux côtières japonaises. Il s'agit essentiellement de poissons gras, les plus fréquemment utilisés étant le maquereau, le chinchard, la sardine, l'anchois et le lançon. La disponibilité en poissons frais est bien entendu fonction de la saison, elle est indiquée, avec le prix moyen par kilogramme, dans les figures 30 et 31. On y constate un certain fléchissement des apports au printemps qui conduit donc à l'utilisation de poissons congelés.

Eléments nutritifs

La composition et la valeur alimentaire des poissons fourrages varient avec l'espèce, sa présentation et la saison.

Quelques analyses sont regroupées dans le tableau XII et la figure 32, elles donnent une idée des variations possibles. La conservation de ces poissons n'est pas sans aléas et l'enregistrement du taux d'azote volatil est un indice précieux quand il s'agit d'apprécier la fraîcheur d'un produit. Il est donc indispensable, pour se préserver de l'autolyse ou de l'oxydation des graisses, de congeler brutalement les poissons à -35°C et de les conserver vers -25°C . L'état de fraîcheur du produit est d'autant plus importante en élevage de thons que la ration est exclusivement composée de poissons frais ou congelés. Des cas d'intoxications mortelles ont d'ailleurs été rapportés.

Enfin, l'espèce de poisson distribué n'est pas indifférente. HARADA pense ainsi que les anchois, les sardines et les chinchards possèdent une valeur alimentaire inférieure à celle des poissons plus maigres comme le maquereau, le balaou ou le lançon (HARADA, comm. pers.).

Les suppléments

Les poissons gras contenant vraisemblablement des facteurs antithiamine des mélanges vitaminiques sont parfois distribués avec la chair de poisson. Ces mélanges correspondent en général à la formule d'HALVER (HALVER 1972).

Pour tenter de pallier la mortalité lors de l'accoutumance à l'élevage, certains laboratoires ont également inclus des antibiotiques (terramycine) mais sans obtenir de résultats probants.

b) PRESENTATION DE L'ALIMENT

L'accoutumance à l'aliment inerte étant acquise, parfois en ajoutant de petits poissons vivants à la ration, des morceaux de poissons de 5 à 10 cm sont distribués jusqu'à 1 an. Par la suite, les thons reçoivent de petits poissons entiers de 10 à 15 cm. Plusieurs dispositifs ou méthodes de présentation existent, traditionnellement employés en élevage de sériole ou de daurade. Par ordre de complexité et d'apparition dans les élevages on peut donc trouver :

- la *distribution à la volée en surface*, à partir des cages elles mêmes ;
- la *distribution par pompe à poisson et rampe*, à partir d'un bateau ravitailleur, en surface toujours ;
- la *distribution par tubes en profondeur*, pour les cages immergées (fig.33)

Dans les élevages actuels, les deux premiers modes de distribution sont les plus fréquents, sans nul doute du fait de leur caractère expérimental, qui exige une observation permanente, et donc des installations en surface.

c) RYTHME DE DISTRIBUTION ET QUANTITE DISTRIBUEE - TAUX DE DISTRIBUTION*

La quantité d'aliments distribuée quotidiennement est déterminée généralement par la taille des animaux et la température de l'eau. Le but poursuivi en élevage commercial est en outre de minimiser *le taux de conversion* ** et le coût de l'aliment. Ici le but est tout autre puisqu'il s'agit avant tout de réduire la mortalité afin de procéder aux mesures et expériences voulues.

En 1975, le laboratoire de KAGOSHIMA a alimenté à satiété des poissons de l'année relativement gros (320 g à 1,1 kg) capturés en septembre. Deux distributions par jour étaient assurées jusqu'à la fin du mois de novembre, une seule ensuite.

Le laboratoire de KOCHI (1975) a d'abord préconisé une distribution plus fréquente, quatre à cinq fois par jour en début d'élevage, puis une distribution matin et soir à partir du printemps suivant. Néanmoins quatre ans plus tard, ces fréquences élevées étaient abandonnées par ce laboratoire qui ne distribuait plus qu'une fois par jour à partir de la deuxième semaine d'élevage. Les quantités distribuées et les taux d'ingestion apparents correspondants sont indiqués au tableau XIII. A partir de la seconde année d'élevage l'aliment est distribué deux fois par jour si la température est supérieure à 20°C et une fois seulement si elle n'atteint pas cette valeur (KOCHI 1975). Ce rythme n'est donc que le reflet de la vitesse de croissance, qui diminue jusqu'en mars-avril puisqu'il augmente du printemps jusqu'en octobre novembre.

La quantité distribuée mensuellement n'est pas précisée par les laboratoires, mais celui de KAGOSHIMA (1976) donne le bilan global d'un élevage de thons de 16 mois, de septembre 1974 à décembre 1975 (tableau XIV). Les quantités distribuées et les taux correspondant indiqués par ces deux laboratoires sont relativement en bon accord. Le tableau XV donne des résultats de consommation enregistrés à KOCHI (1978) sur des thons de deux ans.

Les thons de quatre ans et plus ingèrent quotidiennement des quantités de nourriture comprises entre 2 et 3 % de leur poids vif, mais montrent une certaine baisse d'appétit au début de l'été lors de la saison des pluies et en hiver lors du refroidissement des eaux.

* Le taux de distribution est égal à $\frac{\text{Poids distribué}}{\text{Poids de l'animal}} \times 100$

**Le taux de conversion est égal à $\frac{\text{Poids total d'aliment ingéré}}{\text{Gain de poids corporel}} \times 100$

Dans les élevages quelque peu exceptionnels de Nouvelle-Ecosse, où les thons nourris pèsent de 300 à 400 Kg et sont parqués dans de grandes enceintes en filet, la satiété est atteinte avec 20 kg de poisson frais, soit 6,7 % du poids vif des animaux. Le taux d'alimentation a été fixé à environ la moitié de cette valeur, soit 3 % du poids vif, avec une distribution quotidienne (BUTLER 1976).

Il apparaît qu'une certaine concordance peut-être trouvée entre des résultats provenant de sources différentes. Le taux de distribution quotidien très élevé en début d'élevage - 40 % du poids vif à KOCHI en 1976 - décroît rapidement et s'établit autour de 3 % à partir d'un poids corporel de 10 kg (fig. 34 et 35). Les sources de variations reconnues sont le poids de l'animal lui-même, mais aussi la température et la salinité, dont la diminution exerce une action dépressive sur l'appétit des thons, dans l'un et l'autre cas.

Néanmoins, la présentation des résultats appelle quelques remarques :

- le taux de distribution est à distinguer du taux d'ingestion et le laboratoire de KOCHI a voulu évaluer dans quelle mesure les animaux consommaient ce qui leur était distribué (KOCHI 1979). Une observation sous-marine effectuée à cette occasion a permis de constater une perte de 30 % de la masse distribuée, les particules alimentaires étant entraînées par le courant à l'extérieur de la cage (filet de 30 mm de maille, courant d'environ 20 cm/s en surface), où elles étaient happées par des poissons sauvages. Cette valeur demande à être mieux déterminée lors d'observations plus nombreuses, mais elle est suffisamment élevée pour amener à considérer avec précaution les chiffres précédents.

- Une vérification indirecte et peu précise de cette quantité peut néanmoins être réalisée à partir du poids du contenu stomacal de jeunes thons nourris à satiété. Les laboratoires de KAGOSHIMA et de KOCHI (1977) indiquent des valeurs voisines comprises entre 4 et 7 % du poids vif de juvéniles pesant 400 à 850 g. A cette taille, les animaux sont nourris à satiété deux fois par jour, ce qui donne un taux d'ingestion quotidien compris entre 8 et 14 %, légèrement inférieur aux taux de distribution calculés à partir des quantités distribuées.

d) TAUX DE CONVERSION

Les mêmes ambiguïtés se retrouvent naturellement pour l'évaluation du taux de conversion, quantité de chair fraîche nécessaire à la production d'un kilogramme de poids vif.

Tenant compte explicitement de la mortalité, mais sans la préciser, le laboratoire de KAGOSHIMA (1976) révèle un taux de conversion moyen de 6,87 pour une croissance de 450 g à 12 kg en 16 mois (tabl. XIV). Le laboratoire de KOCHI (1979) estime que ce taux serait de 7,4 entre 150 g et 3,2 kg, la période de croissance s'étendant d'août 1978 à mars 1979 ; néanmoins la mortalité n'est pas prise en considération ici, bien qu'elle soit connue par ailleurs (fig. 36). Ce même laboratoire, en 1976, cherche malgré tout à mettre en relation le taux de conversion avec le poids vif de l'animal alimenté de petits maquereaux, sardines ou chinchards congelés ; le poids des animaux était de 10 kg environ en début d'expérience (fig. 37).

Le résultat, qui n'est pas surprenant, indique une élévation rapide du taux de conversion avec le poids, les résultats obtenus à KAGOSHIMA (1978) confirment les précédents, sauf au-delà d'un poids de 40 kg, la dernière valeur obtenue à KAGOSHIMA en effet (16,9 entre 40 et 66 kg) paraît très élevée et, de l'aveu même des chercheurs, serait imputable à une saison des pluies particulièrement sévère en juin 1977 et un changement désastreux de filet en juillet 1977, qui auraient causé la mort de 7 poissons pesant de 45 à 75 kg, et gravement perturbé les autres animaux.

Dans une communication récente (1980), HARADA annonce un taux de conversion global de 7 à 8 pour des poissons parvenus en trois ans au poids de 50 kg. Ce chiffre paraît assez faible puisque KAGOSHIMA (1978) annonce des taux de conversion annuels globaux de 6,4, 8,4 et 16,9 pour les périodes juillet 1974 à novembre 1975 ; janvier 1976 à décembre 1976 ; janvier à décembre 1977, avec une croissance de 450 g à 66 kg, et un taux de conversion cumulé de 11,3.

2.6. LE COMPORTEMENT ALIMENTAIRE

Les thons en cage montrent un comportement alimentaire assez voisin de celui de la sériole placée dans les mêmes conditions, et qui dépend dans une large mesure du mode de distribution de l'aliment.

a) DISTRIBUTION A LA VOLEE

Les poissons tournent lentement en formant un anneau bien structuré, au fond de la cage. Au bruit du bateau-ravitailleur le groupe monte et se maintient à 2m environ de la surface ; la nage est plus rapide et l'ensemble des poissons moins ordonné. Lors de la distribution de nourriture, les thons bondissent avec un angle d'attaque de 45 à 60 degrés par rapport à la surface et saisissent les proies parfois avant qu'elles ne touchent la surface de l'eau. L'agitation est alors extrême. Une fois rassasiés les thons regagnent les profondeurs de la cage et reprennent une nage lente, mais cette fois-ci dans un certain désordre.

Ce comportement, somme toute assez général chez les poissons élevés en cage, daurades, truites, sérioles, ... est observé chez des thons de toute taille, et c'est plutôt l'énergie et la vigueur des mouvements que la nature des réactions qui est à souligner.

b) DISTRIBUTION PAR POMPE

Le dispositif généralement utilisé est représenté à la fig. 38 et dérive de celui mis au point pour l'élevage de la sériole. Il permet notamment de distribuer l'aliment dans les cages sans difficultés particulières, du moins tant que la mer n'est pas trop agitée.

L'observation des réactions a été réalisée sur des jeunes thons de 500 g environ (30 cm à la fourche) et venant d'être mis en stabulation. Lors de la distribution, ces très jeunes animaux constituèrent deux anneaux tangents à la bouche du tube et tournant en sens

inverses. Quelques mois plus tard, en janvier 1979, les thons pesaient 1 kg environ - leur nombre n'est pas précisé - et ne formaient alors qu'un seul anneau frôlant le débouché du tube.

La température de l'eau, les mouvements du filet et de la cage, les conditions météorologiques ont également une influence prépondérante sur le comportement alimentaire. On ne trouve malheureusement de précisions à ce propos que pour la température de l'eau. Le laboratoire d'Owase (1971) signale ainsi une baisse importante de l'appétit en dessous d'une température de 14°C, atteinte en février-mars dans cette région relativement septentrionale. Ce phénomène n'apparaît pas de façon aussi marquée dans les autres sites d'élevage, situés plus au sud, et dont les eaux superficielles sont toujours à une température supérieure à 15°C.

On le constate donc, les lacunes sont nombreuses dans les connaissances du comportement alimentaire des thons. Les combler est souhaitable et permettrait de disposer d'un excellent moyen d'appréciation de l'état général du troupeau, à partir de sa vigueur, de son appétit ou de ses réactions particulières.

Dans cette optique, le laboratoire d'OWASE (1971) utilise une échelle à quatre niveaux, prenant en compte la réaction des animaux lors des distributions d'aliment à la volée.

:	:	:	:	:
:	:	:	:	:
:	Condition générale	Réactions	Profondeur de capture de l'aliment	Ration distribuée
:	:	:	:	Ration prévue
:	:	:	:	:
:	Bonne	Très vives	surface	1
:	Moyenne	Vives	qques cm de profondeur	1
:	Passable	Lentes	qques dizaines de cm	0,5
:	Mauvaise	Absentes	qques mètres	0,2 - 0,3
:	:	:	:	:
:	:	:	:	:

Cette échelle donne quelques précisions sur les effets, sinon sur les causes, des variations éthologiques à l'égard de l'aliment, et constitue une approche intéressante.

2.7. LA CROISSANCE

Quatre ou cinq jours suffisent pour déclencher un nouveau comportement alimentaire chez les jeunes thons qui acceptent facilement les proies inertes. La croissance des animaux est alors exceptionnellement rapide comparée à celle des autres poissons d'élevage et se maintient durant plusieurs années.

A KOCHI, des animaux mis en cage fin juillet 1978, à 100-150 g, pesaient 3 kg en février 1979 (fig. 36) ; *le taux de croissance mensuel* * avait été de 0.49. A KOGOSHIMA, des thons de 450 g en septembre 1974 pesaient 3;3 kg en mars 1975 (taux de croissance : 0,28), (fig. 38) et des jeunes de 800 g en octobre 1975 atteignaient 3 kg en janvier 1976 (taux de croissance 0,33). Assez comparables, les croissances notées par HARADA sont les suivantes : 125 g en août 1975 et 1,5 kg en mars 1976 (taux de croissance 0,35) durant la saison suivante de août 1976 à janvier 1977, un passage de 250 g à 3,2 kg (taux de croissance 0,42). La croissance des juvéniles alevages méditerranéens est indiquée pour mémoire (fig. 39).

Ces résultats concordent suffisamment pour retenir que des jeunes thons mis en élevage en été atteignent 2 à 3 kg en mars de l'année suivante.

Pourtant des anomalies peuvent survenir ; c'est ainsi qu'en 1977 deux stations du laboratoire de KOCHI obtenaient des résultats très différents à partir du même lot (fig. 40). Les uns étaient élevés à KOMANE, dans une baie abritée, les autres à SUKUMO dans un site plus exposé à la houle et au vent. Pour les chercheurs de ce laboratoire, la tenue des cages et la déformation des enceintes dans le courant seraient responsables de cette divergence.

Les relations entre la longueur caudale, le poids, la hauteur et la largeur du corps sont indiqués aux figures 41 et 42 et ont été déterminées d'après des mesures de juvéniles sauvages (KOCHI 1978). Des mesures biométriques plus fines ont été réalisées à KOCHI, de 1976 à 1978, qui prenaient en compte les croissances relatives de divers organes par rapport au poids corporel.

Le coeur pèse moins de 100 mg vers 50 g, et 0,66 g vers 300 g de poids corporel (0,2 % de celui-ci), 2 g à 800 g (0,2 %) mais 3,4 g à 860 g soit 0,3 %. La croissance est donc à peu près isométrique jusqu'à 800 g, mais devient allométrique majorante au delà (fig. 43). De plus le coeur est proportionnellement plus lourd chez le thon que chez la sériole ou la daurade.

Le tendance est la même pour d'autres organes tels le pancréas (fig. 44) et les sacs pyloriques, (fig. 45), c'est à dire isométrique puis allométrique majorante à partir d'un poids de 800 à 850 g. Un parallèle peut-être établi avec la constatation faite plus haut selon laquelle les juvéniles capturés étaient beaucoup plus fragiles au delà d'un poids de 1.000 g.

* le taux de croissance est calculé de la façon suivante :

$$T = \frac{\ln(\text{mesure au temps } t2) - \ln(\text{mesure au temps } t1)}{t2 - t1}$$

Ceci est à rapprocher de l'évolution de l'indice d'obésité * qui dépend des mensurations corporelles. Généralement, les poissons croissent en longueur au printemps et en été - k diminue alors - et prennent du poids en automne, ce qui provoque une augmentation de l'indice d'obésité. On peut constater sur la figure 46 que cette tendance se retrouve bien chez les thons de 1, 2 ou 3 ans, mais également que le taux augmente plus rapidement à partir de 800 g.

Il semblerait donc que d'importantes modifications physiologiques et anatomiques prennent place quand l'animal atteint 800 g. Durant la suite de l'élevage la croissance se poursuit à un rythme extrêmement soutenu, et les thons atteignent en 3 ans et demi un poids de 60 à 90 kg. Les courbes de croissance obtenues dans divers laboratoires sont indiquées aux figures 47, 48 et 49.

2.8. LA MORTALITE EN ELEVAGE

Les premiers temps de captivité sont accompagnés d'une mortalité qui peut dépasser 70 %. En fait, cette période correspond à une véritable sélection des poissons les plus robustes et les moins traumatisés, sélection qui pallie l'incapacité actuelle des chercheurs et des pêcheurs à mettre en cage des poissons en bon état. Après quelques jours, on peut néanmoins considérer l'effectif des populations en élevage comme stabilisé. Pourtant, des accidents peuvent survenir ultérieurement à l'occasion d'un typhon ou d'une période de pluies intenses. Une illustration en est donnée par l'historique d'un élevage commencé à KAGOSHIMA en août 1974, avec 351 jeunes thons de 450 g (tabl. XVI). On y voit que le thon est très sensible à des variations brusques de son environnement, variations naturelles, mais aussi variations provoquées lors des changements des enceintes d'élevage. Ce renouvellement du filet est systématiquement suivi de la mort de quelques individus, dont la perte constitue un préjudice économique non négligeable. Un développement particulier doit donc être accordé à cette question.

a) LE CHANGEMENT DE FILET

Il est indispensable de procéder au renouvellement du filet.

Les biosalissures obturent les mailles du filet et limitent les possibilités d'échange d'eau entre le volume d'élevage et les masses d'eau environnantes ; elles peuvent compromettre la flottabilité de la cage.

Les produits anti-salissures peuvent être suspectés de toxicité à long terme sur les poissons. L'accumulation de métaux lourds, entrant dans la composition de ces produits, est également à craindre.

Plus que la technique de changement qui seront décrites ici. Le laboratoire de KOCHI (1977) retient deux sources possibles.

* L'indice d'obésité (k) est défini de la façon suivante : $k = \frac{1\ 000\ P}{L^3}$
où P est le poids corporel en grammes et L la longueur totale en cm

- le stress lié, d'une part, aux modifications brusques de l'environnement : changement de forme et volume de l'enceinte d'élevage, modification des conditions de luminosité, de visibilité, de couleur..., et, d'autre part, à l'agitation générale régnant durant le changement de filet.

- les blessures et écorchures survenant durant les mouvements de panique.

Afin de pondérer le rôle de ces différentes causes de mortalité, l'expérience suivante a été tentée. Des thons ont été transférés de deux cages mesurant 5 x 3 x 4 m et constituées de filet polyéthylène de 3,7 cm de maille, vers des cages de 4,5 x 4,5 x 4,5 composées d'un filet similaire. L'une de ces deux cages d'accueil a été immergée deux semaines avant la date prévue des transferts, dans le but d'assurer la colonisation du filet par des organismes sessiles, alors que la seconde cage était neuve et propre. Les poissons d'expérience étaient peu nombreux (17 et 18) et de petite taille : de 165 à 250 g, soit 22,5 à 23,5 cm LT.

La communication entre les cages était assurée en ouvrant sur chacune d'entre elle une paroi latérale équipée de fermetures à glissières et en les accolant (fig. 50). La manoeuvre a été réalisée par des plongeurs dans le plus grand calme et, malgré cela, cinq poissons sont morts dans les dix jours suivant le transfert. L'un d'eux était manifestement malade mais les quatre autres, deux dans chaque cage, ne présentaient aucun signe permettant d'expliquer cette mort, et notamment aucune abrasion cutanée.

Le fait d'atténuer le changement d'ambiance en transférant les animaux dans une cage immergée depuis quelque temps ne paraît donc pas diminuer la mortalité, mais surtout un examen externe des poissons ne permet pas d'expliquer pourquoi ils sont morts ; le stress lui-même semble donc jouer un rôle de toute première importance dans l'élevage du thon rouge.

a.1) Cas d'un changement : cage métallique - cage en filet synthétique

Ce type de transfert a été réalisé à KAGOSHIMA en juillet 1977, les cages ayant les caractéristiques respectives suivantes :

Cage	Filet	l(m) L h	Maille (mm)
Cage de départ	métallique	6 X 10 X 8	65
Cage d'accueil	synthétique	6 X 9,7 X 8	135

Les thons mesuraient 1,50 m en moyenne, et quatre sont morts durant le mois suivant le transfert ; les cadavres montraient des écorchures provoquées par le frottement contre le filet synthétique, déformé sous la poussée du courant. En l'occurrence le passage d'une cage en grillage métallique - assez peu déformée par le courant - à une cage en filet synthétique - aux formes moins stables - a certainement contraint les thons à modifier leur comportement, la hauteur d'évolution au-dessus du fond de la cage, en particulier .

a.2) Cas d'un changement : cage en filet synthétique - cage métallique :

A KAGOSHIMA toujours, en avril 1976, un nombre non précisé de thons rouges de 3 kg, et d'albacores de 1,8 à 2 kg a été transféré entre les cages suivantes :

Cage	Dimensions (m)	Maille (m)
Cage de départ :	10 X 10	50
Carrée, synthétique		
Cage d'accueil :	10 (x 6) x 8	50
Hexagonale, métallique		

marques en forme de losange sur le museau. Une observation en plongée a révélé de telles marques sur des poissons encore vivants.

a. 3) Cas d'un changement : cage métallique - cage métallique :

Ces cages présentent de nombreux avantages et sont appelées à un grand développement. Les techniques mises en oeuvre lors d'un transfert ne sont bien entendu pas identiques aux précédentes puisque la rigidité et le poids des filets métalliques ne sont pas comparables à ceux des filets textiles. C'est par l'intermédiaire d'un tunnel que le transfert est donc assuré.

Pour déterminer la taille minimale de l'ouverture à pratiquer dans les parois, le laboratoire de KOCHI (1977) a réalisé une expérience très simple : quelques dizaines de petits maquereaux de ligne, mesurant 18 cm en moyenne ont été introduites dans la moitié d'une cage équipée d'une cloison médiane en filet. Des ouvertures de tailles différentes ont été pratiquées dans cette cloison, dont la "perméabilité" au passage des poissons a été observée.

Il s'est avéré que les dimensions minimales pour un passage normal des poissons étaient de deux fois la longueur totale des animaux en hauteur, et cinq fois cette taille en largeur. Après extrapolation, ce laboratoire a équipé ses cages métalliques d'ouvertures de 1,40 m sur 3 m de largeur (fig. 51), correspondant donc à des thons de 60 cm, âgés de deux ans environ.

HARADA (1977) souligne pour sa part le succès d'un transfert de thons âgés de 2,5 ans (30 - 40 kg et 120 à 130 cm L.T.) d'une cage circulaire de 16 m de diamètre sur 6 de profondeur vers une cage de 30 m de diamètre sur 8 de profondeur. Sur cent cinquante poissons, un seulement est mort, ce bon résultat serait dû aux dimensions des ouvertures et du tunnel en filet reliant les deux cages (section carrée de 2,5 m de côté).

Pour des thons géants, de plus de 3 m, comme ceux qui ont été mis en stabulation en NOUVELLE ECOSSE, le transfert des filets fixes de capture aux enceintes d'élevage est assuré par des tunnels de 5 m sur 4,2 m en filet polyéthylène noir de 90 mm (BUTLER, 1976).

Ces dimensions, comme celles indiquées par HARADA, sont assez différentes de celles "calculées" à KOCHI, et l'empirisme règne manifestement dans la conception des installations.

b) LES AUTRES CAUSES DE MORTALITE

L'élevage du thon rouge n'échappera probablement pas aux divers facteurs de mortalité qui affectent les élevages aquacoles intensifs. Cependant, l'histoire de cet élevage est relativement brève et, dans la longue liste des causes possibles de mortalité, la plupart n'ont pas encore été signalées.

Plusieurs morts par *intoxication alimentaire* ont été rapportées par les chercheurs du laboratoire de KAGOSHIMA à la fin du mois de février 1975 (KAGOSHIMA 1977). Le poisson fourrage avait été mal conservé, il provoqua la mort de sept animaux sur les quatre vingt cinq alors en élevage (tab. XVI).

Les phénomènes naturels peuvent également causer des pertes au sein d'un troupeau. Ainsi les *typhons*, par les vagues énormes ils soulèvent, rendent très forte l'agitation des cages au point que les poissons peuvent s'y blesser mortellement en cherchant à s'en échapper, comme à KAGOSHIMA en septembre 1976 où cinq thons de deux ans sont morts (KAGOSHIMA 1977). Les *pluies diluviennes*, qui tombent en juin durant la brève mousson japonaise (trois semaines environ), peuvent provoquer une baisse de salinité prolongée, elles sont citées par les chercheurs au titre des causes de mortalité, bien qu'aucun exemple explicite n'ait été rapporté dans la littérature. De la même façon, aucune *marée rouge* n'a encore touché d'élevage de thon mais il n'est pas douteux qu'un tel accident serait catastrophique, comme pour les sèrioles.

On ne relève pas non plus de morts d'origine pathologique, sous quelque forme que ce soit, microbienne ou parasitaire. La raison à cela réside sans doute dans le peu d'élevages réalisés et dans la faiblesse des densités pratiquées. Le risque n'en demeure pas moins de voir apparaître des épizooties et des maladies diverses fréquentes dans les élevages marins intensifs japonais. L'ulcère de la sèriole ou du *Ayu*, *Plecoglossus altivelis*, (KUSUDA 1966), et les dermatites bactériennes favorisées par l'abrasion due au filet, les troubles dûs aux *variations de températures* excessives ou aux *régimes alimentaires déséquilibrés* en sont les deux principaux exemples.

En outre, un certain nombre de parasites infestant les thons sauvages sont reconnus : les plus préjudiciables économiquement sont le *Cnidosporide hexacapsula neothunni*, qui provoque la liquéfaction des muscles chez l'albacore (ARAI et MATSUMOTO 1953), le crustacé parasite *Elytrophora bracyptera* (LULING 1953), qui endommage de façon rédhibitoire les tissus musculaires du thon rouge, et le nématode *Canellanus melanocephalus* (RUD), qui siège dans l'estomac et les caeca pyloriques des thons rouges et des maquereaux.

Cette liste n'est pas exhaustive malheureusement et le risque de voir de telles maladies apparaître dans les élevages est d'autant plus grand que l'on met en captivité des juvéniles sauvages qui peuvent fort bien être déjà infectés.

2.9. MATURATION ET REPRODUCTION EN CAPTIVITE

Le point de départ de tous les élevages de thons rouges au JAPON a été la capture de juvéniles de quelques mois dans le milieu naturel. Après accoutumance et engraissement, certains d'entre eux sont arrivés à une taille adulte et ont permis les premières inséminations artificielles.

Seule, la maturation et la fécondation sont envisagées ici, et non les phases suivantes d'incubation et d'élevage larvaire, qui n'ont pas fait l'objet de travaux chez le thon rouge.

a) LA MATURATION

On sait que dans des conditions naturelles, les thons arrivent à maturité vers l'âge de trois ans. Qu'en est-il en captivité ?

A KAGOSHIMA, des thons mis en élevage en août 1974 à 450 g ont été examinés en janvier 1977. Le rapport gonadosomatique * était alors très faible, les poissons étant très jeunes, et la date d'observation étant en avance par rapport à la saison de maturation.

A KOCHI, deux thons élevés de juillet 1972 (140g) à juillet 1975 ont été prélevés et disséqués. Les températures extrêmes mesurées en élevage avaient été de 15° C en février et 28°C en août (tab. XVII).

La femelle (47,6 kg et 135,3 cm LF) avait des ovaires pesant 430 g, soit un RGS de 0,9. Les ovocytes mesuraient 450 µ de diamètre au maximum avec une moyenne de 284,6 ± 68,5 µ et deux modes à 240 - 259 g, et 300 - 319 µ. Le stade de développement des ovocytes, qui présentent des goutellettes lipidiques périnucléaires et de gros globules vitellins, correspond donc à une phase de maturation. Quelques ovocytes étaient sous forme atrésique, indiquant que l'ovaire arrivait en fin de maturation.

Le mâle (32,0 kg et 119,0 cm à la fourche) avait des testicules de 210 g soit un RGS de 0,6. Le sperme était émis par simple pression de l'abdomen. Les spermatozoïdes étaient groupés dans la lumière des tubes séminifères, et l'on trouvait quelques cellules mâles au stade "spermatide".

b) LA PONTE

A HIRAHAMA, des jeunes mis en cage en août et septembre 1974 pesaient plus de 50 kg en septembre 1977 (1,5 m), et des émissions de sperme étaient observées au printemps 1978

* Le rapport gonadosomatique (RGS) est défini :

$$RGS = \frac{G}{W} \times 100 \quad \text{où } G \text{ est le poids de la gonade en kg} \\ \text{et } W \text{ le poids corporel en kg.}$$

(HARADA, 1978). Le 19 juin 1979, un échantillonnage indiquait que les femelles n'étaient pas encore parfaitement mûres, mais le lendemain une ponte survenait naturellement, vers 17 heures, les individus des deux sexes évoluant en dessinant des spirales les uns autour des autres (HARADA, 1979). Les oeufs pélagiques ont été récoltés à l'épuisette en entourant la cage d'un film de plastique. 200 000 oeufs ont ainsi été recueillis et ont éclos en 26 - 27 heures à 24°C. Le RGS des animaux en élevage n'a malheureusement pas été indiqué par l'auteur.

Une femelle pouvant pondre plusieurs millions d'oeufs, KIKAWA (1964) signale qu'une femelle de 158 cm a pondu une quinzaine de millions d'oeufs. Il est clair qu'une perte importante s'est produite sans doute du fait du caractère inattendu de la ponte.

L'élevage larvaire n'a pu être poursuivi au delà d'une semaine, en très grande partie du fait de l'inadéquation du régime alimentaire. Plusieurs années d'expériences n'ont pas encore permis de résoudre cet important problème de façon satisfaisante. Les larves de thonidés se prêtent effectivement assez mal à l'élevage car les réserves vitellines très réduites (l'oeuf mesure environ un mm) ne permettent pas une survie, sans alimentation extérieure, de plus de 36 heures.

Il n'en demeure pas moins que la maturation en captivité est observée sur des animaux d'environ trois ans, c'est à dire au même âge qu'à l'état sauvage.

L'objectif de HARADA est de maintenir des larves en vie durant deux semaines en 1981 et d'obtenir des juvéniles dès 1982 ou 1983. On pourra alors parler véritablement de domestication du thon, et l'effort de recherche devra alors porter sur la mise au point de techniques d'écloserie et la production régulière d'alevins de bonne qualité destinés à l'élevage.

CHAPITRE III

LE THON D'ELEVAGE SUR LE MARCHÉ

1. TESTS ORGANOLEPTIQUES

La particularité du consommateur japonais, qui aime le poisson à l'état cru, est bien connue. Le thon fait partie des produits, recherchés par cette clientèle dont les exigences sont décrites en détail par J. FRISCH (1978).

"Les critères importants sont la couleur, la texture et le taux de graisse qui donne du fondant à la chair. A partir de ces trois critères on effectue une classification des morceaux en différentes catégories, comme pour la viande de boeuf. Ainsi dans un même thon, suivant l'origine du morceau, les prix peuvent varier de 400 à 4 000 y environ, prix à la criée... Les morceaux les plus prisés sont situés au niveau de la cavité abdominale (dai tolo) et de la partie dorsale (chu tolo). La qualité de la chair varie aussi au fil des saisons. Les thons pêchés en hiver pendant la période d'engraissement seront très demandés, on donne à leur chair le nom d'"abulami", chair à graisse tirant sur le rosé. Par contre les poissons capturés à la bonne saison, lorsque les réserves lipidiques sont mobilisées pour la gamétogénèse, sont moins appréciés leur chair étant moins riche en graisse ; elle présente alors une couleur tirant sur le rougé d'où le nom d'"akami" (chair rouge).

Le thon d'élevage répond-il à ces impératifs d'aspect et de goût ? Pour répondre à cette question les laboratoires ont organisé des tests d'appréciation sensorielle réunissant mareyeurs, poissonniers, restaurateurs et consommateurs.

a) TEST CONDUIT A NUMAZU (SHIZUOKA, 1970)

La comparaison était faite entre des thons rouges d'élevage pesant 2 à 3 kg et des albacores sauvages de taille voisine, congelés. Six critères étaient notés de 1 à 5 selon la qualité (tab. XVIII) la couleur (rose pâle) et le brillant (plus terne) furent moins bien notés chez le thon d'élevage ; les autres exigences étaient toutefois remplies, notamment pour ce qui concerne l'adiposité de la chair. Celle-ci était même supérieure chez le thon rouge élevé, et le "tolo" plus développé. L'analyse confirme d'ailleurs cette plus

grande adiposité du thon d'élevage, nourri, il faut le remarquer à la base de poissons frais considérés comme gras (tab. XIX).

b) TEST CONDUIT A KAGOSHIMA EN 1977

Deux animaux d'élevage de 37 et 48 kg non éviscérés ont été comparés à deux thons rouges sauvages de poids identique. Les consommateurs "de la rue" n'ont pas remarqué de différence entre les produits proposés, mais les professionnels relevèrent les points suivants :

- le rendement en chair est de l'ordre de 50 %, comparable à celui des animaux sauvages,
- la chair a une bonne couleur, mais n'est pas tout à fait assez grasse, ce qui entraîne une diminution de la part de "tolo". Par contre le goût est satisfaisant,
- l'odeur et la texture du tolo sont légèrement différentes chez le thon d'élevage et rappelle un peu celles de la chair de sériole d'élevage, moins appréciée que la chair de l'animal sauvage,
- la texture de la chair est extrêmement fine.

En définitive, ces thons en élevage depuis deux ans et demi environ ont été jugés de bonne qualité mais, selon l'avis des spécialistes, une année supplémentaire d'élevage permettrait d'avoir une chair plus grasse, un "tolo" plus développé, et donc un produit encore meilleur et mieux valorisé.

Ces évaluations qualitatives concernaient la consommation crue ; les conserveurs ont d'autres exigences. Selon le courtier d'une importante conserverie italienne présent dans un port thonnier de la côte thyrrénienne (Vibo marina), le rendement en chair et la qualité nécessaires à la conserve seraient atteints à partir d'un poids total de 20 kg, soit deux ans d'élevage environ (comm. pers.).

2. ECONOMIE DE L'ELEVAGE

Il est bien entendu prématuré de réaliser une étude économique sur l'élevage du thon. Néanmoins les données actuelles permettent d'ores et déjà une approche intéressante :

a) COUT DES JUVENILES

Il n'est pas encore possible de produire des larves de thons viables par fécondation artificielle, et tout élevage de thon repose sur un approvisionnement en juvéniles sauvages.

Ceux-ci sont acquis environ 1 000 yens pièce et la survie ultérieure est de 50 % lors de la période critique de transfert, puis de 80 % par année d'élevage.

Connaissant la croissance du thon, il est donc possible d'estimer le coût des juvéniles par kilogramme de poisson (tab. XX).

b) COUT DE L'ALIMENTATION.

L'aliment distribué aux thons est le même que celui utilisé dans les élevages de sériole, à savoir du poisson frais ou congelé, haché ou entier. En 1977, le prix moyen de ce poisson était d'environ 70 yens le kilogramme.

La croissance et le taux de conversion permettent d'estimer la quantité de nourriture nécessaire à la production d'un kilogramme de thon, et d'évaluer le coût alimentaire (tab. XXI).

c) SALAIRES ET DIVERS

On a estimé ce poste par individu, en fonction des résultats de l'élevage de la sériole. Mais en prenant pour origine des temps le mois d'août de chaque année, les coûts en salaires et divers sont, au taux de 1977 :

1ere année (6 kg)	600 yens/animal
2ème année (20 kg)	1 200 yens/animal
3ème année (50 kg)	1 800 yens/animal

Dans ce calcul, il suffira donc de considérer une demi-année jusqu'au premier hiver, et une année entière entre chaque hiver suivant.

Le coût approximatif en salaires et divers est aussi reporté au tableau XXI.

d) CHARGE D'AMORTISSEMENTS

Les cages utilisées actuellement sont surtout des cages métalliques cylindriques de diamètre variable. Pour simplifier et selon les commentaires de UNO et des chercheurs du laboratoire de KOCHI, des cages de 12 mètres de diamètre et 6 mètres de profondeur sont utilisées jusqu'au deuxième hiver, et des cages de 30 mètres de diamètre et 10 mètres de profondeur ensuite. Les coûts de ces cages étaient, en 1978, respectivement de 700 000 et 2 500 000 yens. La charge sera estimée constante à 1 kg par m³, et l'amortissement calculé sur 5 ans.

BILAN

En récapitulant, on obtient le *coût de production approximatif* par kilogramme reporté au tableau XXIV.

Le prix de vente des quelques thons d'élevage mis sur le marché est plus élevé :

- 2 000 yens le kg pour des thons de 40 à 50 kg environ (poids non éviscéré)
(KAGOSHIMA 1977)

- 3 500 à 10 000 yens le kg pour des thons d'un poids moyen non éviscéré de 50 kg
(HARADA 1975).

Il est évident que ces calculs ne permettent pas de tirer une conclusion définitive, et les estimations des coûts reposent sur des hypothèses que les prochaines années contrediront peut-être. Comment évoluera le prix de l'aliment frais, qui représente 60 % du prix de revient à 60 kg ? Sera-t-il possible de fournir régulièrement un produit de bonne qualité ? La mortalité durant l'élevage pourra-t-elle être réduite ? Autant de questions qui déterminent l'avenir de l'élevage du thon aussi étroitement que les progrès zootechniques.

CONCLUSION

Si certaines performances d'élevage restent à améliorer, on peut maintenant considérer comme certain le fait que l'élevage du thon rouge est possible. Les arguments zootechniques ont été présentés en détail et peuvent se résumer en cinq points :

- 1) Les *juvéniles sauvages s'accrochent bien à la captivité.*
- 2) Ils *acceptent rapidement le poisson congelé ou frais* qui leur est distribué.
- 3) La *croissance est très rapide* dès le début de l'élevage et se maintient durant plusieurs années, elle est cinq fois supérieure à celle de la sériole.
- 4) Le produit obtenu est *d'excellente qualité* et très bien valorisé sur le marché du JAPON.
- 5) L'élevage peut-être conduit *en cages flottantes*, technique bien éprouvée et familière aux aquaculteurs marins .

Au titre des handicaps, on peut opposer à cette énumération avantageuse :

- 1) *L'ignorance en matière d'élevage larvaire* qui met l'élevage des juvéniles sous la dépendance absolue du stock naturel.
- 2) *La mortalité très élevée* et actuellement irréductible qui sévit durant tout l'élevage, particulièrement durant la phase d'adaptation à la captivité, mais également lors des transferts ou de tout événement susceptible de traumatiser l'animal.
- 3) L'existence d'un *seuil critique de température* assez élevé puisque voisin de 15°C.

Quoi qu'il en soit, la collecte des données japonaises existant sur l'élevage du thon rouge permet de dessiner le "*milieu idéal d'élevage*" dont les caractéristiques souhaitables sont regroupées dans le tableau XXV. Si l'on considère l'ensemble de ces critères, il apparaît que le littoral français métropolitain et d'outre-mer est assez bien doté pour recevoir au moins des installations expérimentales.

Si la Méditerranée, n'est que moyennement favorable du point de vue physico-chimique, les températures hivernales y étant proches de 15°C, elle est par contre relativement riche en poisson-fourrage et entourée par les marchés français, italiens et espagnols. Cette

mer offre en outre l'avantage énorme d'être une zone de reproduction du thon rouge, dont des concentrations génésiques sont observées tous les ans dans la mer Tyrrénienne, aux mois de juin et de juillet. Cela devrait permettre de recueillir des individus mûrs des deux sexes pour réaliser des fécondations artificielles suivies d'élevages larvaires. Des chercheurs et certains conserveurs italiens et espagnols envisagent et organisent des missions dans ce but.

Une autre région du globe retient également l'attention, celle des lagons polynésiens. Les "Iles basses", constituées d'une couronne corallienne, présentent en effet certaines des caractéristiques souhaitables : pas de salissures grâce à la pauvreté des eaux tropicales, des centres de recherche voisins avec l'ORSTOM à NOUMEA (N.G.) et le COP à VAIRAO (TAHITI), proximité relative des grands marchés américains et japonais, infrastructures portuaires et aéroportuaires de Papeete. Pourtant, deux obstacles cruciaux demeurent : l'approvisionnement en juvéniles, tant que *la reproduction et l'élevage larvaire* ne seront pas contrôlés, et *l'approvisionnement en poisson-fourrage*. Les campagnes de prospection, menées par l'ORSTOM et le CNEXO afin de trouver une source convenable d'appâts vivants pour la pêche bonitière, n'ont pas encore porté leurs fruits.

Il est donc certain que la FRANCE dispose d'atouts non négligeables face aux autres pays susceptibles de s'intéresser à l'élevage du thon.

Le JAPON depuis dix ans, l'ITALIE et l'ESPAGNE depuis quelques années seulement, ont mis en place des programmes de recherche, l'étroite concertation entre les pouvoirs publics et les professionnels étant exemplaire dans ces trois pays.

Dans le cas de la FRANCE, l'un des cinq premiers pays du monde pour la production et la consommation de conserves de thon, aucune analyse globale de faisabilité tant technique qu'économique ne semble avoir été faite. Une telle étude serait la bienvenue qui intégrerait les conditions prévalant en métropole et outre-mer, ainsi que les grands marchés nationaux, européens et mondiaux, japonais et américains notamment.

Il sera alors temps de décider si l'aquaculture du thon peut devenir une activité rentable dans un délai rapproché ou si, au contraire, elle est à ranger au placard des projets sans avenir.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) Rapports annuels d'activité des Laboratoires Préfectoraux des pêches
 - de SHIZUOKA : 1970
 - d'OWASE : 1971
 - de KAGOSHIMA : 1975, 1976, 1977, 1978
 - de KOCHI : 1971, 1973, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979.
- 2) ARAI, Y., K. MATSUMOTO, 1953 : on a new Sporozoa, Hexacapsula neothunni gen. et sp. nov., from the muscle of yellowfin tuna, Neothunnus macropterus. Bull. Japan Soc. Fisheries, 18.
- 3) ARENA, P. 1978 : Aspects biologiques et de comportement de concentrations génétiques du thon en Méditerranée. In Coll. Le Thon rouge en Méditerranée. Publ. CNEXO Ser. Act. Coll. (8) : 53-57.
- 4) BUTLER, M.J.A. 1976 : The trap (mackerel) and impoundement (bluefin) fishery in St Margaret Bay, Nova Scotia. CICTA/ ICCAT/ SCRS/ 76/88, Nov. 1976.
- 5) DUCLERS J, PICCINETTI-MANFRIN G., PICCINETTI C., DICENTA A., BARRUIS J.M., 1972 : Nouvelles données sur la reproduction du thon rouge et d'autres espèces de thonidés en Méditerranée. Rev. Trav. Inst. Pêches maritimes, 37 (2) : 163-176.
- 6) HALVER, 1972 : in "Fish nutrition" p. 30-103. Londres, Academic Press.
- 7) HARADA T., et al, 1971 : On the artificial fertilisation and rearing of larvea in yellowfin tuna. Mem. Fac. Agr. Kinki Univ., 4 : 145-151 (en japonais avec résumé en anglais).
- 8) HARADA T., et al, 1971 : On the rearing of young bluefin tuna. Ibid, 4 : 153-156.
- 9) HARADA T., MURATA O., FURUTANI H., 1973 ; On the artificial fertilization and rearing of larvea in Hirasoda, Auxis thazard. Bull. Agr. Dept., Kinki Univ. 6 : 109-112.
- 10) HARADA T., MURATA O., FURATANI H., 1973 : On the artificial fertilization and rearing of larvea in Marusoda Auxis Tapeinosoma. Ibid 6 : 117-122.
- 11) HARADA T., 1978 : Present status of mariculture study in Japan for tuna species. In Coll. Le thon rouge en Méditerranée - Publ. CNEXO Ser. Act. Coll. (8) : 163-167.
- 12) HAYASHI S., 1966 : Symposium on tuna fisheries, Part II. Stock assessment, 3. Yellowfin tuna 4. Bluefin tuna Bull. Jap. Soc. Scient. Fish., 39 (9) : 767-778 (en japonais, résumé en anglais).
- 13) HIRASAWA Y., 1978 : Economic problems of marine fish culutre with special reference to bluefin tuna. In Coll. Le thon rouge en Méditerranée. Publ. CNEXO ser. Act. Coll. (8) 167-184
- 14) INOUE M., 1965 : Océanographic conditions in the Kuroshio current correlated with the aggregation and migration of albacore. Bull. Jap. Soc. Fish. Oceanogr. 6 : 79-85 (en japonais).

- 15) INOUE M., 1966 : A design for increasing tuna production in the Pacific. Tokai Univ. Newspaper, 100 th anniv. KOUEN, 133-137 (en japonais).
- 16) INOUE M., 1970 : Possibility of tuna cultivation and propagation. Bull. Jap. Soc. Fish. Oceanogr., 16 : 51- 64 (en japonais).
- 17) INOUE M., 1971 : Possibility of artificially culturing tunas. Bull. Jap. Soc. Fish. Oceanogr. 16
- 18) INOUE M., AMANO R., IWASAKI Y., 1963 : Studies on environments alluring skipjack and other tunas. I. On the oceanographical condition of the sea adjacent to Japan, and the drifting substances accompanied by skipjack and other tunas. Rep. Fish. Res. Lab. Tokai Univ., I (I) : 12-23 (en japonais, résumé en anglais).
- 19) INOUE M., AMANO R., IWASAKI I., AOKI M., 1967 : Ecology of various tunas under captivity. I. Preliminary rearing experiments. Fac. Oceanogr., Tokai Univ., 2 : 197-209 (en japonais, résumé en anglais).
- 20) INOUE M., AMANO R., IWASAKI Y., YAMAUTI M., 1968 : Studies on environments alluring skipjack and other tunas. II. On the driftwood accompanied by skipjack and tunas., III. Tagging experiments on the experimental driftwoods as parts of ecological study of tunas. Bull. jap. Soc. Sci. Fish., 34 (4) : 283-287, 288-294.
- 21) INOUE M., AOKI M., TANAKA Y., 1969 : Préservation of mackerel sperm by rapid freezing. Appl. Mar. Sci. Technol., Tokai Univ., 4 : 1-2 (en japonais, résumé en anglais).
- 22) INOUE M., IWASAKI Y., AMANO R., AOKI M., YAMAUTI M., 1970 : Ecology of various tunas under captivity. II. Behaviour of tuna shown against light and darkness. Jour. Coll. Mar. Sci. Technol., Tokai Univ., 4 : 53-58 (en japonais, résumé en anglais).
- 23) INOUE M., IWASAKI Y., AOKI M., MIYASHITA A., YATOMI H., 1972 : Studies on culture and domestication of tuna, billfish and other large-sized oceanic fish. I. On culture and domestication of *Thunnus thynnus*, *Katsuwonus pelamis*, *Sarda orientalis*, *Auxis tapeinosoma*, *Euthynnus affinis*, *Histiophorus orientalis*, and *Coryphaena hippurus* in a fish preserve and a portable pool at Mera, 1970-1971. Jour. Coll. Mar. Sci. Technol. Tokai Univ. 6 : 69-78 (en japonais, résumé en anglais).
- 24) INOUE M., 1978 : Feasability study of restocking tuna species using hatchery produced seed. Un coll. Le thon rouge en Méditerranée. Publ. CNEXO ser. Act. Coll. (8) :
- 25) ISHII K., INOUE M., 1956 : Some notes on the ovary of albacore. Germo germa, taken from the Coral Sea. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 22 (2) : 89-93 (en japonais, résumé en anglais).
- 26) KIKAWA S., 1964 : Estimated number of eggs spawned out of the ovaries of Indomaguro, *Thunnus thynnus maccoyi*. Rep. NFRRL, 20 : 27-34 (en japonais, résumé en anglais).
- 27) KUME S., 1962 : A note on the artificial fertilization of bigeye tuna, *Parathunnus mebachii* (KISHINOUE) Ibid., 5 : 79-84.

- 28) KUSUDA R., 1966 : Studies on the ulcer disease of marine fishes. Proc. Ist U.S -Japan joint Conf. Marine Microbiol. Tokyo, 1966.
- 29) LE GALL J.Y., 1977 : l'élevage et l'engraissement du thon rouge. Le point en 1976. La Pêche Maritime, n° 1188, mars 1977, 150-153.
- 30) MAGNUSON J.J, PRESCOTT J.H, 1966 : The development of artificially fertilized and reared larvae of Pacific bonito, *Sarda chiliensis*. Anim. Behav., 14 : 54-67.
- 31) Mori E., UEYANAGI S., NISHIKAWA Y., 1971 : The development of artificially fertilized and reared larvea of the yellowfin *Thunnus albacares*. Bull. Far Sea Fish. Res. lab. 5 : 219-239 (en japonais, résumé en anglais).
- 32) MULLER-FEUGA A., 1972 : L'élevage de la sêriole au JAPON. Publ. CNEXO Sc. et Tech. 15, 56 P.
- 33) NADAMURA E., 1962 : Observations on behaviour of skipjack tuna, *Euthynnus pelamis*, in captivity. Copeia, 3 : 499-505.
- 34) NISHIGAWA Y., KIGAWA S., UEYANAGI S., édit. 1976 : Report on tuna culture experiments. Results of experiments conducted in 1973 and 1974. Far Seas Fisheries Research Laboratory.
- 35) PICCINETTI C., 1978 : Relations entre oeufs et larves de thonidês et hydrologie en Méditerranée. In Coll. Le thon rouge en Méditerranée. Publ CNEXO Ser. Act. Coll. (8) 79-86.
- 36) SARA R., 1965 : Sur la présence du thon rouge *Thunnus thynnus*, le long des côtes d'Italie. Conseil Général des Pêches pour la Méditerranée, CGPM, Débats et documents techniques (8), 4 : 73-77.
- 37) SUZUKI K., NISHI G., SHIOBARA Y., INOUE M., IWASAKI Y., 1972 : Studies on culture and domestication of tuna, billfish, and other large-sized oceanic fish. II. On a long term culture of skipjack and tunas in training pool on land. Jour. Coll. Mar. Sci. Technol. Tokai Univ., 6 : 79-88 (en japonais, résumé en anglais).
- 38) SUZUKI K., KISHIMOTO H., TANAKA Y., 1972 : Head deformity in tunas kept in the aquarium Jap. J. of Ichtyology, 20 (2), 113-119.
- 39) UEYANAGI S., KEIICHIRO M., NISHIGAWA Y., SUDA A., editor 1973. Report on expériments on the development of tuna culturing techniques (April 1970 March 1973). Far Sea Fish. Res. Lab. Series n°8 165 p. (en japonais, résumé en anglais).
- 40) YKINAWA M., YABUTA Y., 1963 : Age and growth of tibeye tuna, *Parathunnus mebachi*. Rep. NRFRL 19 : 103-118 (en japonais, résumé en anglais).

FIGURE 1 RELATION ENTRE CAPTURES DE JEUNES THONS ET COURANT CHAUD (KŌCHI 1979)

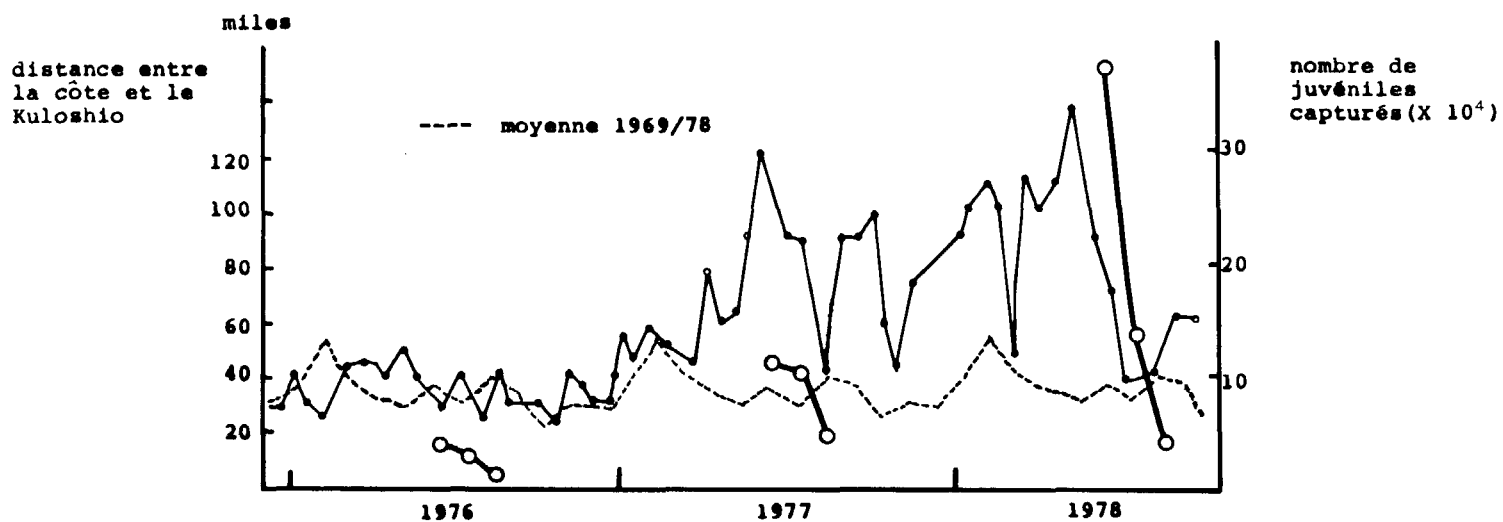


FIGURE 2 RELATION ENTRE CAPTURES DE JEUNES THONS ET PRECIPITATIONS (KŌCHI 1979)

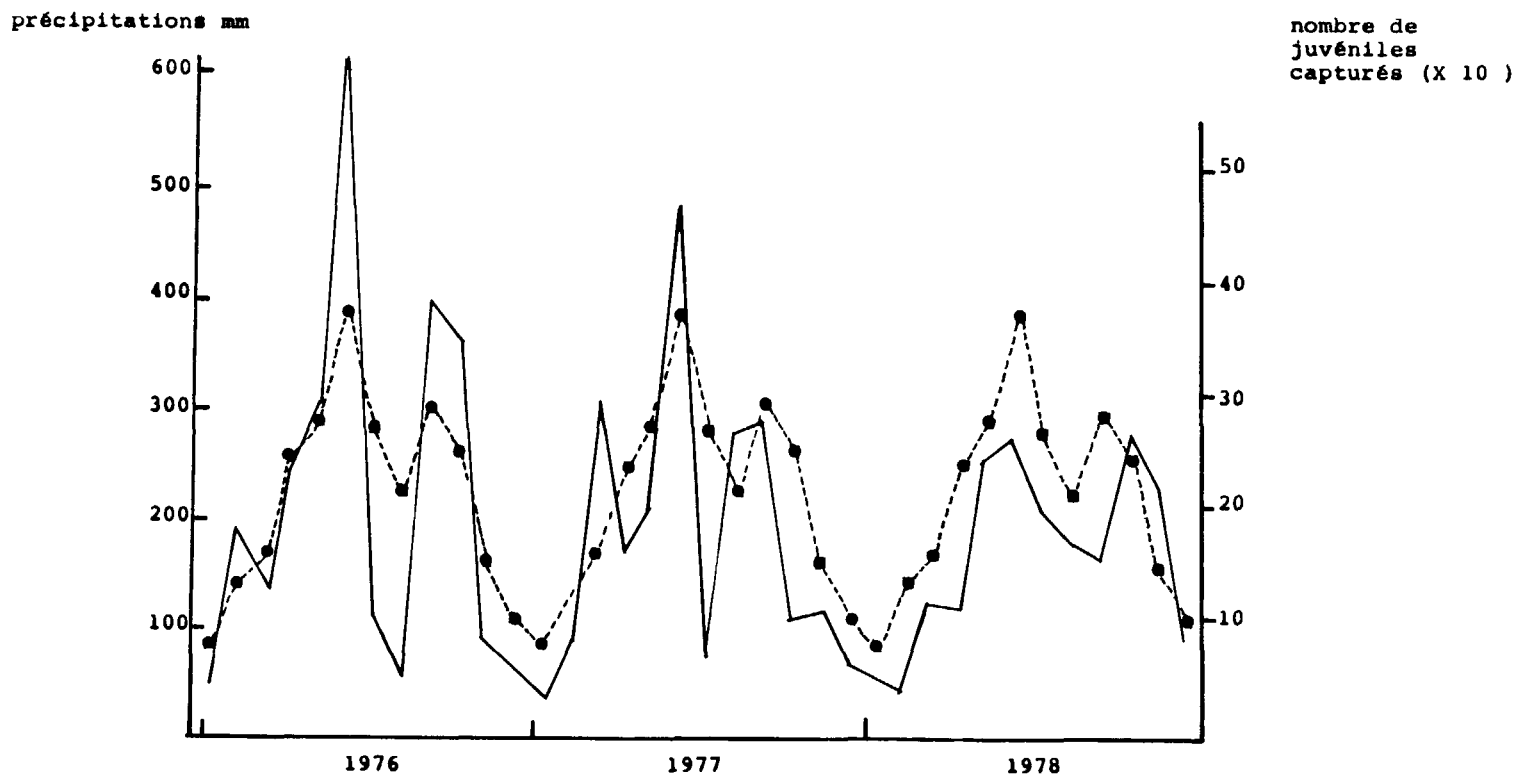


FIGURE 3 DEPLACEMENT D'UN BANC DE JEUNES THONS (KAGOSHIMA 1977)

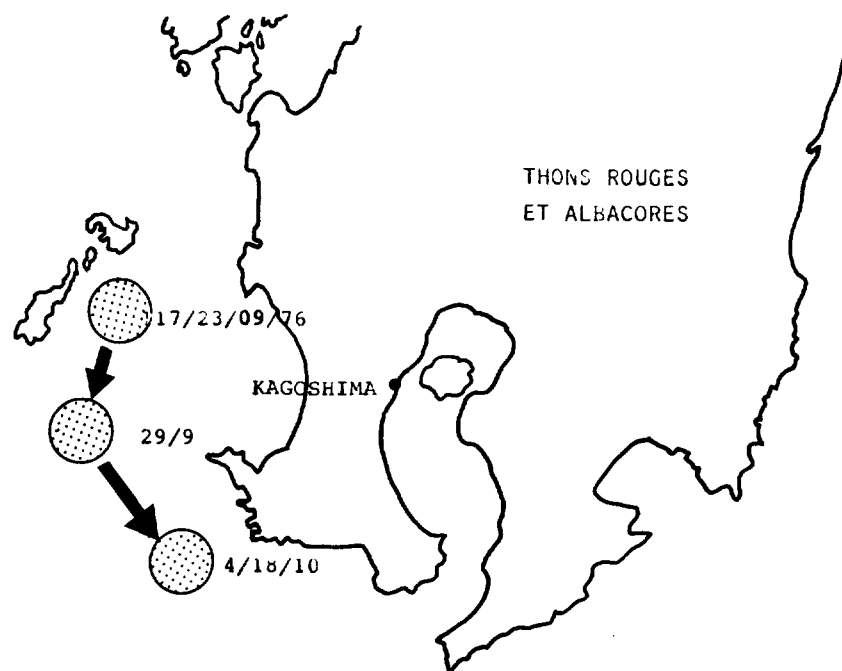


FIGURE 4 EXEMPLE DE "FILET FIXE"

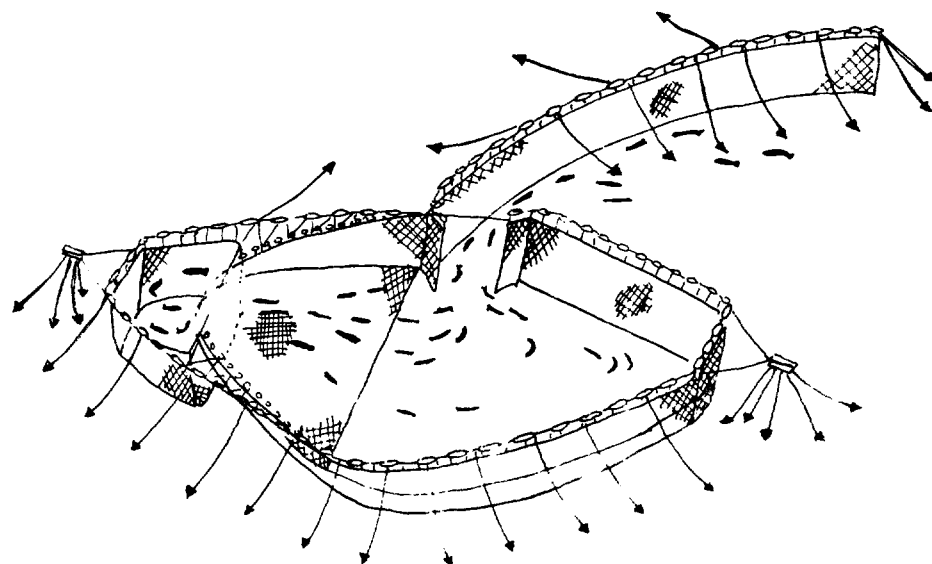
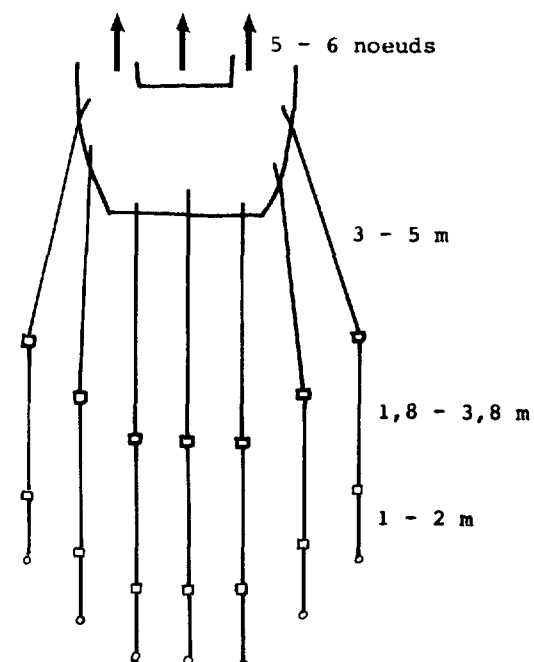
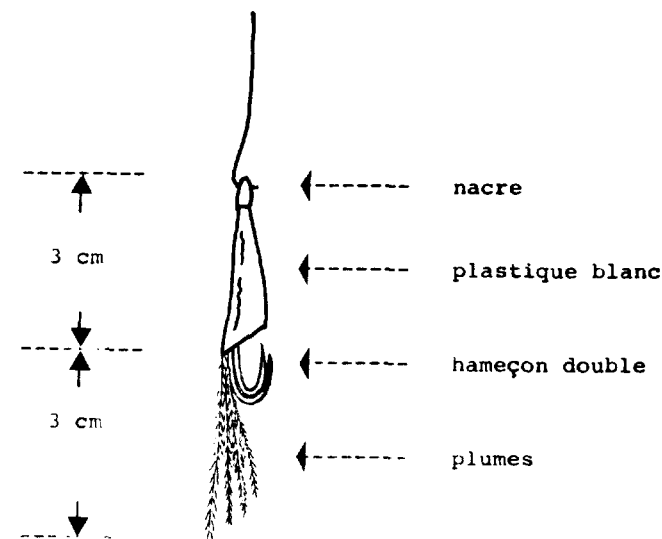


FIGURE 5 GREENET DES LIGNES TRAINEES (KŌCHI 1978)



pêche: 4 - 5 / 15 - 17 heures

lignes: 4 pour équipage à 1 barque
7 " " à 2 barques



TABEAU I POSITIONS DE FERRAGE DE L'HAMECON (KŌCHI 1979)

13	6	11	20	indéterminé
12	20	11		
5	3	6	10	maxillaire inférieur
			10	" joue "
70	71	72	60	maxillaire supérieur
24/07	25/07	26/07	28/07/78	

TABEAU II GRAVITE DES BLESSURES PAR HAMEÇON (KŌCHI 1978)

	13/07	13/07	14/07	14/07	15/07	15/07	16/07
C	16		15	4			
B	10	20	17	26	20	47	34
		33			26		19
A	74	47	68	70	54	53	47

TABEAU III GRAVITE DES BLESSURES PAR HAMEÇON (KŌCHI 1979)

	24/07	25/07	26/07	28/07	moyenne
indéterminé ?	13	6	11	20	11
C	13				27
B	26	48	56	50	24
		22	11	20	38
A	48	24	22	10	

FIGURE 6
POSITIONS DE FERRAGE
DE L'HAMEÇON

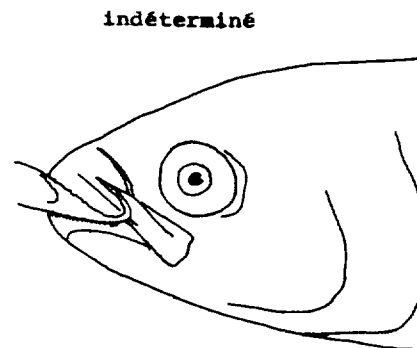
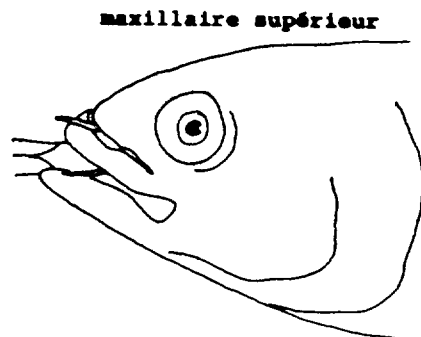
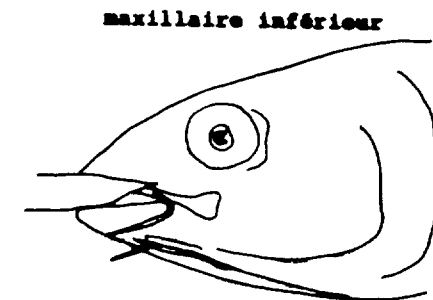


FIGURE 7 RELATION ENTRE MODE DE PECHE ET MORTALITE (KÖCHI 1979)

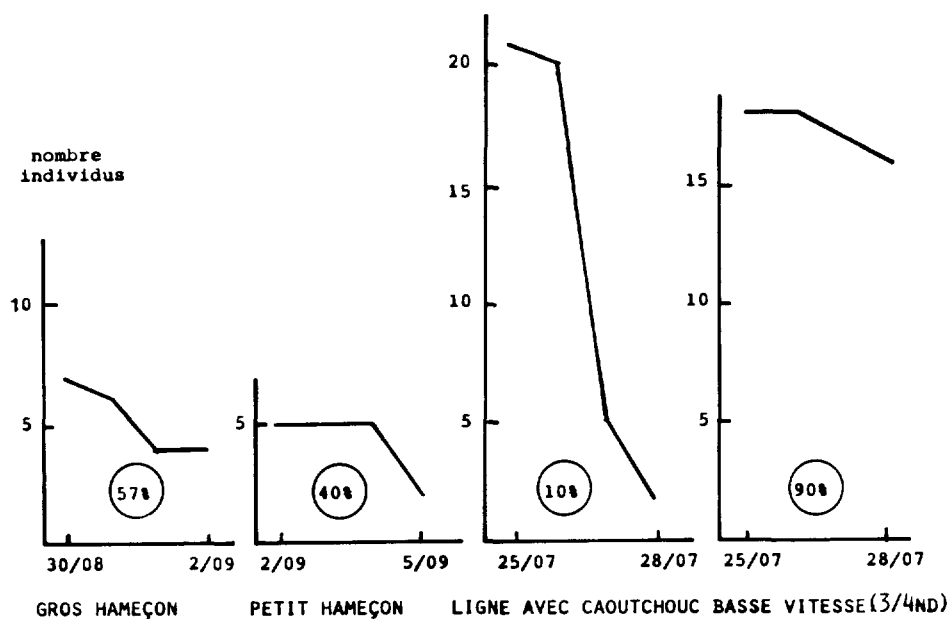


TABLEAU IV MORTALITE DURANT LE TRANSPORT (KÖCHI 71, CAPTURE A LA LIGNE)

classes de poids des poissons	A L'ISSUE DU TRANSPORT			
	Poisson vivants	%	Poisson morts	%
- 500 g	12	55	10	45
500 - 999 g	3	50	3	50
+ 1000 g	2	8	24	92
Moyenne (Total)	(17)	31	(37)	69

TABLEAU V INFLUENCE DU VOLUME DU VIVIER SUR LA MORTALITE (KÖCHI 73)

VIVIER	Unité A	Pois. B	B/A	Morts C	C/B	Viva. D	D/B	Mis/cage E	E/B
0,99 m3	3	77	26	25	32	52	68	50	65
1 - 1,99	10	194	19	34	18	160	82	157	81
2 - 2,99	6	89	15	20	22	69	78	67	75
Moyenne (Total)	19	(360)	19	(79)	22	(281)	78	(274)	76

FIGURE 8 EXEMPLE DE VIVIER (KÖCHI 1978) BATEAU DE 4,89 TONNES 40 CV 12 NOEUDS

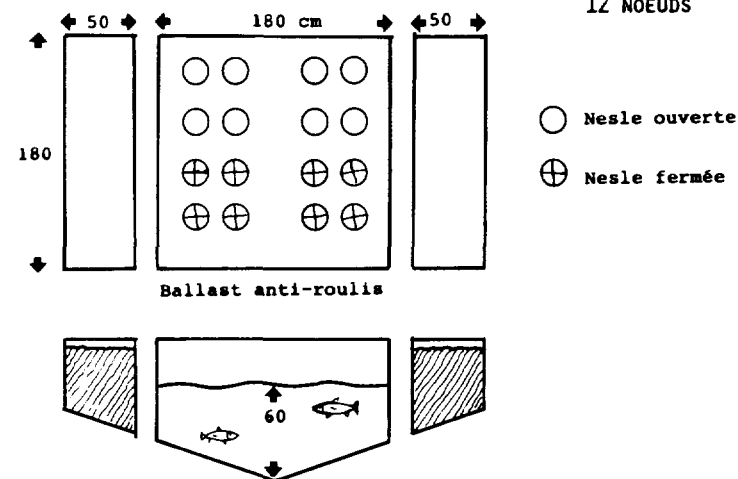


FIGURE 9 NOUVEAU TYPE DE VIVIER TRACTABLE

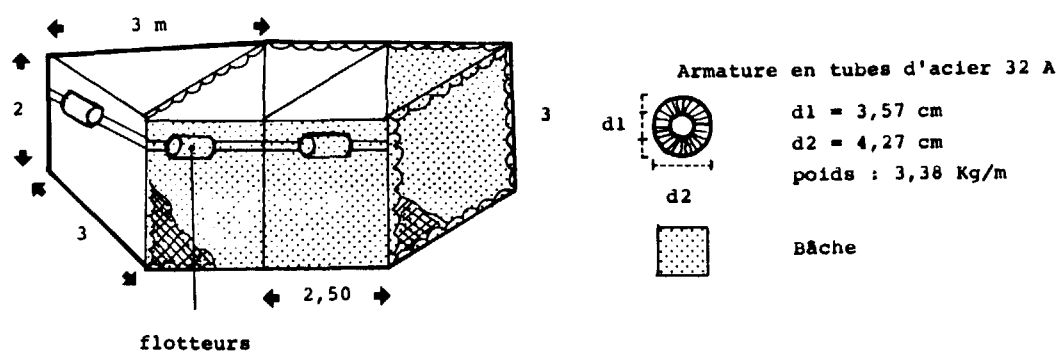
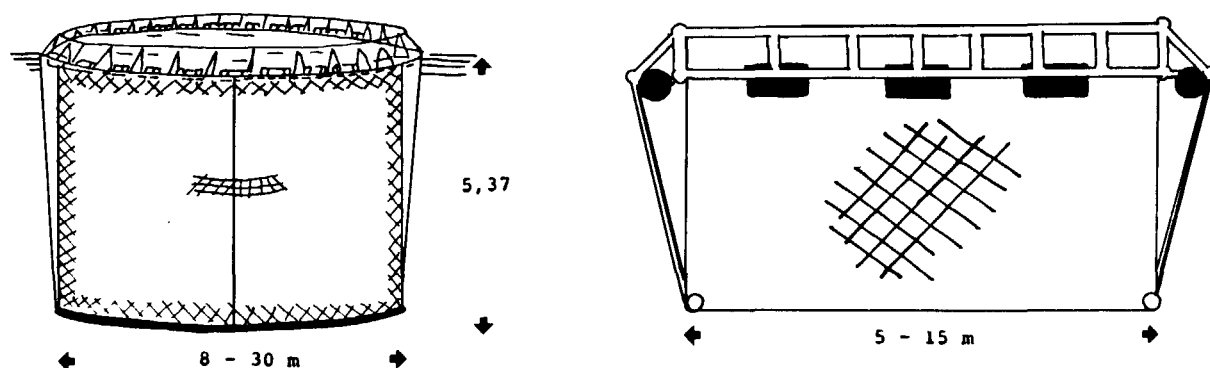


FIGURE 10 "ARCHETYPES" DE CAGES FLOTTANTES MODERNES



TABEAU VI CAGES, CHARGES ET MORTALITE LORS DE LA "DOMESTICATION"

LABORATOIRE	CAGE	POIDS/JUVENILES	CHARGE	MORTALITE *
KINKI 1975	16 X 6 (1206 m3)	125/130 g.	24 thons rouges 612 albacores 0,53 Kg/m3	20,8 % 51,8 %
KOCHI 1975	4,2 X 7 (1) (596 m3)	150/300 g.	400 0,7 Kg/m3	49 %
KAGOSHIMA 1975	10 X 10 X 6	400/1000 g.	128 thons rouges 0,31 Kg/m3 57 albacores	42 %
KOCHI 1976	4,2 X 7 (1) 6 X 6 X 6 (216 m3)	185 g.	120 katsuonus 60 pèlerins 0,28 Kg/m3	25 %
KAGOSHIMA 1976	10 X 10 X 6	430/560 g.	1709 albacores 2,85 Kg/m3	36,2 %
KINKI 1977	7,2 X 7,2 X 4 (207m3)	380 g.	50 0,24 Kg/m3	46 %
KOCHI 1978	4,5 X 4,5 X 4,5 (91 m3)	200 g.	2 ind./m3	56 %
			3 " "	41 %
			4 " "	57 %
			0,5 " (+ 10 juvéniles de série domestiqués)	56 %

(1) cage octogonale de 4,2 m. de côté

(*) mortalité après environ 3 semaines

FIGURE 11 RESISTANCE DE JEUNES THONS
A L'ELEVATION DE TEMPERATURE
(KINKI 1977)

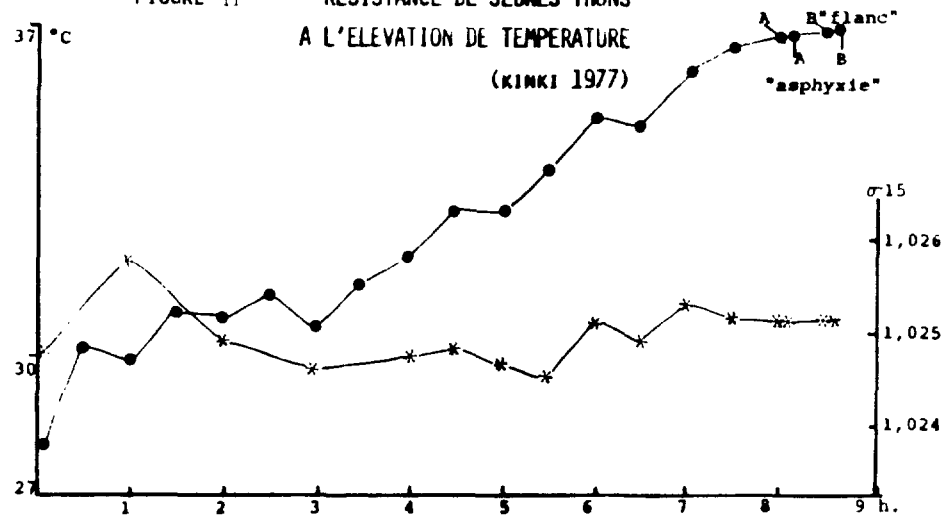


FIGURE 13 RESISTANCE A L'ABAISSMENT DE TEMPERATURE (HIVER)
(KINKI 1977)

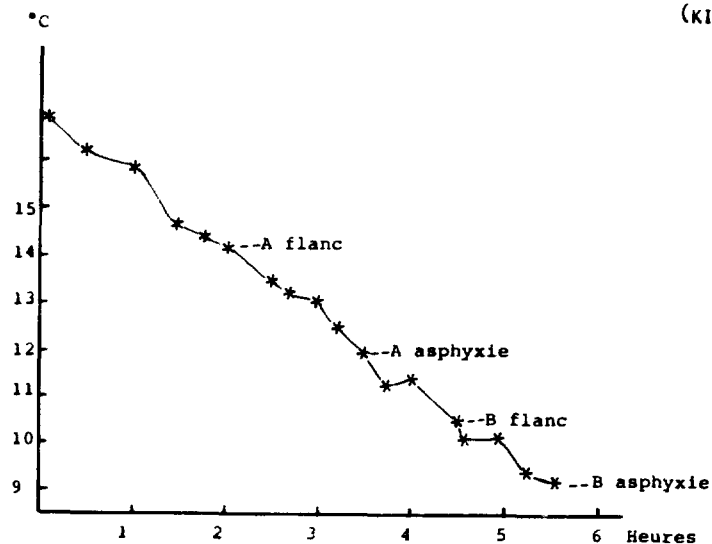


FIGURE 12 RESISTANCE DE JEUNES THONS
A L'ABAISSMENT DE TEMPERATURE (ETE)
(KINKI 1977)

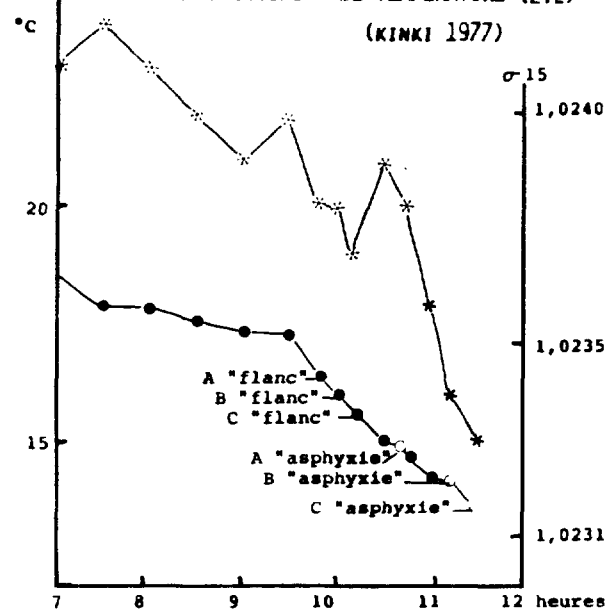


FIGURE 14 RESISTANCE A L'ABAISSMENT DE SALINITE
(KINKI 1977)

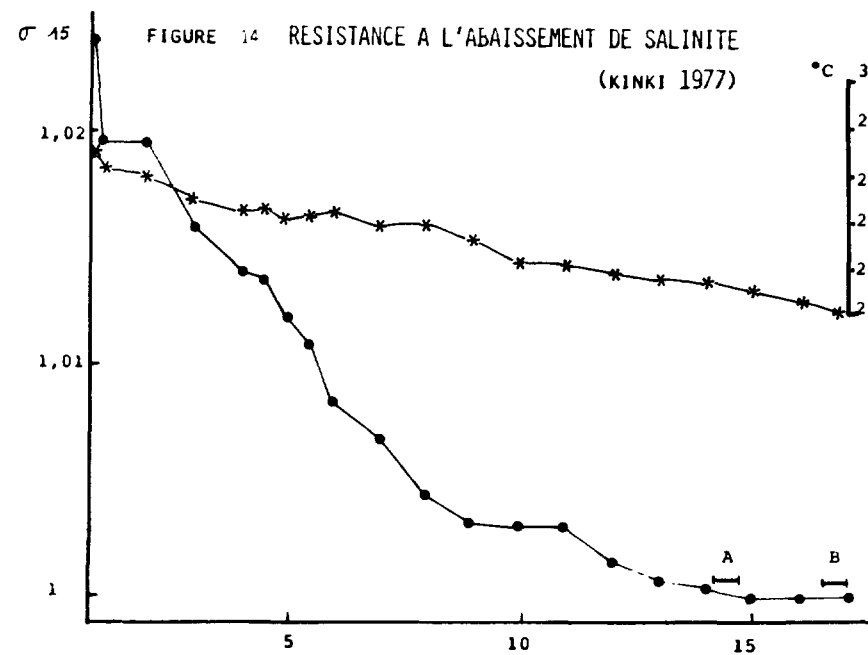


FIGURE 15 RESISTANCE A L'HYPHOOXYGENATION (KINKI 1977)

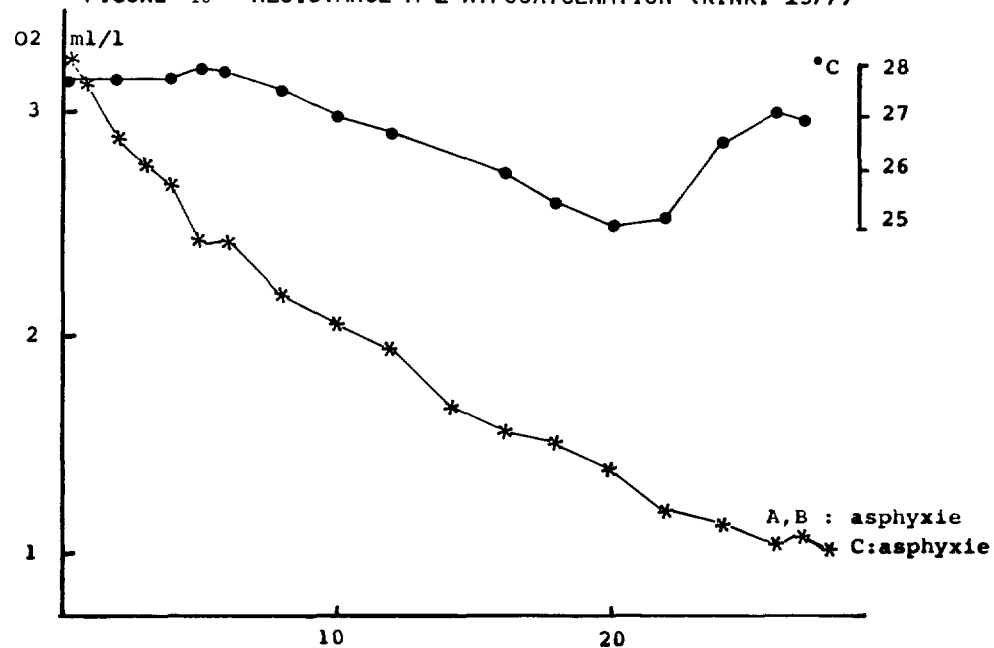


TABLEAU VII REMPLISSAGE GASTRIQUE ET POIDS DE JUVENILES DE THONS ROUGES SAUVAGES (KÖCHI 1977)

CLASSES	ESTOMAC VIDE	ESTOMAC 1/2 PLEIN	ESTOMAC PLEIN	TOTAL
407 + 999 - 999	4 17 %	12 50 %	8 33 %	24 100 %
685 + 669 - 669	5 25 %	7 35 %	8 40 %	20 100 %
829 + 319 - 319	6 40 %	9 60 %	0 0 %	15 100 %
TOTAL	15 (25%)	28 (48%)	16 (27%)	59 (100%)

FIGURE 16 TAILLE DES PROIES ET LONGUEUR TOTALE DES JUVENILES

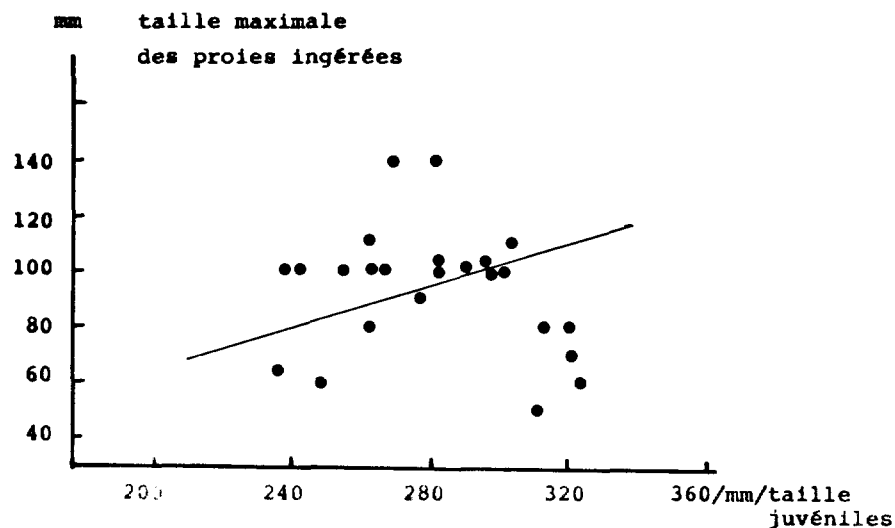


TABLEAU VIII CONTENUS STOMACaux DES JUVENILES (KÖCHI 1977)

POIDS g.		sardin. mélanos.	engrau. japonic.	autres sardin.		autres petits poissons	crusta.	TOTAL
407			8	10	1	16		35
685	15	11		11				37
829			43				4	47

TABLEAU IX PRINCIPALES ESPECES DE "POISSON - FOURRAGE" (FRISCH)

NOM VERMACULAIRE	NOM SCIENTIFIQUE
Maquereau	<i>Pneumatophonus japonicus</i>
Auxide	<i>Auxis tapeinosoma</i> (Blecker)
Auxide	<i>Auxis thazard</i> , T & S
Chinchard	<i>Japonicus</i> , T & S
Chinchard	<i>Decaptens manadoi</i> , T & S
Sardine	<i>Sardinops melanostica</i> , T & S
Anchois	<i>Engraulis japonica</i> , H
	<i>Spratelloides japonicus</i> , H
Lancon	<i>Amnodytes personatus</i> , Girard
Balaou	<i>Gololabis saura</i>

TABLEAU X KUCHI

HOULE	1 légère H = 2m	2 modéré	3 assez g H = 2	4 grosse H = 4	5 forte	6 très f.	7 anormal. H = 4
1975	295 (80,8)	16 (4,4)	18 (4,9)	32 (8,8)	3 (0,8)	0	1 (0,3)
MOYENNE 1967/75	2745 (83,6)	149 (4,5)	191 (5,8)	169 (5,1)	20 (0,6)	4 (0,1)	7 (0,2)

TABLEAU XI TYPHONS (EXEMPLE DE DEUX TYPHONS AYANT TOUCHE LES SITES EXPERIMENTAUX DU LABORATOIRE DE KÖCHI)

I (16/06/64)			II (21/08/70)		
Heure	Direction	V cm/s	Heure	Direction	V m/s
3	ESE	28,3	3	N	10,8
9	NNW	42,5	9	WNW	43,8
15	NNW	25,4	15	SSW	20,8
21	N	17	21	SSW	13,2
MAXI.	NNW	45,5	3	S	5,7
			MAXI.	NW	57,5

EXEMPLES DE MESURES
PHYSICO-CHIMIQUES
DES CONDITIONS DE MILIEU
DANS LES ELEVAGES
JAPONAIS

(FIG. 17 A 21)

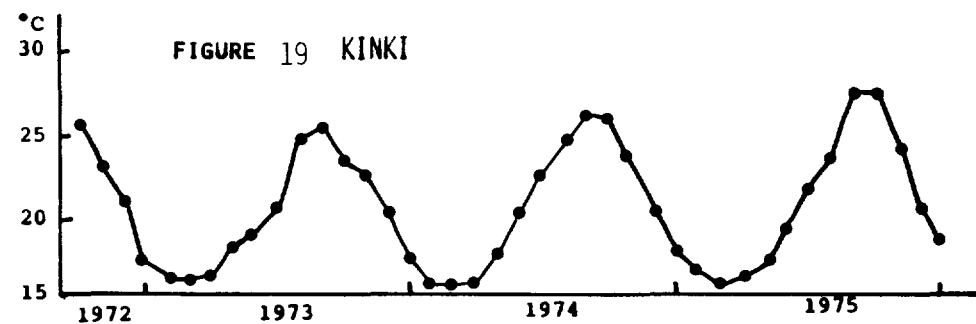
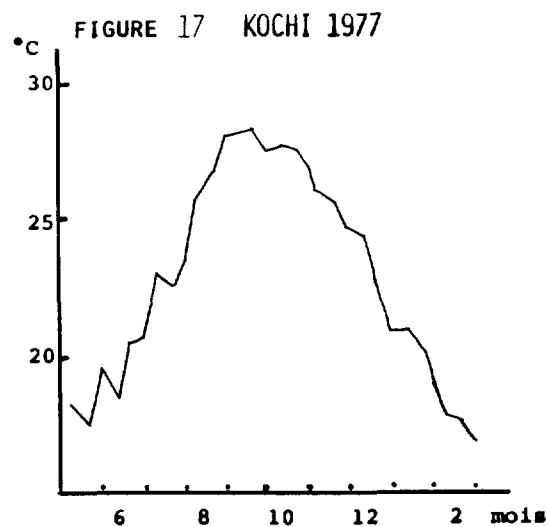


FIGURE 20 KOCHI 1976

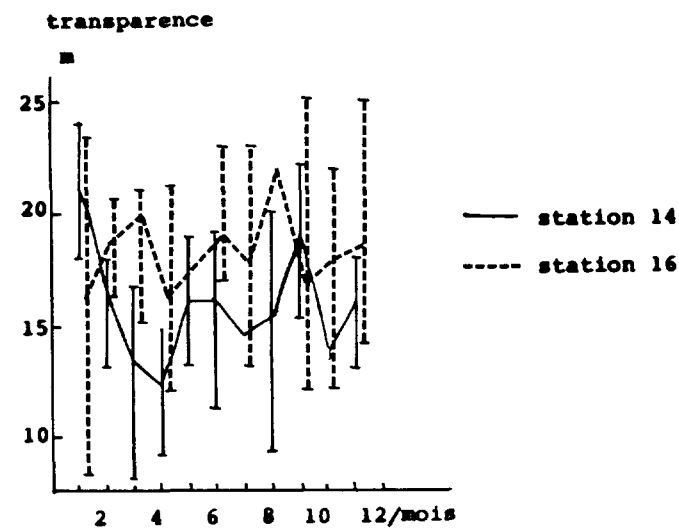


FIGURE 21 KINKI

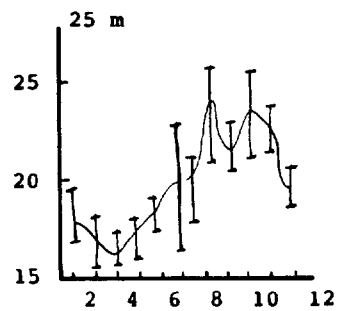
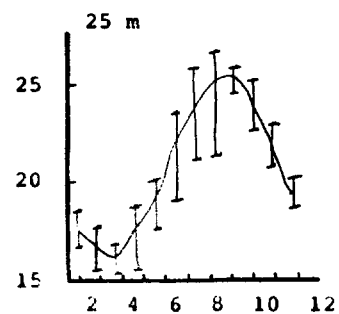
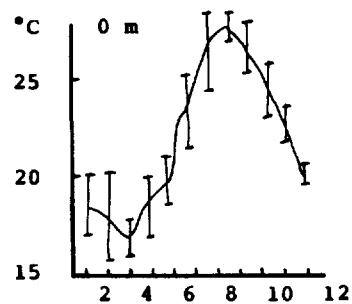
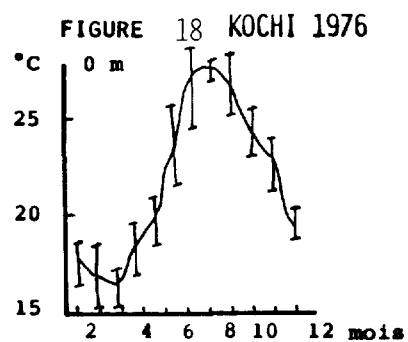
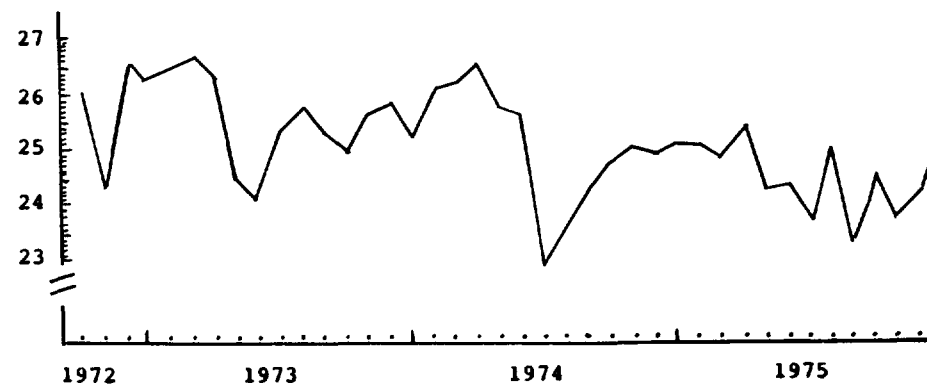


FIGURE 22 OXYGÈNE DISSOUS DANS L'ENCEINTE D'UNE CAGE FLOTTANTE (KŌCHI 1976)

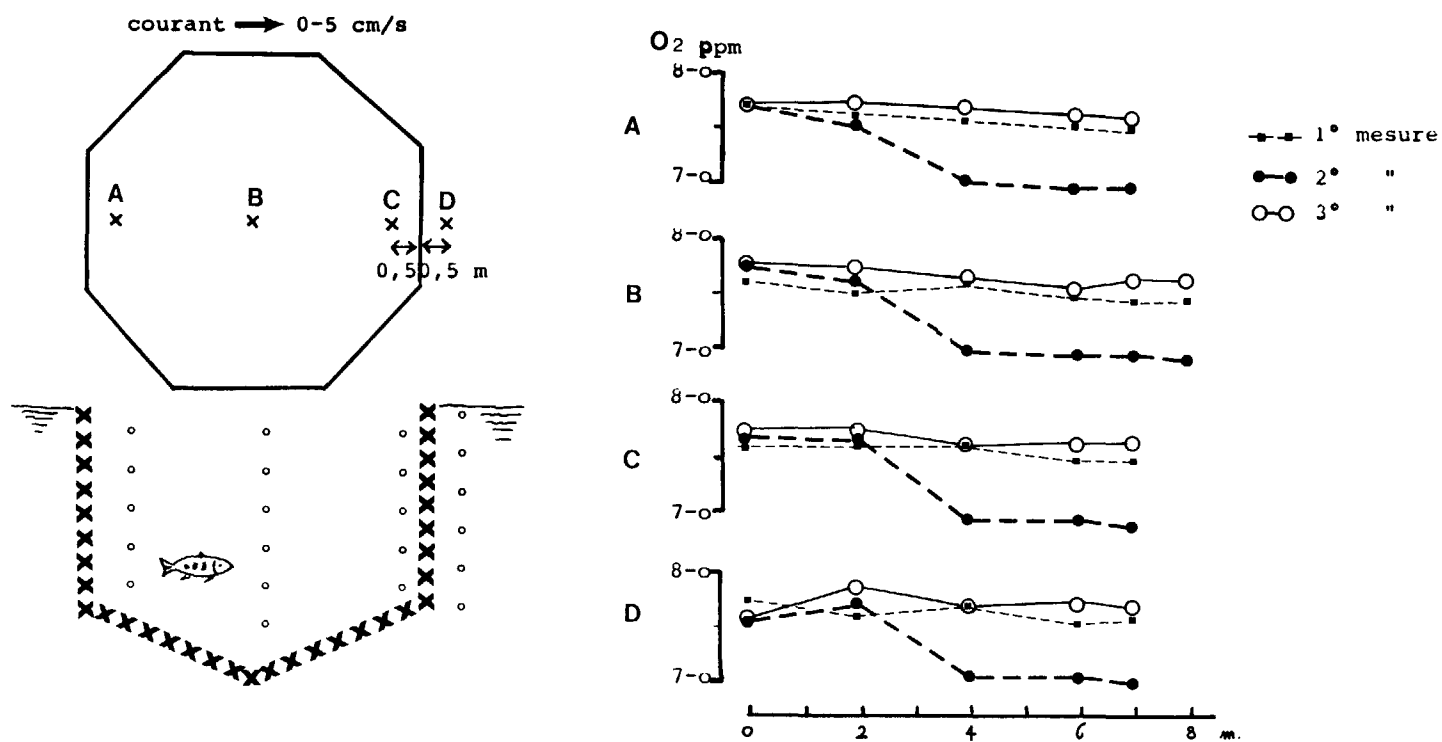


FIGURE 23 , ÉLEVAGES SITUÉS EN ZONE LITTORALE ABRITÉE (KŌCHI)

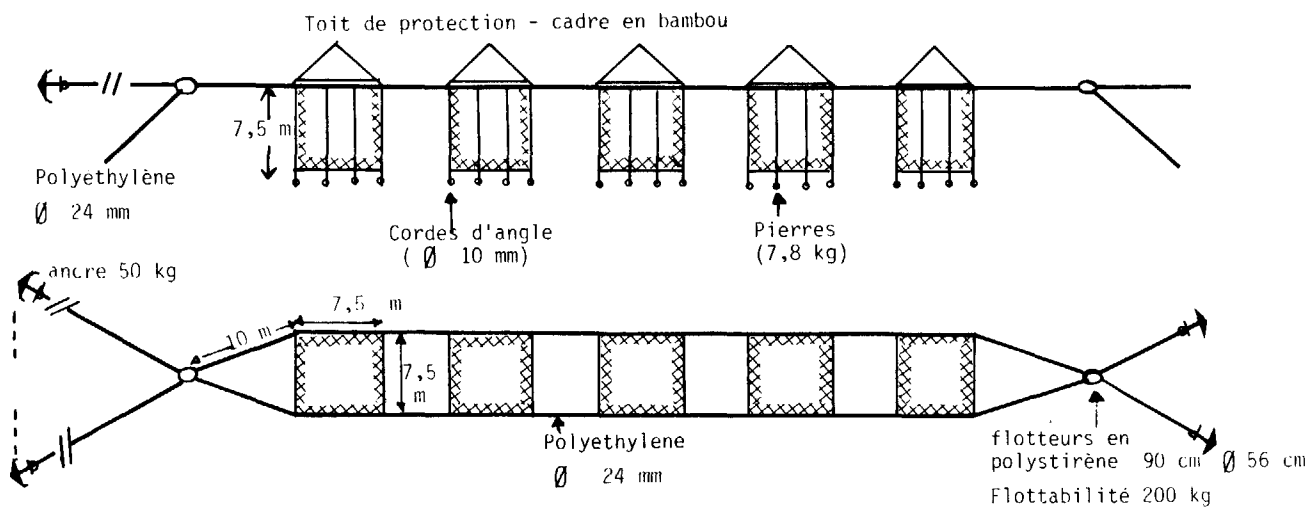


FIGURE 24 ÉLEVAGE SITUÉ EN ZONE LITTORALE NON ABRITÉE
(KOCHI)

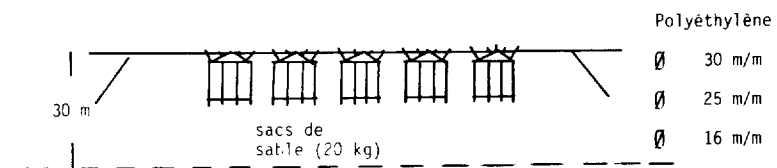
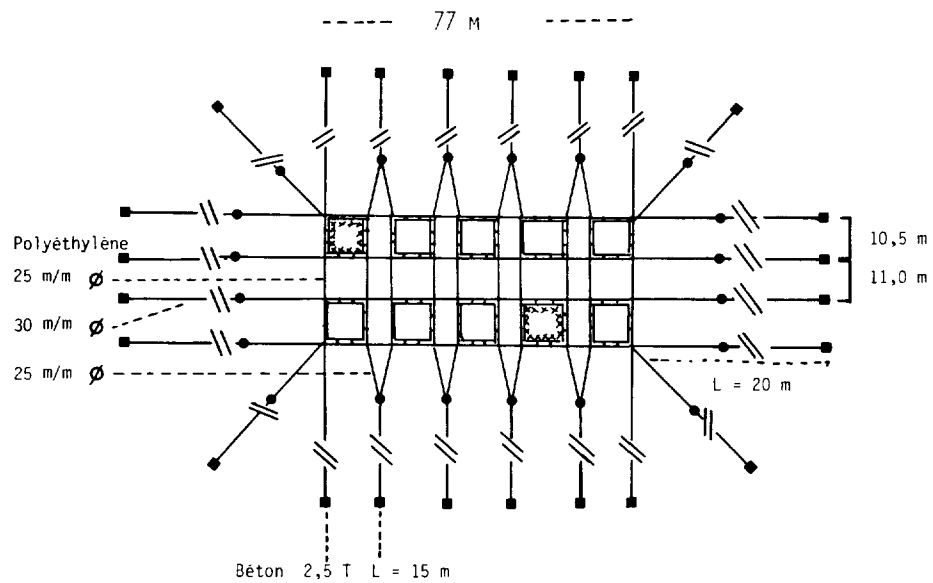
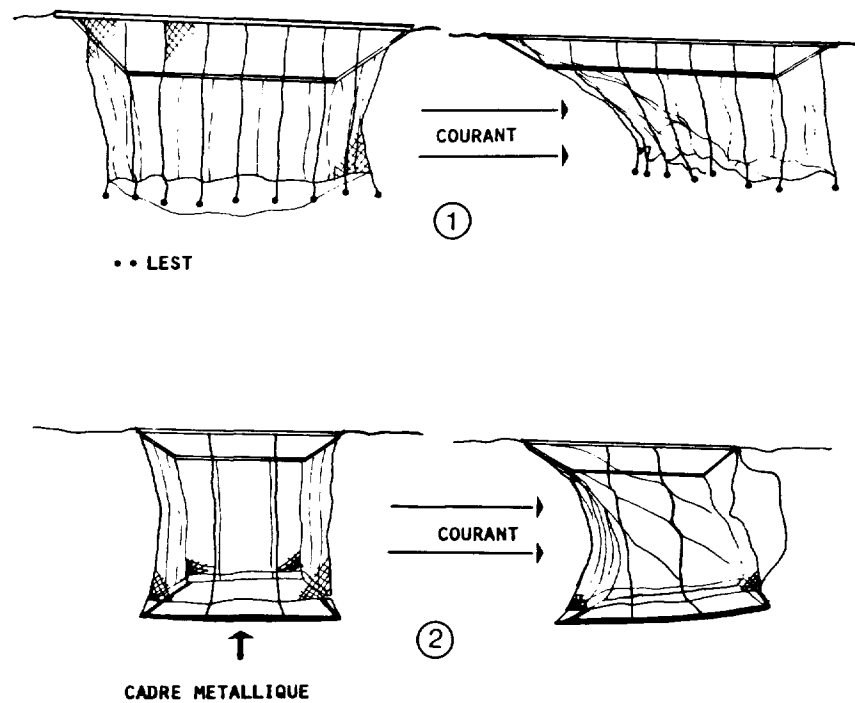


FIGURE 25 DEFORMATION DE CAGES FLOTTANTES
PLACÉES DANS UN COURANT



58

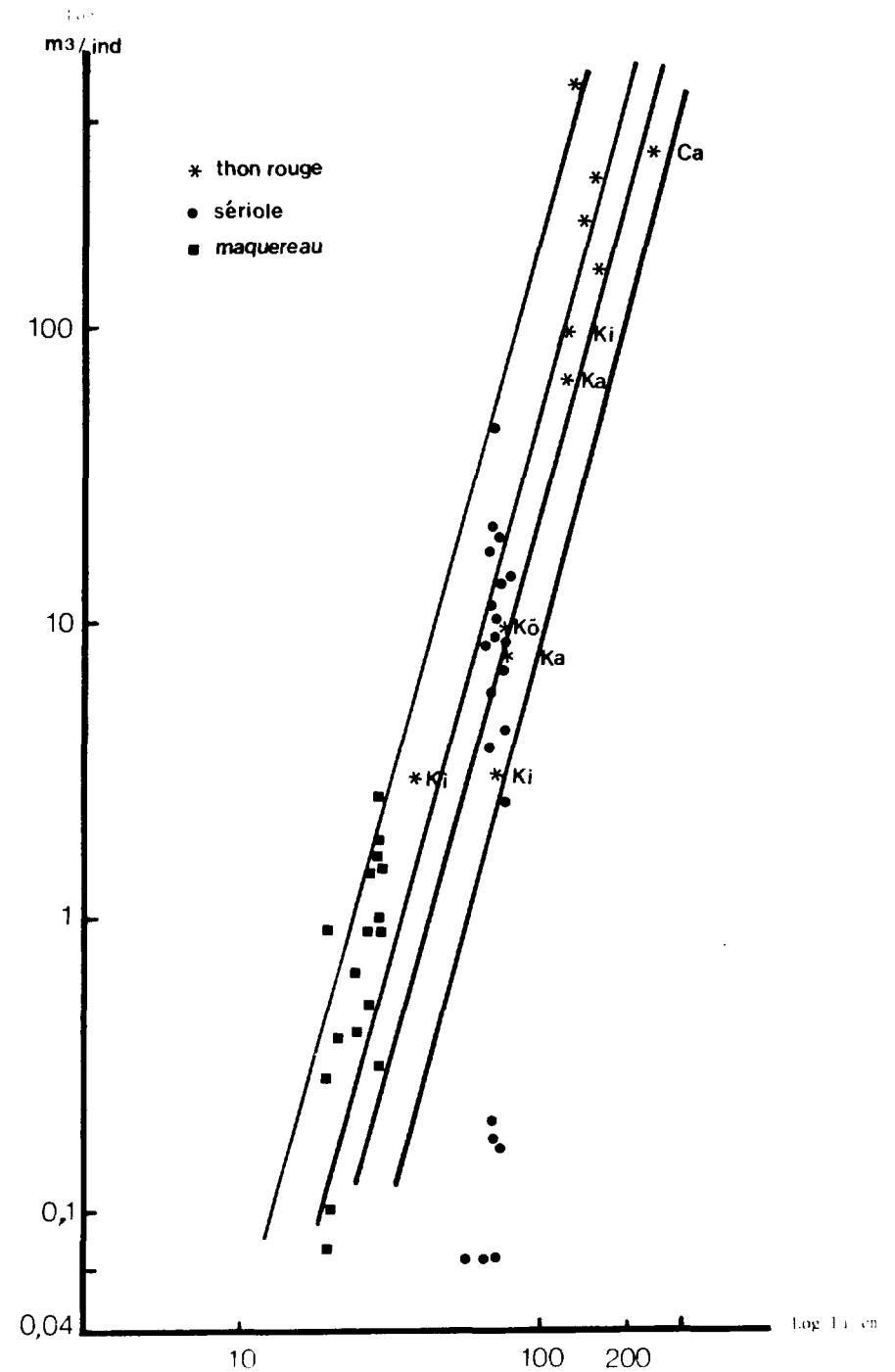
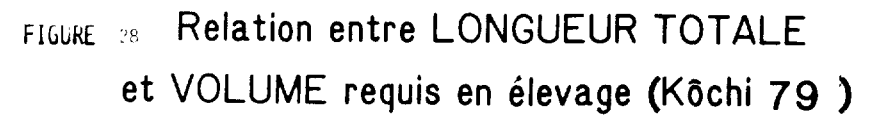


FIGURE 29 COMPOTEMENT DE JEUNES THONS EN CAGE
ORGANISATION SPATIALE (K6CH1 1979)

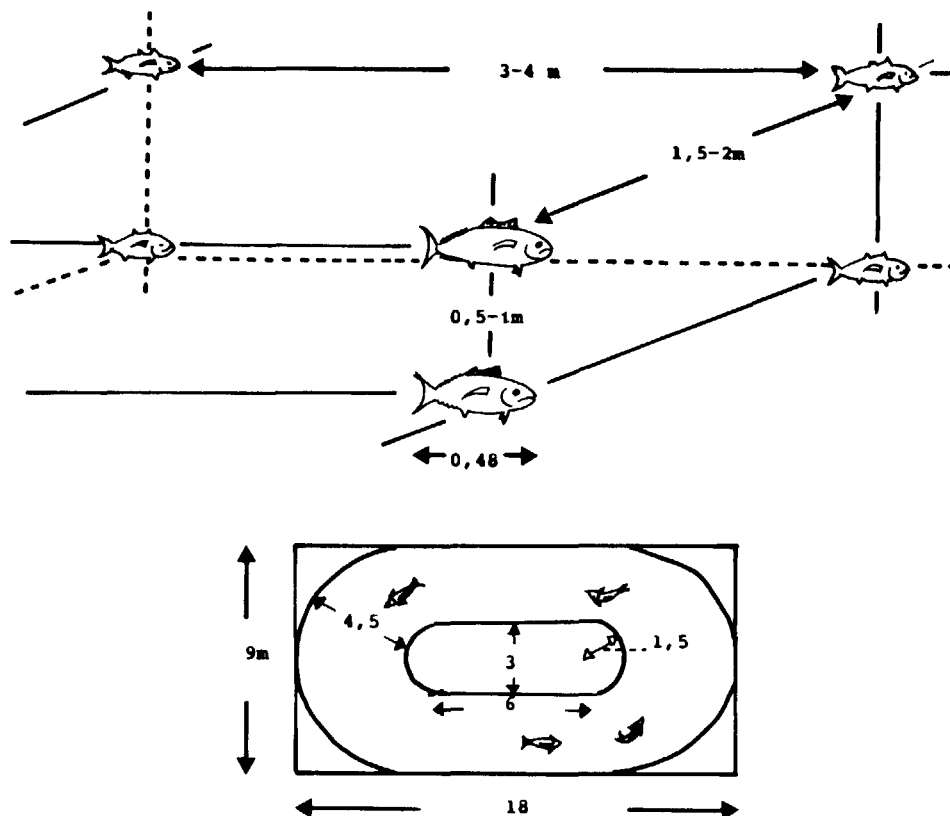


FIGURE 30

TONNAGES DEBARQUES DES PRINCIPAUX POISSONS-FOURRAGE

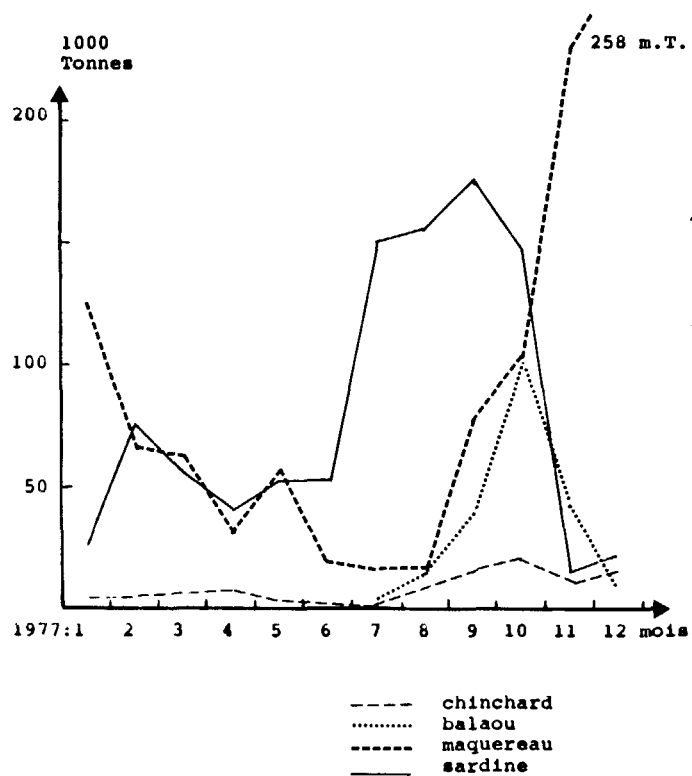
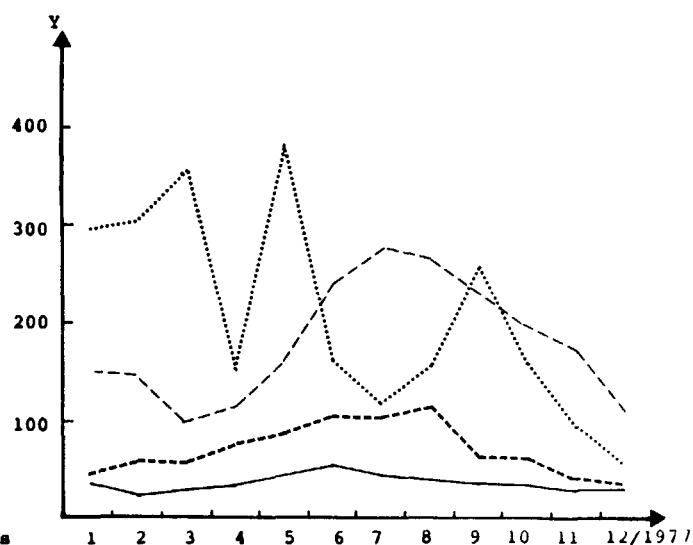


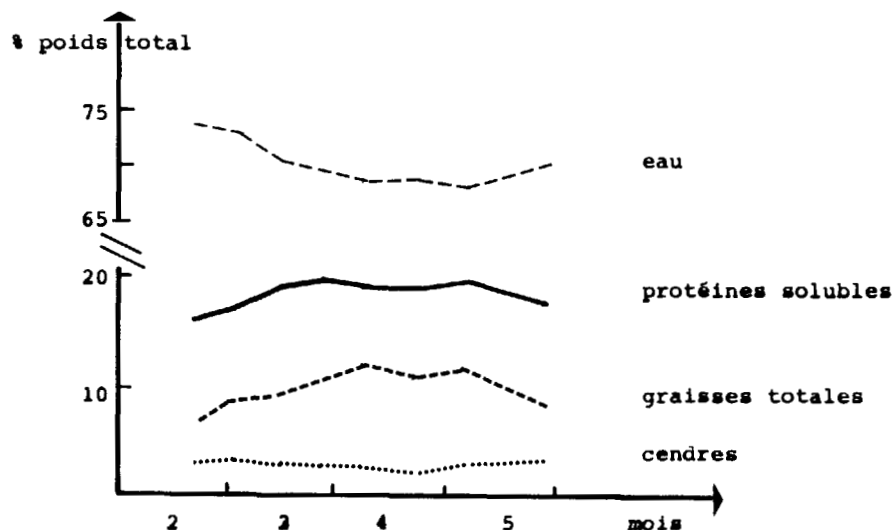
FIGURE 31

PRIX DES PRINCIPAUX POISSONS-FOURRAGE



(Ministère des pêches 1979)

FIGURE 32 VARIATION DE LA COMPOSITION DU LANCON
AVEC LE TEMPS DE CAPTURE (labo Kagawa 1967)



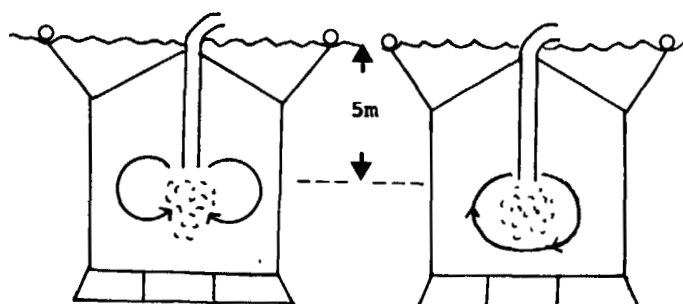
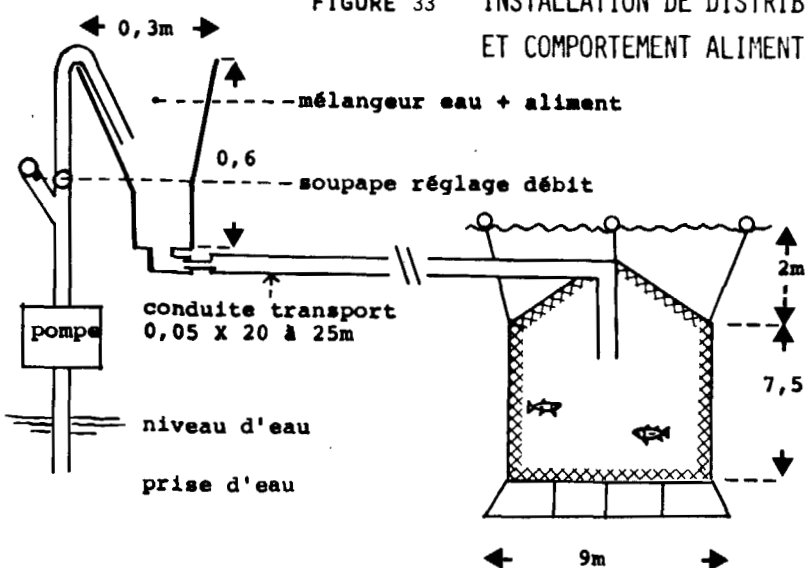
TABEAU XII COMPOSITION DE CERTAINS POISSONS-FOURRAGE

ESPECE	EAU	PROTEINES BRUTES	GRAISSES TOTALES	MATIERES extracti. non azotées	CENDRES
Sardine	73 %	18,5 (68,5)	5,94 (22)	0,3 (1)	3,1 (11,4)
Lancon	75,5	14,5 (64,4)	6,62 (29,4)	0,1 (0,5)	2,1 (9,5)
Lancon *	73	17,5 (64,8)	7 (25,9)	-	2,5 (9,3)

() % M.S.

(AOE 1968 sauf * d'après
Harache 1976)

FIGURE 33 INSTALLATION DE DISTRIBUTION D'ALIMENT EN CAGE IMMERGEE
ET COMPORTEMENT ALIMENTAIRE (KÖCHI 79)



6/09/78 (500g-30cm L.C.) 9/1/79 (2200g-48cm L.C.)

TABLEAU XIII ALIMENTATION DE JUVENILES EN ELEPAGE (KÖCHI 79)

DATE	ALIMENT	POIDS (kg)	TAUX INGESTION
08/78	Sprat	1700	10 %
09/78	Balaou	600	
09/78	Sprat	550	
10/78	Balaou	1200	9,4 %
10/78	Maquereau	150	9,4 %
11/78	Balaou	1000	
11-12/78	Chinchard	1260	
01-03/79	Balaou	1000	2 %
TOTAL		7460	

TABLEAU XIV RESULTAT GLOBAL D'UN ELEPAGE REALISE A KAGOSHIMA EN 74/75

	6/09/74	482 jours	12/75
Nombre d'individus	114		51
Poids individuel moyen	450 gr		12.000 gr
Charge totale	51,3 kg		612 kg
Mortalité : 63 poissons - 115,3 kg			
Aliment distribué : 4643,1 kg			
Taux de conversion "apparent" : 6,87			

TABLEAU XV ALIMENTATION DE THONS DE DEUX ANS (KÖCHI 78)

DATE	ESPECE	POIDS	DISTRIBUTION	T. INGESTION
04/77	Maquereau	29 kg	15	10 - 15 kg
	Sardine			
05	Sardine	41,5	18	
06	Sardine	42	14	
07	Maquereau	46	15	
08	Sardine			
08	Sardine	51,55	17	
09	Maquereau	33,5	13	
10	Maquereau	45	16	
11	Maquereau	46,5	16	
12	Maquereau	44,5	16	
01/78	Maquereau	42	15	
TOTAL		421,5		25 - 30 kg

FIGURE 34 TAUX D'INGESTION EN FONCTION DE L'AGE

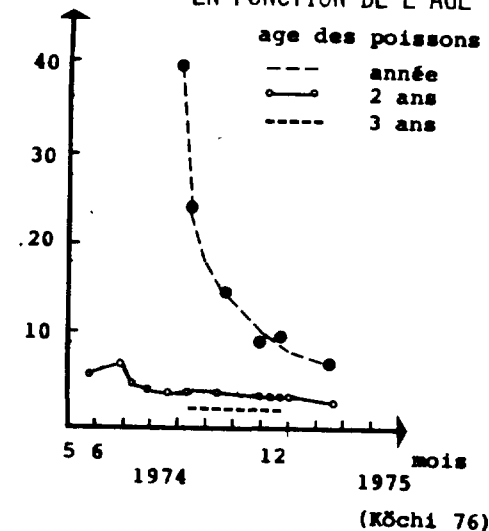
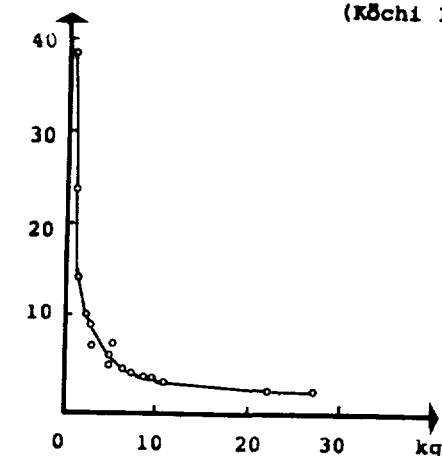


FIGURE 35 TAUX D'INGESTION QUOTIDIEN (EN % DU POIDS INDIVIDUEL) (KÖCHI 1976)



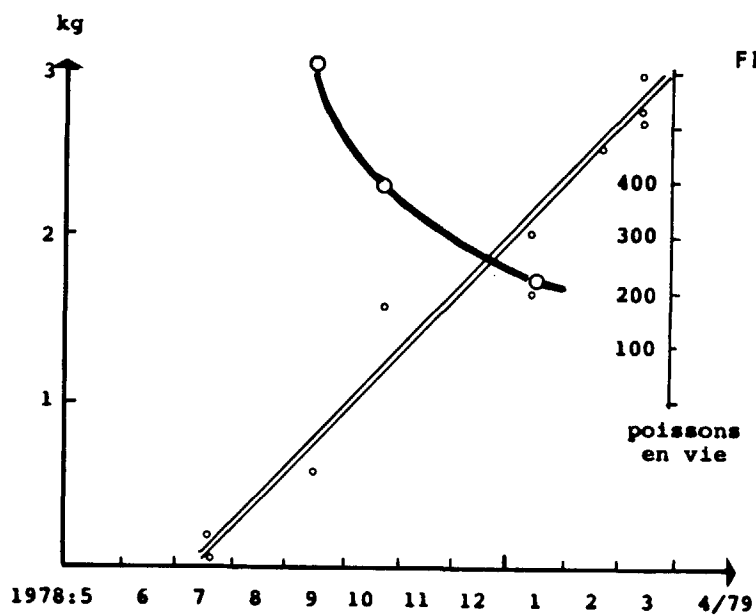


FIGURE 36
CROISSANCE ET SURVIE
EN ELEVAGE
A KOCHI EN 1979

FIGURE 37 TAUX DE CONVERSION
EN FONCTION DU POIDS
(Kochi 76)

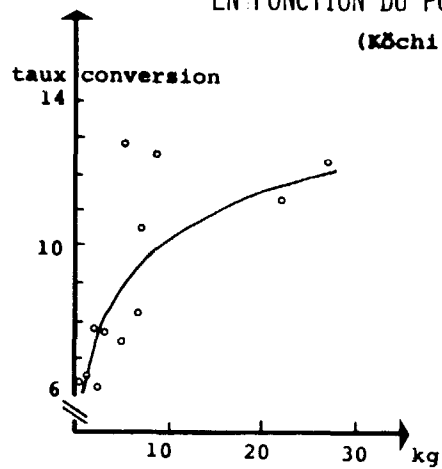
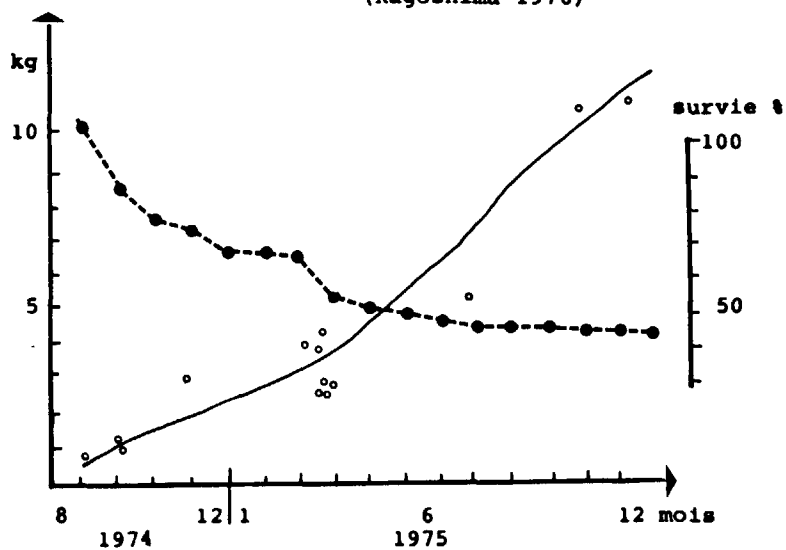


FIGURE 38 CROISSANCE ET MORTALITE EN ELEVAGE
(Kagoshima 1976)



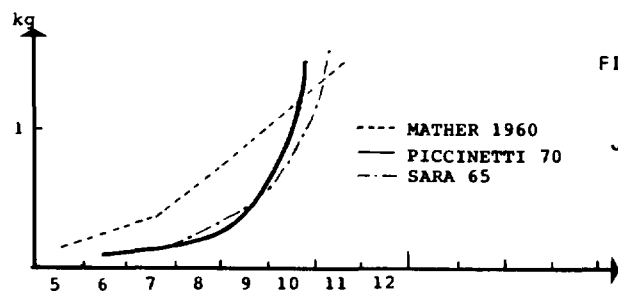


FIGURE 39
CROISSANCE DE
JEUNES THONS SAUVAGES
MEDITERRANEENS

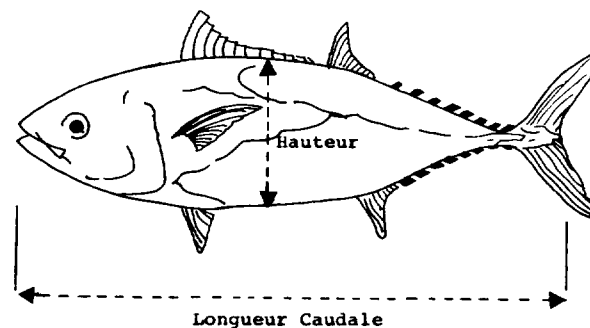


FIGURE 41
RELATION POIDS/LONGUEUR

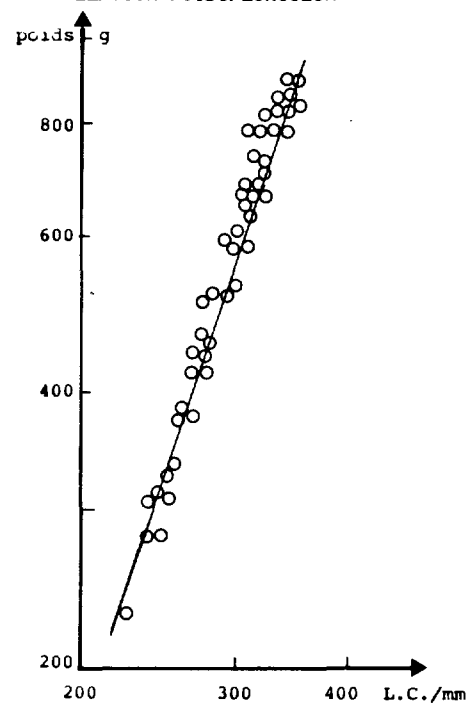
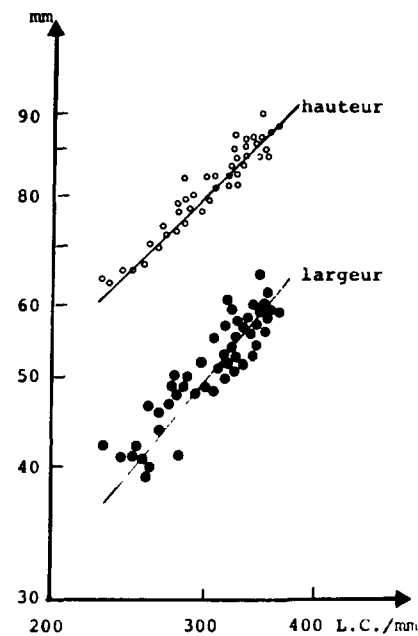


FIGURE 42
RELATION LARGEUR/HAUTEUR/LONGUEUR



23

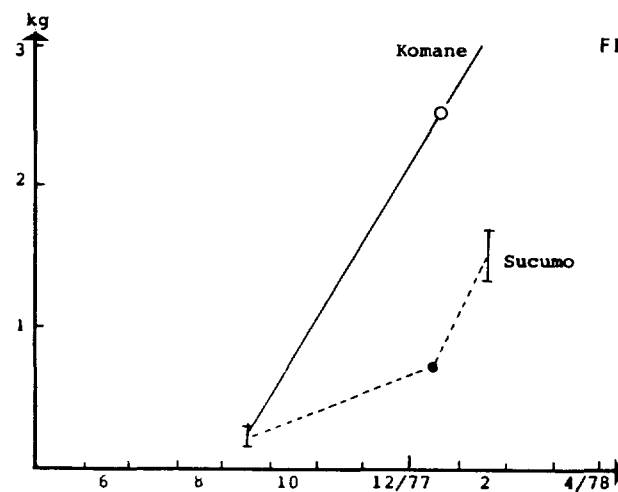


FIGURE 40
CROISSANCE EN ELEVAGE
DANS DEUX LABORATOIRES
DE KOCHI EN 1978

FIGURE 43 CROISSANCE RELATIVE COEUR/CORPS CHEZ LES JUVENILES

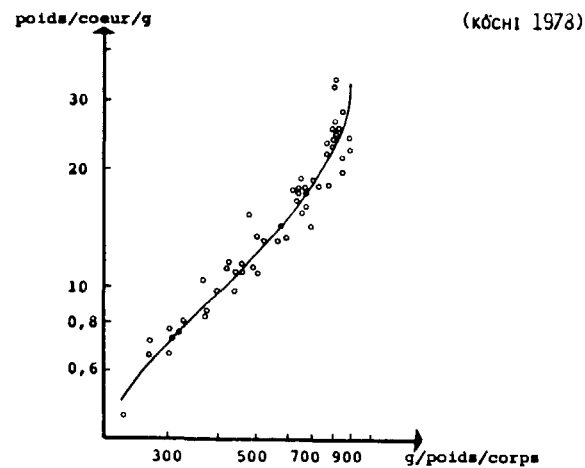


FIGURE 44 CROISSANCE RELATIVE PANCRÉAS / CORPS

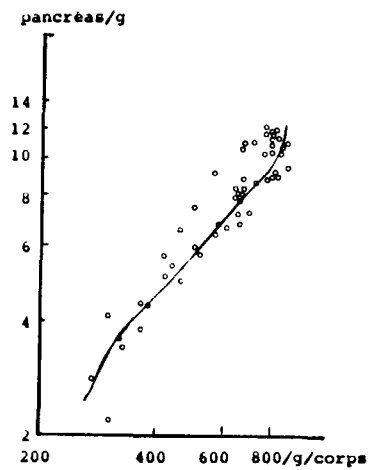


FIGURE 45 CROISSANCE RELATIVE COECA PYLORIQUES/CORPS

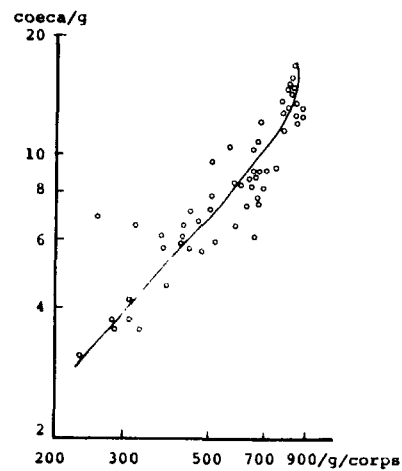
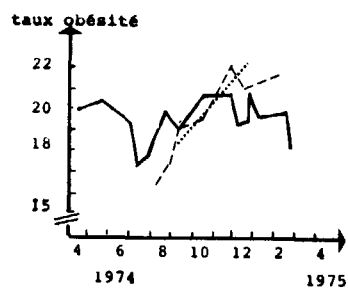


FIGURE 46 EVOLUTION DU TAUX D'OBÉSITÉ DE JEUNES THONS EN ÉLEVAGE (KŌCHI 76)



..... classe 2
----- classe 0
———— classe 1

FIGURE 47 CROISSANCE EN TAILLE ET EN POIDS OBSERVÉE A KINKI (KINKI 79)

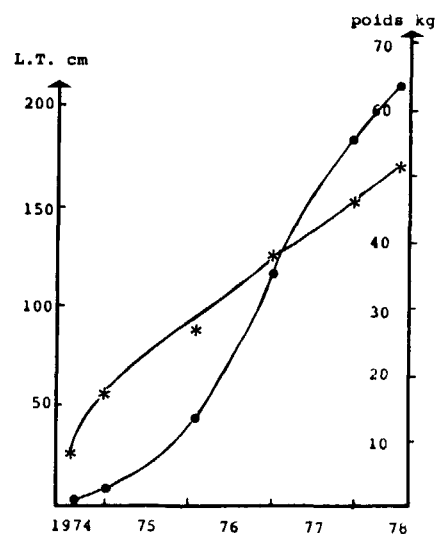


FIGURE 48 CROISSANCE DE THON ROUGE
en ELEVAGE (KAGOSHIMA 76)

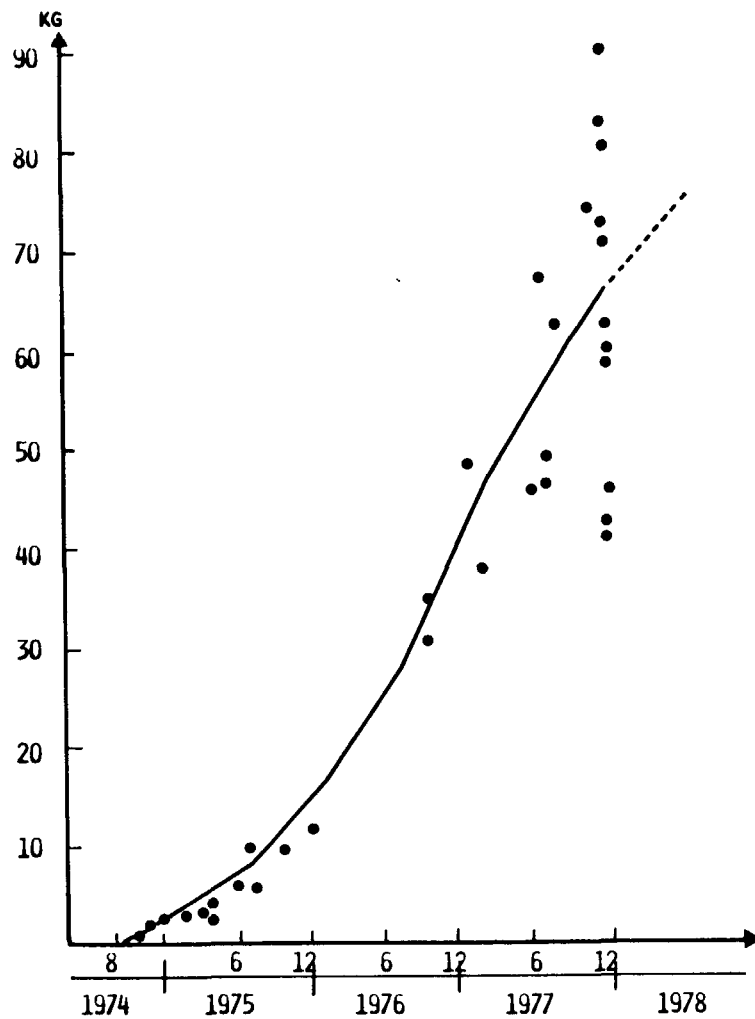


FIGURE 49 CROISSANCE DE THON ROUGE (KŌCHI 76)

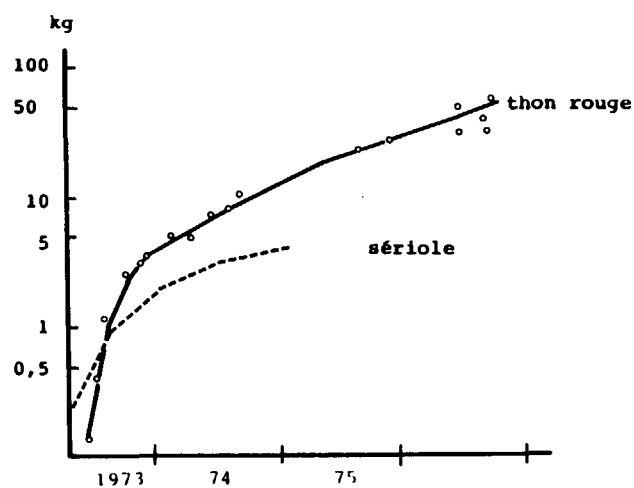


FIGURE 50

CHANGEMENT DE CAGE PAR FERMETURE A GLISSIERE

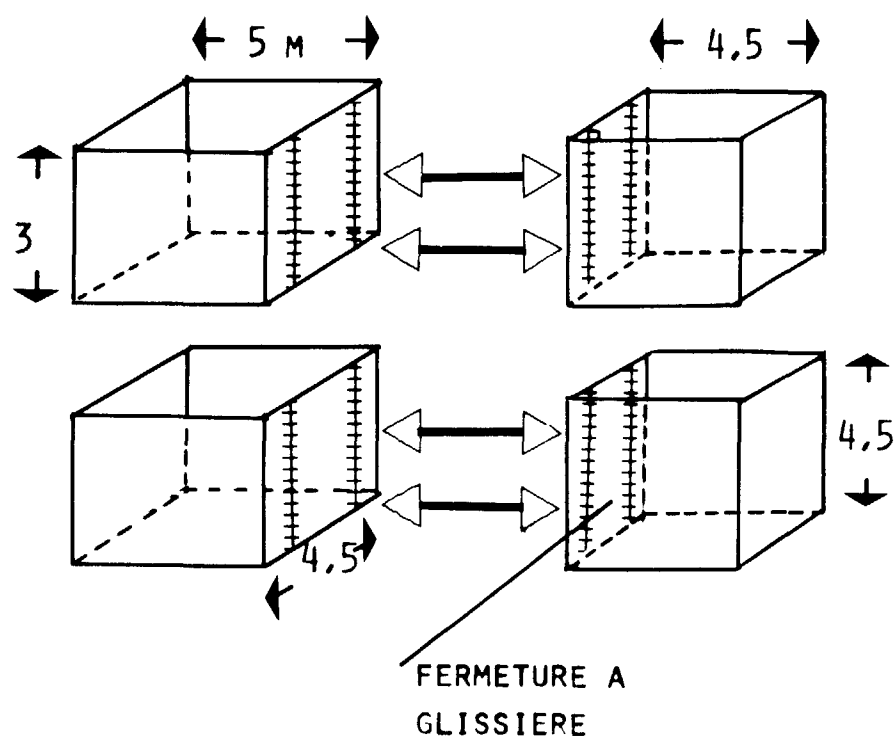


FIGURE 51

CAGES METALLIQUES UTILISEES A KOCHI
ET OUVERTURE DESTINEE AUX TRANSFERTS

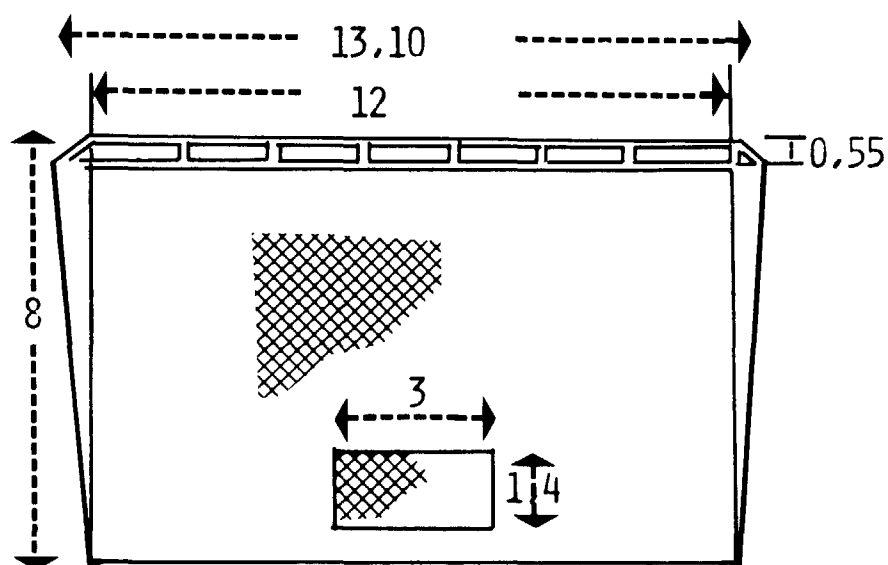


TABLEAU XVI

Historique de l'élevage réalisé à KAGOSHIMA

(KAGOSHIMA 1977).

DATE	MORTS	RESTE	REMARQUES
08/74	233	118	Domestication
09/74	4	114	
09/74	20	94	
10/74	9	85	27 morts - remorquage
11/74	3	82	7 morts - rancissement des graisses
12/74	6	76	
01/75	1	75	4 morts - changement filet
02/75	2	73	
03/75	13	60	
04/75	4	56	19 morts par stress
05/75	0	56	
06/75	2	54	
07/75	2	52	
08 et 09	0	52	
10/75	1	51	
11/75 et			Typhon
08/76	?		
09/76	5		
10 - 11/76	?		
12/76	?	24	
TOTAL	327		

TABLEAU XVII MENSURATION DE DEUX THONS EN ELEVAGE
DEPUIS 30 MOIS A KOCHI

SPECIMEN	I	II
L.T. (cm)	142	143
L. Fourche	130	124
Poids (Kg)	48,04	37,5
Hauteur (cm)	36	34,5
Taux d'obésité	22	19,6
Poids gonade (g)	260 ♂	190 ♀
Longueur " (cm)	32	23,8
R.G.S.	1,18 (20.01/77)	0,99 25/02/77)

TABLEAU XVIII COMPARAISON DES QUALITES ORGANOLEPTIQUES
D'UN JEUNE THON ROUGE D'ELEVAGE
ET D'UN JEUNE ALBACORE SAUVAGE (SHIZUOKA 70)

THON ROUGE D'ELEVAGE											ALBACORE SAUVAGE				
Classe. (*) Critère	CONSOMMATEURS					PROFESSIONNELS					PROFESSIONNELS				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
COULEUR	8	25	42	25		6	47	47			54	38	8		
BRILLANT	33	50	17			21	41	25			60	33	7		
SAVEUR	17	58	8	17		70	18	6	6			50	36	14	
ADIPOSITE	50	42		8		53	47						44	49	7
TEXTURE		58	25	8	8	59	23	18				36	57	7	
ODEUR	11	33	44	11		53	29	18			36	7	57		

(*) 5 : très bon 1 : très mauvais

TABLEAU XIX ANALYSE GLOBALE DE MUSCLES DE THONS ROUGES
SAUVAGES ET DOMESTIQUES (SHIZUOKA AVRIL 73)

THON SAUVAGE				Poids Taille Viscères			THON DOMESTIQUE		
3940 g 56,4 cm 394,6 g				3575 55,5 227,6					
Locali. Analyse	VENTRALE	DORSALE	CAUDALE	VENTRALE	DORSALE	CAUDALE			
EAU	74,4 %	71,7 %	72,1 %	60,2 %	63,2 %	60 %			
PROTEINES	27,5	27,3	26,9	19,9	24,7	21,2			
LIPIDES	0,44	0,35	0,44	16,7	12,9	10,9			
CENDRES	1,7	1,7	1,6	0,8	0,9	1			

TABLEAU XX

Estimation du coût des juvéniles
en yens par kg du thon produit

Hiver	Juvéniles nécessaires par thon vivant	Poids de poisson(Kg)	Coût juvéniles yens/kg poisson
n°1	1 : (0,5 X 0,8) = 2,5	3	833
n°2	2,5 : 0,8 = 3,125	13	240
n°3	3,125 : 0,8 = 3,9	30	130
n°4	3,9 : 0,8 = 4,88	60	81

TABLEAU XXI

Estimation du coût de l'alimentation
en yens par kg de thon produit

Hiver	Poids du thon Kg	Coefficient de conversion kg	Aliment Consommé kg	Coût aliment cummulé yens/kg thon
1	3	6	18	420
2	13	9	90	581
3	30	12	204	728
4	60	14	420	854

TABLEAU XXII

Salaires et charges diverses dans le coût
de production d'un Kg de thon

Hiver	Poids du thon kg	Charges annuelles yens/animal	Coût salaires et charges cummulés yens/kg de thon
n° 1	3	300	100
n° 2	13	600	70
n° 3	30	600	50
n° 4	60	600	35

TABLEAU XXIII

Les amortissements dans le coût
de production d'un kg de thon

Hiver	Poids du thon kg	Dimensions de la cage.		Coût annuel yens/m3	Coût Cummulé Yens/m3
		Diamètre m	hauteur m		
n° 1	3	12	6	206	103
n° 2	13	12	6	"	309
n° 3	30	30	10	71	380
n° 4	30	30	10	71	451

TABLEAU XXIV

Estimation du coût de production du kg de thon

Yens par kg.

Hiver n°	Juveniles	Aliments	Salaires et Charges	Amortissements	TOTAL
1	833	420	100	103	1 456
2	240	581	70	309	1 200
3	130	728	50	380	1 288
4	81	854	35	451	1 421

TABLEAU XXV

Caractéristiques du site "Idéal" d'élevage de thon rouge.

CARACTERISTIQUES SOCIO-ECONOMIQUES	CARACTERISTIQUES BIOLOGIQUES	CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES
- Existence d'une population de pêcheurs ou d'aquaculteurs - Existence d'un marché local - Proximité de centres scientifiques d'appui - Existence d'équipements portuaires et aéroportuaires.	- Proximité d'aires de concentration génésique - Voie migratoire de jeunes thons sauvages à proximité - Présence de poisson-fourrage - Absence de carnassiers (attaques de cages) - Absence de fouling.	Pour l'animal : - Température superficielle supérieure à 20°C - Turbidité minimale - Salinité stable proche de 35 ‰ - Oxygénation maximale Pour les installations : - Courants superficiels pas trop rapides (stabilité des formes) - Profondeur faible (facilité d'ancrage) En général:: - Renouvellement suffisant pour évacuer les déchets divers - Absence de pollution - Absence de tempêtes ou de typhons.

Imprimé par
INSTAPRINT S.A. TOURS

Rapports Scientifiques et Techniques

- | | | | |
|----------|---|---------|---|
| 1/2 1971 | J.Y. LE GALL, M. L'HERROUX
★ Micronecton en Méditerranée occidentale et Proche Atlantique.
★ Les eaux méditerranéennes en Atlantique Nord-Est et la migration estivale des jeunes germons. Corrélations apparentes. 26 p. | 30 1976 | B. FRUCHAUD-LAPARRA, F. MADELAIN et al.
Étude hydrologique et variations saisonnières dans le Proche-Atlantique en 1974. 108 p. |
| 6/7 1971 | A. BIANCHI, M. BIANCHI
Distribution des bactéries hétérotrophes aérobies au large des côtes atlantiques françaises et entre le détroit de Gibraltar et Madère. 22 p. | 32 1977 | G. MICHARD, D. RENARD
Le manganèse des fonds océaniques. 16 p. |
| 8 1972 | J.Y. LE GALL et M. L'HERROUX
Crustacés pélagiques susceptibles de pêches expérimentales en Atlantique Nord et en Méditerranée occidentale. 34 p. | 36 1977 | L. LEMOINE, J. THEBAULT
Corrosion marine. Bibliographie. 212 p. 115 F |
| 11 1972 | F. MADELAIN
Données sur la circulation d'eaux d'origine méditerranéenne au niveau du Cap Finistère. 20 p. | 38 1978 | CNEXO / CNRS / UNIVERSITÉ DE BRETAGNE OCCIDENTALE
Synthèse des études écologiques d'avant-projet des sites bretons de Beg an Fry, Ploumoguier, Plogoff, Saint-Vio et Erdeven. 58 p. 50 F |
| 12 1972 | F. MADELAIN et J.P. ALLENOU
Réalisation d'une centrale de mesures embarquée pour l'acquisition et le traitement en temps réel des données hydrologiques. 50 p. | 39 1979 | Michel GIRIN
Méthodes de production des juvéniles chez trois poissons marins : le bar, la sole et le turbot. 202 p. 100 F |
| 15 1973 | A. MULLER-FEUGA
L'élevage de la sériole au Japon. 56 p. | 41 1980 | P. CHARDY, Y. GUENNEGAN, J. BRANELLEC
Photographie sous-marine et analyse des peuplements benthiques. Essais en rade de Brest. 32 p. 45 F |
| 16 1973 | A.G. CAVANIE
Étude non linéaire des ondes internes dans un milieu à deux couches fluides sans rotation. 12 p. | 42 1980 | F. NYFFELER, J. RAILLARD, L. PRIEUR
Le Bassin Liguro-Provençal. Étude statistique des données hydrologiques. 1950-1973. 163 p. 110 F |
| 22 1976 | J.M. MARTIN, M. MEYBECK, F. SALVADORI, A. THOMAS.
Pollution chimique des estuaires : état actuel des connaissances. 285 p. | 44 1981 | M. MARCHAND
Amoco Cadiz, bilan du Colloque sur les conséquences d'une pollution accidentelle par hydrocarbures. Brest, novembre 1979. 86 p. 60 F |
| 24 1976 | F. MADELAIN
Circulation des eaux d'origine méditerranéenne au niveau du Cap St-Vincent. Hydrologie et courants de densité. 73 p. | 45 1981 | A. LAUREC et J.C. LE GUEN
Dynamique des populations marines exploitées. Tome I. : Concepts et modèles. (sous presse). |
| 28 1976 | Y. HARACHE
La salmoniculture marine en Norvège. État de développement en 1975. 149 p. | 46 1981 | M. MELGUEN
La Banque de Données DSDP-IPOD au Bureau National des Données Océaniques. 87 p. 35 F |
| | | 47 1981 | P. VINCENT
Élevage du thon rouge, expériences japonaises. 71 p. 30 F |

Les efforts de recherche déployés par les Japonais pour l'élevage du thon rouge sont importants. Seule la pêche assure l'approvisionnement en juvéniles. Des essais de croissance de ces juvéniles, capturés à la ligne ou au filet, ont été menés. Un effort important a été consacré à la technologie des cages flottantes. Les résultats de ces expériences sont tels que les Japonais disposent désormais d'éléments pour estimer les possibilités d'élevage du thon rouge dans leur eaux. Ce rapport, résultat d'une mission d'étude, dresse un bilan nuancé des connaissances acquises ces dernières années, dans quelques laboratoires.

Pour toute commande s'adresser à :

DOCUMENTATION — Centre Océanologique de Bretagne - BP 337 BREST CEDEX
JOINDRE LE RÈGLEMENT