

ICCAT WORKSHOP ON BLUEFIN MIXING

(Madrid, Spain, September 3-7, 2001)

1 Opening of the Meeting and Arrangements

The meeting was opened by the meeting chairman, Dr. Joseph Powers. The agenda was adopted as it appears in Appendix 1. Participants ("the group", Appendix 2) were introduced and documents tabled (Appendix 3).

At the November meeting of ICCAT, the Commission resolved that the SCRS examine the effects of bluefin tuna mixing for stock assessments and possible management boundaries through an inter-sessional meeting. This resolution (Appendix 4) was based upon recommendations made by the SCRS (2000 Report), the Western Atlantic Bluefin Working Group (BFT-W Detailed Report) and the GFCM/ICCAT *Ad Hoc* Working Group on Large Pelagic Species (COM-SCRS/00/25). Therefore, this inter-sessional meeting is being held in response to this resolution.

Bluefin tuna mixing and associated management issues are complex. The Commission has acknowledged that evaluating management boundaries and management units will necessarily involve a dialogue between scientists and managers. The present inter-sessional meeting is an initial step in establishing the management-science dialogue. The goals of this inter-sessional meeting are as follows:

- S** To evaluate the information in regards to mixing and movement of Atlantic bluefin tuna,
- S** To examine alternative assessment models that might be used to characterize the biological hypotheses,
- S** To suggest alternatives for management structures that might be used given the biological and assessment characteristics, and
- S** Lastly (and most importantly), to evaluate the information and institutional requirements that will be needed to both assess and manage/allocate the stock(s) under alternative management structures.

The following were assigned as Rapporteurs:

<u>Item</u>	<u>Rapporteur</u>
1, 2	J. Porter
3	C. Porch
4	M. Sissenwine
5	G. Scott
6	V. Restrepo
7	J. Powers

2 Evidence for the kind and extent of mixing, movement and distribution

Discussions that took place at this meeting are summarized below¹. Similar discussions have taken place at other meetings and, in particular, the group was referred to the excellent summary in SCRS/92/22 (Table 3).

¹ Various papers report estimates of mixing and interchange rates. It should be noted that these are not always comparable as different authors have defined these rates differently.

2.1 Historical basis for current stock hypothesis

Since ICCAT started its scientific work in 1971, the stock structure of the bluefin tuna has been the subject of intensive discussion by the scientists. In early years, scientists had already considerable tag release and recovery information. They did realize that most of the recoveries were from the same side of the Atlantic as the releases, but there were some trans-Atlantic recoveries and there was some evidence of morphometric difference between east and west bluefin tuna. However, a one-stock hypothesis was more plausible at that time for the Atlantic with some separation between Atlantic and the Mediterranean stocks.

In 1976, SCRS considered that the following factors supported a two stock hypothesis (with east Atlantic and Mediterranean as one): the occurrence of small to large fish on both sides of the ocean; the occurrence of spawning on both sides but at different time periods; no evidence of spawning activities in the mid-Atlantic; tagging and historical records of traps in the Gibraltar area that show east Atlantic bluefin enter into the Mediterranean spawning area; the distribution of larvae and juveniles in the Mediterranean; irregularities of trans-Atlantic tag returns. On the other hand, the following factors were considered as supporting one-stock: uniformity in long-time trends in the catch between east and west; similarity in growth rates; transatlantic tag returns. Therefore, it was considered that the east Atlantic and the Mediterranean are closely related and, for management purposes, that the two-stock hypothesis might be more advantageous.

In 1978, SCRS stated that “the present evidence (which is still somewhat weak) is towards the hypothesis of separate eastern and western stocks, with a small, and variable, interchange of fish between them.” It was considered that tagging results supported low mixing and the observed difference in the strength of year classes (strong year class of 1973 in the west and 1974 in the east) between east and west also supported separate stocks.

In 1980, the SCRS presented stock assessments separately for east and west stocks, and for a total Atlantic stock. The area divisions were suggested by the Sub-Committee on Statistics, which is the origin of the current division line for east and west bluefin tuna. The separation line is based on discontinuities in the distribution of catches at the time in the Atlantic as a whole, as well as on taking more or less the midpoints, geographically, from east and west continents. The division line adopted at the 1980 SCRS session was used to define the east and west stock management units. In addition to Atlantic-wide minimum size and effort restrictions recommended by the Commission in the 1970s, in 1981, the Commission set a scientific monitoring level for the west bluefin tuna using the division line established by the 1980 SCRS.

2.2 Conventional tagging

There were three papers presented at the Workshop that described conventional tagging analyses. SCRS/01/042 presented a simple descriptive analysis of the ICCAT bluefin tagging database. Since 1954, about 91% of the tags were released in the West Atlantic and 9% in the East Atlantic. Over 95% of tags were recaptured in the area of release. While the number of tags released in the west and recaptured in the east (102) was five times higher than the reverse (19), the percentage of transatlantic migrations from east to west (4.3%) was nearly twice that from west to east (2.2%). There was temporal variation (year-to-year and/or decade to decade) in transatlantic migrations, especially from west to east, where there are more data (1990s = 7.6%; 1980s = 1.2%; 1970s = 0.84%; 1960s = 2.28%). There is a greater probability of having a transatlantic migration of older fish and those at liberty for a long time. The author advises that the results should be interpreted with caution due to small sample sizes and changes in fishing patterns, however that the underlying patterns may well be illustrated by these analyses. The author states that ecological and tagging information on Atlantic bluefin tuna clearly indicates that the 45°W boundary is artificial. Nonetheless, no reliable information is available to define a rational boundary (if one exists), or to create further sub-stocks. SCRS/01/077 reexamined SCRS/00/110 and Cort and Liorzou (1995) data and considered only those data for tags released in the east, at large for more than a year, and recaptured in the west. By this calculation, the interchange rate between east and west varies in time from 0 to 21%. This paper also reported considerable improvements in tag reporting rates as a result of new efforts to disseminate information on tagging programs to fishing ports, trap locations and associations. During the presentation of SCRS/01/057 it was reported that there have been 7065 conventional tags released on small, medium and

giant bluefin in North Carolina between 1994 and 2000, with a 4.1% return rate (compared to an 18% return rate of implanted archival tags). Ten percent of these recovered tags were in the east. It was noted that this tremendous opportunity for tagging has lessened.

The discussions concluded that such analyses are valuable records. It was emphasized that it is important take into account the size and/or age of the fish in the analyses. Collection of tissue samples for genetic and hormonal analyses is also very useful. It was suggested that other markers (such as cookie-cutter shark bites) should also be considered, as well as other possible mixing possibilities (*e.g.*, north-south Atlantic). The usual cautions in interpreting conventional tagging data were discussed, in particular changes in catchability should be accounted for, and consistent and accurate use of the term “mixing rate.” It was noted that reporting rates of recaptured tags may vary by fleet and/or geographical area.

2.3 Electronic tagging

Three papers were presented to provide updates on the three bluefin tuna electronic tagging programs in the Atlantic.

SCRS/01/57 (and supplement – www.sciencemag.org/cgi/content/full/293/5533/1310/DC1) reported on the results obtained from tagging of Atlantic bluefin tuna with implantable archival (279) and pop-up satellite (98) tags between 1996 and 2000. These electronic tagging data provide insights into the seasonal movements and environmental preferences of bluefin. They dive to depths of >1000 m, experience external temperatures ranging from 3-30/C, and maintain a warm body temperature. The authors described a complex migratory behavior and proposed four patterns: western residency without visiting a known spawning ground, western Atlantic residency including a visit to a known spawning ground, transatlantic movement from west to east and back, and transatlantic movement to the east after 1 to 3 years of residency in the west. While the natal origin of these western-tagged fish is unknown, these data describe a greater degree of movement across the east-west boundary line than observed by returns of conventional tags in the same experiment. The authors concluded that there is mixing of tuna in western and eastern feeding grounds, but that the fish may separate for spawning in either the Gulf of Mexico or the Mediterranean (but there is no evidence of fish going to both). These feeding areas appear to be attracting fish from both the east and west Atlantic, and some of the feeding areas span the assumed stock boundary. The paper describes unique spawning behavior and that the spawning duration for an individual fish is potentially shorter than previously described. Pop-up satellite tags released from 3 locations in the west illustrate similar distribution patterns as the archival data in the first year.

SCRS/01/078 reported on the EU pop-up satellite tagging program. A total of 84 bluefin tuna were tagged during 1998-2000 with single-point (61) and archival (23) pop-up tags. A total of 23 tags were detected. Although there were data transmission problems with the first-generation pop-up tags (about 20% reporting rate), the tagging data show interesting results including higher concentrations of chlorophyll-a in the areas where tags popped up. Use of archival pop-up satellite tags demonstrated a high reporting success on small bluefin in the Mediterranean but a low success on large breeders presumed to leave the Mediterranean and entering the eastern Atlantic. Given that the technology was successful on the small fish, there is a suggestion of a non-reporting problem on spawners. Overall, 7 (about one third) tags were reported from the Atlantic (2 in the north Atlantic, and 5 in the tropical Atlantic), and the remainder in the Mediterranean, not far from release, even after a considerable amount of time at-large.

SCRS/01/053 provided an update (from SCRS/00/95) on pop-up archival satellite tagging of bluefin tuna in the northwestern Atlantic (joint USA/Canada program). Over the past three years, 58 single point and 28 light-sensing pop-up archival satellite tags were deployed on giant bluefin tuna (178-266 cm SFL) in the western North Atlantic. The work was conducted in co-operation with New England and Canadian commercial or charter fishing vessels (harpoon, rod and reel, trap, and purse seine) and used tag attachment techniques developed by the U.S. fishermen. Long-term attachments ranged from 80 - 365 days, and the majority of tags detached from the fish over the presumed spawning period (April - July). Six of the 7 tags on fish since September 2000 reported on 1 September 2001, though data are not yet available. The paper reported all of the fish tagged in 1997-1999 were in the north central Atlantic when their tags jettisoned, and

30-58 % annually were in the eastern management area. Latitude and longitude estimates (based on light level data) and environmental associations(80 - 340 days) are available for twelve fish (193-266 cm). These results were used to plan a longline research cruise to the central north Atlantic that took place from 26 June to 19 July, 2001 (SCRS/01/031).

During the discussions of these papers and new results, the group expressed that such new information and new research tools give us the opportunity to obtain new and important information. The data sets generated from only 5 years of work with the new electronic tags provide a wealth of information on bluefin movements and behavior, as well as providing physiological and oceanographic data. The ability to monitor bluefin movements independent of the fishery is a breakthrough in fisheries research.

The group also addressed a number of technological, sampling and biological concerns related to use of these electronic tags (please also refer to SCRS/00/25 for an extensive discussion on this topic). These are discussed in some detail below and much can be learned from previous problems and their solutions. It is also important to understand how issues associated with the early technology might affect interpretation of the data. Considerable improvements in the technology have occurred, even in the past year since the Malta meeting (SCRS/010/25). Despite encountering some problems as the technology has developed, the group agreed that these electronic tags are another important tool and are providing data that are unobtainable from any other method available.

Technological. The relative merits and shortcomings of the tag types were discussed. It was agreed that the archival feature of the electronic tags is essential to study the movements of bluefin tuna. In order to answer questions about spawning site fidelity, the duration of the tag deployment is important. The rate of data return, as well as the fishery-independent data associated with the archival recaptures were emphasized. Both an archival capability as well as inclusion of pressure sensors on tags can help to determine that tags remain on the fish. There was discussion about the determination of the latitude estimates and their reliability. Methods included the use light levels alone, as well as augmentation with sea surface temperature and depth to generate latitude. Reliability of reception of single-point pop-up satellite tag transmissions in the eastern Atlantic and Mediterranean was a source of concern, and postulated as a reason for differing tag reporting success between western and eastern Atlantic tagging programs. Recent tests conducted by Service Argos, Inc. in three locations around the world confirmed that a shift in frequency improved reception of tag transmissions from the eastern Atlantic and the Mediterranean. In addition, two new satellites with improved receivers have gone online, and the latest pop-up archival tags have “satellite in view” features that extend battery life for expanded data transmission. The importance of tag placement was emphasized by all programs. Careful handling of fish and placement of tags are essential for successful long-term attachments. Tag shedding (premature detachment of the pop-up tag from the fish) of pop-up tags was a source of concern. New features of tags (pressure [depth] sensors, and a fail-safe detachment when the fish goes to a pre-determined depth or at a pre-determined constant depth) will clarify interpretation of the data in this regard in the future. While there was some opinion that the results from the first-generation point location pop-up tags should be viewed cautiously if on the fish for long durations, others felt that the results are consistent with some of the implantable archival tag data, and are important to our understanding of bluefin movements. Premature tag shedding rates can now be determined using the data from the archival pop-up tags (with pressure sensors). While the pop-up tags are now much improved and include improved features, it was noted that fishing mortality and non-reporting of tags cannot be ruled-out as a cause of apparent pop-up tag failure. It is essential to continue efforts to inform the public about tagging activities and the importance of returning tags.

Sampling design. As the numbers of fish that can be tagged are inevitably small in comparison with the population, a major issue is to ensure that the tagging data are representative of the whole population (or an identifiable component of it). The electronic tags have been deployed primarily on fish in the West Atlantic. A greater emphasis should be to tag fish throughout the distribution of bluefin in the Atlantic and Mediterranean, and on a broader range of mature fish. Conclusions based only on studies in the West Atlantic could have a different interpretation had the same intensity of research also been conducted in the east Atlantic and Mediterranean. In order to answer questions about spawning site fidelity, archival tags need to be retained by the fish for at least two spawning seasons. In fact, it is very important to have sufficient

time series to understand the underlying mechanisms for movement patterns; conclusions based on short time series could be confounded by environmental anomalies and lead to spurious conclusions. At present, it is difficult to use these tagging data in a quantitative way in stock assessments (*e.g.*, to calculate mixing rates, mortality rates, etc.). There was also discussion that recapture of tags (*e.g.*, implantable archival tags) would be confounded by the effects of regulations and that this would vary from area to area, and by reporting nation depending on their quota (or lack thereof).

Biological. A major shortcoming of the results is that the origin (natal area) of the fish being tagged is not known. Several scientists made the point that the data from the electronic tagging confirms earlier hypotheses about bluefin movements in the Atlantic. Consistencies in the various data sets were noted and the independent confirmation of results considered a valuable result. The group agreed that the tagging results as a whole show exciting patterns of bluefin distribution and emphasize that there is greater complexity and mixing dynamics of eastern and western fish than previously thought, providing additional evidence for the partial interdependence of fisheries on both sides of the Atlantic. The group reiterated the recommendation of SCRS/00/25 that researchers report tag numbers of both conventional and electronic tags to ICCAT in advance of tagging to facilitate rapid tag and data retrieval and to prevent possible loss of information.

2.4 Historical Distribution of Catch and CPUE

SCRS/01/059 examined two CPUE series for the West (the US R&R age 8+ index and the Japanese longline age 2-9 index for the NW Atlantic) and two CPUE series for large fish from the eastern Atlantic (the Japanese longline age 8+ index for the so called central Atlantic and the Japanese longline age 8+ series for the eastern Atlantic and the Mediterranean). The paper indicated that the trends in CPUE for the west and the central Atlantic exhibit a different trend from the CPUE series for the eastern Atlantic and Mediterranean, which suggests that the availability of fish from the west extends well to the northeast of the present ICCAT line. The paper also discussed evidence for close linkage between small fish (defined as age 3 or younger) between the East Atlantic and the West. It points out that at present there are few available indexes of abundance for the Mediterranean as separate from the eastern Atlantic, and this may result in confounding of VPA assessments for the so-called Mediterranean stock. Sampling of the catches is also generally incomplete to the point that it makes tracking of recruitment for the East problematic. During discussion it was noted that two other indices from the west show downward trends: Gulf of Mexico age 8+ and Canadian SWNS ages 3-17. Based on this, some participants disagreed with the suggestion in SCRS/01/059 that the similarities in trends between selected CPUEs in the west and central areas may indicate a connection between west and central Atlantic. Regardless of this interpretation, the data show opposite trends for the central Atlantic longline fishery and the east Atlantic and Mediterranean Japanese longline fishery.

The historical distribution of Japanese longline catch and effort were examined (**Figure 1**) by 5-year blocks to examine changes in fishing distribution since the 45°W boundary was established in the early 1980s (see above). The Japanese longline catches represent only a partial picture of bluefin catch, and further as some of this effort targets species other than bluefin, the distributions may not accurately represent the distribution of bluefin. It is clear that changes in the longline fishing distribution have occurred and since the 1990s there is considerably more fishing (and bluefin catch) in the central Atlantic region. From these plots it appears the overall distribution of catch in the 1990s is much more continuous across the north Atlantic than was seen in previous decades. Japanese longline catch and effort patterns show seasonal changes (**Figure 2**) that can confound interpretation of annual plots. During the discussions, it was emphasized that **Figures 1** and **2** show the distribution of the fishery, but not necessarily the fish.

2.5 Other Sources

Larvae. SCRS/01/076 reports on a comparison of sampling efficiencies and bluefin larval abundance in the Mediterranean and the Gulf of Mexico based on the collaborative larval survey by the EU, USA and Japan in 1994 (as requested by the BYP meeting in April 2001). All investigators used oblique Bongo tows for sampling. The distribution of stations with bluefin tuna larvae and the standardized number of larvae

sampled per station among different investigators showed a good correspondence, despite minor differences in sampling protocols. The results of the vertical distribution survey indicated that bluefin tuna larvae concentrate in surface and near-surface layers both in the day and at night. A crude estimation of larval abundances indicated that larval production in the Mediterranean was more than twice that of the Gulf of Mexico². Given the differences in survey efforts, this difference may well be greater than this rough calculation. It was noted that a previous paper (SCRS/79/45) reported the converse density relationship for the two areas during the mid- to late 1970s.

SCRS/01/077 reported that the EU larval research survey (SCRS/01/082) was conducted in the Balearic Islands area from 15 June to 12 July 2001, and more than 150 bluefin tuna larvae were captured. As discussed at the BYP meeting (April 2001, Miami), the methods used the same sampling protocol as the central north Atlantic (SCRS/01/031) proposal in order to ensure comparable results.

Reproductive condition, age of maturity and growth. SCRS/01/031(rev) reported on the research progress of the Steering Committee for Central North Atlantic Bluefin Tuna Research. This proposal was reviewed by the BYP Meeting in April. Although the BYP was concerned that the reduced level of funding available in 2001 could compromise the ability to meet the scientific objectives of the study, the Steering Committee, after serious consideration, decided it was important to proceed in 2001. The purpose of this international research cruise was to establish, in a pilot study, the reproductive status of adult bluefin in the central north Atlantic, and to identify appropriate sampling and research protocols for future cruises in this area. The hypothesis of possible spawning in the central north Atlantic was a result of both historical data, as well as recent electronic tagging data (SCRS/00/95, SCRS/01/053). From 25 June to 19 July 2001, two commercial vessels made a total of 32 sets. While most species typically captured by longline at this time of year were encountered, unfortunately no bluefin tuna were captured, although they were captured by other commercial vessels in the vicinity. The plankton samples taken have yet to be analyzed and will be reported on in due course. As one would expect of an expedition of this magnitude, preliminary indications suggest important new findings for some of the species captured. These findings will be elaborated when analyses are complete. The use of research vessels (and thus a full larval and oceanographic cruise) is planned for 2002.

The Japanese National Research Institute of Far Seas Fisheries tabled a draft document (BD3) for a provisional plan for a research cruise by the R/V *Shoyo-maru* to examine the spawning activity of Atlantic bluefin tuna in the central north Atlantic in 2002. Between 15 June and 21 August, a total of 49 survey days are proposed to sample the reproductive status of large bluefin (by longline) and bluefin larvae. It was emphasized that further planning for a cruise of this magnitude should be conducted as soon as possible.

Cursory examinations of the east and west bluefin growth curves were made and it was recommended that a rigorous statistical comparison be made to determine if they are indeed different. In the same way, it was recommended that the age of 50% maturity be sampled in such a way as to come up with a representative measure (random sample of the population). Of course, the group was reminded that sampling is limited to the times and areas sampled by the fishery. The group was also reminded that the Bluefin Year Program already has an extensive sampling program to establish the reproductive condition of bluefin in the Mediterranean and Atlantic.

Genetic analyses. SCRS/01/054 reports on results from both mitochondrial DNA control region nucleotide sequences and nuclear gene *ldhA* allele frequencies in replicate samples of northern bluefin tuna from the Mediterranean Sea and the northwestern Atlantic Ocean. Analyses of both types of data revealed no significant differences between samples from the two regions. These results demonstrate the importance of analyzing multiple year classes and large sample sizes in stock structure analyses as earlier studies with smaller sample sizes had suggested that partitioning exists. In addition larval samples from the Gulf of Mexico and Mediterranean Sea were not significantly different from each other or from the other samples when mitochondrial DNA control region sequences were compared. However, despite the strong evidence

² The group requests clarification from the author on the use of the term and the calculation of "production." It was not clear if it was a density, or a density integrated over area.

presented here, failure to find genetic evidence for population substructure does not constitute evidence for a single panmictic population. It is possible that multiple sub-populations do exist, and that genetic differentiation at the loci analyzed in this study has not occurred because of large population sizes and/or low levels of reproductively successful migration between sub-populations. The senior author also reported that discussions with the Pla lab indicate that they too have found that previously reported differences disappear with larger sample sizes. In other words, scientists from USA, Italy, Spain and Japan agree that the genetic analyses have not at this time demonstrated that spawners in the western and eastern Atlantic are reproductively isolated. This is not surprising given the recent common ancestry of the bluefin lineage and because even low rates of mixing can produce populations which are not genetically differentiated.

The discussion raised questions about the types and power of statistical tests used to examine the data. The authors used a variety of tests. In addition, similar analyses on swordfish (an Atlantic and Mediterranean population) showed differences.

It was emphasized that while no genetic differences were found with these analyses, this does not preclude that population structuring may exist.

Microconstituent analyses. Background document BD4 describes how otolith chemistry of bluefin tuna was measured to determine the feasibility of the approach for discriminating juveniles (age 0-1) from eastern and western nurseries. The findings suggest that otolith chemistry of juvenile bluefin tuna from different nurseries and sub-nurseries are distinct and elemental signatures show some degree of temporal persistence, indicating the technique has considerable potential for use in future assessments of population connectivity and stock structure.

2.6 Conclusions from information available to the Workshop

Table 1 provides a summary of evidence of north Atlantic bluefin mixing (see also SCRS/01/055). In summarizing information about the distribution, migrations and reproductive behavior of Atlantic bluefin tuna that is of direct relevance to assessments and management, it is useful to review (a) what is known, (b) what seems likely, and (c) what is unknown:

What is known:

- 1 There are at least two spawning areas.
- 2 More fish spend time on the side of the Atlantic where they were tagged than migrate far away, either because of a location-specific preference or a slow rate of diffusion. This implies the potential for localized depletion.

What seems likely:

- 3 There is a substantial degree of spawning-site fidelity. This seems likely because it is generally believed for other species (not necessarily tunas) where there is a basis for making a determination. The lack of genetic differences does not imply otherwise. So far, archival tagging has not shown that any fish visited both known spawning grounds. It was also noted that, lacking evidence that there is low spawning-site fidelity, it is precautionary to manage assuming that there is fidelity.
- 4 The distribution of fish from the two known spawning areas overlaps, at least for part of the year, for a large proportion of the Atlantic Ocean. This conclusion is clearest for the region extending from the North American continental shelf and slope, northeast toward the Mid-Atlantic Ridge and beyond. There is probably some overlap elsewhere, but there is little data upon which to draw conclusions.
- 5 As a result of the overlap in the distribution of bluefin tuna discussed in number 4, some fish of eastern origin are caught in the west Atlantic management area, and *vice versa*.

- 6 The feeding ground for the bluefin found in the West Atlantic management area (from western and/or eastern origin) extends north and east across the 45°W line, such that bluefin are also vulnerable to fishing in the east Atlantic management area.
- 7 Under the current management scheme, the catch of western-origin fish in the east Atlantic management area generates a higher proportion of the fishing mortality rate on the western-origin fish than is the case for the converse scenario. This conclusion is likely because the population size in the eastern Atlantic is large compared to that in the western Atlantic.

What is unknown:

- 8 Depending on the degree of overlap, number 5 may also contribute to higher fishing mortality on western-origin fish since tuning indices are influenced by the contribution of eastern-origin fish.
- 9 The composition of fish originating from the two known spawning grounds is unknown for all locations, although it seems likely that the fish near known spawning grounds during the spawning season mostly originate from that spawning ground (see numbers 2, 3).
- 10 The effects of environmental, oceanographic and other influences on short- and long-term changes in movement patterns.

3 Alternative mixing/movement hypotheses and models for describing them

ICCAT scientists have discussed the relative merits of the one-stock and two-stock hypotheses for Atlantic bluefin tuna for three decades (see Section II). In terms of movement and spawning behaviors, these two hypotheses embrace opposite extremes. A one-stock hypothesis essentially implies that bluefin tuna rapidly intermix throughout their range and display little or no spawning site fidelity. The current two-stock hypothesis, on the other hand, implies that there is negligible interchange (from the standpoint of providing management advice) between the two populations and complete fidelity to spawning locations (ostensibly the Gulf of Mexico and Mediterranean Sea).

In 1993 the SCRS began examining the implications of an intermediate hypothesis which is currently referred to as the diffusion model. This model accommodates East and West stock intermixing with the underlying supposition that fish movement and spawning depends on location—*i.e.*, fish moving from one side of the ocean to the other ‘forget’ where they came from. The SCRS expressed concern that such a model is an unlikely characterization of bluefin tuna migration and that it was more likely that bluefin tuna return to the area where they were spawned (ICCAT, 1995, p. 108-110). Subsequently, an alternative hypothesis known as the overlap model has also been examined (SCRS/95/80, SCRS/00/98). In this model the ranges of the eastern and western stocks are assumed merely to overlap, which implicitly satisfies the ICCAT view that bluefin tuna likely exhibit spawning site fidelity.

Evaluations of western and eastern stock status under both the overlap model formulation and diffusion model formulation (reviewed in SCRS/00/98) generally indicate that thus far, given data available through 1997, the fear that ignoring interchange might lead to highly-biased assessments of Atlantic bluefin tuna does not appear well-founded, especially considering uncertainties of the data. The advice offered SCRS on the basis of the assessment results that explicitly account for mixing as described in SCRS/00/98 is to continue to provide advice to the Commission that includes assessment of the eastern and western bluefin tuna stocks assuming negligible interchange in addition to assessments that incorporate the latest thinking on mixing models. It is not necessarily the case, however, that accounting for mixing when conducting assessments will lead to improved management advice given available data. Considerable effort should be devoted to collection of data to support assessment modeling that could better reflect the true dynamics of bluefin tuna movements.

A number of documents were presented to the meeting on models for describing alternative mixing/movement hypotheses and on methods for deciding the most likely among them. Summaries of these documents and resulting discussions are presented below.

Document SCRS/01/051 examined the implications of adopting the one-stock hypothesis by applying the ADAPT VPA methodology used by the 1998 SCRS to the combined catch-at-age from the separate 1998 East and West assessments. It was found that the one-stock VPA gives a very similar picture to the combined results of the separate eastern and western VPA's simply because the catches from the East stock are much larger. The document concludes that a one-stock analysis may be useful as a reference of total population size, but is risky as a basis for setting management policies as severe over-fishing of the less abundant stock may go undetected.

Document SCRS/01/052 discusses aspects of earlier analyses of bluefin tuna mixing. It is suggested that a key matter of concern is the current differing estimates of certain biological parameters for West and East resource components. In particular, growth curves used at present for West and East differ appreciably at larger ages, which means that previous mixing analyses are internally inconsistent in treating some fish of rather different lengths as having the same age. The document suggests a possible solution to this is to move towards length-based assessments. It also notes that length-based methods may provide a more reliable basis for modeling the catches of larger fish than the present assumption of temporally invariant F_{10+}/F_9 ratios. The document also suggested that the working group develop a limited set of alternative stock structure scenarios and concentrate on the specification of simulation tests to assess the extent to which incorrect assumptions about such structure might bias estimates not only of past and current resource status, but more particularly of population projections for different levels of assumed future catches.

Document SCRS/01/056 pointed out that population structure and mixing remain of paramount significance in optimizing utilization of a species well known for its pan-oceanic migrations. The author suggest that the substantial life history differences between Eastern and Western populations favor the idea that Atlantic bluefin tuna is not a true metapopulation and that the overlap model probably has more credence than the diffusion model. He pointed out, however, that alternate or anomalous migration pathways within populations (*i.e.* contingent structure) of bluefin tuna will not be accommodated easily into models until we learn more about the pathways themselves and their determinants. Otolith microconstituent studies are proposed as perhaps the most effective means of doing this. This sentiment was shared by the group and it was recommended to further pursue research into the applicability of this approach for discrimination of natal origin of the range of size classes of bluefin taken in the eastern and western Atlantic and Mediterranean fisheries. Indeed, Rooker *et al* (BD4) described results of investigations into evaluation of differences between otolith microconstituents from juvenile (ages 0 and 1) bluefin tuna sampled in the western Atlantic (age 1) and Mediterranean (age 0 and age 1). The authors indicated that the otolith chemistry of juvenile bluefin from eastern and western nurseries is distinct and suggests the approach has considerable promise for differentiating stocks of bluefin.

Document SCRS/01/055 presents a formalized decision-analysis approach for dealing with the current uncertainties over stock mixing. It points out that the life history and tagging data support the idea that at least two biotypes exist for Atlantic bluefin tuna, but that none of the data so far available are sufficient to rule out any of the mixing-related hypotheses (other than the hypothesis that movement across the 45°W line is negligible). Inasmuch as the management advice may differ under different mixing scenarios, the authors advocate a Bayesian decision-analysis whereby the potential consequences of alternative management actions are evaluated under several plausible model scenarios keeping in mind the weight of evidence in support of each model. Specifically, the following steps are suggested:

- 1 identify a limited set of alternative mixing models (e.g. the overlap and diffusion models)
- 2 identify all relevant types of data (those to which model can be fitted and otherwise)
- 3 formulate quantitative weights based on data to which the model cannot be fitted to
- 4 fit the models to data and assess evidence in support of each (perhaps via Bayes factors)
- 5 evaluate stock status and trends using models that remain credible
- 6 evaluate the biological consequences of alternative management options with credible models, and

- 7 present results on stock status and policy outcomes showing overall weight assigned to each alternative model.

The group agreed that such an approach would be a useful way to integrate the results from different models, however concern was expressed that the process might need to be formalized so that the weights ascribed to each model (particularly step 3) do not change without substantial new evidence.

4 Alternative approaches to management of mixed populations of Atlantic bluefin tuna

The group concluded that it is unlikely that any management unit boundary between the Western and Eastern Atlantic will be effective in separating bluefin tuna of Gulf of Mexico (Western Atlantic) and Mediterranean Sea (Eastern Atlantic) origin, into non-overlapping populations. Given this situation, management will require trade-offs between biological realism and practicality. The management practicality of alternative approaches depends on the availability of assessment information. The management approach chosen also dictates assessment needs. Thus, management and assessment approaches were considered together, although assessments are considered in more detail elsewhere in the report.

Classification of approaches

The group considered three approaches aimed at managing fish as “closed populations” (i.e., populations that are reproductively isolated, and where on all population members are progeny of other population members). These approaches are referred to as the “Disaggregation Approach”, the “Spawning Grounds Approach”, and the “Pooling Approach.” In general, it is desirable, in terms of both management and scientific analyses, to deal with closed populations. However, this may not be practical, particularly in the short term. Therefore, a compromise approach, referred to as “The Regional Concentrations Approach”, was considered to be the more realistic. Several alternatives that are variations of the Regional Concentrations Approach were considered.

Disaggregation Approach: This is the preferred way (in terms of realism, if data were available) to treat spatially overlapping populations. It requires the following steps:

- 1 Define spatial/temporal/fishery (by country, gear) cells for which catch at age and abundance indices at age are disaggregated into the spawning ground origin of the fish.
- 2 Conduct an assessment of each of the groups of fish (summed across all cells) of each spawning ground origin. This would include recalculation of MSY reference points and conducting projections as the basis of rebuilding options.
- 3 Set TACs for the catch of fish of each spawning ground origin.
- 4 Use linear or dynamic programming to allocate catch to cells such that neither TAC is violated.

A Bayesian approach might be used with as few cells as deemed necessary. However, even with a simple disaggregation, it seems likely that the current data is inadequate for reliable results. It may be a worthwhile approach for sensitivity analyses. In the future, microconstituent analyses may be capable of classifying fish to spawning ground origin.

Spawning Ground Approach: This is the opposite extreme from the Disaggregation Approach in the context of information needs. There is no attempt to classify fish off spawning grounds to spawning ground origin. However, it is assumed that all fish captured on spawning grounds during the spawning season were produced on that spawning ground.

- 1 Base assessment of status and trends on abundance indices on spawning grounds during spawning seasons. The indices might be more intense larval surveys, other fishery independent surveys, and/or CPUE indices.

- 2 Set TACs to be taken only on spawning grounds about at the time of spawning. The fishing season might be set to lag the timing of the spawning season to prevent it from disrupting spawning.

This approach would have strong allocation implications, and it would have large social and economic effects.

Pooling Approach: A pooled assessment is relatively easy to conduct. It could be used to judge the overall productivity of the Atlantic and Mediterranean Sea, and to set a “pooled” TAC. Catch could be allocated to areas (among countries) to prevent excessive take from fish originating from either spawning ground. Ideally, spatial allocations would be based on area specific relative abundance indices that are comparable throughout the Atlantic and Mediterranean Sea.

- 1 Conduct a pooled assessment.
- 2 Set “pooled” TAC based on the pooled assessment.
- 3 Allocate shares of the pooled TAC in time and space to prevent excess mortality on either spawning component or localized depletion based on relative abundance.
- 4 Allocate shares by time and area to each country.

While the Pooling Approach has the advantage of being a relatively easy way of treating Atlantic bluefin tuna as a closed population, it could jeopardize the weaker and/or smaller of the spawning components of the population. It could also lead to the dilution of relatively high quality data with data of poorer quality. Without comparable relative abundance data for all areas it is unclear how to spatially distribute the catch to prevent depletion of the fish in some areas. Historical catch information could be used, but this might institutionalize existing problems.

Regional Concentrations Approach: This approach recognizes that there are large areas (regions) where fish are consistently distributed. It does not assume the fish are of the same origin, but it does assume that the fish tend to remain as members of a concentration for most of their life span. This approach weakens or renders meaningless spawner-recruit analyses for the regional concentrations. However, yield and spawning biomass per recruit reference points may be used as the basis for management. If typical YPR/SPR reference points (e.g., $F_{0.1}$) are used throughout the Atlantic and Mediterranean Sea, the approach might be a reasonable proxy for an MSY strategy for the entire pool of fish.

- 1 Set management boundaries at discontinuities in distribution of fish, as indicated by abundance information, tagging and/or catches.
- 2 Assess the management units as usual.
- 3 Set TACs on YPR/SPR reference points consistently for all management units.
- 4 Areas believed to be particularly important areas of overlap, or transitory (i.e., the fish are only members of the concentration for a short period of time), might be managed separately to prevent a fishing from adversely impacting adjacent areas.
- 5 If the boundary between the current Eastern and Western Atlantic management units is changed, country allocations would have to be reconsidered

Specific options considered practical in the short term

The group focused its attention on variations of the Regional Concentrations Approach. These options were considered as short-term (i.e., options which might be implemented over the next few years) steps that might incrementally improve the situation (i.e., practical ways to better achieving management objectives).

The three options were (1) the *status quo* management units with the current boundary, (2) a separate management area in the Central Atlantic, and (3) move the boundary between the Western and Eastern Atlantic management units further to the east.

For each of the three options, the group discussed the following factors:

- a Ease with which it could be implemented. The group recognized that there is a cost of changing management units in terms of stock assessments, and negotiation of allocations among countries.
- b Biological realism. While none of the alternatives are a realistic basis for managing bluefin tuna as closed populations, for the Regional Concentrations Approach management unit boundaries are considered more realistic the better they separate regional concentrations of fish, and the less they cut a continuous distribution of fish.
- c Implications for misreporting. The group felt that a management unit boundary that split concentrations of fishing activity could potentially create an incentive for misreporting, which would adversely effect assessments and management compliance. It was noted that the potential of misreporting could be minimize by requiring vessel monitoring systems (VMS).
- d Potential implication for achieving management objectives. At present, the Commission has adopted a rebuilding plan for the Western Atlantic management unit, and it has taken steps aimed toward reducing the catch in the Eastern Atlantic to a sustainable level. Thus, the group considered the potential implications of the alternatives relative to these objectives.

Status Quo Management Units: The most obvious advantage of the *status quo* is that it is the least disruptive alternative. Changing from the *status quo* will probably require new management arrangements, re-analysis of statistical data, new assessment analyses, and a new rebuilding plan for the Western Atlantic management units. These demands may divert attention from other stock assessment information needs that have been identified as high priority, particularly for the Eastern Atlantic.

Another reason for maintaining the *status quo* is that there is so much uncertainty about mixing, that any change from the status quo will be far from ideal, even if it is an improvement. One must consider if making a series of incremental improvements is better or worse (with respect criteria such as the (a)-(d)) than waiting for enough new scientific information to “do it right” all at once.

The group noted that the most recent assessment indicates that the Commission is making progress toward its objective of rebuilding the Western Atlantic management unit. This being the case, one might ask what is the impetus for changing from the status quo now.

However, the group also identified serious shortcomings of the *status quo*. Recent electronic tagging data demonstrate that the current management boundary is not a biological boundary. The fact that some (probably a large number) of fish upon which the Western Atlantic fishery depends are also vulnerable to fishing east of the management unit boundary, could prevent the recovery plan for the Western Atlantic management unit from being achieved.

It was also noted that the current boundary no longer falls along a discontinuity between fisheries in the eastern and western Atlantic, as it did when the boundary was established. With such a discontinuity in fishing activity, the position of the boundary was not important in the past. However, it is today. Having a stock boundary in an area of high fishing activity could create an incentive for misreporting.

Separate Management Area for the Central Atlantic: This option would establish a management area in the central Atlantic with a limit on how much of the Eastern Atlantic total allowable catch could be taken in that area. In addition to ongoing monitoring and research, there might also be a scientific monitoring program for the area, and a research program to determine the spawning ground origin of central Atlantic

fish. However, it was noted that such a scientific program might divert attention from other and scientific needs for the Eastern Atlantic and Mediterranean Sea.

The primary purpose of limiting the catch in the central Atlantic would be to reduce the risk of jeopardizing the rebuilding plan for the Western Atlantic management unit. The larger the central Atlantic area and/or the lower the central Atlantic catch limit, the more protection it will provide for the Western Atlantic, and the more restrictive it might be for the Eastern Atlantic fishery. Since the recent level of catch in the Eastern Atlantic is not sustainable (SCRS 2000), restricting the Eastern Atlantic fishery could help Eastern, as well as Western bluefin tuna.

This option recognizes that the fishery in the central Atlantic is relatively new (beginning about a decade ago), and that there is less historical basis to judge its impact on both the Western and Eastern Atlantic origin bluefin tuna than there is for fisheries in other areas. There is evidence that many fish in the central Atlantic are large spawning size fish that could be important contributors to both spawning grounds. This is also an area where mixing between Western and Eastern Atlantic origin fish is particularly likely, and it is more biologically realistic to treat it as a mixing area, rather than as part of a homogeneous Eastern Atlantic management unit, as is done with the *status quo*.

While this option would be more demanding than the *status quo*, in terms of scientific information and management decisions, it would not be onerous. In fact, the Commission did limit catch in the central Atlantic during the early 1990s, when the fishery in that area was first developing. However, some analysis might be necessary to define the area to be included in the central Atlantic, and depending on the size of the area, new country allocations might need to be negotiated.

The group noted that a central Atlantic management area would mean additional management boundaries, which could increase the potential for misreporting.

Move Boundary Between Western and Eastern Management Units to the East: This option differs from the previous option in that it treats part or all of the central Atlantic as part of the Western Atlantic Management unit, rather than treating it as part of the Eastern Atlantic Management unit with high mixing. Under this option, catch currently included in the assessment for the Eastern Atlantic management unit would be transferred to the assessment for the Western Atlantic management unit. This alternative has the advantage of not imposing a boundary across a relatively continuous distribution of fish, which archival tagging data clearly shows these fish routinely cross.

The option may be more or less realistic for the western and eastern stocks depending on the composition of fish in the area affected by the change.

This option will provide more protection for Western Atlantic origin fish if the total catch from the Western Atlantic management unit does not increase. However, the option implies a re-assessment of both the Western and Eastern Atlantic management units, with more catch (from the central Atlantic) included in the Western assessment. If all of the additional fish included in the assessment are of Western Atlantic origin, then the results of the assessment should be appropriate as the basis for a rebuilding plan for the Western Atlantic management unit. Since some fish of Eastern Atlantic origin are likely to be included in the Western Atlantic assessment, there is the risk that the reassessment may overestimate the catch that can be taken without jeopardizing rebuilding of fish of Western Atlantic origin.

The challenge for applying this option is to find the right boundary compromise to include more western origin fish in the Western Management Unit, without including so many eastern Atlantic origin fish that the assessment is invalidated. The option would be demanding in terms of both scientific information and management decisions. As noted, an analysis would be needed to determine where to place the new management unit boundary. In reality, there is little quantitative basis for positioning the line as a compromise between including more western origin fish, without including eastern origin fish. Input data would need to be recompiled for a new assessment and country allocations would need to be reconsidered.

A potential problem of including some of the Central Atlantic in the Western Atlantic management unit is that this could allow some of the fishing activity that is currently in the Central Atlantic to fish closer to North America where it is likely that a higher proportion of fish of western origin will be caught. This problem could be addressed by establishing restrictions on the redistribution of fishing effort from the central Atlantic, but doing so would add another demanding complication to this management alternative. Adding such restrictions on the redistribution of central Atlantic fishing activity might in practice make this alternative similar to the Central Atlantic Management Area alternative discussed above.

Other options considered

The group considered three other options: (a) separate Gulf of Mexico, Atlantic and Mediterranean management units, (b) Atlantic (including the Gulf of Mexico) and Mediterranean management units, and (c) separating the Mediterranean Sea from the Eastern Atlantic Management Unit, with the current Western Atlantic Management unit. None of these options were considered practical or useful avenues to pursue at this time, because of difficulties in interpreting what assessments would mean and how they could be used for management.

5 Accommodating greater biological realism into future assessments to address alternative management structures

The group noted that the current 2-stock model structures, both with and without explicit estimates of mixing, are perceived by some as no longer biologically credible in view of newly-collected information on eastern and western bluefin movement patterns and recent changes in the distribution of catches in the north-central and northeastern Atlantic. For this reason, it was recommended that assessment models be developed that permit accommodating more biological realism and which provide for greater flexibility by accounting for more spatial and temporal heterogeneity in bluefin fisheries and population dynamics than do the current assessment model formulations (either with or without explicit estimates of mixing). This approach was recommended to better address alternative fishery management structures and policies the Commission might select. Discussions of the merits, realism/estimation trade-offs and data requirements for this approach are summarized below.

The group briefly discussed the relative merits of different types of box-transfer and advection-diffusion models in regards to their applicability to Atlantic northern bluefin tuna. It was noted that the diffusion and overlap models already examined by the SCRS represent what are effectively opposite extremes in terms of mixing mechanisms and spawning behavior, the former essentially representing a condition where migrants are assimilated into the local population and the latter a condition where migrants return annually to their natal area. It was noted that additional spatial and temporal structure in stock assessment models would be required to more fully accommodate aspects about the biology and movement behavior of bluefin discussed in Section III. However, the resolution of the data presently available was not thought to be sufficient to justify more than a few additional spatial and temporal strata. Under these circumstances, an advection-diffusion approach would offer no advantage over more discrete box models. There was also some discussion about the possibility of modeling the East and West stock movements as a cline where the fraction of the stock occupying a given area changes as some function of time and space. It was suggested that the cline approach might reduce the number of parameters required to represent bluefin tuna movements, but it may be difficult to define appropriate movement functions.

At this point some members of the group expressed concern that further development and application of such complex mixing models would prove fruitless owing to considerable gaps in our knowledge of bluefin behavior and uncertain or missing catch data. It was also pointed out that accounting for mixing is more important for assessments of the stock of west Atlantic origin than to assessments of the much larger stock of east Atlantic origin. In this light it was noted that, if statistical catch models are employed, the uncertain catch data may be down-weighted such that the model is not constrained to fit them exactly (as required by current VPA models). Moreover these weights could be changed depending on whether the assessment was intended to represent the stock of East Atlantic origin or the stock of West Atlantic origin.

The consensus of the group was that overlap models with several discrete spatial and temporal strata may be the most promising modeling approach for Atlantic bluefin tuna, being more plausible biologically and perhaps easier to implement than diffusion models. However, it was reiterated that the current data are not sufficient to warrant dismissing diffusion models entirely. The bulk of the remaining discussion centered on the need to model the data on a fine enough scale to ensure that the essential dynamics of the fishery are accounted for, but not so fine as to render the model parameters inestimable. To this end it was noted that, from the point of view of an assessment, it is only necessary to distinguish time/space strata (boxes) with substantially different fisheries and different relative abundance of the East and West stocks in the catch. Moreover, the specification of the temporal and spatial 'boxes' should not be made solely on the basis of the present state of the fishery, but should also consider the historical range of bluefin tuna fisheries such as those occurring off Brazil during the 1960's and off Norway during the 1950's and 1960's (as recommended by previous methods working groups). Another important consideration was how to handle the central Atlantic region traditionally ascribed to the East but shown by recent electronic tagging data to be visited by a substantial fraction of the fish tagged in the West.

The point was made that considerable effort would be required both from the ICCAT staff and national scientists to produce data and supporting analyses on finer spatial scales than are currently supported. This concern applies mostly to catch, effort, and size composition statistics inasmuch as the conventional tagging data are already stored by the exact dates and positions of release and recapture. In many cases, the catch per unit effort series apply to relatively discrete regions and time periods, and therefore it would simplify the data preparation problem if the boxes were defined accordingly. The primary exception of course is the Japanese longline fleet, which has broad coverage both in space and time. It was recommended that the organization of this work should take place under the Bluefin Year Program, and noted that previous methods working groups have made similar recommendations related to disaggregating the ICCAT historical database, in general. Finally, it was recommended that the current dialog between the SCRS and the principal investigators involved in conventional and electronic tagging studies be maintained with a view towards obtaining the results for assessment purposes in a timely manner.

The group recognized that part of the model selection procedure is to determine the number of strata that can be supported by the data and that several of the initially-conceived strata may have to be combined in order to obtain statistically meaningful results. However, it was also recognized that this may change as more information (data) becomes available and that it was best to make the current data available on a finer scale than might be used in the immediate future. In view of these considerations, the group set out to define the spatial and temporal strata that would potentially be useful and practical, given current views of the available data, for additional modeling of bluefin tuna mixing. The group felt that quarterly temporal divisions (as currently defined by ICCAT) could be sufficient to model major changes in bluefin movement patterns and the associated fisheries.

A consensus was more difficult to reach regarding the appropriate spatial divisions, but it was agreed that the number of divisions should probably not exceed five or six, from the viewpoint of practicality given the current data availability. Several interested parties then presented their preferences and the common features were incorporated into six strata (**Figure 3**). All agreed that the Gulf of Mexico (spatial stratum 1, which includes the Straits of Florida and Caribbean Sea) and Mediterranean Sea (spatial stratum 6) should be distinguished. The current operational East/West management boundary was retained except that it was shifted northwards in the vicinity of Brazil to include the unique oceanographic features of the region and associated large catches during the 1960's as part of the western zone. A distinct Central Atlantic zone including the region off the Flemish Cap (spatial stratum 3) was also specified in recognition of the fact that few of the fish tagged in the west with electronic tags moved beyond 30 degrees west. Spatial stratum 4 includes the Northeastern Atlantic region from south of Iceland extending northeastward to include waters off the Norwegian coast; while stratum 5 includes the remainder of the Eastern Atlantic. It should be noted that these strata were not necessarily chosen to preserve the current management zones, but to reflect the possibility of possibly large differences in proportions of the catch contributed by bluefin of eastern and western origin. However, the combination of strata 1 and 2 essentially comprises the western management zone and the combination of strata 3-6 essentially comprises the eastern management zone (with the small shift off Brazil). **Table 2** and **Figure 4** represent the time-series of estimated catch from these spatial strata from 1950 to 1997.

The group identified the spatial structure in **Figure 3** as a starting point for use in organizing data for preliminary model development and parameterization research. It was further noted that it would take some time to complete the process of model development, verification and robustness testing through simulation studies before the approach could form the basis for assessments of Atlantic and Mediterranean bluefin. Based on the recent example from the swordfish working group, which developed and applied assessment methodology that more realistically accounted for sexual dimorphic growth and distribution patterns exhibited by north Atlantic swordfish, three or more years might be required to accomplish this task. However, it may be possible to use preliminary versions of the proposed mixing models with different sets of input (rather than estimated) mixing parameters as supplementary analyses with a view towards establishing the gross-level sensitivity of the assessment to alternative mixing hypotheses (analogous to what has been done with the current two-strata diffusion and overlap models).

In view of the fact that this model development, verification, and robustness testing will likely take a number of years to successfully complete, over the short term, the group recommends that management advice be provided based on continuation of the current assessment methodology and stock structure assumptions, including conducting evaluations of western and eastern bluefin status, recovery potentials, and projections under various future TAC levels, to inclusion/exclusion of the central Atlantic catches and catch rates into/from the assessment models.

6 Data and scientific requirements for alternative management structures (including assessments)

Irrespective of what management structure may be adopted by the Commission, the Workshop emphasized the need to maintain and improve, when appropriate, the collection and reporting of basic fishery statistics and of data for basic studies of fishery biology. This includes catches, effort, size samples, studies on growth, maturity, fecundity, etc. This is of particular concern for the fisheries in the east Atlantic and Mediterranean. The need for basic fishery information is also of concern because of IUU catches.

Table 1 lists potential studies that might be useful in support of future assessment and management. Some of these could be applicable in the short-term and others would be more pertinent to the longer-term development of complex models.

In the short term, the Commission may want to monitor closely the fisheries in the Central Atlantic area and their impact on the stocks. In such case, VMS equipment could be useful from a surveillance point of view and the Commission may wish to increase the VMS requirements for this area. In addition, it would be useful to conduct pop-up archival tagging in this area in order to examine the dispersal of these tuna concentrations.

It would be ideal to greatly increase the number of archival tags (implantable and pop-up) on fish of all sizes throughout the Atlantic and Mediterranean in such a way so as to obtain a complete picture of bluefin movement and residence patterns. Lacking unlimited budgets, however, it is necessary to focus on smaller experiments targeted at testing specific hypotheses (for example, tagging large fish during the spawning months in the known spawning areas in order to test for spawning site fidelity).

Much of our current perception of bluefin mixing in the Atlantic comes from fish that were tagged off the North American coast. It is important to increase efforts to tag and recover information from bluefin throughout the Atlantic, especially in the Central Atlantic and Mediterranean, in order to obtain a better understanding of bluefin mixing. As recommended by the BYP, this tagging should follow a specific experimental design to maximize information output.

The group agreed that microconstituent analyses have very good potential in terms of parameterizing some of the “overlap” models discussed earlier if they provide reliable classification keys for the origin of fish. Research aimed at further refinement and testing of this tool should receive high priority.

The fishery-dependent recovery of implantable archival tags in recent years suggest much higher mixing

rates between east and west than does the historical conventional tagging data. This discrepancy should be investigated with the aid of models (e.g., SCRS/00/98).

7 Recommendations for future management strategies and assessments

The review of existing information on the kind and extent of mixing, movement and distribution is reported in Section II. While the Commission's mandate for this meeting was an evaluation the current East/West boundary in the Atlantic, there are many sources of uncertainty and data limitations that restrict the understanding of Atlantic bluefin tuna biology and population dynamics. These include limitations in basic catch, effort, size samples, studies on growth, maturity, fecundity and other biological information. Nevertheless, in response to the Commission's mandate (and in response to the accumulation of information on movement) the focus of this meeting was on the effectiveness of the current east/west management boundary in the Atlantic.

The accumulation of evidence indicates that movement across the current East/West management boundary in the Atlantic does occur, that movements can be extensive (including trans-Atlantic) and complex, that there are areas of concentration of electronically tagged fish in the north central Atlantic just east of the management boundary, and that fisheries for bluefin tuna have developed in this area in the last decade. Clearly, an important proportion of these fish have moved from west of the current boundary. Complementary studies which might show east to west movement are just now beginning. Thus, conclusions about the composition in this area are premature. Additionally, the spawning source of these fish (east or west) is unknown. Nevertheless, it is clear that the current boundary does not depict our present understanding of the biological distribution and biological stock structure of Atlantic bluefin tuna. Note, however, that the current boundary is a *management* boundary and its effectiveness for management is a different issue.

A plan for modeling and assessment was developed (Section III) to integrate the accumulation of knowledge on movement into assessments, to evaluate the effectiveness of alternative spatial boundaries and to develop alternative management strategies (including more fine-scale spatial management units). Completion of this activity may allow the Commission to develop more flexible (and thus complex) management strategies. However, this activity is expected to take several years. Therefore, several short-term management options were suggested (Section IV) which the Commission could use as an interim measure and could be integrated into the next assessment. The three Options that are likely to be most useful are: Option 1) *status quo*: where the current management boundary, current assessment based on that boundary and current management allocations are continued; Option 2) *central-north Atlantic management unit*: where a central-north Atlantic area (including areas east of the current boundary) is defined based on recent fisheries, catch, tagging distributions and biological data; assessments are conducted using the current management boundary; catch limitations and rigorous scientific monitoring requirements are imposed for the central-north Atlantic; and the Commission would develop a sharing arrangement within the central-north Atlantic; and Option 3) *expanded western Atlantic management unit*: where the western and eastern management units are redefined by expanding the area to include areas of the central-north Atlantic (defined by recent fisheries, catch, tagging distributions and biological data); conduct the assessment based upon this new boundary; and develop a new sharing arrangement.

Note that Options 2 and 3 require redefinition of management boundaries based on recent fisheries, catch, tagging distributions and biological data. However, no management boundary that might be established will exactly describe the biological distributions. A particular boundary is chosen as a proxy for the real overlapping distribution of the fish which balances the need to encompass as many western-spawned fish in the western management unit and as many eastern-spawned fish in the eastern management unit as possible. Obviously, these two interests are competing.

The choice between the three Options depends primarily on one's views about how effective each option will be relative to the Commission's objectives of rebuilding the bluefin tuna of the Western Atlantic Management Unit and reducing the catch in the Eastern Atlantic Management Unit to a sustainable level.

Choosing between the three options is likely to be much more important with respect to the objective for the Western Atlantic Management Unit than for the Eastern Management Unit, because the abundance of fish and the catch in the Eastern Atlantic is large relative to the Western Atlantic. Thus, the selection of the management boundary is a compromise aimed at including more fish of Western Atlantic origin in the Western management unit without diluting the Western Atlantic assessments and management with too many Eastern Atlantic origin fish.

At this stage, the group was unable to prioritize among the three Options. The choice depends on one's judgment about how vulnerable fish of Western Atlantic origin are to fishing in the Central Atlantic, and to what degree Western Atlantic origin fish mix with Eastern Atlantic origin fish in the Central Atlantic. If the Commission believes that the proportion of Western Atlantic origin fish that migrate across the stock boundary and are vulnerable to fishing in the Central Atlantic is too small to jeopardize the rebuilding plan for the Western Atlantic, then the Status Quo option is appropriate. If the Commission believes that the proportion of Western Atlantic origin fish that are vulnerable to fishing in the Central Atlantic is large enough to jeopardize the rebuilding plan, then either Option 2 or 3 is appropriate. If the Commission believes the degree of mixing of Western and Eastern Atlantic origin fish in the central Atlantic management area under consideration is high, Option 2 is appropriate. However, if the Commission believes that there is little mixing and fish are of western origin, then Option 3 (moving the boundary between the Western and Eastern Atlantic management unit boundary toward the East) is appropriate. Note that all three Options should be considered interim, i.e., they are not expected to be long term solutions to the mixing problem.

It is recommended that the Commission choose one of the three Options until a long-term solution to the mixing problem is developed. It is also recommended that the SCRS conduct assessments based upon all three of these Options in the 2002 assessment session. This implies that several scenarios for management boundaries in Options 2 and 3 will have to be developed and evaluated by the SCRS.

Whichever option may be selected, the Commission should be aware of the need for rigorous scientific monitoring in the Central North Atlantic.

ATELIER ICCAT SUR LES ÉCHANGES DU THON ROUGE

(Madrid, Espagne, 3-7 septembre)

1 Ouverture de la réunion et organisation des sessions

Les débats ont été ouverts par le Dr Joseph E. Powers, qui dirigeait la réunion. L'ordre du jour a été adopté tel qu'il figure en **Appendice 1**. Les participants ("le groupe", **Appendice 2**) se sont présentés et les documents ont été remis (**Appendice 3**).

A sa réunion de novembre dernier, la Commission avait décidé que le SCRS examinerait à l'occasion d'une réunion inter-sessions les effets des échanges du thon rouge sur les évaluations des stocks et les éventuelles délimitations des zones de gestion. Cette Résolution (**Appendice 4**) se fondait sur les recommandations formulées par le SCRS (rapport 2000), le Groupe de travail sur le Thon rouge de l'Atlantique ouest (Rapport détaillé BFT-W) et le Groupe de travail *ad hoc* CGPM/ICCAT sur les grands pélagiques (COM-SCRS/00/025). La présente réunion inter-sessions répond donc à cette Résolution.

Les échanges du thon rouge et les questions de gestion qui en découlent sont complexes. La Commission a reconnu que la définition et la délimitation des unités de gestion mettra forcément en jeu un dialogue entre les scientifiques et les gestionnaires. La présente réunion constitue un premier pas vers ce dialogue gestion-science. Ci-après les objectifs de la réunion inter-sessions.

- S** Evaluer l'information concernant les échanges et les déplacements du thon rouge de l'Atlantique,
- S** Examiner d'autres alternatives modéliques de gestion susceptibles d'être utilisées pour cerner les hypothèses biologiques,
- S** Suggérer des alternatives structurelles de gestion susceptibles d'être utilisées selon les conditions biologiques et de gestion, et
- S** Enfin, mais des plus importants, évaluer les besoins en information et en logistique de l'évaluation comme de la gestion/allocation des stocks selon plusieurs alternatives structurelles de gestion.

Les personnes suivantes ont été chargées de la rédaction du rapport:

<u>Point</u>	<u>Rapporteur</u>
I, II	Julie M. Porter
III	Craig A. Porch
IV	Michael Sissenwine
V	Gerald P. Scott
VI	Victor R. Restrepo
VII	Joseph E. Powers

2 Evidence du mode et de l'étendue des échanges, des déplacements et de la distribution

Ci-après un résumé des délibérations qui se sont déroulées pendant la réunion ¹. Des débats de même nature avaient eu lieu lors d'autres réunions, le groupe a été renvoyé en particulier à l'excellent résumé du document SCRS/92/022 (Tableau 3).

¹ Plusieurs travaux donnaient des estimations de taux de mélange et d'échange. Il faut noter que ceux-ci ne sont pas toujours comparables du fait que les différents auteurs définissent ces taux de façon distincte.

2.1 Fondement historique de l'hypothèse actuelle sur les stocks

Depuis le début du travail scientifique du SCRS, en 1971, la structure des stocks de thon rouge fait l'objet de débats intenses. Pendant les premières années, les scientifiques disposaient déjà d'un volume considérable d'information sur le marquage et les récupérations de marques. Ils étaient conscients du fait que la plupart des marques récupérées l'étaient du même côté de l'Atlantique où elles avaient été apposées, mais il existait quelques récupérations transatlantiques, et quelques preuves de différences morphométriques entre le thon rouge de l'est et de l'ouest. Toutefois, l'hypothèse d'un stock atlantique unique, avec une certaine délimitation des stocks atlantiques et méditerranéen, était alors plausible.

En 1976, le Comité scientifique a jugé que les éléments suivants étayaient l'hypothèse de deux stock (l'Atlantique est et la Méditerranée formant partie du même stock): la présence de poissons de petite à grande tailles des deux côtés de l'océan; le fait que le frai a lieu des deux côtés, bien qu'à des époques différentes; le manque de preuves d'une activité reproductrice dans l'Atlantique central; les registres historiques du marquage et des madragues dans la région de Gibraltar, qui illustrent l'entrée de thons rouges est-atlantiques dans la zone de frai méditerranéenne; la distribution des larves et des juvéniles dans la Méditerranée; l'irrégularité des récupérations transatlantiques de marques. En revanche, les facteurs suivants étaient jugés étayer l'unicité du stock: l'uniformité des tendances à long terme des prises à l'est et à l'ouest; la similitude du taux de croissance; les récupérations transatlantiques de marques. Il a donc été considéré que l'Atlantique est et la Méditerranée étaient étroitement liés, et, aux fins de la gestion, que l'hypothèse de deux stocks pourrait présenter plus d'avantages.

En 1978, le SCRS a déclaré que "les indications actuelles (cependant encore mal étayées) orientent vers l'hypothèse de deux stocks distincts, est et ouest avec des échanges faibles et variables de poissons". Il était estimé que les résultats du marquage confirmaient un faible degré de mélange, et que la différence observée entre les classes annuelles quant à leur importance (forte classe à l'ouest en 1973, et à l'est en 1974) faisait également penser à l'existence de stocks distincts.

En 1980, le Comité scientifique a évalué séparément les stocks est et ouest, et aussi un stock pour l'Atlantique entier. La délimitation des zones qui avait alors été suggérée par le Sous-comité des Statistiques est à l'origine de la délimitation entre le thon rouge de l'est et celui de l'ouest. La ligne de démarcation se fonde sur les solutions de continuité de la distribution des prises réalisées à l'époque dans l'ensemble de l'Atlantique, ainsi que sur un alignement approximatif des points médians entre les deux bords de l'océan. La délimitation adoptée à la session de 1980 du SCRS a servi à définir les unités est et ouest de gestion du stock. Outre les restrictions recommandées par la Commission en 1970 concernant la taille et l'effort dans l'ensemble de l'Atlantique, la Commission a établi en 1981 un niveau de suivi scientifique pour le thon rouge de l'ouest en suivant la ligne de démarcation fixée en 1980 par le SCRS.

2.2 Marquage conventionnel

Trois travaux présentés à l'atelier portaient sur l'analyse de marquages conventionnels. Le document SCRS/01/042 donne une simple description analytique de la base de données de marquage de l'ICCAT sur le thon rouge. Depuis 1954, 91% environ des marques ont été apposées dans l'Atlantique ouest et 9% dans l'Atlantique est. Plus de 95% des marques ont été récupérées dans la zone où avait eu lieu le marquage. Bien que le nombre de marques relâchées à l'ouest et récupérées à l'est (102) soit le quintuple de celles qui ont fait le trajet inverse, le pourcentage des migrations transatlantiques est-ouest (4,3%) était presque le double de celui des migrations ouest-est (2,2%). Les migrations transatlantiques présentent une variation temporelle (au niveau des années ou des décennies), notamment d'ouest en est, où les données sont plus abondantes (années 1990=7,6%, années 1980=1,2%, années 1970=0,4%, années 1960=2,28%). Les migrations transatlantiques sont plus probables chez les poissons plus âgés et ceux qui ont été marqués depuis longtemps. L'auteur prévient qu'il faut interpréter les résultats avec prudence, du fait de la taille réduite des échantillons et des changements du mode de pêche, mais que les analyses illustrent toutefois assez bien les modes sous-jacents. L'auteur mentionne que l'information sur l'écologie du thon rouge et celle qui provient du marquage indiquent clairement que la délimitation au méridien 45°W est artificielle. On ne dispose cependant d'aucune information fiable permettant de définir une limite rationnelle (si celle-ci existe), ou de

créer d'autres sous-stocks. Le document SCRS/01/077 reprend les données du document SCRS/00/110 et celles de Cort et Liorzou (1995), en ne considérant que les données sur les marques apposées à l'est, qui ont passé plus d'une année en mer, et qui ont été récupérées à l'ouest. Selon ce calcul, le taux d'échange entre l'est et l'ouest varie dans le temps de 0 à 21%. Ce document signale aussi l'amélioration considérable du degré de transmission de l'information sur les marques suite aux nouveaux efforts visant à diffuser l'information sur les programmes de marquage dans les ports, dans les madragues et auprès des associations. Il a été signalé, pendant la présentation du document SCRS/01/057, que 7065 marques conventionnelles avaient été apposées sur des thons rouges de taille petite, moyenne et géante en Caroline du Nord entre 1994 et 2000, avec un taux de récupération de 4,1% (par rapport aux 18% de récupération des marques-archives implantées). Dix pour cent de ces marques ont été récupérées à l'est. Il a été noté que cette opportunité extrêmement favorable au marquage s'est estompée.

Les délibérations ont conclu que ces analyses constituent un apport important. L'accent a été mis sur le fait qu'il est important de prendre en compte la taille et/ou l'âge du poisson dans les analyses. La collecte d'échantillons de tissus pour les analyses sur la génétique et les hormones est également très utile. Il a été suggéré qu'il faudrait aussi considérer d'autres marqueurs, ainsi que d'autres possibilités d'échanges (par exemple, Atlantique nord-sud). Il a été débattu de la prudence nécessaire pour l'interprétation des données du marquage conventionnel, notamment du fait qu'il fallait justifier les changements de la capturabilité, et utiliser le terme "taux de mélange" de façon cohérente et précise. Il a été noté que le taux de transmission de l'information sur les marques peut varier selon les flottilles et/ou les zones géographiques.

2.3 Marquage électronique

Trois documents présentaient une information actualisée sur les trois programmes de marquage électronique de thon rouge dans l'Atlantique.

Le document SCRS/01/057 (et son supplément www.sciencemag.org/cgi/content/full/293/5533/1310/DC1) faisait part des résultats obtenus par le marquage de thon rouge avec marques-archives implantées (279) et pop-up reliées à un satellite (98) entre les années 1996 et 2000. Ces données du marquage électronique permettent d'entrevoir les déplacements saisonniers et les préférences environnementales du thon rouge. Ce poisson descend à une profondeur de >1000 m, et subit des températures qui vont de 3°C à 30°C, tout en maintenant sa chaleur corporelle. Les auteurs décrivent un comportement migratoire complexe, pour lequel ils avancent quatre modes: résidence à l'ouest sans déplacement vers l'une des zones de frai connues, résidence à l'ouest avec déplacement sur une zone de pêche connue, déplacements transatlantiques ouest-est et retour, et déplacements transatlantiques vers l'est après 1 à 3 ans de permanence à l'ouest. Bien que l'on ignore où sont nés ces poissons marqués à l'ouest, les données montrent que les déplacements qui croisent la ligne de démarcation est-ouest sont plus fréquents que ce qui est observé dans le cas des marques conventionnelles apposées dans le cadre du même projet. Les auteurs en concluent qu'il y a mélange de thon rouge dans les zones trophiques ouest et est, mais que les poissons se séparent peut-être pour frayer, soit dans le Golfe du Mexique, soit en Méditerranée (sans qu'il existe de preuves indiquant que des poissons se rendent dans les deux zones). Ces zones trophiques semblent attirer le poisson de l'est comme de l'ouest de l'Atlantique, et certaines d'entre elles chevauchent la ligne de démarcation des stocks. Ce document décrit un comportement unique de frai, la durée de la ponte étant potentiellement plus réduite chez un poisson que ce qui avait été décrit auparavant. Les marques pop-up avec satellite qui ont été relâchées dans trois locations à l'ouest illustrent des modes de distribution semblables à ceux des marques-archives pendant la première année.

Le document SCRS/01/078 commente le programme de marquage avec marques pop-up à satellite de l'Union Européenne. En tout, 84 thons rouges ont été marqués en 1998-2000 avec des marques à pointe unique (61) et pop-up (23). En tout, 23 marques ont été détectées. Bien que la première génération de marques pop-up ait présenté quelques problèmes de transmission (taux de transmission d'environ 20%), les données de marquage donnent des résultats intéressants, notamment sur de plus fortes concentrations de chlorophylle-a dans les zones où les marques se sont mises à émettre. Les marques pop-up à satellite ont transmis l'information avec beaucoup de succès en ce qui concerne le petit thon rouge en Méditerranée, mais avec moins de bonheur pour les grands reproducteurs dont on suppose qu'ils sortent de la Méditerranée.

pour aller dans l'Atlantique est. Vu le succès de la technologie pour les petits poissons, on pourrait penser à un problème de non-transmission dans le cas des géneurs. En tout, 7 (soit environ le tiers) des marques ont émis dans l'Atlantique (2 dans l'Atlantique nord et 5 dans l'Atlantique tropical, et le reste en Méditerranée, non loin du lieu de marquage, même longtemps après.

Le document SCRS/01/053 donne une information actualisée (d'après le document SCRS/00/095) sur le marquage avec marques pop-up à satellite de thon rouge dans l'Atlantique nord-ouest (programme commun américano-canadien). Depuis trois ans, 58 marques à pointe unique et 28 marques pop-up à satellite avec détecteur lumineux ont été apposées sur des thons rouges géants dans l'Atlantique nord-ouest. Il s'agissait d'un travail en collaboration avec des bateaux de pêche affrétés de Nouvelle-Angleterre et du Canada (harpon, canne/moulinet, trappe canadienne et senne) au moyen de techniques de fixation élaborées par les pêcheurs américains. Les marques restaient en place à long terme de 80 à 365 jours, la plupart d'entre elles se détachant du poisson pendant la période supposée de frai (avril-juillet). Six des 7 marques portées par des poissons depuis le mois de septembre 2000 ont émis le 1er septembre 2001, mais leurs données ne sont pas encore disponibles. Le document mentionnait que tous les poissons marqués en 1997-1999 se trouvaient dans l'Atlantique central au moment où leurs marques se détachaient, et que 30-58% par an se trouvaient dans l'unité est de gestion. Les estimations de la latitude et de la longitude (basées sur les données de l'intensité lumineuse) et les associations environnementales (80-340 jours) sont disponibles pour 12 poissons (193-266 cm). Ces résultats ont servi à la planification d'une campagne de recherche sur palangrier dans l'Atlantique centre-nord, qui s'est déroulée du 26 juin au 19 juillet 2001 (SCRS/01/031).

Pendant les délibérations sur ces nouveaux travaux et résultats, les participants ont commenté que ces nouveaux renseignements et outils de recherche nous offrent l'occasion d'obtenir de nouvelles informations importantes. Les jeux de données créés en 5 ans seulement de travail sur les nouvelles marques électroniques sont riches en informations sur les déplacements et le comportement du thon rouge, ainsi que sur la physiologie et l'océanographie. La possibilité de suivre les déplacements du thon rouge indépendamment de la pêche est une innovation dans la recherche halieutique.

Le groupe a également abordé un certain nombre de questions sur la technologie, l'échantillonnage et la biologie associés à l'utilisation de ces marques électroniques (le SCRS/01/025 traite en détail de ce sujet). Elles sont abordées ci-dessous de façon relativement détaillée, et l'on peut beaucoup apprendre des problèmes antérieurs et de la façon dont ils ont été résolus. Il est également important de comprendre comment des questions liées à la technologie des premiers temps peut avoir affecté l'interprétation des données. La technologie s'est considérablement améliorée, et aussi pendant l'année passée suite à la réunion de Malte (SCRS/01/025). Malgré les problèmes détectés dus à l'évolution de la technologie, le groupe a décidé que ces marques électroniques constituaient un autre moyen important d'obtenir des données qui ne peuvent pas être obtenues par les autres méthodes disponibles.

Technologie. Les avantages et inconvénients relatifs des divers types de marques ont été abordés. Il a été admis que le côté archive des marques électroniques était essentiel pour étudier les déplacements du thon rouge. Pour répondre aux questions sur la fidélité au lieu de ponte, le temps écoulé après le marquage est important. On a insisté sur le taux de récupération des marques, ainsi que sur les données indépendantes de la pêche associées aux récupérations de marques-archives. La capacité d'archivage, tout comme l'inclusion de senseurs de pression sur les marques, peut aider à déterminer que les marques restent sur le poisson. Des délibérations ont porté sur la détermination des estimations de la latitude, et leur degré de fiabilité. Les méthodes comprenaient l'utilisation du seul niveau de luminosité, comme celle de la température de surface et de la profondeur pour obtenir la latitude. Des inquiétudes ont été exprimées quant au degré de fiabilité de la réception des marques pop-up à pointe unique reliées à un satellite dans l'Atlantique est et la Méditerranée; ceci a été avancé comme l'une des raisons des retards de transmission des marques dans ces deux régions. Des tests menés récemment par Service Argos Inc. dans trois sites différents du globe ont confirmé qu'un changement de fréquence améliorerait la réception des données transmises par les marques depuis l'Atlantique est et la Méditerranée. Par ailleurs, deux nouveaux satellites équipés de meilleurs récepteurs ont été connectés, et les dernières marques-archives pop-up disposent d'un équipement "satellite en vue" qui prolonge la durée de la batterie lorsque la transmission est longue. Tous les programmes ont souligné l'importance de l'emplacement de la marque. Il est essentiel de manipuler le poisson et d'apposer

la marque avec soin pour garantir qu'elle reste fixée longtemps. Les rejets (les marques se détachent du poisson de façon prématurée) de marques pop-up suscitaient des inquiétudes. Les nouveaux éléments des marques (senseurs de profondeur [pression], et dispositif de sécurité anti-rejet lorsque le poisson va à une profondeur donnée, constante ou non) permettront à l'avenir d'éclaircir l'interprétation des données sur ce point. Malgré quelques opinions sur la nécessité de considérer avec prudence les résultats de la première génération des marques pop-up qui signalent la location si la marque reste fixée au poisson pendant longtemps, d'autres pensaient que les résultats sont cohérents avec les données de certaines des marques-archives implantées, et sont importants pour appréhender les déplacements du thon rouge. Le taux de rejet prématuré peut maintenant être estimé au moyen des données en provenance des marques-archives pop-up (avec senseurs de pression). Bien que les marques pop-up se soient maintenant beaucoup améliorées et comprennent de meilleurs éléments, il a été noté que la mortalité par pêche et la non-transmission de marques ne peuvent pas être rejetées en tant que causes de l'échec de marques pop-up. Il est essentiel de poursuivre les efforts visant à informer le public sur les activités de marquage et l'importance des retours de marques.

Structure d'échantillonnage. Le nombre des poissons qui peuvent être marqués étant inévitablement réduit par rapport à l'ensemble de la population, une question fondamentale est de faire en sorte que les données de marquage illustrent l'ensemble de la population (ou un élément identifiable de cette population). Les marques électroniques ont d'abord été apposées sur des poissons dans l'Atlantique ouest. Il faut mettre l'accent sur le marquage de poisson sur toute l'aire de répartition du thon rouge dans l'Atlantique et la Méditerranée, et aussi sur une gamme plus étendue de poissons matures. Les conclusions fondées uniquement sur les études ouest-atlantiques auraient pu être interprétées différemment si les recherches avaient été menées avec la même intensité dans l'Atlantique est et la Méditerranée. Pour répondre aux questions sur la fidélité au lieu de ponte, il faut que le poisson garde les marques-archives pendant au moins deux saisons de frai. En fait, il est très important de disposer de suffisamment de temps pour appréhender les mécanismes sous-jacents des modes de déplacement; des conclusions fondées sur de courtes séries temporelles pourraient être confondues par des anomalies environnementales et mener à des conclusions spécieuses. A l'heure actuelle, il est difficile d'utiliser ces données de marquage de façon quantitative dans les évaluations de stock (par exemple, de calculer le taux de mélange, le taux de mortalité, etc.). Des délibérations ont également porté sur le fait que la récupération des marques (à savoir, celle des marques-archives implantées) serait entravée par les effets des réglementations, ceci variant d'une zone à l'autre, et par le fait que des pays transmettraient l'information en fonction de leur quota (ou de l'absence de celui-ci).

Biologie. Un gros inconvénient des résultats est que l'origine (zone natale) du poisson qui est marqué n'est pas connue. Plusieurs scientifiques ont fait remarquer que les données des marques électroniques confirment les hypothèses antérieures sur les déplacements du thon rouge dans l'Atlantique. On a observé des incohérences dans les divers jeux de données, et il a été jugé qu'une confirmation indépendante des résultats les rendait valables. Le groupe a convenu que, dans l'ensemble, les résultats du marquage montraient des modes intéressants de distribution du thon rouge, qui mettaient en évidence le fait que la complexité et la dynamique des échanges du poisson de l'est et de l'ouest sont plus importantes que ce qu'on estimait auparavant, et fournissaient une preuve de plus d'une inter-dépendance partielle des pêcheries des deux côtés de l'Atlantique. Le groupe a repris la recommandation du document SCRS/00/25, à savoir que les chercheurs transmettent les numéros des marques, conventionnelles comme électroniques, à l'ICCAT avant le marquage, de façon à permettre la récupération rapide des marques et des données et éviter d'éventuelles pertes d'information.

2.4 Distribution historique de la capture et de la CPUE

Le document SCRS/01/059 examine deux séries de CPUE pour l'ouest (l'indice américain R&R âges 8+ et l'indice japonais LL âges 2-9 pour l'Atlantique nord-ouest) et deux séries de CPUE pour les grands poissons de l'Atlantique est (l'indice japonais LL âges 8+ pour la zone dénommée Atlantique central et l'indice japonais LL âges 8+ pour l'Atlantique est et la Méditerranée). Le document signale que la tendance de la CPUE de l'Atlantique ouest et central diffère de celle des séries de CPUE de l'Atlantique est et de la Méditerranée, ce qui suggérerait que la disponibilité du poisson de l'ouest s'étend bien au nord-est de la ligne de démarcation actuelle de l'ICCAT. Le texte abordait aussi les preuves d'une liaison étroite entre les petits

poissons (définis comme d'âge 3 ou moins) de l'Atlantique est et ouest. Il signale que l'on dispose à l'heure actuelle de peu d'indices de l'abondance pour la Méditerranée indépendamment de l'Atlantique est, et que ceci peut confondre les évaluations par VPA du stock dénommé méditerranéen. L'échantillonnage des captures est aussi incomplet en général, au point que ceci rend problématique le suivi du recrutement dans l'est. Il a été noté pendant les délibérations que deux autres indices de l'ouest montrent une tendance à la baisse: golfe du Mexique âges 8+ et Canada SWNS âges 3-17. D'après ceci, quelques participants ont exprimé leur désaccord avec la suggestion exprimée dans le document SCRS/01/059 que les similitudes des tendances de CPUE sélectionnées dans les zones ouest et centre pourraient indiquer une connexion entre l'Atlantique ouest et central. Quelle que soit l'interprétation donnée, les données montrent des tendances opposées pour la pêche palangrière de l'Atlantique central et la pêche palangrière japonaise dans l'Atlantique est et la Méditerranée.

La distribution historique des prises et de l'effort palangriers du Japon a été examinée (Figure 1) par groupes quinquennaux pour étudier l'évolution de la distribution de la pêche depuis l'établissement de la ligne de démarcation à 45°W au début des années 1980 (voir ci-dessus). Les prises palangrières japonaises ne représentent que partiellement les captures de thon rouge, et par ailleurs, une partie de cet effort visant des espèces autres que le thon rouge, la distribution peut ne pas illustrer de façon précise la répartition réelle de ce dernier. Il est évident que la distribution de la pêche palangrière a évolué, et que depuis les années 1990 il y a considérablement plus de pêche (et de capture de thon rouge) dans l'Atlantique central. D'après ces exposés, il semblerait que la distribution globale des captures pendant les années 1990 ait été bien plus continue d'un bord à l'autre de l'Atlantique Nord que ce qui était entrevu il ya quelques décennies. Les modes de la capture et de l'effort japonais montrent des changements saisonniers (Figure 2) qui peuvent rendre confuse l'interprétation des graphiques annuels. L'accent a été mis pendant les délibérations sur le fait que les Figures 1 et 2 illustrent la distribution de la pêche, mais pas forcément celle du poisson.

2.5 Autres sources

Larves. Le document SCRS/01/076 compare l'efficacité d'échantillonnage et l'abondance en larves de thon rouge dans la Méditerranée et le golfe du Mexique d'après une prospection larvaire en collaboration menée par l'Union Européenne, les Etats-Unis et le Japon en 1994 (comme l'avait demandé le BYP à sa réunion d'avril 2001). Les chercheurs utilisaient tous des traits obliques de filet Bongo pour l'échantillonnage. La distribution des stations avec larves de thon rouge et le nombre standardisé de larves échantillonné par station montrait une bonne cohérence entre les divers chercheurs, malgré des différences minimales de protocole d'échantillonnage. Les résultats de la prospection de la distribution verticale montraient que les larves de thon rouge se concentraient dans les couches de surface et de subsurface, de nuit comme de jour. Une estimation grossière de l'abondance des larves montrait que la production de larves en Méditerranée était plus du double que celle du golfe du Mexique². Vu les différences du travail de prospection, il se pourrait bien que cette divergence soit plus forte que ce calcul. Il a été noté qu'un document antérieur (SCRS/70/045) signalait une relation converse de la densité pour les deux zones du milieu à la fin des années 1970.

Le document SCRS/01/077 traite de la prospection larvaire menée par l'Union Européenne (SCRS/01/082) aux îles Baléares du 15 juin au 12 juillet 2001, qui a permis de prélever plus de 150 larves de thon rouge. Comme il en avait été traité à la réunion du BYP (Miami, avril 2001), les méthodes utilisaient le même protocole d'échantillonnage que la proposition de l'Atlantique centre-nord (SCRS/01/031) de façon à assurer des résultats comparables.

Condition de reproduction, âge de maturité et croissance. Le document SCRS/01/31-Rev. faisait état des progrès réalisés par le Comité d'orientation pour la recherche sur le thon rouge dans l'Atlantique centre-nord. Cette proposition a été révisée à la réunion BYP d'avril. Bien que le BYP soit inquiet que le niveau réduit de financement disponible en 2001 puisse compromettre la capacité d'atteindre les objectifs scientifiques de l'étude, le Comité d'orientation, après mûre réflexion, a décidé qu'il était important de

² Le groupe a demandé à l'auteur des éclaircissements sur l'utilisation du terme "production" et les calculs s'y rapportant. Il n'était pas clair s'il s'agissait de la densité, ou de l'intensité intégrée sur toute la zone.

continuer en 2001. L'objectif de la campagne internationale de recherche était de déterminer, par une étude pilote, la condition de reproduction du thon rouge adulte dans l'Atlantique centre-nord, et d'identifier des protocoles adéquats pour l'échantillonnage et la recherche pour les campagnes futures dans la zone. L'hypothèse d'un éventuel frai dans l'Atlantique centre-nord découle des données historiques, ainsi que des données récentes du marquage électronique (SCRS/00/095, SCRS/01/053). Entre le 25 juin et le 29 juillet 2001, deux bateaux commerciaux ont effectué en tout 32 mouillages. Bien que l'on ait trouvé la plupart des espèces qui sont typiquement capturées à la palangre à cette époque de l'année, aucun thon rouge n'a été capturé, mais d'autres bateaux commerciaux en ont pris à proximité. Les échantillons de plancton relevés n'ont pas encore été analysés; cette information sera transmise en temps opportun. Comme on s'y attendrait avec une expédition de cette ampleur, les premières indications laissent entrevoir des découvertes importantes pour certaines des espèces capturées. Ces résultats seront affinés une fois les analyses terminées. Il est prévu d'utiliser des navires de recherche (et donc de faire une campagne complète, larvaire et océanographique) en 2002.

Le National Research Institute of Far Seas Fisheries du Japon a remis un projet de document (BD3) sur un plan provisoire de campagne de recherche par le R/V Shoyo-maru pour étudier le frai du thon rouge dans l'Atlantique centre-nord en 2002. Quarante-neuf prospections sont prévues entre le 15 juin et le 21 août pour échantillonner (à la palangre) la condition de reproduction du grand thon rouge et les larves de l'espèce. Il a été précisé qu'il fallait effectuer dès que possible une autre campagne de même ampleur.

Un bref examen des courbes de croissance du thon rouge de l'est et de l'ouest a été réalisé; il a été recommandé d'effectuer une comparaison statistique rigoureuse pour déterminer si elles sont vraiment différentes. De même, il a été recommandé d'échantillonner pour déterminer l'âge à 50% de maturité de façon à obtenir une mesure représentative (échantillonnage aléatoire de la population). Il a évidemment été rappelé à cet égard que l'échantillonnage se limite aux époques et zones échantillonnées par la pêche. Il a également été rappelé que le Programme d'Année Thon rouge disposait déjà d'un ample programme d'échantillonnage pour déterminer la condition de reproduction du thon rouge dans la Méditerranée et l'Atlantique.

Analyses génétiques. Le document SCRS/01/054 fait part des résultats obtenus à partir de séquences des nucléotides de la région de contrôle de l'ADNmt comme des fréquences des allèles *ldhA* du gène nucléaire dans des échantillons correspondants de thon rouge en provenance de la Méditerranée et de l'Atlantique nord-ouest. L'analyse de ces deux types de données n'a pas révélé de différences significatives entre les échantillons de ces deux régions. Ces résultats montrent l'importance d'analyser de multiples classes annuelles et d'avoir des échantillons volumineux dans les analyses de la structure des stocks, du fait que les études antérieures faites avec des échantillons plus réduits avaient suggéré qu'il existait une division. En outre, les échantillons de larves du golfe du Mexique et de la Méditerranée ne différaient pas de façon significative les uns des autres, ni des autres échantillons lorsque l'on comparait les séquences de la région de contrôle de l'ADNmt. Toutefois, malgré les importantes preuves présentées ici, le manque d'évidence génétique d'une substructure de la population ne constitue pas la preuve de l'existence d'une seule population panmixique. Il est possible qu'il y ait plusieurs sous-populations, et que la différenciation génétique des loci analysés dans cette étude ne se soit pas présentée à cause de la grande taille de la population et/ou d'un faible niveau de migration associée au frai entre les sous-populations. L'auteur principal a également signalé que des entretiens avec le laboratoire du D^r Pla ont révélé qu'ils avaient observé, eux aussi, que les différences signalées antérieurement disparaissaient avec des échantillons plus volumineux. Autrement dit, les scientifiques des Etats-Unis, de l'Italie, de l'Espagne et du Japon ont convenu que pour le moment les analyses génétiques ne démontraient pas que les géniteurs de l'Atlantique est et ouest soient isolés du point de vue de la reproduction. Ceci n'est pas surprenant au vu de la racine commune récente de la lignée des thons rouges, et parce que des taux faibles d'échange peuvent donner des populations qui ne sont pas différenciées du point de vue génétique.

Des questions ont été soulevées pendant les délibérations en ce qui concerne le type et la puissance des tests statistiques qui sont utilisés pour examiner les données. Les auteurs ont employé toute une variété de tests. Par ailleurs, des analyses similaires menées sur l'espadon (une population atlantique et méditerranéenne) ont signalé des différences.

Il a été précisé que, bien que ces analyses n'aient pas montré de différences génétiques, ceci n'exclut pas l'existence d'une structuration de la population.

Analyses des micro-éléments. Le document de référence BD4 décrit comment la chimie des otolithes de thon rouge a été mesurée pour déterminer la possibilité de distinguer les juvéniles (âges 0-1) des nurseries est et ouest. Les résultats suggèrent que la chimie des otolithes des thons rouges juvéniles de différentes nurseries et sous-nurseries est distincte, et que les indicateurs d'éléments montrent quelques degrés de permanence, ce qui indique que la technique a un potentiel considérable d'utilisation dans les évaluations futures de la connectivité et de la structure de stock des populations.

2.5 Conclusions tirées des informations dont disposait l'Atelier

Le **Tableau 1** récapitule les preuves d'échanges de thon rouge dans l'Atlantique Nord (cf. aussi SCRS/01/055). Lorsque l'on examine l'information sur la distribution, les migrations et le comportement reproducteur du thon rouge de l'Atlantique qui intéresse directement l'évaluation et la gestion, il est utile de réviser: a) ce qui est connu, b) ce qui semble probable, et c) ce que l'on ignore.

Ce que l'on sait:

- 1 Il existe au moins deux zones de frai.
- 2 Les poissons qui séjournent du côté de l'Atlantique où ils ont été marqués sont plus nombreux que ceux qui migrent sur de longues distances, soit à cause d'une préférence pour un endroit spécifique, soit du fait d'un faible taux de répartition. Ceci implique un risque d'amoindrissement localisé.

Ce qui semble probable:

- 3 Il existe un degré élevé de fidélité au lieu de ponte. Ceci paraît probable parce qu'il s'agit d'un fait qui est généralement admis chez d'autres espèces (pas forcément des thons) lorsqu'il existe une base pour se prononcer. Le manque de différences génétiques n'en implique pas autrement. Jusqu'à maintenant le marquage-archive n'a pas montré que des poissons se rendaient sur les deux lieux de frai. Il a également été noté qu'en l'absence d'évidence d'une fidélité médiocre au lieu de ponte, il est prudent (précautionnaire) de gérer en supposant que cette fidélité existe.
- 4 Il y a chevauchement de la distribution des poissons en provenance des deux zones de frai connu, du moins pendant une partie de l'année, dans une ample zone de l'Atlantique. Ceci est plus évident pour la région qui va de la plate-forme et du talus continentaux de l'Amérique du Nord vers l'est jusqu'à la crête mid-atlantique et au-delà. Il y a probablement quelque chevauchement ailleurs, mais il existe peu de données qui permettent de tirer des conclusions.
- 5 Du fait des recoupements de la distribution du thon rouge abordés au point 4, quelques poissons de l'est sont capturés dans la zone de gestion de l'Atlantique ouest, et vice-versa.
- 6 La zone trophique du thon rouge de la zone ouest-atlantique de gestion (d'origine est et/ou ouest) s'étend au nord et à l'est au-delà de la ligne de démarcation des 45°W, si bien que ce thon rouge est également vulnérable à la pêche dans l'unité est-atlantique de gestion.
- 7 Selon le schéma actuel de gestion, la capture de poisson venant de l'ouest dans la zone est-atlantique de gestion donne un plus fort pourcentage de mortalité par pêche des poissons venant de l'ouest que lorsque l'on considère la situation inverse. Cette conclusion est probable du fait que la population de l'Atlantique est nombreuse par rapport à celle de l'Atlantique ouest.

Ce que l'on ignore:

- 8 Selon l'importance du chevauchement, le point 5 peut aussi contribuer à une mortalité par pêche plus élevée du poisson venant de l'ouest, puisque les indices de calibrage sont influencés par l'apport en poisson venant de l'est.
- 9 On ignore pour toutes les locations quelle est la composition du poisson qui provient des deux zones de frai connues, mais il paraît probable que le poisson qui se trouve près des zones de ponte pendant la saison de frai vienne de la zone en question (*cf.* points 2,3).
- 10 L'incidence des facteurs environnementaux, océanographiques et autres sur l'évolution à court terme et à long terme des modes de déplacement.

3 Alternatives hypothétiques sur le mélange/déplacement et modèles pour les illustrer

Les scientifiques de l'ICCAT traitent depuis trois décennies des avantages relatifs des hypothèses à stock unique et à deux stocks pour le thon rouge de l'Atlantique (*cf.* chapitre 3). En termes des comportements migratoire et reproducteur, ces deux hypothèses sont à l'opposé. L'hypothèse d'un stock unique implique de manière fondamentale que le thon rouge se mélange rapidement sur toute son aire de distribution et montre peu ou prou de fidélité au lieu de ponte. L'hypothèse actuelle de deux stocks, en revanche, implique que les échanges sont négligeables (du point de vue de la formulation d'avis de gestion) entre les deux populations et qu'il y a une fidélité totale et entière au lieu de ponte (qui sont évidemment le golfe du Mexique et la Méditerranée).

Le SCRS a commencé en 1993 à examiner les implications d'une hypothèse intermédiaire, que l'on appelle couramment modèle de diffusion. Ce modèle englobe à la fois les échanges entre les stocks est et ouest et le postulat sous-jacent que les déplacements et le frai du poisson dépendent de la location, c'est-à-dire que le poisson qui va d'un bord à l'autre de l'océan "oublie" d'où il vient. Le SCRS a exprimé ses inquiétudes sur le fait que ce modèle est une illustration peu probable des migrations du thon rouge, et qu'il était plus probable qu'il retourne là où il était né (ICCAT 1995, p.108-110). Par la suite, une autre hypothèse, connue sous le nom de modèle de chevauchement, a aussi été considérée (SCRS/95/080, SCRS/00/098). Dans ce modèle, il est postulé que seules les aires de répartition des stocks est et ouest se chevauchent, ce qui satisfait implicitement à l'opinion de l'ICCAT que le thon rouge est fidèle au lieu de frai.

L'évaluation de l'état des stocks est et ouest selon la formule du modèle de chevauchement comme avec celle du modèle de diffusion (commenté dans le document SCRS/00/098) indique en général que jusqu'à maintenant, avec les données disponibles jusqu'à 1997, il semble ne pas y avoir de raisons de craindre que le fait de négliger les échanges puisse entraîner une évaluation fortement biaisée du thon rouge. Les avis formulés par le SCRS d'après les résultats des évaluations qui tiennent explicitement compte du mélange comme le décrit le document SCRS/00/098 sont de continuer de donner des avis à la Commission qui comprennent l'évaluation des stocks est et ouest de thon rouge en supposant un degré négligeable d'échange, outre les évaluations qui incorporent les dernières notions sur les modèles de mélange. Toutefois, le fait de tenir compte du mélange au moment d'effectuer les évaluations ne donne pas forcément de meilleurs avis d'après les données disponibles. Il faut consacrer de gros efforts à la collecte de données pour étayer une modélisation des évaluations qui puisse mieux refléter la dynamique réelle des déplacements du thon rouge.

Un certain nombre de documents ont été présentés à la réunion sur des modèles susceptibles d'illustrer les alternatives hypothétiques sur le mélange/déplacement et sur des méthodes permettant de se prononcer quant à celui de ces modèles qui répond le mieux à la probabilité. Ci-après un résumé de ces travaux et des délibérations qu'ils ont suscitées.

Le document SCRS/01/051 examine les implications du fait d'adopter l'hypothèse d'un stock unique en appliquant la méthodologie VPA ADAPT utilisées par le SCRS en 1998 à la prise par âge combinée des évaluations isolées est et ouest. On a observé que la VPA du stock unique donne une image très semblable

à celle des résultats combinés des VPA séparées est et ouest simplement du fait que les prises du stock est sont bien plus importantes. Le document en conclut que l'analyse du stock unique peut s'avérer utile comme référence de la taille globale de la population, mais qu'elle présente des risques en tant que base pour la mise en place de normes de gestion, du fait qu'une surpêche accusée ou une moindre abondance du stock peuvent ne pas être détectées.

Le document SCRS/01/052 aborde divers aspects d'analyses antérieures des échanges du thon rouge. Il a été avancé qu'un point inquiétant important est la divergence entre les estimations actuelles de certains paramètres biologiques des composantes est et ouest de la ressource. En particulier, les courbes de croissances qui sont employées à l'heure actuelle pour l'est et l'ouest sont sensiblement différentes aux âges les plus avancés, ce qui signifie que les analyses antérieures du mélange présentent des incohérences internes en traitant certains poissons de tailles assez différentes comme ayant le même âge. Le document suggère qu'une solution possible serait d'aller vers des évaluations basées sur la taille. Il note également que les méthodes fondées sur la taille peuvent constituer une base plus fiable de la modélisation des captures de grands poissons que le postulat actuel de ratios F_{10+}/F_9 ne variant pas dans le temps. Le document suggère aussi que le groupe devrait élaborer un jeu limité d'alternatives de structure de stock, en mettant l'accent sur les spécifications de tests de simulation pour évaluer la mesure dans laquelle des postulats incorrects concernant cette structure pourraient biaiser les estimations, non seulement de l'état passé et actuel de la ressource, mais plus particulièrement celles des projections de la population selon différents niveaux supposés de capture à l'avenir.

Le document SCRS/01/056 signale que la structure de la population et les échanges sont toujours des plus importants pour optimiser l'exploitation d'une espèce dont on connaît bien les migrations panmixiques. L'auteur avance que les différences substantielles entre le cycle vital des populations est et ouest étayent la notion que le thon rouge de l'Atlantique ne constitue pas une véritable métapopulation, et que le modèle de chevauchement serait plus crédible que le modèle de diffusion. Il précise toutefois que des circuits migratoires alternatifs ou anormaux au sein des populations (c'est-à-dire de la structure contingente) de thon rouge ne seront pas incorporés facilement dans les modèles, tant que nous n'en saurons pas plus sur les circuits eux-mêmes et sur les facteurs qui les déterminent. Des études sur les micro-éléments sont proposées comme étant peut-être la façon la plus efficace de ce faire. Cette opinion était partagée par le groupe, et il a été recommandé de poursuivre plus avant les recherches sur la possibilité d'application de cette approche pour distinguer le lieu de naissance et la gamme de classes de taille du thon rouge capturé dans les pêcheries de l'Atlantique est et ouest et de la Méditerranée. En fait, Rooker *et al.* (BD4) ont décrit les résultats de recherches sur l'évaluation des différences entre les micro-éléments des otolithes de thons rouges juvéniles (âge 0 et âge 1) échantillonnées dans l'Atlantique ouest (âge 1) et dans la Méditerranée (âges 0 et 1). Les auteurs signalent que la chimie des otolithes de thons rouges juvéniles est distincte pour les nurseries de l'est et de l'ouest, et suggère que cette approche est prometteuse pour la différenciation des stocks de thon rouge.

Le document SCRS/01/055 présente une approche formalisée d'analyse de décision pour traiter des incertitudes actuelles concernant les échanges entre stocks. Il signale que le cycle vital et les données de marquage étayent la notion de l'existence d'au moins deux biotypes de thon rouge de l'Atlantique, mais qu'aucune des données dont on dispose jusqu'à maintenant ne suffit pour rejeter l'une quelconque des hypothèses liées au mélange (autres que l'hypothèse que le déplacement sur la ligne de démarcation des 45°W est négligeable). Dans la mesure où les avis de gestion peuvent différer selon des scénarios distincts de mélange, les auteurs conseillent une analyse bayésienne de décision selon laquelle les conséquences éventuelles de plusieurs alternatives de gestion sont évaluées sous plusieurs scénarios modélisés plausibles en gardant à l'esprit le poids de l'évidence qui étaye chacun de ces modèles. Concrètement parlant, les démarches suivantes sont suggérées:

- 1 Définir un jeu limité d'alternatives modélisées de mélange (par exemple, les modèles de chevauchement et de diffusion)
- 2 Définir quels sont les types pertinents de données (ceux auxquels peut être extrapolé le modèle, et les autres)
- 3 Formuler des pondérations quantitatives basées sur les données auxquelles on ne peut pas ajuster le modèle

- 4 Ajuster les modèles aux données et évaluer l'évidence qui étaye chacun d'entre eux (peut-être au moyen de facteurs bayésiens)
- 5 Evaluer l'état du stock et sa tendance au moyen de modèles qui restent crédibles
- 6 Evaluer les conséquences biologiques de différentes alternatives de gestion au moyen de modèles crédibles, et
- 7 Présenter les résultats sur l'état du stock et l'aboutissement des normes en indiquant la pondération globale assignée à chaque modèle

Le groupe a convenu que cette approche serait utile pour intégrer les résultats des différents modèles, mais des inquiétudes ont été exprimées sur le fait qu'il faudrait peut-être formaliser ce processus de façon à ce que la pondération assignée à chaque modèle (en particulier au point 3) ne change pas avec l'apport de nouvelles preuves substantielles.

4 Alternatives structurelles de gestion selon les hypothèses mélange/déplacement

Le groupe a conclu qu'il est peu probable qu'une délimitation entre des unités de gestion est et ouest puisse s'avérer efficace pour isoler en populations non-chevauchantes le thon rouge originaire du golfe du Mexique (Atlantique ouest) et le thon rouge originaire de la Méditerranée (Atlantique est). Vu cette situation, la gestion exigera des compromis entre le réalisme biologique et le sens pratique. La gestion des diverses approches est plus ou moins pratique selon la disponibilité des informations découlant des évaluations. L'approche de gestion retenue oriente aussi les besoins de l'évaluation. Ainsi, les approches de gestion et d'évaluation ont été considérées ensemble, bien que les évaluations soient commentées de façon plus détaillée ailleurs dans le rapport.

4.1 Classement des approches

Le groupe a considéré trois approches visant à gérer le poisson en tant que "populations fermées" (c'est-à-dire des populations isolées du point de vue de la reproduction, et dont tous les membres ont été engendrés par d'autres membres de la population). Ces approches sont dénommées "approche désagrégée", "approche du lieu de frai" et "approche regroupée". Il est souhaitable en général, en termes de gestion comme d'analyse scientifique, de traiter de populations fermées. Toutefois, ceci peut ne pas s'avérer pratique, notamment à court terme. Par conséquent, un compromis, dénommé "approche des concentrations régionales", a été considéré comme étant le plus réaliste. Plusieurs alternatives, qui sont des variations de l'approche des concentrations régionales, ont été envisagées.

Approche désagrégée. Ceci est la façon préférable (en termes de réalisme, si les données sont disponibles) de traiter des populations qui se chevauchent dans l'espace. Elle demande les démarches suivantes:

- 1 Définir les cellules spatio-temporelles de la pêcherie (par pays, engin) pour lesquelles la prise par âge et les indices de l'abondance à l'âge sont désagrégés selon le lieu de frai d'où provient le poisson.
- 2 Effectuer une évaluation de chacun des groupes de poisson (somme des cellules) originaires de chacun des lieux de frai. Ceci comprend un nouveau calcul des points de référence de la PME et l'élaboration de projections en tant que base d'options de rétablissement.
- 3 Etablir des TAC pour la capture des poissons qui proviennent de chaque lieu de frai.
- 4 Utiliser la programmation linéaire ou dynamique pour attribuer la prise aux cellules de façon à ce qu'aucun TAC ne soit enfreint.

Une approche bayésienne pourrait être utilisée avec le nombre strict des cellules nécessaires. Toutefois, même avec une simple désagrégation, il semble probable que les données actuelles soient inadéquates pour obtenir des résultats fiables. Elle pourrait s'avérer être une approche valable pour les analyses de la

sensibilité. A l'avenir, les analyses des micro-éléments seront peut-être capables de classer le poisson selon sa zone de frai d'origine.

Approche du lieu de frai. Celle-ci est à l'opposé de l'approche désagrégée dans le contexte des besoins en information. Elle ne tente pas de classer le poisson hors des zones de frai selon la zone de frai dont ils proviennent. Il est néanmoins postulé que tous les poissons capturés sur un lieu de ponte pendant la saison de frai y avaient été engendrés.

- 1 Baser l'évaluation de l'état et des tendances sur les indices d'abondance des zones de ponte pendant la saison de frai. Les indices pourraient provenir de prospections larvaires plus intensives, d'autres enquêtes indépendantes de la pêche et/ou d'indices de CPUE.
- 2 Etablir des TAC à ne prélever que sur les zones de frai à peu près au moment de la ponte. La saison de pêche pourrait être fixée avec un décalage par rapport au frai de façon à ne pas déranger celui-ci.

Cette approche aurait des implications importantes du point de vue de l'allocation, et une grande portée sociale et économique.

Approche de regroupement. Une évaluation regroupée est relativement aisée à effectuer. Elle peut servir à jauger la productivité globale de l'Atlantique et de la Méditerranée, et à établir un TAC "regroupé". La prise peut être attribuée à des zones (par pays) pour éviter une ponction excessive de poisson en provenance de l'un ou de l'autre des lieux de frai. Il serait idéal de fonder les allocations spatiales sur des indices de l'abondance relative spécifiques de la zone qui soient comparables pour tout l'Atlantique et la Méditerranée.

- 1 Effectuer une évaluation regroupée.
- 2 Etablir un TAC "regroupé" fondé sur l'évaluation regroupée.
- 3 Allouer des parts du TAC regroupé dans le temps et dans l'espace pour éviter une mortalité excessive de l'une des composantes reproductrices, ou un amoindrissement localisé basé sur l'abondance relative.
- 4 Allouer des parts par époques et zones à chaque pays.

Bien qu'un avantage de l'approche regroupée est qu'elle peut traiter de façon relativement facile du thon rouge de l'Atlantique en tant que population fermée, elle peut mettre en danger les composantes plus faibles et/ou plus réduites de la population de géniteurs. Elle peut aussi diluer des données qui sont relativement de haute qualité dans des données de moindre qualité. En l'absence de données comparables sur l'abondance relative pour toutes les zones, il n'est pas clair comment il faut distribuer la capture dans l'espace pour éviter l'amoindrissement du poisson dans certains secteurs. On pourrait utiliser l'information historique sur la capture, mais ceci pourrait officialiser les problèmes qui existent déjà.

Approche des concentrations régionales. Cette approche reconnaît qu'il y a d'amples zones (régions) où le poisson est régulièrement distribué. Elle ne suppose pas que les poissons ont tous la même origine, mais elle postule qu'il a tendance à appartenir à une même concentration pendant la plus grande partie de son cycle vital. Cette approche affaiblit ou rend inutiles les analyses géniteurs-recrues pour les concentrations régionales. Toutefois, les points de référence de la production et de la biomasse reproductrice par recrue peuvent servir de base à la gestion. Si l'on utilise des points de référence typiques YPR/SPR (par exemple, $F_{0.1}$) dans l'ensemble de l'Atlantique et dans la Méditerranée, l'approche pourrait raisonnablement substituer une stratégie PME pour tout le groupe de poissons.

- 1 Etablir des délimitations pour la gestion selon les solutions de continuité de la distribution du poisson, comme l'indique l'information sur l'abondance, le marquage et/ou les prises.
- 2 Evaluer les unités de gestion comme d'habitude.

- 3 Etablir des TAC d'après les points de référence YPR/SPR de façon cohérente pour toutes les unités de gestion.
- 4 Gérer éventuellement de façon isolée les zones qui semblent présenter un fort chevauchement ou être une zone de transition (les poissons n'étant membres de la concentration que pendant un court laps de temps), afin d'éviter une incidence néfaste de la pêche des zones adjacentes.
- 5 Reconsidérer l'allocation par pays si la ligne de démarcation entre les unités de gestion est et ouest de l'Atlantique est modifiée.

4.2 Options spécifiques considérées réalisables à court terme

Le groupe s'est centré sur les variantes de l'approche des concentrations régionales. Ces options ont été considérées comme des démarches à court terme (c'est-à-dire des options qui peuvent être appliquées au cours des quelques années à venir) susceptibles d'améliorer progressivement la situation (c'est-à-dire des façons pratiques de mieux atteindre les objectifs de gestion). Les trois options étaient: 1) des unités de gestion statu quo selon la délimitation actuelle, 2) une unité séparée de gestion dans l'Atlantique central, et 3) le déplacement plus à l'est de la ligne de démarcation des unités est et ouest de gestion de l'Atlantique.

Pour chacune de ces options, le groupe a discuté des facteurs suivants:

- a Sa facilité de réalisation. Le groupe a reconnu le coût d'un changement d'unités de gestion en termes de l'évaluation des stocks et des négociations pour l'allocation entre les pays.
- b Réalisme biologique. Bien qu'aucune de ces alternatives ne constitue une base réaliste pour la gestion du thon rouge en tant que populations fermées, pour l'approche des concentrations régionales les délimitations des unités de gestion sont considérées réalistes dans la mesure où elles séparent des concentrations régionales de poisson et ne traversent pas une distribution continue de poisson.
- c Risques de déclaration erronée. Le groupe estimait qu'une délimitation entre des unités de gestion qui divise une concentration d'activités de pêche pourrait potentiellement encourager la transmission erronée des données, ce qui affecterait négativement les évaluations et le respect de la gestion. Il a été noté que ce potentiel de déclaration erronée pourrait être minimisé en exigeant l'installation à bord de systèmes de suivi des bateaux (VMS).
- d Implications éventuelles sur la réalisation des objectifs de la gestion. A l'heure actuelle, la Commission a adopté un plan de rétablissement pour l'unité ouest-atlantique de gestion, et a pris des mesures pour réduire à un niveau durable les prises de l'Atlantique est. Le groupe a donc considéré les implications éventuelles des diverses alternatives relatives à ces objectifs.

Gestion d'unités au statu quo. L'avantage le plus évident du statu quo est qu'il constitue l'alternative la moins révolutionnaire. Cette démarche exigera probablement de nouvelles structures de gestion, une nouvelle analyse des données statistiques, de nouvelles analyses des évaluations et un nouveau plan de rétablissement pour l'unité ouest-atlantique de gestion. Ces exigences peuvent faire oublier d'autres besoins en information d'évaluation qui ont été définis comme prioritaires, notamment pour l'Atlantique est.

Une autre raison pour le maintien du statu quo est le fait qu'il existe tant d'incertitudes sur les échanges que tout changement par rapport au statu quo sera loin d'être idoine, même s'il signifie une amélioration. Il faut considérer si le fait de réaliser une série d'améliorations successives est meilleur ou pire (en ce qui concerne des critères tels que a-d) que le fait d'attendre d'avoir suffisamment de nouvelles informations scientifiques pour le faire d'un seul coup.

Le groupe a noté que les toutes dernières évaluations indiquent que la Commission progresse vers son objectif de rétablir l'unité ouest-atlantique de gestion. Ceci étant le cas, on pourrait se demander quelle est la raison d'être maintenant d'un changement par rapport au statu quo.

Toutefois, le groupe a également défini quelques inconvénients graves du statu quo. Les données récentes du marquage électronique montrent que la délimitation actuelle de gestion n'est pas une délimitation biologique. Le fait que quelques (probablement nombreux) poissons dont dépend la pêche ouest-atlantique soient également vulnérables à la pêche à l'est de la ligne de démarcation des unités de gestion pourrait entraver la réalisation du plan de rétablissement de l'unité ouest-atlantique de gestion.

Il a aussi été noté que la délimitation actuelle ne correspond plus à une solution de continuité entre les pêcheries de l'est et de l'ouest Atlantique comme elle le faisait lorsque cette ligne de démarcation fut établie. Cette brèche dans les activités de pêche faisait que la position exacte de la délimitation ne soit pas importante par le passé. Toutefois, elle l'est aujourd'hui. Le fait d'avoir une délimitation des stocks dans une zone à pêche intense pourrait encourager les déclarations erronées.

Zone séparée de gestion dans l'Atlantique central. Cette option définirait une zone de gestion dans l'Atlantique central avec une limite sur la portion de la prise totale admissible de l'Atlantique est qui peut être prélevée dans cette zone. Outre le suivi et la recherche qui sont menés à l'heure actuelle, il pourrait aussi y avoir un programme de suivi scientifique pour ce secteur, et un programme de recherche pour définir de quel lieu de frai provient le poisson de l'Atlantique central. Il a toutefois été précisé que ce programme scientifique pourrait faire oublier d'autres nécessités scientifiques concernant l'Atlantique est et la Méditerranée.

L'objectif principal d'une limitation des prises dans l'Atlantique central serait de réduire les risques de mettre en danger le plan de rétablissement de l'unité ouest-atlantique de gestion. Plus la zone centre-atlantique est étendue et/ou plus stricte la limite de capture en Atlantique central, plus l'Atlantique ouest sera protégé, et plus la pêche est-atlantique en sera restreinte. Le niveau récent de capture dans l'Atlantique est n'étant pas soutenable (SCRS 2000), le fait de restreindre la pêche est-atlantique pourrait aider le thon rouge de l'est comme de l'ouest.

Cette option reconnaît que la pêche dans l'Atlantique central est relativement nouvelle (elle a démarré il y a environ dix ans), et qu'il y a moins de fondement historique pour jauger de son impact sur l'origine est et ouest des thons rouge que pour les pêcheries d'autres zones. Il existe des preuves que de nombreux poissons de l'Atlantique central sont de grands géniteurs qui pourraient contribuer de façon importante aux deux zones de frai. Il existe aussi un secteur dans lequel les échanges entre des poissons d'origine est et ouest sont particulièrement probables, et il est plus réaliste du point de vue biologique de le traiter comme une zone de mélange, plutôt que comme une partie d'une unité homogène est-atlantique de gestion, comme le fait le statu quo.

Bien que cette option soit plus exigeante que le statu quo en termes d'information scientifique et de décisions de gestion, elle ne serait pas onéreuse. En fait, la Commission a limité les prises dans l'Atlantique central au début des années 1990, lorsque la pêche débutait dans la zone. Toutefois, il pourrait être nécessaire de faire quelques analyses pour définir la zone à considérer comme Atlantique central, et, selon l'étendue de cette zone, de négocier de nouvelles allocations par pays.

Le groupe a noté qu'un unité de gestion centre-atlantique signifierait plus de délimitations de gestion, ce qui accroîtrait le potentiel de déclaration erronée.

Déplacement plus à l'est de la délimitation entre les unités est et ouest de gestion. Cette option diffère de l'option précédente du fait qu'elle traite une partie ou l'ensemble de l'Atlantique central comme une partie de l'unité ouest-atlantique de gestion, plutôt qu'une partie de l'unité est-atlantique de gestion avec un fort degré de mélange. Selon cette option, la prise qui est incluses maintenant dans les évaluations de l'unité est-atlantique de gestion serait transférée aux évaluations de l'unité ouest-atlantique de gestion. Cette alternative présente l'avantage de ne pas imposer de ligne de démarcation au travers d'une distribution relativement continue du poisson, laquelle est parcourue de façon routinière par ces poissons, comme le démontrent clairement les données des marques-archives.

L'option peut s'avérer plus ou moins réaliste pour les stocks est et ouest selon la composition du poisson dans le secteur affecté par le changement.

Cette option protégera plus le poisson qui provient de l'Atlantique ouest si la prise totale de l'unité ouest-atlantique de gestion n'augmente pas. Toutefois, elle implique une nouvelle évaluation des unités est comme ouest de gestion, en incluant plus de prises (de l'Atlantique central) dans l'évaluation de l'ouest. Si tous les poissons supplémentaires inclus dans l'évaluation proviennent bien de l'Atlantique ouest, les résultats de l'évaluation seront alors appropriés en tant que base pour un plan de rétablissement de l'unité ouest-atlantique de gestion. Etant donné que quelques poissons provenant de l'Atlantique est seront probablement inclus dans l'évaluation de l'ouest, il existe un risque de ce que la nouvelle évaluation surestime la capture qui peut être effectuée sans mettre en danger le poisson qui provient de l'Atlantique ouest.

Le défi à relever en appliquant cette option est de trouver le bon compromis pour une délimitation attribuant plus de poissons d'origine ouest dans l'unité ouest-atlantique de gestion, sans y inclure tant de poissons d'origine est-atlantique que l'évaluation en soit faussée. L'option serait exigeante en termes d'information scientifique et de décisions de gestion. Comme il a été observé, il faudrait une analyse pour déterminer où placer la nouvelle délimitation des unités de gestion. En réalité, il existe peu de base quantitative pour définir la ligne de démarcation en tant que compromis entre le fait d'inclure des poissons provenant de l'ouest, et de ne pas en inclure de l'est. Il faudra rassembler des données d'entrée en vue d'une nouvelle évaluation, et reconsidérer les allocations par pays.

Un problème potentiel du fait d'inclure une partie de l'Atlantique central dans l'unité ouest-atlantique de gestion est que ceci pourrait permettre à une partie de la pêche qui est effectuée à l'heure actuelle dans l'Atlantique central de se dérouler plus près de l'Amérique du Nord où il est probable qu'une plus forte proportion de poissons provenant de l'ouest seront capturés. Ce problème pourrait être abordé en établissant des restrictions à la redistribution de l'effort de pêche de l'Atlantique central, mais ceci ne ferait que compliquer cette option de gestion. Ces restrictions à la redistribution de la pêche centre-atlantique pourraient dans la pratique rendre cette alternative semblable à celle de l'Atlantique central qui est décrite ci-dessus.

4.3 Autres options envisagées

Le groupe a considéré trois autres options: a) des unités de gestion distinctes golfe du Mexique, Atlantique et Méditerranée, b) des unités de gestion Atlantique (golfe du Mexique compris) et Méditerranée, et c) la séparation de la Méditerranée de l'unité est-atlantique de gestion, et unité ouest-atlantique actuelle. Aucune de ces options n'a été jugée pratique ou utile pour le moment, du fait des difficultés d'interprétation des évaluations et de la façon dont celles-ci pourraient être utilisées pour la gestion.

5 Intégration de plus de réalisme biologique dans les évaluations futures pouvant traiter plusieurs alternatives structurelles de gestion

Le groupe a noté que les structures modéliques actuelles à deux stock, avec et sans estimations explicites des échanges, sont appréhendées par certains comme n'étant plus crédible du point de vue biologique au vu des informations rassemblées récemment sur les modes de déplacement du thon rouge de l'est et de l'ouest et des changements récents de la distribution des captures dans l'Atlantique centre-nord et nord-est. Pour cette raison, il a été recommandé d'élaborer des modèles d'évaluation qui permettent d'intégrer plus de réalisme biologique, et sont plus flexibles car ils tiennent compte de plus d'hétérogénéité spatiale et temporelle dans la pêche et la dynamique de population du thon rouge que ne le font les formules actuelles de modèles d'évaluation (avec ou sans estimations explicites du mélange). Cette approche a été recommandée pour mieux traiter des structures et normes de gestion de la pêche que la Commission pourrait retenir. Ci-après un résumé des débats sur les avantages, compromis réalisme/estimation et besoins en données de cette approche.

Le groupe a brièvement abordé les mérites relatifs de différents types de modèles de "box-transfer" et d'advection-diffusion quant à leur applicabilité au thon rouge de l'Atlantique nord. Il a été noté que les modèles de diffusion et de chevauchement déjà étudiés par le SCRS constituent ce qui est en fait des extrêmes opposés en termes de mécanismes de mélange et de comportement reproducteur, le premier représentant essentiellement une situation où des migrants sont assimilés par la population locale, et le

deuxième une situation où les migrants retournent tous les ans sur leur lieu de naissance. Il a été commenté qu'il faudrait accroître la structure spatiale et temporelle des modèles d'évaluation des stocks afin d'intégrer de façon plus exhaustive les aspects de la biologie et du comportement des déplacements du thon rouge abordés au chapitre 3. Toutefois, les données disponibles à l'heure actuelle n'ont pas une résolution suffisamment fine pour justifier plus de quelques strates spatio-temporelles supplémentaires. Dans ces circonstances, une approche d'advection-diffusion ne présenterait aucun avantage par rapport à des modèles de type "box" plus distincts. Quelques délibérations ont aussi porté sur la possibilité de modéliser les déplacements des stocks est et ouest en tant que ligne de rupture où la fraction du stock qui occupe un secteur donné change en tant que fonction du temps et de l'espace. Il a été suggéré que l'approche de la ligne de rupture pourrait réduire le nombre des paramètres requis pour illustrer les déplacements du thon rouge, mais il sera peut-être difficile de définir les fonctions appropriées du déplacement.

Quelques membres du groupe ont alors exprimé quelques inquiétudes que l'élaboration et l'application de modèles aussi complexes de mélange puissent s'avérer inutiles du fait des lacunes considérables de nos connaissances sur le comportement du thon rouge et le fait que des données de captures manquent ou sont peu sûres. Il a également été signalé que le fait de tenir compte du mélange est plus important pour l'évaluation du stock qui provient de l'ouest que pour celle du stock, bien plus important, dont l'origine est est-atlantique. Dans cette optique, il a été noté que, si l'on utilise des modèles statistiques de capture, les données de capture douteuses peuvent être infra-pondérées de façon à ce que le modèle ne soit pas contraint à s'y ajuster exactement (comme l'exigent les modèles VPA actuels). Par ailleurs, ces pondérations pourraient être modifiées selon que l'évaluation doit illustrer le stock est-atlantique ou le stock ouest-atlantique.

Le groupe est arrivé à un consensus sur le fait que des modèles de chevauchement avec plusieurs strates spatio-temporelles distinctes pourraient constituer la modélisation la plus prometteuse pour le thon rouge de l'Atlantique, étant plus plausible du point de vue biologique et peut-être plus aisée à appliquer que les modèles de diffusion. Toutefois, il a été rappelé que les données actuelles ne suffisent pas pour justifier le rejet total des modèles de diffusion. Le reste des délibérations a surtout porté sur la nécessité de modéliser les données à une échelle suffisamment fine pour garantir que la dynamique essentielle de la pêcherie est prise en compte, mais pas tellement fine qu'elle empêche l'estimation des paramètres du modèle. A cette fin, il a été noté que, du point de vue de l'évaluation, il faut seulement distinguer les strates spatio-temporelles (boxes) avec des pêcheries différant sensiblement et une abondance relative différente des stocks est et ouest dans la prise. De plus, la spécification des boxes temporelles et spatiales ne doit pas être faite seulement d'après l'état actuel de la pêcherie, mais devrait aussi considérer la gamme historique des pêcheries de thon rouge, comme celles qui se sont déroulées au Brésil pendant les années 1960 et au large de la Norvège pendant les années 1950 et 1960 (comme l'on recommandé des ateliers antérieurs). Un autre point important à considérer était la façon de traiter la région centre-atlantique, traditionnellement attribuée à l'est, mais dont il a été révélé par le marquage électronique récent qu'elle était visitée par une fraction substantielle de poissons marqués à l'ouest.

Il a été précisé que des efforts considérables seraient nécessaires de la part du personnel de l'ICCAT comme des scientifiques nationaux pour fournir les données et étayer les analyses à une échelle spatiale plus fine que ce qui est assuré à l'heure actuelle. Ces inquiétudes concernent surtout les statistiques sur la capture, l'effort et la composition de taille dans la mesure où les données du marquage conventionnel sont déjà triées selon les dates et positions exactes du marquage et de la recapture. Dans de nombreux cas, les séries de capture par unité d'effort s'appliquent à des régions et à des époques relativement distinctes, et le problème de la préparation des données serait simplifié si les boxes étaient définies en conséquence. La principale exception est évidemment la flottille palangrière japonaise, qui assure une ample couverture dans l'espace et dans le temps. Il a été recommandé que l'organisation de ce travail se fasse sous l'égide du Programme d'Année Thon rouge, et il a été noté que les ateliers antérieurs avaient formulé des recommandations similaires liées en général à une désagrégation de la base de données historiques de l'ICCAT. Enfin, il a été recommandé que le dialogue qui a été entrepris entre le SCRS et les principaux chercheurs concernés par les études de marquage conventionnel et électronique se poursuive en vue d'obtenir les résultats en temps opportun aux fins des évaluations.

Le groupe a reconnu qu'une partie du processus de sélection du modèle consiste à déterminer le nombre de strates qui peuvent être supportées par les données, et le fait qu'il peut être nécessaire de combiner plusieurs des strates conçues au départ pour obtenir des résultats qui aient un sens du point de vue statistique. Toutefois, il a également été constaté que ceci peut changer au fur et à mesure de l'obtention de plus d'information (données), et qu'il valait mieux mettre les données actuelles à disposition sur une échelle plus fine que ce qui sera peut-être utilisé dans l'avenir immédiat. Vu ces considérations, le groupe a entrepris de définir les strates spatiales et temporelles qui seraient potentiellement utiles et pratiques, selon l'opinion actuelle sur les données disponibles, pour une modélisation additionnelle des échanges du thon rouge. Le groupe estimait que des divisions temporelles en trimestre (comme l'ICCAT les définit actuellement) suffiraient pour modéliser les principaux changements des modes de déplacement du thon rouge et des pêcheries associées.

Il s'est avéré plus difficile d'arriver à un consensus sur les divisions spatiales appropriées, mais il a été admis que leur nombre ne devait pas dépasser cinq ou six, du point de vue de l'application pratique étant donné la disponibilité actuelle en données. Plusieurs parties intéressées ont alors exprimé leurs préférences, et les dénominateurs communs ont été incorporés dans six strates (**Figure 3**). Tous les participants ont convenu qu'il fallait isoler le golfe du Mexique (strate spatiale 1, qui comprend les Détroits de Floride et la Mer des Caraïbes) et la Méditerranée (strate spatiale 6). La délimitation actuelle est-ouest de gestion a été conservée, mais en la déplaçant vers le nord à proximité du Brésil pour inclure dans la zone ouest les caractéristiques océanographiques uniques de la région et les fortes prises associées effectuées pendant les années 1960. Une zone centre-atlantique, qui comprend le secteur au large du Cap Flemish (strate spatiale 3) a aussi été définie en constatant le fait que peu de poissons marqués à l'ouest avec des marques électroniques s'étaient déplacés au-delà de 30°W. La strate spatiale 4 comprend l'Atlantique nord-est, du sud de l'Islande vers le nord-est jusqu'aux côtes norvégiennes, alors que la strate spatiale 5 comprend le reste de l'Atlantique est. Il convient de noter que ces strates n'ont pas forcément été retenues pour maintenir les zones actuelles de gestion, mais pour refléter la possibilité d'importantes différences éventuelles dans la proportion de la prise qui se compose de poissons venant de l'est ou de l'ouest. Toutefois, la combinaison des strates 1 et 2 englobe essentiellement la zone ouest de gestion, et celle des strates 3-6 la zone est de gestion (avec le léger déplacement du Brésil). Le **Tableau 2** et la **Figure 4** illustrent la série temporelle de la prise estimée d'après ces strates pour les années 1950 à 1997.

Le groupe a défini la structure spatiale de la **Figure 3** comme constituant un point de départ pour l'organisation des données en vue de l'élaboration préliminaire des modèles et la recherche paramétrique. Il a ensuite été noté que ce processus d'élaboration, de vérification et de test de solidité au moyen d'études de simulation prendrait un certain temps avant que cette approche ne puisse servir de base aux évaluations du thon rouge de l'Atlantique et de la Méditerranée. D'après l'exemple récent du groupe de travail sur l'espadon, qui a élaboré et appliqué des méthodes d'évaluation qui tiennent compte de façon plus réaliste du dimorphisme sexuel de la croissance des et des modes de distribution observés chez l'espadon nord-atlantique, il faudra peut-être trois ans ou plus pour mener à bien cette tâche. Toutefois, il est peut-être possible d'utiliser les versions préliminaires des modèles proposés de mélange avec différents jeux de données d'entrée (plutôt qu'estimées) sur les paramètres de mélange en tant qu'analyses complémentaires dans le but de déterminer un niveau brut de la sensibilité des évaluations à diverses alternatives hypothétiques (ceci est analogue à ce qui a été fait dans le cas des modèles actuels à deux strates de diffusion et de chevauchement).

Vu qu'il faudra probablement plusieurs années pour l'élaboration, la vérification et les tests de solidité des modèles, à court terme, le groupe recommande que les avis de gestion soient fournis dans la lancée de la méthodologie et des postulats de structure du stock actuels d'évaluation, et que l'état du thon rouge est et ouest soit évalué, ainsi que son potentiel de rétablissement et ses projections, selon plusieurs niveaux futurs de TAC, en incluant/excluant les prises et le taux de capture de l'Atlantique central dans les modèles d'évaluation.

6 Apports en données et scientifiques nécessaires pour plusieurs alternatives structurelles de gestion (évaluations comprises)

Indépendamment de la structure de gestion que la Commission aura adopté, l'atelier insiste sur la nécessité de maintenir et d'améliorer, le cas échéant, la collecte et la transmission des statistiques de base sur la pêche et des données pour les études halieutiques de base. Ceci comprend la capture, l'effort, les échantillons de taille, les études de la croissance, de la maturité, de la fécondité, etc. Ceci intéresse notamment les pêcheries de l'Atlantique est et de la Méditerranée. L'information de base sur la pêche est d'autant plus importante au vu de la question des prises IUU.

Le **Tableau 1** énumère les études qui pourraient éventuellement servir à étayer les évaluations et la gestion futures. Certaines d'entre elles pourraient être appliquées à court terme, et d'autres seraient plus pertinentes pour le développement à long terme de modèles complexes.

A court terme, la Commission voudra peut-être suivre de près les pêcheries du secteur centre-atlantique et leur impact sur les stocks. Dans ce cas, l'équipement VMS sera utile pour la surveillance, et la Commission renforcera peut-être ses exigences concernant cet équipement dans ce secteur. De plus, il serait utile d'effectuer du marquage avec marques pop-up dans cette zone pour étudier la dispersion des concentrations de thons.

Il serait idéal d'accroître de façon importante le nombre de marques-archives (implantées et pop-up) apposées sur des poissons de toutes tailles dans tout l'Atlantique et la Méditerranée, afin d'obtenir une image globale des déplacements et des modes de résidence du thon rouge. En l'absence de fonds illimités, toutefois, il est nécessaire de se concentrer sur de petits projets destinés à tester des hypothèses spécifiques (par exemple, le marquage de grands poissons pendant la saison de frai dans une zone de ponte connue pour vérifier le degré de fidélité au lieu de frai).

Une grande partie de notre perception actuelle des échanges du thon rouge dans l'Atlantique provient de poissons marqués au large des côtes de l'Amérique du Nord. Il est important d'accroître nos efforts de marquage et de récupération de l'information sur le thon rouge dans tout l'Atlantique, en particulier dans l'Atlantique central et en Méditerranée, de façon à mieux appréhender les échanges de l'espèce. Comme l'a recommandé le BYP, ce marquage suivrait une structure expérimentale spécifique pour maximiser l'information en retour.

Le groupe a convenu que l'analyse des micro-éléments constituait un très bon potentiel pour paramétriser certains des modèles "de chevauchement" commentés ci-dessus si ces analyses fournissent des clés fiables permettant de classer le poisson selon son origine. Les recherches visant à affiner et à tester cet outil devraient être considérées hautement prioritaires.

La récupération indépendante de la pêche ces dernières années de marques-archives implantées suggère un taux d'échange bien plus élevé entre l'est et l'ouest que ne le fait le marquage conventionnel historique. Il faut étudier ces divergences à l'aide de modèles (par exemple, SCRS/00/098).

7 Recommandations concernant les stratégies futures d'évaluation/gestion

Le chapitre 2 examine l'information existante sur le type et l'étendue des échanges, des déplacements et de la distribution. Bien que le mandat dont cette réunion était chargé par la Commission soit d'évaluer la ligne de démarcation actuelle est-ouest de l'Atlantique, de nombreuses sources d'incertitude et la limitation des données restreignent la compréhension de la biologie et de la dynamique des populations du thon rouge. Ceci comprend les limitations qui affectent l'information de base sur la capture, l'effort, les échantillons de taille, les études de la croissance, de la maturité, de la fécondité et autres informations biologiques. Toutefois, en réponse au mandat de la Commission (et à l'accumulation d'informations sur les déplacements), cette réunion a mis l'accent sur l'effectivité de la ligne de démarcation actuelle est-ouest de l'Atlantique établie aux fins de la gestion.

Les preuves accumulées indiquent que des déplacements sont bien effectués à travers la délimitation actuelle est-ouest de la gestion de l'Atlantique, que ces déplacements peuvent être importants (déplacements transatlantiques compris) et complexes, qu'il existe des zones de concentration de poissons porteurs de marques électroniques dans l'Atlantique centre-nord juste à l'est de la délimitation de la gestion, et que la pêche au thon rouge se développe dans cette région depuis une dizaine d'années. Très évidemment, une proportion importante de ces poissons provenaient de l'ouest de la délimitation. Des études complémentaires viennent d'être entreprises pour tenter de démontrer les déplacements d'est en ouest. Les conclusions sur la composition du poisson dans ce secteur sont donc prématurées. De plus, le lieu de frai d'origine de ces poissons (est ou ouest) n'est pas connu. Toutefois, il est évident que la ligne de démarcation actuelle n'illustre pas notre compréhension actuelle de la distribution et de la structure de stock biologiques du thon rouge de l'Atlantique. Il convient cependant de noter que la ligne de démarcation actuelle est une délimitation *de gestion*, et que son efficacité aux fins de la gestion est une autre question.

Un plan a été dressé pour la modélisation et l'évaluation (chapitre 3) de façon à intégrer dans les évaluations les connaissances accumulées sur les déplacements, à évaluer l'efficacité d'alternatives de délimitation spatiale et à élaborer diverses alternatives de stratégie de gestion (dont des unités spatiales de gestion à résolution plus fine). La réalisation de ce travail permettrait à la Commission de concevoir des stratégies de gestion plus flexibles (et partant plus complexes). Toutefois, il est prévu qu'elle demandera plusieurs années de travail. Par conséquent, plusieurs options de gestion ont été avancées pour le court terme (chapitre 4), que la Commission pourrait utiliser comme mesure intérimaire, et qui pourraient être intégrées dans la prochaine évaluation. Les trois options ci-après seront probablement les plus utiles: Option 1) *statu quo*, selon laquelle la délimitation actuelle de gestion, l'évaluation actuelle fondée sur cette délimitation et les allocations actuelles de gestion sont maintenues; Option 2) *unité de gestion Atlantique centre-nord*, selon laquelle une zone Atlantique centre-nord (comprenant des secteurs à l'est de la délimitation actuelle) est définie d'après les dernières données sur la pêche, la capture, la distribution du marquage et la biologie, les évaluations sont faites avec la délimitation actuelle de gestion, une limitation des captures et des exigences strictes en suivi scientifiques sont imposées dans l'Atlantique centre-nord, et la Commission élabore un accord de répartition au sein de l'Atlantique centre-nord; et Option 3) *expansion de l'unité ouest-atlantique de gestion*, selon laquelle les unités est et ouest de gestion sont redéfinies en étendant la zone ouest pour couvrir des secteurs de l'Atlantique centre-nord (définis par les dernières données sur la pêche, la capture, la distribution du marquage et la biologie), les évaluations sont fondées sur cette nouvelle délimitation, et un nouvel accord de répartition est établi.

Veuillez noter que les Options 2 et 3 requièrent une nouvelle définition des limites de gestion d'après les dernières données sur la pêche, la capture, la distribution du marquage et la biologie. Toutefois, aucune délimitation de gestion susceptible d'être établie n'illustrera de façon exacte la distribution biologique. Une limite donnée est retenue comme un indice approchant de la distribution chevauchante réelle du poisson qui équilibre la nécessité d'englober autant de poissons que possible nés à l'ouest dans l'unité ouest de gestion et de poissons nés à l'est dans l'unité est de gestion. Ces deux intérêts se font évidemment concurrence.

Le choix entre les trois options dépend en premier lieu de l'opinion formée sur le degré d'efficacité de chaque option dans l'optique des objectifs de la Commission de rétablir le thon rouge de l'unité ouest-atlantique de gestion et de ramener à un niveau soutenable les prises de l'unité est-atlantique. Le choix de l'une de ces options sera probablement bien plus important en ce qui concerne les objectifs de l'unité ouest-atlantique de gestion que pour l'unité est-atlantique, du fait que l'abondance du poisson et les prises sont bien plus importantes dans l'Atlantique est que dans l'Atlantique ouest. Ainsi, le choix de la délimitation de gestion est un compromis destiné à inclure plus de poissons nés à l'ouest dans l'unité ouest-atlantique de gestion sans diluer l'évaluation et la gestion de l'Atlantique ouest dans un trop grand nombre de poissons nés à l'est.

A ce stade, le groupe n'a pas été en mesure de définir l'ordre de priorité de ces options. Le choix dépend du jugement personnel sur la mesure dans laquelle le poisson né à l'ouest est vulnérable à la pêche de l'Atlantique central, et jusqu'à quel point des poissons nés à l'ouest se mêlent à des poissons nés à l'est dans l'Atlantique central. Si la Commission estime que la proportion du poisson d'origine ouest-atlantique qui traverse la ligne de démarcation des stocks et sont vulnérables à la pêche dans l'Atlantique central est trop peu important pour mettre en danger le plan de rétablissement de l'Atlantique ouest, l'Option du *statu quo*

est alors la plus appropriée. Si la Commission estime que la proportion de poisson d'origine ouest-atlantique qui est vulnérable à la pêche dans l'Atlantique central est suffisamment élevée pour mettre en danger le plan de rétablissement, il est alors plus adéquat de retenir l'Option 2 ou 3. Si la Commission estime que le degré de mélange des poissons d'origine est et ouest dans l'unité centre-atlantique de gestion sous étude est important, il convient de retenir l'Option 2. Toutefois, si la Commission estime qu'il y a peu de mélange et que les poissons sont nés à l'ouest, l'option adéquate est alors l'Option 3 (déplacement vers l'est de la délimitation entre les unités est et ouest de gestion). Veuillez noter que ces options doivent toutes trois être considérées comme intérimaires, c'est-à-dire que l'on n'en attend pas qu'elles constituent une solution à long terme au problème des échanges.

Il est recommandé que la Commission choisisse l'une de ces trois options jusqu'à ce qu'une solution à long terme au problème des échanges soit élaborée. Il est également recommandé qu'à la session d'évaluation de 2002 le SCRS effectue des évaluations fondées sur les trois options. Ceci implique que le SCRS devra dresser et évaluer plusieurs scénarios des délimitations de gestion des Options 2 et 3.

Quelle que soit l'option retenue, la Commission doit être consciente de la nécessité d'un suivi scientifique rigoureux dans l'Atlantique centre-nord.

JORNADAS DE TRABAJO ICCAT SOBRE LA MEZCLA DEL ATÚN ROJO

(Madrid, España, 3-7 de septiembre, 2001)

1 Apertura y disposiciones para la reunión

La reunión fue inaugurada por el Presidente, Dr. Joseph Powers. Se adoptó la Agenda tal y como aparece en el **Apéndice 1**. Se presentaron los participantes (“el grupo”, **Apéndice 2**) y los documentos de la reunión (**Apéndice 3**).

En la reunión de noviembre de ICCAT, la Comisión decidió que el SCRS examinara los efectos de la mezcla del atún rojo en las evaluaciones de stock y los posibles límites de ordenación en una reunión intersesional. Esta resolución (**Apéndice 4**) se basó en las recomendaciones realizadas por el SCRS (Informe de 2000), el Grupo de Trabajo sobre el Atún rojo del Atlántico Oeste (Informe Detallado BFT-W) y el Grupo de Trabajo CGPM/ICCAT *Ad Hoc* sobre Grandes Pelágicos (COM-SCRS/00/25). Por lo tanto, esta reunión intersesional se celebra en respuesta a esta resolución.

La mezcla del atún rojo y los temas de ordenación relacionados con ella son complejos. La Comisión ha reconocido que evaluar los límites de ordenación y las unidades de ordenación implicaría necesariamente un diálogo entre científicos y gestores. La presente reunión intersesional es un paso inicial para establecer este diálogo ciencia-ordenación. Los objetivos de esta reunión son los siguientes:

- Evaluar la información respecto a la mezcla y movimiento del atún rojo del Atlántico.
- Examinar modelos alternativos de evaluación que podrían ser utilizados para definir las hipótesis biológicas.
- Sugerir alternativas para estructuras de ordenación que podrían ser utilizadas en vista de las características biológicas y de evaluación, y
- Por último (y más importante), evaluar los requisitos institucionales y de información que serán necesarios tanto para evaluar como para gestionar/asignar el/los stock(s) según estructuras de ordenación alternativas.

Los siguientes participantes fueron designados como relatores:

<u>Punto</u>	<u>Relator</u>
1, 2	J. Porter
3	C. Porch
4	M. Sissenwine
5	G. Scott
6	V. Restrepo
7	J. Powers

2 Evidencias de la clase y alcance de la mezcla, movimiento y distribución

A continuación se resumen las discusiones que tuvieron lugar en esta reunión¹. En otras reuniones han tenido lugar discusiones similares y, en especial, el grupo aludió al excelente resumen del documento SCRS/92/22 (**Tabla 3**).

2.1 Antecedentes históricos para la actual hipótesis sobre el stock

Desde que ICCAT inició su labor científica en 1971, la estructura del stock de atún rojo ha sido objeto de intensas discusiones por parte de los científicos. En los primeros años, los científicos disponían ya de considerable información procedente de liberación y recuperación de marcas. Se dieron cuenta de que la mayoría de las recuperaciones procedían del mismo lado del Atlántico que las liberaciones, pero existían algunas recuperaciones transatlánticas y existían evidencias de diferencias morfológicas entre el atún rojo del este y el oeste. Sin embargo, la hipótesis de un stock era más plausible en aquellos momentos para el Atlántico, con alguna separación entre los stocks del Atlántico y el Mediterráneo.

En 1976, el SCRS consideró que los factores detallados a continuación respaldaban la hipótesis de los dos stocks (con el Atlántico este y el Mediterráneo como un stock): la presencia de peces pequeños y grandes en ambos lados del océano, la presencia de reproductores en ambos lados del océano pero en diferentes periodos temporales, la no evidencia de actividades de desove en el Atlántico central, registros históricos y de marcado de almadrabas en la zona de Gibraltar que demuestran que el atún rojo del Atlántico este se adentra en la zona de desove del Mediterráneo, la distribución larval y de juveniles en el Mediterráneo, irregularidades en las recuperaciones transatlánticas de marcas. Por otra parte, como respaldo a la hipótesis de un stock se consideraron los siguientes factores: uniformidad en las tendencias a largo plazo en la captura entre el este y el oeste, similitud en las tasas de crecimiento, recuperaciones transatlánticas de marcas. Por lo tanto, se consideró que el Atlántico este y el Mediterráneo están estrechamente relacionados, y que en lo referente a ordenación la hipótesis de los dos stocks podría ser más ventajosa.

En 1978 el SCRS afirmó que “la evidencia actual (que sigue siendo escasa) tiende hacia la hipótesis de stocks separados al Este y al Oeste diferentes, con un intercambio variable y pequeño de peces entre ambas zonas”. Se consideró que los resultados del marcado respaldaban la mezcla reducida, y la diferencia observada en el tamaño de las clases anuales (una fuerte clase anual en el oeste en 1973 y en el este en 1974) entre el este y el oeste respaldaba también la hipótesis de dos stocks distintos.

En 1980, el SCRS presentó las evaluaciones de stock del este y el oeste por separado, y también para un stock de todo el Atlántico. Las divisiones de la zona fueron sugeridas por el Subcomité de Estadísticas, y son el origen de la actual línea divisoria para el atún rojo entre el este y el oeste. La línea de separación se basa en las discontinuidades en la distribución de las capturas, en aquel momento, en el Atlántico global, así como en asumir más o menos puntos medios, geográficamente, desde los continentes del este y el oeste. La línea de división adoptada en la sesión del SCRS de 1980 se utilizó para definir las unidades de ordenación de stock del este y el oeste. Además de las restricciones sobre esfuerzo y talla mínima para todo el Atlántico recomendadas por la Comisión en los 70, en 1981 la Comisión estableció un nivel de seguimiento científico para el atún rojo del oeste utilizando la línea de separación establecida por el SCRS en 1980.

2.2 Marcado convencional

En las Jornadas se presentaron tres documentos que describían análisis de marcado convencional. El SCRS/01/042 presentaba un análisis descriptivo sencillo de la base de datos de marcado ICCAT de

¹ Varios documentos comunican estimaciones sobre la mezcla y las tasas de intercambio. Debe tenerse en cuenta que no son siempre comparables, ya que diferentes autores han definido estas tasas de forma distinta.

atún rojo. Desde 1954 cerca del 91% de las marcas fueron liberadas en el Atlántico oeste, y un 9% en el Atlántico este. Más del 95% de las marcas fueron recuperadas en la zona de liberación. Mientras que el número de marcas liberadas en el oeste y recuperadas en el este (102) fue cinco veces mayor que al contrario (19), el porcentaje de migraciones transatlánticas del este al oeste (4,3%) fue casi dos veces superior que el del oeste al este (2,2%). Existió variación temporal (interanual y/o década a década) en las migraciones transatlánticas, especialmente del oeste al este, donde existen más datos (década de 1990 = 7,6%; 1980 = 1,2%; 1970 = 0,84%; 1960 = 2,28%). Existe mayor probabilidad de migración transatlántica en los peces más mayores y en los que llevan en libertad mucho tiempo. El autor aconseja interpretar los resultados con precaución debido a los pequeños tamaños de las muestras y a los cambios en los patrones de pesca, a pesar de que los patrones subyacentes podrían ser ilustrados por estos análisis. El autor afirma que la información ecológica y de marcado sobre el atún rojo del Atlántico indica claramente que el límite de 45° W es artificial. Sin embargo, no hay disponible información fiable para definir un límite racional (si es que existe alguno), o para crear más substocks. El documento SCRS/01/077 reexaminaba el SCRS/00/110 y los datos de Cort y Liorzou (1995) y consideraba sólo los datos de las marcas liberadas en el este, en libertad durante más de un año, y recapturadas en el oeste. Según este cálculo, la tasa de intercambio entre el este y el oeste varía en el tiempo desde el 0 al 21%. Este documento informaba también acerca de mejoras considerables en las tasas de comunicación de las marcas como resultado de los nuevos esfuerzos para difundir información sobre programas de marcado en puertos pesqueros, zonas de almadraba y asociaciones. Durante la presentación del SCRS/01/057, se comunicó que se habían liberado 7.065 marcas convencionales sobre atunes rojos pequeños, medianos y gigantes en Carolina del Norte entre 1994 y 2000, con una tasa de recuperación del 4,1% (comparada con la tasa de recuperación del 18% de marcas de archivo injertadas). El diez por ciento de estas marcas fueron recuperadas en el este. Se indicó que este gran momento de marcado ha disminuido.

Mediante estas discusiones se llegó a la conclusión de que estos análisis eran registros valiosos. Se destacó que es importante tener en cuenta la talla y/o edad del pez en los análisis. La recogida de muestras de tejido para realizar análisis genéticos y hormonales es también muy útil. Se sugirió que deberían considerarse otros marcadores (mordeduras de tiburón cigarro), así como otras posibilidades de mezcla (por ejemplo, Atlántico norte-sur). Se debatieron las precauciones usuales al interpretar los datos de marcado convencional, en especial deben tenerse en cuenta los cambios en la capturabilidad y el uso coherente y preciso del término “tasa de mezcla”. Se observó que las tasas de comunicación de las marcas recuperadas pueden variar según la flota y/o el área geográfica.

2.3 Marcado electrónico

Se presentaron tres documentos para proporcionar actualizaciones sobre los tres programas de marcado electrónico de atún rojo que se llevan a cabo en el Atlántico.

El documento SCRS/01/057 informaba sobre los resultados obtenidos (y el suplemento – www.sciencemag.org/cgi/content/full/293/5533/1310/DC1) a partir del marcado de atún rojo del Atlántico con marcas de archivo injertables (279) y marcas pop-up por satélite (98) entre 1996 y 2000. Estos datos de marcado electrónico proporcionan ideas sobre los movimientos estacionales y las preferencias medioambientales del atún rojo. Se sumergen hasta profundidades de > 1000 m, experimentando temperaturas externas que oscilan entre lo 3-30° C y mantienen una temperatura corporal templada. Los autores describían una compleja conducta migratoria y proponían cuatro patrones: residencia en el oeste sin visitar una zona de desove conocida, residencia en el Atlántico oeste incluyendo una visita a una zona de desove conocida, movimiento transatlántico de oeste a este y de vuelta, y movimiento transatlántico hacia el este tras 1 a 3 años de residencia en el oeste. Aunque el origen natal de estos peces marcados en el oeste es desconocido, estos datos describen un mayor nivel de movimiento cruzando la línea que delimita este-oeste que el observado en las recuperaciones de marcas convencionales en el mismo experimento. Los autores llegaron a la conclusión de que existe mezcla de atún rojo en las zonas de alimentación del este y el oeste, pero que los peces podrían separarse para el desove, ya sea en el Golfo de México o en el Mediterráneo (pero no hay evidencias de peces que se dirijan a los dos). Estas zonas de alimentación parecen atraer a peces tanto del

Atlántico este como del Atlántico oeste, y algunas de estas zonas de alimentación atraviesan el límite de stock asumido. El documento describe una conducta reproductiva única y explica que la duración del desove para un pez individual es potencialmente más corta de lo anteriormente descrito. Las marcas pop-up por satélite liberadas en 3 zonas del oeste revelan patrones de distribución similares a los de los datos de archivo en el primer año.

El SCRS/01/078 informaba sobre el programa de marcado pop-up por satélite de la Unión Europea. Un total de 84 atunes rojos fueron marcados durante 1998-2000 con marcas pop-up de punto único (61) y de archivo (23). Se detectaron 23 marcas. Aunque hubo problemas de transmisión de datos con la primera generación de marcas pop-up (tasa de comunicación de aproximadamente el 20%), los datos de marcado muestran resultados interesantes, incluyendo elevadas concentraciones de clorofila-a en las zonas donde las marcas se desprendieron. El uso de marcas archivo pop-up por satélite tuvo un gran éxito de comunicación en los atunes rojos pequeños del Mediterráneo, pero poco éxito con los grandes reproductores que supuestamente abandonan el Mediterráneo y se internan en el Atlántico este. Dado que la tecnología tuvo éxito con los peces pequeños, es posible que exista un problema de no comunicación en los reproductores. En total, 7 marcas (cerca de un tercio) se activaron desde el Atlántico (2 en el Atlántico norte y 5 en el Atlántico tropical), y el resto en el Mediterráneo, no lejos de su lugar de liberación, aunque después de un considerable periodo de tiempo en libertad.

El SCRS/01/053 proporcionaba una actualización (del SCRS/00/95) sobre el marcado de archivo pop-up por satélite de atún rojo en el Atlántico noroeste (programa conjunto Estados Unidos/Canadá). Durante los últimos tres años, 58 marcas de punto único y 28 marcas fotosensibles archivo pop-up por satélite fueron colocadas en atunes rojos gigantes (178-226 cm SFL) en el Atlántico norte oeste. El trabajo se llevó a cabo en cooperación con barcos pesqueros alquilados o comerciales, de Nueva Inglaterra y Canadá (arpón, caña y carrete, almadra y cerco) y se utilizaron técnicas de colocación de las marcas desarrolladas por los pescadores estadounidenses. Las colocaciones a largo plazo oscilaron entre 80-365 días, y la mayoría de las marcas se desprendieron de los peces durante el supuesto periodo de desove (abril – julio). Seis de las 7 marcas colocadas en los peces desde septiembre de 2000 se comunicaron el 1 de septiembre de 2001, aunque los datos aún no están disponibles. El documento informaba de que todos los peces marcados entre 1997-1999 se encontraban en el Atlántico norte central cuando sus marcas se desprendieron, y entre el 30-58% anualmente se encontraban en la zona este de ordenación. Están disponibles las estimaciones de latitud y longitud (basadas en los datos sobre el nivel de luz) y asociaciones medioambientales (80 – 340 días) para doce peces (193-266 cm). Estos resultados se utilizaron para planificar una campaña de investigación de palangre al Atlántico norte central que tuvo lugar desde el 26 de junio hasta el 19 de julio de 2001 (SCRS/01/031).

Durante los debates sobre estos documentos y los nuevos resultados, el grupo indicó que esta nueva información y las nuevas herramientas de investigación nos proporcionan la oportunidad de obtener nueva e importante información. Los conjuntos de datos generados en tan sólo 5 años de trabajo con las nuevas marcas electrónicas proporcionan una gran cantidad de información sobre los movimientos y la conducta del atún rojo, además de facilitar datos fisiológicos y oceanográficos. La capacidad de realizar un seguimiento de los movimientos del atún rojo independientes de la pesquería es un paso adelante en la investigación de pesquerías.

El grupo trató también una serie de inquietudes tecnológicas, biológicas y de muestreo relacionadas con el uso de estas marcas electrónicas (se ruega consultar además el SCRS/00/25 para más información sobre este tema). Estas inquietudes se tratan más detalladamente a continuación y puede aprenderse mucho de problemas previos y sus soluciones. Es importante comprender cómo los temas asociados con la primera tecnología podrían afectar a la interpretación de los datos. Se han producido considerables mejoras en la tecnología, incluso desde la reunión del año pasado celebrada en Malta (SCRS/01/025). A pesar los problemas surgidos a medida que la tecnología se ha ido desarrollando, el grupo estuvo de acuerdo en que estas marcas electrónicas son otra importante herramienta y están proporcionando datos que no es posible obtener de cualquier otra forma actualmente disponible.

Tecnológicas. Se discutieron los defectos y méritos relativos de los tipos de marcas. Se acordó que la característica de archivo de las marcas electrónicas es esencial para estudiar los movimientos del atún rojo. Con el fin de responder a las preguntas sobre la fidelidad al lugar de desove, la duración de la colocación de la marca es importante. Se destacó la tasa de recuperación de datos, así como los datos independientes de la pesquería asociados con las recapturas de marcas archivo. Tanto la capacidad de archivo como la inclusión de sensores de presión en las marcas pueden ayudar a determinar si las marcas permanecen colocadas en el pez. Se produjo un debate acerca de la determinación de las estimaciones de latitud y su fiabilidad. Los métodos para generar la latitud incluían el uso de niveles de luz en solitario, así como el incremento con la temperatura de la superficie del mar y la profundidad. La fiabilidad de la recepción de las transmisiones de las marcas satélite pop-up de punto único en el Atlántico este y el Mediterráneo era una fuente de inquietud, y fue planteada como una razón para distinguir el éxito de comunicación de las marcas entre los programas de marcado del Atlántico oeste y este. Pruebas recientes llevadas a cabo por Service Argos Inc. en tres localizaciones de todo el mundo confirmaron que un cambio de frecuencia mejoraba la recepción de las transmisiones de las marcas desde el Atlántico este y el Mediterráneo. Además, se han conectado dos nuevos satélites con receptores mejorados y las últimas marcas archivo pop-up tienen características de “satélite a la vista” que aumentan la vida de la batería para lograr una transmisión de datos más amplia. En todos los programas se destacó la importancia de la colocación de la marca. La manipulación cuidadosa de los peces y la colocación de las marcas son esenciales para que las sujeciones a largo plazo tengan éxito. La pérdida de la marca pop-up (el desprendimiento prematuro de la marca pop-up del pez) es también fuente de preocupación. Las nuevas características de las marcas (sensores de presión [profundidad], y un desprendimiento a prueba de fallos cuando el pez llega a una profundidad predeterminada o a una profundidad predeterminada constante) aclararán la interpretación de los datos a este respecto en un futuro. Aunque se expresaron algunas opiniones acerca de que los resultados de la primera generación de marcas pop-up de localización puntual deben vigilarse con cuidado si permanecen en el pez largo tiempo, otros señalaron que los resultados son coherentes con parte de los datos de las marcas archivo injertables y son importantes para nuestra comprensión de los movimientos del atún rojo. Las tasas de desprendimiento prematuro de las marcas pueden determinarse ahora utilizando los datos de las marcas archivo pop-up (con sensores de presión). Aunque las marcas pop-up han mejorado mucho actualmente e incorporan nuevas características, se señaló que la mortalidad por pesca y la no comunicación de las marcas no puede ser descartada como una causa del aparente fallo de las marcas pop-up. Es esencial continuar con los esfuerzos para informar al público acerca de las actividades de marcado y la importancia de la devolución de las marcas.

Diseño de muestreo. Dado que el número de peces que puede ser marcado es inevitablemente pequeño en comparación con la población, un punto fundamental es garantizar que los datos de marcado son representativos de toda la población (o un componente identificable de ella). Las marcas electrónicas se han colocado fundamentalmente en peces en el Atlántico oeste. Debe hacerse especial hincapié en marcar peces a lo largo de toda la distribución de atún rojo en el Atlántico y el Mediterráneo y sobre un rango más amplio de peces maduros. Las conclusiones basadas únicamente en estudios realizados en el Atlántico oeste podrían tener una interpretación diferente si se hubiera aplicado la misma intensidad de investigación en el Atlántico este y el Mediterráneo. Con el fin de dar respuesta a preguntas sobre la fidelidad al lugar de desove, las marcas archivo deben mantenerse en el pez durante al menos dos temporadas de desove. De hecho, es muy importante disponer de suficientes series temporales para comprender los mecanismos subyacentes de los patrones de movimiento; las conclusiones basadas en series temporales cortas pueden estar confundidas a causa de anomalías ambientales y llevar a falsas conclusiones. En la actualidad, es difícil utilizar estos datos de marcado de forma cuantitativa en las evaluaciones de stock (por ejemplo para calcular tasas de mezcla, tasas de mortalidad, etc.). También se produjo debate acerca de si la recaptura de las marcas (por ejemplo, marcas archivo injertables) se vería afectada por los efectos de las regulaciones y si esta situación variaría de zona en zona y según la nación que las comunicara, dependiendo de su cuota (o de su falta de la misma).

Biológicas. Uno de los principales defectos de los resultados es que el origen (zona natal) del pez que se marca no es conocido. Diversos científicos señalaron el hecho de que los datos procedentes de marcado electrónico confirman las anteriores hipótesis sobre los movimientos del atún rojo en el Atlántico. Se señaló la coherencia de los diversos datos y la confirmación independiente de los resultados se consideró un resultado valioso. El grupo estuvo de acuerdo en que los resultados globales del marcado muestran extraordinarios patrones de la distribución del atún rojo y destacan el hecho de que existe mayor complejidad y dinámica en la mezcla de los peces del este y el oeste de lo que se creía anteriormente, lo que facilita pruebas adicionales para la interdependencia parcial de las pesquerías en ambos lados del Atlántico. El grupo reiteró la recomendación del SCRS/00/25 de que los investigadores comuniquen a ICCAT el número de las marcas tanto convencionales como electrónicas antes de realizar el marcado, con el fin de facilitar la rápida recuperación de los datos y la marca y evitar así posibles pérdidas de información.

2.4 Distribución histórica de la captura y la CPUE

El documento SCRS/01/059 examinaba dos series de CPUE para el oeste (el índice de caña y carrete de Estados Unidos de edad 8+ y el índice de palangre japonés de edad 2-9 para el Atlántico noroeste) y dos series de CPUE para peces grandes procedentes del Atlántico este (el índice de palangre japonés de edad 8+ para el llamado Atlántico central y las series de palangre japonés de edad 8+ para el Atlántico este y el Mediterráneo). El documento indicaba que las tendencias de la CPUE para el Atlántico oeste y central presentaban una tendencia diferente a las series de CPUE para el Atlántico este y el Mediterráneo, lo que sugiere que la disponibilidad de peces procedentes del oeste se extiende bastante hacia el noreste de la actual línea ICCAT. El documento trataba también las evidencias de una relación estrecha entre los peces pequeños (definidos como de edad 3 o más jóvenes) entre el Atlántico este y el Atlántico oeste. Señala que en la actualidad existen pocos índices de abundancia disponibles sólo para el Mediterráneo, independientemente del Atlántico este, y esto puede resultar confuso para las evaluaciones de VPA del llamado stock del Mediterráneo. El muestreo de las capturas también es generalmente incompleto, hasta el punto de que el seguimiento del reclutamiento en el este resulta problemático. Durante la discusión se señaló que otros dos índices del oeste muestran tendencias descendentes: el Golfo de México de edad 8+ y el canadiense SWNS de edades 3-17. En base a esto, algunos participantes se mostraron en desacuerdo con la sugerencia del SCRS/01/059 de que las similitudes entre las tendencias de las CPUEs seleccionadas en las zonas central y del oeste podrían indicar una conexión entre el Atlántico central y oeste. A pesar de esta interpretación, los datos muestran tendencias opuestas para la pesquería de palangre del Atlántico central y la pesquería de palangre de Japón del Atlántico este y el Mediterráneo.

Se examinó la distribución histórica de la captura y esfuerzo del palangre japonés (**Figura 1**) en bloques de cinco años para estudiar los cambios producidos en la distribución de la pesca desde que a comienzos de los años 80 se estableció el límite de los 45° W (ver más arriba). Las capturas del palangre japonés representan sólo una imagen parcial de la captura de atún rojo, y además, como parte de este esfuerzo se dirige a otras especies diferentes al atún rojo, las distribuciones podrían no representar de forma precisa la distribución del atún rojo. Está claro que se han producido cambios en la distribución de la pesca de palangre y desde los años 90 existe mucha más pesca (y captura de atún rojo) en la región del Atlántico central. Según estas representaciones parece que la distribución global de la captura en los 90 es más continua en todo el Atlántico norte de lo que era en décadas anteriores. Los patrones de captura y esfuerzo del palangre japonés presentan cambios estacionales (**Figura 2**) que pueden provocar confusión en la interpretación de las representaciones anuales. Durante el debate, se destacó que las **Figuras 1 y 2** muestran la distribución de la pesquería, pero no necesariamente los peces.

2.5 Otras fuentes

Larvas. El documento SCRS/01/076 informa (tal y como solicitó la reunión BYP en abril de 2001) sobre una comparación de rendimientos de muestreo y abundancia de larvas de atún rojo en el Mediterráneo y el Golfo de México, basada en la encuesta de larvas realizada en colaboración por la

UE, Estados Unidos y Japón en 1994. Todos los investigadores utilizaron remolques oblicuos Bongo para el muestreo. La distribución de las estaciones con larvas de atún rojo y el número estandarizado de larvas muestreadas por estación entre diferentes investigadores mostró una buena correspondencia, a pesar de las pequeñas diferencias entre los protocolos de muestreo. Los resultados de la encuesta vertical de distribución indicaron que las larvas de atún rojo se concentran en la superficie y en las capas cercanas a la superficie, tanto de día como de noche. Una estimación aún inacabada de la abundancia de larvas indicaba que la producción larval en el Mediterráneo era más del doble que la del Golfo de México². Debido a las diferencias en los esfuerzos de la encuesta, esta diferencia podría ser mayor que este cálculo aproximado. Se observó que un documento anterior (SCRS/79/45) informaba sobre la relación opuesta de densidad para las dos zonas durante la época de mediados a finales de los años 70.

El SCRS/01/077 explicaba que la encuesta científica sobre larvas de la UE (SCRS/01/082) se realizó en la zona de las Islas Baleares desde el 15 de junio al 12 de julio de 2001, y se capturaron más de 150 larvas de atún rojo. Como se debatió en la reunión del BYP (Abril de 2001, Miami), se utilizó el mismo protocolo de muestreo que en la propuesta del Atlántico norte central (SCRS/01/031) con el fin de garantizar resultados comparables.

Condición reproductiva, edad de madurez y crecimiento. El SCRS/01/031 (rev) informaba sobre el progreso de la investigación del Comité de Dirección de la Investigación sobre el Atún Rojo del Atlántico Norte Central. Esta propuesta fue revisada en la Reunión del BYP de abril. Aunque el BYP se mostró preocupado por que el reducido nivel de fondos disponibles en 2001 podría comprometer la capacidad de cumplir los objetivos científicos del estudio, el Comité de Dirección, tras una seria reflexión, decidió que era importante proseguir en 2001. El propósito de esta campaña internacional de investigación era establecer, en un estudio piloto, el estatus reproductivo del atún rojo adulto en el Atlántico norte central, e identificar protocolos adecuados de investigación y muestreo para futuras campañas en la zona. La hipótesis de posible desove en el Atlántico norte central fue resultado tanto de los datos históricos, como de los recientes datos del mercado electrónico (SCRS/00/95, SCRS/01/053). Desde el 25 de junio hasta el 19 de julio de 2001, dos barcos comerciales realizaron un total de 32 lances. Aunque se encontraron la mayoría de las especies habitualmente capturadas por el palangre en esa época del año, desgraciadamente no se capturó ningún atún rojo, aunque sí fueron capturados por otros barcos comerciales en las proximidades. Deben analizarse aún las muestras de plancton obtenidas y se informará sobre ellas a su debido tiempo. Como era de esperar en una expedición de esta magnitud, las indicaciones preliminares sugieren nuevos e importantes descubrimientos para alguna de las especies capturadas. Estos descubrimientos se obtendrán cuando los análisis se hayan completado. Se ha planeado para 2002 el uso de barcos de investigación (y por lo tanto de una campaña oceanográfica y larval completa).

El Instituto Nacional de Investigación de Pesquerías en Aguas Distantes de Japón presentó un borrador (BD3) sobre un plan provisional para que en 2002 el R/V *Shoyo-Maru* realice un crucero de investigación, con el fin de estudiar la actividad reproductiva del atún rojo del Atlántico en el Atlántico norte central. Entre el 15 de junio y el 21 de agosto, se proponen un total de 49 días de encuesta para muestrear el estatus reproductivo de atunes rojos grandes (mediante palangre) y larvas de atún rojo. Se destacó la importancia de continuar la planificación de un crucero de esta magnitud lo antes posible.

Se realizaron exámenes superficiales de las curvas de crecimiento del atún rojo del este y del oeste, y se recomendó realizar una comparación estadística rigurosa para determinar si realmente son diferentes. De la misma manera, se recomendó que la edad del 50% de madurez sea muestreada de tal manera que se llegue a una medida representativa (muestra aleatoria de la población). Por supuesto, se recordó al grupo que el muestreo está limitado a aquellos momentos y zonas muestreadas por la

² El grupo solicita la aclaración del autor respecto al uso del término y el cálculo de "producción". No estaba claro si era una densidad, o una densidad integrada sobre el área.

pesquería. Se recordó también que el Programa del Atún Rojo dispone ya de un amplio programa de muestreo para establecer la condición reproductiva del atún rojo en el Mediterráneo y el Atlántico.

Análisis genéticos. El SCRS/01/054 informa sobre los resultados de secuencias nucleótidas de la región de control mitocondrial del ADN y frecuencias de alelos *LdhA* del gen nuclear en réplicas de muestras de atunes rojos del norte procedentes del Mediterráneo y el Atlántico noroeste. Los análisis de ambos tipos de datos no revelaron diferencias importantes entre las muestras de ambas regiones. Estos resultados demuestran la importancia de analizar múltiples clases anuales y muestras más grandes en los análisis de estructura de stock, dado que estudios anteriores realizados con muestras más pequeñas sugerían que la división existe. Además, al comparar las secuencias de la región de control mitocondrial de ADN, las muestras de larvas del Golfo de México y el Mediterráneo no mostraban diferencias significativas entre sí o con otras muestras. Sin embargo, a pesar de las fuertes evidencias presentadas aquí, el no poder encontrar evidencias genéticas de la subestructura de población no constituye una prueba de la existencia de una única población panmictica. Es posible que existan múltiples subpoblaciones, y que la diferenciación genética en los loci analizados en este estudio no se haya producido debido al gran tamaño de la población y/o a los bajos niveles de migración con éxito reproductivo entre las subpoblaciones. El autor informó también de que las conversaciones con el laboratorio Pla indican que ellos también han descubierto que las diferencias anteriormente comunicadas desaparecen con muestras mayores. En otras palabras, científicos de Estados Unidos, Italia, España y Japón se muestran de acuerdo en que en este momento los análisis genéticos no han demostrado que los reproductores en el Atlántico este y oeste estén reproductivamente aislados. Esto no resulta sorprendente dada la reciente ascendencia común del linaje del atún rojo, y dado que incluso tasas menores de mezcla pueden producir poblaciones que no sean genéticamente diferentes.

La discusión suscitó preguntas sobre los tipos y poder de los tests estadísticos utilizados para examinar los datos. Los autores utilizaron varios tests. Además, análisis similares realizados en el pez espada (población del Atlántico y del Mediterráneo) mostraron diferencias.

Se subrayó que aunque no se descubrieron diferencias genéticas con estos análisis, esto no excluye la existencia de una estructuración de la población.

Análisis de microelementos. El documento de referencia BD4 describe cómo se midió la composición de los otolitos del atún rojo para determinar la viabilidad del enfoque para discriminar a los juveniles (edad 0-1) de los criaderos del este y el oeste. Los descubrimientos sugieren que la composición de los otolitos de los juveniles de atún rojo de diferentes criaderos y subcriaderos es distinta y las huellas de los elementos muestran cierto grado de persistencia temporal, indicando que la técnica tiene un considerable potencial para su uso en futuras evaluaciones de la conectividad de población y la estructura de stock.

2.6 Conclusiones a partir de la información disponible en las Jornadas

La **Tabla 1** proporciona un resumen de las evidencias de la mezcla del atún rojo del Atlántico norte (ver también SCRS/01/055). Al resumir la información sobre distribución, migraciones, y conducta reproductiva del atún rojo del Atlántico esto es de gran importancia para las evaluaciones y la ordenación, es útil para revisar (a) lo que se conoce, (b) lo que parece probable y (c) lo que se desconoce:

Lo que se conoce:

1. Existen al menos dos zonas de desove.
2. Más peces pasan tiempo en el lado del Atlántico donde fueron marcados en lugar de emigrar lejos, ya sea a causa de una preferencia específica por una localización o por una baja tasa de difusión. Esto implica un potencial de reducción localizada.

Lo que parece probable:

3. Existe un grado sustancial de fidelidad al lugar de desove. Esto parece probable porque por lo general se cree así para otras especies (no necesariamente túnidos) en las que existe una base para esta afirmación. La falta de diferencias genéticas no implica otra cosa. Hasta ahora, el marcado con marcas archivo no ha demostrado que ningún pez visite las dos zonas de desove conocidas. Se observó también que, a falta de pruebas de una baja fidelidad al lugar de desove, es precautorio llevar a cabo la ordenación asumiendo que existe fidelidad.
4. La distribución de peces de las dos zonas conocidas de desove se solapa, al menos durante parte del año, para una gran proporción del Océano Atlántico. Esta conclusión es más clara para la región que se extiende desde la plataforma y la vertiente continental de Norteamérica, al noreste hacia la cordillera del Atlántico medio, y más allá. Es probable que exista algún solapamiento en alguna otra parte, pero existen pocos para sacar conclusiones al respecto.
5. Como resultado del solapamiento en la distribución de atún rojo tratado en el punto 4, algunos peces originarios del este son capturados en la zona de ordenación del Atlántico oeste y viceversa.
6. La zona de alimentación del atún rojo descubierta en la zona de ordenación del Atlántico oeste (de origen occidental y/o oriental) se extiende al norte y al este a través de la línea de 45° W, de tal forma que los atunes rojos son susceptibles de ser capturados en la zona de ordenación del Atlántico este.
7. Según el actual esquema de ordenación, la captura de peces originarios del oeste en la zona de ordenación del Atlántico este genera una mayor proporción de la tasa de mortalidad por pesca de los peces procedentes del oeste que al contrario. Esta conclusión es probable porque el tamaño de la población en el Atlántico este es grande en comparación con la del Atlántico oeste.

Lo que se desconoce:

8. Dependiendo del grado de solapamiento, el punto número 5 podría contribuir también a una mayor mortalidad por pesca de los peces originarios del oeste, ya que los índices de calibrado están influidos por la contribución de los peces originarios del este.
9. En todas las localizaciones se desconoce la composición de los peces originarios de las dos zonas conocidas de desove, aunque parece probable que los peces cercanos a las zonas conocidas de desove durante la temporada de desove sean en su mayoría originarios de esa zona de desove. (ver números 2 y 3).
10. Los efectos de la influencia medioambiental, oceanográfica y de otro tipo en los cambios a corto y largo plazo en los patrones de movimiento.

3 Hipótesis alternativas de mezcla/movimiento y modelos para describirlas.

Durante tres décadas (ver Sección 2), los científicos de ICCAT han discutido los méritos relativos de las hipótesis de uno y dos stocks de atún rojo del Atlántico. En términos de movimiento y conducta reproductiva, estas dos hipótesis alcanzan extremos opuestos. La hipótesis de un stock implica esencialmente que el atún rojo se entremezcla rápidamente en todo su rango y presenta poca o ninguna fidelidad a su lugar de desove. Por otra parte, la actual hipótesis de dos stocks implica que existe un intercambio insignificante (desde el punto de vista de facilitar asesoramiento respecto a ordenación) entre las dos poblaciones y una fidelidad completa a las zonas de desove (aparentemente el Golfo de México y el Mediterráneo).

En 1993, el SCRS empezó a examinar las implicaciones de una hipótesis intermedia a la que actualmente nos referimos como modelo de difusión. Este modelo adapta la mezcla del stock del este y el oeste con el supuesto subyacente de que el movimiento y desove de los peces depende de la localización, es decir, los peces que se mueven de un lado a otro del océano “olvidan” de donde proceden. El SCRS expresó su preocupación de que este modelo es una caracterización improbable de la migración del atún rojo y que es más probable que el atún rojo regrese a la zona donde ha nacido (ICCAT, 1995 p.108-110). Posteriormente, también se ha examinado una hipótesis alternativa conocida como modelo de solapamiento (SCRS/95/80, SCRS/00/98). En este modelo, se asume que los rangos de los stocks del este y el oeste únicamente se solapan, lo que implícitamente satisface la opinión ICCAT de que el atún rojo probablemente presenta fidelidad al lugar de desove.

Las evaluaciones del estado del stock del este y del oeste bajo la formulación del modelo de solapamiento y la formulación del modelo de difusión (revisado en el SCRS/00/98) indican por lo general que hasta ahora y dados los datos disponibles hasta 1997, no parece fundada la inquietud de que ignorar el intercambio podría llevar a evaluaciones muy sesgadas del atún rojo del Atlántico, especialmente teniendo en cuenta las incertidumbres de los datos. El asesoramiento ofrecido por el SCRS basándose en los resultados de las evaluaciones que tienen en cuenta explícitamente la mezcla tal y como se describe en el SCRS/00/98, es continuar proporcionando asesoramiento a la Comisión que incluya evaluaciones de los stocks de atún rojo del este y el oeste asumiendo un intercambio insignificante, además de evaluaciones que incorporen las últimas creencias sobre los modelos de mezcla. Sin embargo, y en vista de los datos disponibles, no es necesariamente el caso que tener en cuenta la mezcla al realizar las evaluaciones origine un mejor asesoramiento respecto a ordenación. Debe consagrarse un gran esfuerzo a la recopilación de datos para apoyar los modelos de evaluación que mejor podrían reflejar la verdadera dinámica de los movimientos del atún rojo.

En la reunión se presentaron varios documentos sobre modelos para describir hipótesis alternativas de mezcla/movimiento y sobre métodos para decidir los más indicados entre estos modelos. A continuación se presentan resúmenes de estos documentos y los debates resultantes:

El documento SCRS/01/051 examinaba las implicaciones de adoptar la hipótesis de un solo stock aplicando la metodología ADAPT VPA utilizada por el SCRS en 1998 a la captura por edad combinada de las evaluaciones del este y el oeste que se realizaron por separado en 1998. Se descubrió que el VPA de un solo stock proporciona una imagen muy similar a los resultados combinados de los VPA del este y el oeste por separado, simplemente porque las capturas del stock del este son mucho mayores. El documento concluye que sería útil un análisis de un solo stock como referencia del tamaño total de la población, pero es arriesgado como base para establecer políticas de ordenación, ya que podría no detectarse una sobrepesca grave del stock menos abundante.

El documento SCRS/01/052 discute aspectos de análisis anteriores de la mezcla del atún rojo. Sugiere que un tema clave de preocupación es las actuales estimaciones diferentes de ciertos parámetros biológicos para los componentes del recurso del este y el oeste. En particular las curvas de crecimiento utilizadas en la actualidad para el este y el oeste difieren apreciablemente en las edades mayores, lo que significa que los análisis previos de la mezcla son internamente incoherentes al tratar algunos peces de tallas muy diferentes como si tuvieran la misma edad. El documento sugiere que una posible solución a este tema es realizar evaluaciones basadas en la talla. Señala también que los métodos basados en la talla podrían proporcionar una base más fiable para modelar las capturas de los peces más grandes que el actual supuesto de proporciones invariantes temporalmente F_{10+}/F_9 . El documento sugería también que el grupo de trabajo desarrolle un conjunto limitado de escenarios alternativos de estructura del stock y se concentre en la especificación de pruebas de simulación para evaluar hasta qué punto supuestos incorrectos sobre esta estructura podrían sesgar las estimaciones, no sólo del estado actual y pasado del recurso, sino más particularmente de proyecciones de población para diferentes niveles de capturas futuras asumidas.

El SCRS/01/056 indicaba que la estructura de población y la mezcla siguen siendo de gran importancia al optimizar la utilización de una especie bien conocida por sus migraciones panoceánicas. El autor sugiere que las sustanciales diferencias en el ciclo vital entre las poblaciones del este y del oeste favorecen la idea de que el atún rojo del Atlántico no es una verdadera metapoblación y que el modelo de solapamiento tiene probablemente más crédito que el modelo de difusión. Sin embargo, el autor indicaba que rutas de migración alternas o anómalas dentro de las poblaciones (es decir estructura supeditada) de atún rojo no serían fáciles de adaptar en los modelos hasta que sepamos más sobre las rutas en sí mismas y sus determinantes. Se proponen estudios sobre microelementos de otolitos como el medio más eficaz de lograrlo. Esta creencia fue compartida por el grupo y se recomendó continuar la investigación sobre la aplicabilidad de este enfoque para la discriminación del origen natal del rango de clases de talla del atún rojo capturado en las pesquerías del Atlántico este y oeste y del Mediterráneo. De hecho, Rooker *et al.* (BD4) describieron los resultados de investigaciones sobre la evaluación de las diferencias entre los microelementos de otolitos procedentes de juveniles (edad 0 y edad 1) de atún rojo muestreados en el Atlántico oeste (edad 1) y el Mediterráneo (edad 0 y edad 1). Los autores indicaron que la composición de los otolitos de juveniles de atún rojo procedentes de criaderos del este y del oeste es diferente y sugiere que el enfoque tiene bastantes probabilidades de servir para diferenciar los stocks de atún rojo.

El documento SCRS/01/055 presenta un enfoque formalizado de análisis-decisión para tratar las actuales incertidumbres sobre la mezcla del stock. Señala que el ciclo vital y los datos de marcado respaldan la idea de que existen al menos dos biotipos para el atún rojo del Atlántico, pero que ninguno de los datos disponibles hasta ahora es suficiente para descartar cualquiera de las hipótesis relacionadas con la mezcla (aparte de la hipótesis de que el movimiento a través de la línea de 45° W es insignificante). En la medida en que el asesoramiento respecto a ordenación puede ser diferente según diferentes escenarios de mezcla, los autores abogan por un análisis-decisión bayesiano según el cual las consecuencias potenciales de acciones alternativas de ordenación sean evaluadas según diversos escenarios de modelo plausibles teniendo en cuenta el peso de las pruebas en apoyo de cada modelo. Específicamente se sugieren los siguientes pasos:

- 1) identificar un conjunto limitado de modelos alternativos de mezcla (por ejemplo, los modelos de solapamiento y difusión)
- 2) identificar todos los tipos importantes de datos (aquellos a los que el modelo pueda ajustarse o al contrario)
- 3) formular ponderaciones cuantitativas basadas en los datos a los que el modelo no puede ajustarse
- 4) ajustar los modelos a los datos y evaluar las pruebas que las respaldan (quizás mediante factores bayesianos)
- 5) evaluar el estado y las tendencias del stock utilizando modelos que continúen siendo creíbles
- 6) evaluar las consecuencias biológicas de opciones alternativas de ordenación con modelos creíbles, y
- 7) presentar los resultados sobre el estado del stock y los resultados de la política mostrando la ponderación global asignada a cada modelo alternativo.

El grupo acordó que este enfoque sería una forma útil de integrar los resultados de los diferentes modelos, sin embargo se expresó la inquietud de que el proceso podría necesitar formalizarse para que las ponderaciones atribuidas a cada modelo (especialmente el paso 3) no cambien sin pruebas nuevas y sustanciales.

4 Enfoques alternativos para la ordenación de poblaciones mezcladas de atún rojo del Atlántico.

El grupo decidió que es improbable que cualquier límite de unidad de ordenación entre el Atlántico este y el Atlántico oeste sea eficaz para separar los atunes rojos originarios del Golfo de México (Atlántico oeste) y los del Mediterráneo (Atlántico este) en poblaciones que no se solapan. Dada esta situación, la ordenación requerirá un equilibrio entre el realismo y la viabilidad biológica. La viabilidad de los enfoques alternativos depende de la disponibilidad de información de evaluación. El enfoque de ordenación elegido dicta también las necesidades de evaluación. Por lo tanto, los enfoques de ordenación y de evaluación se consideraron en conjunto, aunque las evaluaciones se discuten de forma más detallada en otra parte del informe.

4.1 Clasificación de enfoques

El grupo consideró tres enfoques destinados a gestionar los peces como “poblaciones cerradas” (es decir poblaciones que están reproductivamente aisladas y en las que todos los miembros de la población son progenie de otros miembros de la población). Estos enfoques se denominan “Enfoque de Disgregación”, “Enfoque de Zonas de Desove”, y “Enfoque de Agrupación”. En general, es deseable tratar con poblaciones cerradas, tanto en términos de ordenación como de análisis científicos. Sin embargo, esto no sería práctico, especialmente a corto plazo. Por lo tanto, se consideró más realista un enfoque de compromiso, denominado “Enfoque de Concentraciones Regionales”. También se consideraron varias alternativas que son variaciones del Enfoque de Concentraciones Regionales.

Enfoque de Disgregación: Es la manera preferida (en términos de realismo, si hubiera datos disponibles) de tratar espacialmente poblaciones que se solapan. Requiere los siguientes pasos:

1. Definir células espaciales/temporales/de pesquería (por país y arte) para las que la captura por edad y los índices de abundancia por edad estén diferenciados por el origen de la zona de desove de los peces.
2. Realizar una evaluación de cada uno de los grupos de peces (sumados en todas las células) de cada zona de desove. Esto incluiría recalcular los puntos de referencia de RMS y llevar a cabo proyecciones como base de las opciones de recuperación.
3. Establecer TACs para la captura de peces originarios de cada zona de desove
4. Utilizar una programación dinámica o lineal para asignar la captura a las células de manera que no se infrinja ningún TAC.

Podría utilizarse un enfoque bayesiano con tantas células como se considere necesario. Sin embargo, incluso con una disgregación simple, parece probable que los datos actuales sean inadecuados para obtener resultados fiables. Podría ser un enfoque que merezca la pena para análisis de sensibilidad. En el futuro, los análisis de microelementos podrían ser capaces de clasificar los peces según su zona originaria de desove.

Enfoque de la Zona de Desove: En el contexto de necesidades de información, este enfoque es el extremo contrario al Enfoque de Disgregación. No existe ningún intento de clasificar los peces fuera de la zona de desove por la zona de desove de origen. Sin embargo, se asume que todos los peces capturados en zonas de desove durante la temporada de desove, nacieron en esa zona de desove.

1. Las evaluaciones base del estado y las tendencias de los índices de abundancia en las zonas de desove durante las temporadas de desove. Los índices podrían ser encuestas larvales más intensas, otras encuestas independientes de la pesquería, y/o índices de CPUE.

2. Establecer TACs que se capturen sólo en las zonas de desove cerca del momento de desove. La temporada de pesca podría establecerse con un desfase respecto a la temporada de desove para evitar que perturbe la reproducción.

Este enfoque podría tener fuertes implicaciones en la asignación y tendría amplios efectos sociales y económicos.

Enfoque de Agrupación: Una evaluación agrupada es relativamente fácil de realizar. Podría utilizarse para juzgar la productividad global del Atlántico y el mar Mediterráneo y para establecer un TAC “agrupado”. La captura podría asignarse a áreas (entre países) para evitar la captura excesiva de peces originarios de cualquier zona de desove. De forma ideal, las asignaciones espaciales se basarían en los índices de abundancia relativa específicos del área que son comparables en todo el Atlántico y el Mediterráneo.

1. Realizar una evaluación agrupada.
2. Establecer un TAC “agrupado” basado en la evaluación agrupada.
3. Asignar cuotas del TAC agrupado en el tiempo y el espacio para evitar la mortalidad excesiva en cualquier componente de reproductores o la reducción localizada basada en la abundancia relativa.
4. Asignar cuotas por tiempo y área a cada país.

Aunque el Enfoque de Agrupación tiene la ventaja de ser una forma relativamente fácil de tratar el atún rojo del Atlántico como una población cerrada, podría poner en peligro a los componentes reproductores más pequeños y/o más débiles de la población. Además podría provocar la disolución de los datos de calidad relativamente alta en datos de más baja calidad. Sin datos comparables de abundancia relativa para todas las áreas, no está claro cómo distribuir de forma espacial la captura para evitar la disminución de peces en algunas zonas. Podría utilizarse la información sobre captura histórica, pero esto podría institucionalizar problemas existentes.

Enfoque de Concentración Regional: Este enfoque reconoce que existen grandes áreas (regiones) en las que los peces están distribuidos de forma regular. No asume que los peces tengan el mismo origen, pero asume que los peces tienden a permanecer como miembros de una concentración durante la mayoría de su vida. Este enfoque debilita o convierte en irrelevantes los análisis reproductor-recluta para las concentraciones regionales. Sin embargo, los puntos de referencia del rendimiento por recluta y biomasa reproductora por recluta pueden utilizarse como base para la ordenación. Si los puntos de referencia YPR/SPR típicos (por ejemplo, $F_{0.1}$) se utilizan en todo el Atlántico y el Mediterráneo, el enfoque podría ser una aproximación razonable para una estrategia de RMS para toda la agrupación de peces.

1. Establecer límites de ordenación en las discontinuidades en la distribución de los peces, como indica la información sobre abundancia, el marcado y/o las capturas.
2. Evaluar las unidades de ordenación como de costumbre.
3. Establecer TACs sobre los puntos de referencia YPR/SPR de forma coherente para todas las unidades de ordenación.
4. Las áreas que se consideran zonas especialmente importantes de solapamiento o transitorias (es decir, los peces que forman parte de la concentración durante un corto periodo de tiempo), podrían gestionarse por separado para evitar la pesca desde zonas adyacentes con un impacto negativo.

5. Si se cambia el límite entre las actuales unidades de ordenación del Atlántico este y el Atlántico oeste, deberían reconsiderarse las asignaciones a los países.

4.2 Opciones específicas consideradas prácticas a corto plazo

El grupo centró su atención en las variaciones del Enfoque de Concentraciones Regionales. Estas opciones se consideraron pasos a corto plazo (es decir, opciones que podrían implementarse en los próximos años) que podrían ir mejorando la situación (maneras prácticas de alcanzar de mejor forma los objetivos de ordenación). Las tres opciones fueron: (1) el statu quo de las unidades de ordenación con el límite actual, (2) una zona separada de ordenación en el Atlántico central, y (3) mover más hacia el este el límite entre las unidades de ordenación del Atlántico este y el Atlántico oeste.

Para cada una de las tres opciones, el grupo discutió los siguientes factores:

- a. Facilidad con la que podría implementarse. El grupo reconoció que, en términos de evaluaciones de stock y negociación de asignaciones entre países, supone un coste cambiar las unidades de ordenación.
- b. Realismo biológico. Aunque ninguna de las alternativas es una base realista para la ordenación del atún rojo como poblaciones cerradas, para el Enfoque de Concentraciones Regionales, los límites de las unidades de ordenación se consideran más realistas cuanto mejor separan las concentraciones regionales de peces, y menos cortan una distribución continua de peces.
- c. Implicaciones para la comunicación errónea. El grupo consideró que un límite de unidad de ordenación que divida las concentraciones de actividad pesquera podría crear de forma potencial un incentivo para la comunicación errónea, los que afectaría de manera adversa a las evaluaciones y al cumplimiento de la ordenación. Se observó que el potencial de comunicación errónea podría minimizarse solicitando sistemas de seguimiento de barcos (VMS).
- d. Implicación potencial para lograr los objetivos de ordenación. En la actualidad, la Comisión ha adoptado un plan de recuperación para la unidad de ordenación del Atlántico oeste, y se han dado algunos pasos para reducir la captura en el Atlántico este hasta un nivel sostenible. Por lo tanto, el grupo consideró las implicaciones potenciales de las alternativas con relación a estos objetivos.

Statu quo de las unidades de ordenación: La ventaja más obvia del *statu quo* es que es la alternativa menos perjudicial. Cambiar este *statu quo* requeriría probablemente nuevas disposiciones de ordenación, volver a realizar el análisis de los datos estadísticos, nuevos análisis de evaluación, y un nuevo plan de recuperación para las unidades de ordenación del Atlántico oeste. Estas demandas podrían distraer la atención de otras necesidades de información sobre evaluación de stocks que se han identificado como de alta prioridad, especialmente para el Atlántico este.

Otra razón para mantener el *statu quo* es que existe tal incertidumbre sobre la mezcla, que cualquier cambio respecto a este *statu quo* está lejos de ser ideal, incluso aunque sea una mejora. Debe tenerse en cuenta si realizar una serie de mejoras paulatinas es mejor o peor (con respecto a criterios como los puntos (a)-(d)) que esperar a disponer de nueva información científica para “hacerlo bien” rápidamente.

El grupo aclaró que la evaluación más reciente indica que la Comisión está progresando en su objetivo de recuperar la unidad de ordenación del Atlántico oeste. Si esto es así, cabría preguntarse cuál es la urgencia de cambiar ahora el *statu quo*.

Sin embargo, el grupo también identificó serios defectos en el *statu quo*. Datos recientes de marcado electrónico demuestran que el actual límite de ordenación no es un límite biológico. El hecho de que algunos peces (probablemente un gran número de ellos) de los que depende la pesquería del Atlántico oeste sean también vulnerables a la pesca al este del límite de la unidad de ordenación, podría impedir el éxito del plan de recuperación para la unidad de ordenación del Atlántico oeste.

Se indicó asimismo que el límite actual ya no sigue una discontinuidad entre las pesquerías del Atlántico este y el Atlántico oeste, como ocurría cuando fue establecido. Con esta discontinuidad en la actividad pesquera, en el pasado la posición del límite no era importante. Sin embargo en la actualidad sí lo es. Tener un límite de stock en un área de intensa actividad pesquera podría crear un incentivo para la comunicación errónea.

Área de ordenación separada para el Atlántico central: Esta opción establecería un área de ordenación en el Atlántico central con un límite sobre la parte del total admisible de captura del Atlántico este que podría ser pescado en esta zona. Además del actual seguimiento e investigación, podría existir también un programa científico de seguimiento para la zona, y un programa de investigación para determinar de qué zona de desove son originarios los peces del Atlántico central. Sin embargo, se indicó que tal programa científico podría distraer la atención de otras necesidades científicas y de otro tipo del Atlántico este y el Mediterráneo.

El propósito principal de limitar la captura en el Atlántico central sería reducir el riesgo de poner en peligro el plan de recuperación para la unidad de ordenación del Atlántico oeste. Cuanto más grande sea el área central y/o más bajo el límite de captura del Atlántico central, mayor protección supondrá para el Atlántico oeste, y más restrictivo será para la pesquería del Atlántico este. Dado que el reciente nivel de captura en el Atlántico este no es sostenible (SCRS 2000), restringir la pesquería del Atlántico este podría ayudar al atún rojo tanto del este como del oeste.

Esta opción reconoce que la pesquería del Atlántico central es relativamente nueva (comenzó hace cerca de una década), y que existe menos base histórica para juzgar su impacto en los atunes rojos de origen tanto del este como del oeste, que la que existe para las pesquerías de otras zonas. Existen pruebas de que muchos peces en el Atlántico central son reproductores de gran tamaño que podrían ser importantes contribuyentes de ambas zonas de desove. Esta es además una zona en la que la mezcla entre los peces procedentes del Atlántico este y el Atlántico oeste es especialmente probable y es más realista desde el punto de vista biológico tratarla como una zona de mezcla que como parte de una unidad de ordenación del Atlántico este homogénea, como hace el *statu quo*.

Aunque esta opción plantea más exigencias que el *statu quo* en términos de información científica y decisiones de ordenación, no sería costosa. De hecho, la Comisión limitó la captura en el Atlántico central a principios de la década de los 90, cuando se estaba empezando a desarrollar la pesquería en esta zona. Sin embargo, serían necesarios algunos análisis para definir la zona que debe incluirse en el Atlántico central, y dependiendo del tamaño de esta zona, podría ser necesario negociar nuevas asignaciones para los países.

El grupo indicó que una zona de ordenación en el Atlántico central significaría límites de ordenación adicionales, lo que podría aumentar la potencial comunicación errónea.

Mover hacia el este el límite entre las unidades de ordenación del este y el oeste: Esta opción difiere de la anterior en que trata parte o todo el Atlántico central como parte de la unidad de ordenación del Atlántico oeste, en lugar de tratarla como parte de la unidad de ordenación del Atlántico este con una mezcla elevada. Según esta opción, la captura actualmente incluida en la evaluación para la unidad de ordenación del Atlántico este sería transferida a la evaluación para la unidad de ordenación del Atlántico oeste. Esta alternativa tiene la ventaja de no imponer un límite a través de una distribución de peces relativamente continua que, como muestran claramente los datos del marcado de archivo, estos peces cruzan de forma rutinaria.

Esta opción sería más o menos realista para los stocks del este y el oeste dependiendo de la composición de peces en la zona afectada por el cambio.

Esta opción proporcionaría más protección a los peces originarios del Atlántico oeste si la captura total de la unidad de ordenación del Atlántico oeste no aumenta. Sin embargo, esta opción implica un reevaluación de las unidades de ordenación tanto del Atlántico este como del Atlántico oeste, incluyendo más captura (del Atlántico central) en la evaluación del oeste. Si todos los peces adicionales incluidos en la evaluación proceden del Atlántico oeste, los resultados de la evaluación deberían servir como base para un plan de recuperación para la unidad de ordenación del Atlántico oeste. Dado que es probable que en la evaluación del Atlántico oeste se incluyan algunos peces originarios del Atlántico este, existe el riesgo de que la reevaluación sobreestime la captura que puede pescarse sin poner en peligro la recuperación de los peces originarios del Atlántico oeste.

El desafío de aplicar esta opción consiste en descubrir el límite adecuado para incluir más peces originarios del oeste en la unidad de ordenación del Atlántico oeste, sin incluir tantos peces procedentes del Atlántico este que la evaluación quede invalidada. Es una opción con muchas exigencias tanto en términos de información científica como en términos de decisiones de ordenación. Como se ha señalado, sería necesario un análisis para determinar dónde situar el nuevo límite de la unidad de ordenación. En realidad, existe poco fundamento cuantitativo para situar la línea como un término medio entre incluir más peces originarios del oeste, sin incluir peces originarios del este. Sería necesario recopilar nuevos datos de entrada para una nueva evaluación y las asignaciones de los países deberían ser reconsideradas.

Un problema potencial de incluir parte del Atlántico central en la unidad de ordenación del Atlántico oeste es que esto podría permitir que parte de la actividad pesquera que se lleva a cabo actualmente en el Atlántico central se acerque más a Norteamérica, donde es más probable capturar una mayor proporción de peces originarios del oeste. Este problema podría abordarse estableciendo restricciones a la redistribución del esfuerzo pesquero procedente del Atlántico central, pero hacer esto supondría una complicación añadida a esta alternativa de ordenación. Añadir estas restricciones a la redistribución de la actividad pesquera del Atlántico central podría, en la práctica, convertir esta alternativa en algo similar a alternativa de la zona de ordenación del Atlántico central discutida anteriormente.

4.3 Otras opciones consideradas

El grupo consideró otras tres opciones: (a) unidades de ordenación del Golfo de México, Atlántico y Mediterráneo separadas, (b) unidades de ordenación del Atlántico (incluyendo el Golfo de México) y el Mediterráneo, (c) separar el Mediterráneo de la unidad de ordenación del Atlántico este, con la actual unidad de ordenación del Atlántico oeste. Ninguna de estas opciones se consideró práctica o útil en este momento, debido a dificultades en la interpretación de lo que significarían las evaluaciones y cómo podrían utilizarse para la ordenación.

5 Introducir mayor realismo biológico en futuras evaluaciones para tratar estructuras alternativas de ordenación

El grupo señaló que hay quien percibe las actuales estructuras del modelo de dos stocks, con y sin estimaciones explícitas de mezcla, como biológicamente no creíbles en vista de la nueva información recopilada sobre los patrones de movimiento del atún rojo del este y del oeste y los cambios recientes en la distribución de las capturas en el Atlántico norte central y el Atlántico noreste. Por esta razón, se recomendó el desarrollo de modelos de evaluación que permitan introducir mayor realismo biológico y que proporcionen mayor flexibilidad teniendo en cuenta una mayor heterogeneidad espacial y temporal en las pesquerías de atún rojo y en la dinámica de población que las actuales formulaciones del modelo de evaluación (ya sea con o sin estimaciones explícitas de mezcla). Se recomendó este enfoque para abordar las estructuras y políticas alternativas de ordenación de pesquerías que debe

seleccionar la Comisión. A continuación se resumen las discusiones sobre los méritos, equilibrio realismo/estimación, y requisitos de datos para este enfoque.

El grupo discutió brevemente los méritos relativos de los diferentes tipos de modelos de advección-difusión y transferencia entre cajas respecto a su aplicabilidad al atún rojo del Atlántico norte. Se observó que los modelos de difusión y solapamiento ya examinados por el SCRS representan los extremos opuestos en términos de mecanismos de mezcla y conducta reproductiva, de los que el primero representa esencialmente una condición en la que los emigrantes son asimilados en la población local y el último una condición en la que los emigrantes regresan anualmente a su zona natal. Se observó que sería necesaria una estructura espacial y temporal adicional en los modelos de evaluación de stock para introducir de forma más completa aspectos sobre la biología y la conducta de movimientos del atún rojo discutida en la Sección 3. Sin embargo, no se cree que la resolución de los datos actualmente disponibles sea suficiente para justificar más que algunos estratos espaciales y temporales adicionales. En estas circunstancias, un enfoque de advección-difusión no ofrecería ventajas respecto a modelos de caja más discontinuos. Se produjo también algún debate respecto a la posibilidad de modelar los movimientos del stock del este y el stock del oeste como algo continuo, donde la fracción de stock que ocupa un área dada cambia como una función de tiempo y espacio. Se sugirió que este enfoque de continuidad podría reducir el número de parámetros necesarios para representar los movimientos del atún rojo, pero podría ser difícil definir funciones de movimiento apropiadas.

En este punto, algunos miembros del grupo expresaron su preocupación de que el futuro desarrollo y aplicación de modelos de mezcla tan complejos sea fructífero, debido a lagunas considerables en nuestro conocimiento del comportamiento del atún rojo y a la incertidumbre o falta de datos de captura. Se resaltó también que representar la mezcla es más importante para las evaluaciones del stock originario del Atlántico oeste que para las evaluaciones de un stock mucho más grande originario del Atlántico este. A este respecto, se observó que si se emplean modelos estadísticos de captura, los datos inciertos de captura pueden ser subponderados de tal forma que no se fuerce al modelo a ajustarlos exactamente (como lo requieren los actuales modelo VPA). Además estas ponderaciones podrían cambiarse dependiendo de si la evaluación intentaba representar el stock originario del Atlántico este o el stock originario del Atlántico oeste.

El consenso del grupo fue que los modelos de solapamiento con diversos estratos espaciales y temporales discontinuos pueden ser el enfoque de modelación más prometedor para el atún rojo del Atlántico, ya que son más plausibles biológicamente y quizá más fáciles de implementar que los modelos de difusión. Sin embargo, se reiteró que los datos actuales no son suficientes para desechar completamente los modelos de difusión. La mayor parte del resto del debate se centró en la necesidad de modelar los datos en una escala lo suficientemente fina para garantizar la representación de la dinámica esencial de la pesquería, pero no tan fina como para hacer inestimables los parámetros del modelo. Con este fin, se observó que, desde el punto de vista de una evaluación, sólo es necesario distinguir los estratos espaciales/temporales (cajas), con pesquerías sustancialmente diferentes y abundancia relativa diferente, de los stocks del este y el oeste en la captura. Además, la especificación de las “cajas” espaciales y temporales no debe realizarse únicamente según el estado actual de la pesquería, sino que también debería considerar el rango histórico de las pesquerías de atún rojo como las que tuvieron lugar frente a Brasil durante los años 60 y frente a Noruega durante los 50 y los 60 (tal y como recomendaron anteriores grupos de trabajo sobre métodos). Otra consideración importante es cómo tratar la región del Atlántico central, tradicionalmente adscrita al este pero que como demuestran los datos recientes de mercado electrónico, es visitada por una fracción considerable de los peces marcados en el oeste.

Se observó que sería necesario un esfuerzo considerable tanto por parte del personal de ICCAT como por parte de los científicos nacionales para producir datos y análisis de apoyo en escalas espaciales más finas que las que existen actualmente. Esta inquietud se aplica especialmente a las estadísticas de composición de la captura, esfuerzo y talla en la medida en que los datos del mercado convencional están ya almacenados por las fechas y posiciones exactas de liberación y recaptura. En

muchos casos, las series de captura por unidad de esfuerzo se aplican a regiones y periodos temporales relativamente diferentes, y por tanto, simplificaría el problema de la preparación de datos que las cajas fueran definidas en consecuencia. Por supuesto la principal excepción es la flota japonesa de palangre, que tiene una amplia cobertura tanto espacial como temporal. Se recomendó que la organización de este trabajo debería tener lugar dentro del Programa del Año del Atún Rojo, y se indicó que anteriores grupos de trabajo sobre métodos habían realizado recomendaciones similares respecto a dispersar la base de datos histórica de ICCAT en general. Por último, se recomendó mantener el actual diálogo entre el SCRS y los principales investigadores involucrados en estudios de marcado convencional y electrónico, con vistas a obtener resultados para la evaluación en el momento oportuno.

El grupo reconoció que parte del procedimiento de selección de modelo es determinar el número de estratos que pueden soportar los datos y que varios de los estratos concebidos inicialmente pueden combinarse con el fin de obtener resultados estadísticamente significativos. Sin embargo, se reconoció también que esto podría cambiar a medida que se disponga de más información (datos) y que es mejor hacer disponibles los datos actuales en una escala más fina que la que podría usarse en un futuro inmediato. En vista de estas consideraciones, el grupo se propuso definir los estratos espaciales y temporales que serían potencialmente útiles y prácticos, dadas las actuales perspectivas de los datos disponibles, para una modelación adicional de la mezcla de atún rojo. El grupo consideró que las divisiones temporales trimestrales (tal y como están definidas en la actualidad por ICCAT) podrían ser suficientes para modelar cambios importantes en los patrones de movimiento del atún rojo y las pesquerías asociadas.

Fue más difícil llegar a un consenso respecto a las divisiones espaciales adecuadas, pero se acordó que el número de divisiones probablemente no debería exceder de cinco o seis, desde el punto de vista de la viabilidad dada la disponibilidad actual de datos. Diversas partes interesadas presentaron sus preferencias y los rasgos comunes se incorporaron en seis estratos (**Figura 3**). Todos se mostraron de acuerdo en que deberían distinguirse el Golfo de México (estrato espacial 1, que incluye los Estrechos de Florida y el Mar Caribe) y el Mediterráneo (estrato espacial 6). Se mantuvo el actual límite operacional de ordenación este/oeste excepto en que se trasladó hacia el norte en las proximidades de Brasil para incluir los rasgos oceanográficos únicos de la región y las grandes capturas asociadas en los años 60 como parte de la zona oeste. Se especificó también una zona del Atlántico central separada que incluye la región frente a Flemish Cap (estrato espacial 3), en reconocimiento del hecho de que pocos de los peces marcados en el oeste con marcas electrónicas se movieron más allá de los 30 grados oeste. El estrato espacial 4 incluye la región del Atlántico nordeste desde el sur de Islandia hacia el nordeste para incluir las aguas frente a la costa noruega, y el estrato 5 incluye el resto del Atlántico este. Debe observarse que estos estratos no se eligieron necesariamente para conservar las actuales zonas de ordenación, sino para reflejar la posibilidad de grandes diferencias en las proporciones de la captura que ha aportado el atún rojo originario del este y del oeste. Sin embargo, la combinación de los estratos 1 y 2 comprende esencialmente la zona de ordenación oeste y la combinación de los estratos 3-6 comprende esencialmente la zona de ordenación este (con el pequeño cambio frente a Brasil). La **Tabla 2** y la **Figura 4** representan las series temporales de la captura estimada de estos estratos espaciales desde 1950 a 1997.

El grupo identificó la estructura espacial en la **Figura 3** como un punto de partida para utilizar en la organización de los datos para el desarrollo de un modelo preliminar y para la investigación de parametrización. Se indicó además que llevaría algún tiempo completar el proceso de desarrollo del modelo, su verificación y una prueba de robustez mediante estudios de simulación antes de que el enfoque pueda servir de base para las evaluaciones del atún rojo del Atlántico y el Mediterráneo. Basándonos en el reciente ejemplo del grupo de trabajo sobre pez espada, que desarrolló y aplicó la metodología de evaluación que tenía en cuenta de forma más realista el crecimiento dimórfico sexual y los patrones de distribución que presenta el pez espada del Atlántico norte, serían necesarios tres años o más para lograr esta tarea. Sin embargo, sería posible utilizar versiones preliminares de los modelos de mezcla propuestos con conjuntos diferentes de parámetros de mezcla de entrada (en lugar de estimados) como análisis suplementarios con el fin de establecer el nivel aproximado de sensibilidad

de la evaluación a hipótesis alternativas de mezcla (similar a lo que se ha hecho con los actuales modelos de difusión y solapamiento de dos estratos).

En vista de que es probable que el desarrollo de este modelo, su verificación y la prueba de robustez, tarde unos cuantos años en estar satisfactoriamente terminado, a corto plazo el grupo recomienda que el asesoramiento respecto a ordenación se facilite basándose en la continuación de la metodología de evaluación actual y en los supuestos de estructura del stock, incluyendo la realización de evaluaciones del estado del atún rojo del este y el oeste, potenciales de recuperación y proyecciones según varios niveles de TAC futuros, la inclusión/exclusión de las capturas del Atlántico central y las tasas de captura en/de los modelos de evaluación.

6 Datos y requisitos científicos para estructuras alternativas de ordenación (incluyendo evaluaciones)

Independientemente de la estructura de ordenación que pueda ser adoptada por la Comisión, el Grupo enfatizó la necesidad de mantener y mejorar, cuando sea adecuado, la recopilación y comunicación de las estadísticas básicas de la pesquería y de los datos para estudios básicos de biología de la pesquería. Esto incluye capturas, esfuerzo, muestras de talla, estudios sobre crecimiento, madurez, fecundidad, etc. Esto concierne especialmente a las pesquerías del Atlántico este y el Mediterráneo. La información básica sobre la pesquería es también necesaria a causa de las capturas ilegales, no comunicadas y no reguladas (IUU).

La **Tabla 1** enumera estudios potenciales que serían útiles para apoyar la evaluación y ordenación futuras. Algunos podrían ser aplicables a corto plazo y otros serían más adecuados para el desarrollo a largo plazo de modelos complejos.

A corto plazo, la Comisión podría querer realizar un estrecho seguimiento de las pesquerías en la zona del Atlántico central y su impacto sobre los stocks. En este caso y desde el punto de vista de la vigilancia, el equipo del sistema de seguimiento de barcos (VMS) sería útil y la Comisión podría querer incrementar los requisitos de VMS en esta zona. Además, sería útil llevar a cabo un marcado con marcas pop-up de archivo en esta zona con el fin de examinar la dispersión de estas concentraciones de túnidos.

Sería bueno incrementar en gran medida el número de marcas de archivo (pop-up e injertables) sobre peces de todas las tallas en todo el Atlántico y el Mediterráneo, para obtener así una imagen completa de los patrones de movimiento y residencia del atún rojo. A falta de presupuestos ilimitados, no obstante, es necesario centrarse en experimentos más pequeños con el fin de probar hipótesis específicas (por ejemplo marcar peces grandes durante los meses de desove en las zonas conocidas de desove para probar la fidelidad al lugar de desove).

Gran parte de nuestra actual percepción de la mezcla del atún rojo en el Atlántico proviene de peces que fueron marcados frente a las costas de Norteamérica. Es importante aumentar los esfuerzos para marcar y recuperar la información de atunes rojos de todo el Atlántico, especialmente en el Atlántico central y el Mediterráneo, con el propósito de lograr un mayor conocimiento de la mezcla del atún rojo. Como recomendó el BYP, este marcado debería seguir un diseño específico experimental para maximizar la producción de información.

El grupo estuvo de acuerdo en que los análisis de microelementos tienen un buen potencial en términos de parametrizar algunos de los modelos de solapamiento discutidos anteriormente si proporcionan claves fiables de clasificación para el origen de los peces. La investigación destinada a refinar y probar aún más esta herramienta debería ser de alta prioridad.

La recuperación, dependiente de la pesquería, de marcas de archivo injertables en años recientes, sugiere tasas de mezcla mucho más elevadas entre el este y el oeste que los datos históricos de

marcado convencional. Esta discrepancia debería ser investigada con la ayuda de modelos (por ejemplo SCRS/00/98).

7 Recomendación para estrategias futuras de ordenación y evaluaciones

El examen de la información existente sobre el tipo y magnitud de la mezcla, movimiento y distribución se explica en la Sección 2. Aunque el mandato de la Comisión para esta reunión era una evaluación del actual límite este/oeste en el Atlántico, existen muchas fuentes de incertidumbre y limitaciones de datos que restringen el conocimiento de la biología del atún rojo del Atlántico y su dinámica de población. Esto incluye limitaciones en la información básica sobre captura, esfuerzo, muestras de talla, estudios sobre crecimiento, madurez, fecundidad, y otra información biológica. Sin embargo, en respuesta al mandato de la Comisión (y en respuesta a la acumulación de información sobre movimiento), esta reunión se ha centrado en la eficacia del actual límite de ordenación este/oeste en el Atlántico.

La acumulación de evidencias indica que el movimiento a través del actual límite de ordenación este/oeste en el Atlántico existe, y que los movimientos pueden ser amplios (incluyendo movimientos transatlánticos) y complejos, que existen zonas de concentración de peces marcados de forma electrónica en el Atlántico norte central, al este del límite de ordenación, y que en la última década se han desarrollado en esta zona pesquerías de atún rojo. Está claro que una importante proporción de estos peces se han trasladado desde el oeste del actual límite de ordenación. Se están empezando a realizar estudios complementarios que puedan demostrar el movimiento de este a oeste. Por tanto, las conclusiones sobre la composición en esta zona son prematuras. Además, se desconoce el origen de desove de estos peces (este u oeste). No obstante, está claro que el límite actual no refleja nuestro presente conocimiento de la distribución biológica y la estructura biológica del stock del atún rojo del Atlántico. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el límite actual es un límite *de ordenación* y su eficacia para la ordenación es un tema diferente.

Se desarrolló un plan de modelación y evaluación (Sección 3) para integrar la acumulación de información sobre movimiento en las evaluaciones, valorar la eficacia de límites espaciales alternativos y desarrollar estrategias alternativas de ordenación (incluyendo unidades de ordenación espaciales a una escala más fina). Terminar esta actividad permitiría a la Comisión desarrollar estrategias de ordenación más flexibles (y por lo tanto más complejas). Sin embargo, se espera que esta actividad dure varios años. Por consiguiente, se sugirieron varias opciones de ordenación a corto plazo (Sección 4), que la Comisión podría utilizar como medida provisional y que podrían integrarse en la próxima evaluación. Las tres opciones probablemente más útiles son: Opción 1) *statu quo*: con el actual límite de ordenación, la evaluación actual basada en este límite y las asignaciones de ordenación actuales se mantienen; Opción 2) *unidad de ordenación del Atlántico norte-central*: se define una zona del Atlántico norte-central (incluyendo áreas al este del límite actual) basada en datos recientes de la pesquería, captura, distribuciones de marcado y biológicos, las evaluaciones se realizan utilizando el límite actual de ordenación; se imponen para el Atlántico central norte limitaciones de captura y requisitos para un riguroso seguimiento científico; la Comisión desarrollaría un acuerdo de distribución dentro del Atlántico norte central; Opción 3) *unidad de ordenación del Atlántico oeste ampliada*: las unidades de ordenación del este y el oeste se redefinen ampliando la zona para incluir áreas del Atlántico norte-central (definidas por datos recientes de la pesquería, captura, biológicos y de distribución de marcado); las evaluaciones se llevan a cabo según este nuevo límite y se desarrolla un nuevo acuerdo de distribución.

Hay que tener en cuenta que las opciones 2 y 3 requieren una redefinición de los límites de ordenación según datos recientes de la pesquería, captura, biológicos y de distribución de marcado. Sin embargo, Ningún límite de ordenación que pueda establecerse, describirá exactamente las distribuciones biológicas. Un límite en particular se elige como aproximación de la distribución real solapada de los peces, que equilibra la necesidad de abarcar tantos peces nacidos en el oeste en la

unidad de ordenación del oeste y tantos peces nacidos en el este en la unidad de ordenación del este como sea posible. Obviamente estos dos intereses son contrapuestos.

La elección entre las tres Opciones depende fundamentalmente de las opiniones de cada uno acerca de la efectividad de cada opción respecto a los objetivos de la Comisión de recuperar el atún rojo de la unidad de ordenación del Atlántico oeste y reducir las capturas en la unidad de ordenación del Atlántico este a un nivel sostenible. Es probable que la elección entre las tres opciones sea más importante con respecto al objetivo de la unidad de ordenación del Atlántico oeste que al objetivo de la unidad de ordenación del Atlántico este, porque la abundancia de peces y la captura en el Atlántico este es grande en comparación con el Atlántico oeste. Por lo tanto, la elección del límite de ordenación es un acuerdo para incluir más peces originarios del Atlántico oeste en la unidad de ordenación del Atlántico oeste sin diluir las evaluaciones y la ordenación del Atlántico oeste con demasiados peces originarios del Atlántico este.

En esta fase, el grupo fue incapaz de priorizar entre las tres opciones. La elección depende del juicio de cada uno sobre la vulnerabilidad de los peces originarios del Atlántico oeste a la pesca en el Atlántico central, y sobre el alcance de la mezcla de los peces originarios del Atlántico oeste con los peces originarios del Atlántico este en el Atlántico central. Si la Comisión considera que la proporción de peces originarios del Atlántico oeste que migran cruzando el límite de stock y son vulnerables a la pesca en el Atlántico central es demasiado pequeña para arriesgar el plan de recuperación para el Atlántico oeste, entonces la opción del *statu quo* es la adecuada. Si la Comisión considera que la proporción de peces originarios del Atlántico oeste que son vulnerables a la pesca en el Atlántico central es suficientemente grande como para poner en peligro el plan de recuperación, entonces tanto la opción 2 como la opción 3 son adecuadas. Si la Comisión considera que el grado de mezcla de peces originarios del Atlántico este y el Atlántico oeste en la zona de ordenación del Atlántico central que se está considerando, es elevado, la opción 2 es la adecuada. Sin embargo, si la Comisión considera que existe poca mezcla y los peces son originarios del oeste, entonces la opción 3 (mover hacia el este el límite entre las unidades de ordenación del Atlántico oeste y el Atlántico este) es la adecuada. Las tres opciones deberían considerarse provisionales, es decir no se espera que sean soluciones a largo plazo para el problema de la mezcla.

Se recomienda que la Comisión elija una de las tres opciones hasta que sea desarrollada una solución a largo plazo para el problema de la mezcla. Se recomienda también que el SCRS lleve a cabo evaluaciones basadas en las tres opciones en la sesión de evaluación de 2002. Esto implica que deberán desarrollarse, y ser evaluados por el SCRS, diversos escenarios para los límites de ordenación en las opciones 2 y 3.

Independientemente de la opción elegida, la Comisión debe ser consciente de la necesidad de realizar un seguimiento científico riguroso en el Atlántico norte central.

Table 1. Summary of recent evidence on North Atlantic bluefin mixing and suggestions for further investigation. GOM refers to Gulf of Mexico. Med refers to Mediterranean. I# refers to potential inconsistencies with other data.

Data type and reference	Observed	Strengths /Limitations	Implications for mixing hypotheses	Suggestions for further investigation
Conventional tags -described in Porch <i>et al.</i> (SCRS/00/98); Fromentin (SCRS/01/042); Block <i>et al.</i> (SRS/01/057)	ICCAT: recaptures of western tagged fish in eastern area 2%; 4% for east to west; data analysis indicates 1 -3% oceanic crossing rates, i.e., over 45°W from both east and west; Block <i>et al.</i> report 10% western tags recovered in east from new experiment 1994-2000	- Large sample size - Small and medium & giant fish tagged -Reporting rates decreasing - Fewer tags released in east - Recapture rates are influenced by fishing effort and size restrictions	- some mixing across 45°W occurs	- Given the recent increase in tagging in the west, conduct analyses to discern if transfer rates have changed over the past two decades taking into account length/age composition
Implantable archival tagging of bluefin tuna in the west; Block <i>et al.</i> (SCRS/01/057)	-70% of western archival tagged fish remain in west management unit. -30%of recaptured archival tagged fish are in the east Atlantic management unit. -Crossing west to east and back in a single year. -Large fish move to productive northern central Atlantic waters -Site directed fidelity -Higher recovery of archival tags (18%) than conventional tags (4.1%)	-279 tagged fish with high recovery for tag-recapture experiment. -Tagged fish span 5-year classes of western fish (7-12). -Multi year records (4 years) -Continuous geolocation with longitude and latitude of good precision. -tracks often span years prior to maturity and post-maturity -site directed spawning fidelity can be observed -feeding biology, spawning behavior, & oceanographic data obtained simultaneously -Fish tagged in one location in the western Atlantic -natal origin of fish not known - Recapture rates are influenced by fishing effort and size restrictions	-Bluefin may be tagged and recaptured in one management area but are moving between the two management units -Fish move large distances between spawning and feeding grounds -Temporal period of spawning appears similar in Gulf and Med from tagging data (May & June).	-Archival tagging can be done most successfully in juvenile & medium tunas. Tagging of both groups in the east and west will improve knowledge of the distribution of bluefin tuna over broader year classes and wider areas of the bluefin's range. - Archival tag breeding fish using the central North Atlantic feeding grounds. -Work out how best to deliver position data to ICCAT data bases.
Pop-Up Satellite Tagging	~30% of all long-term pop-up	-150 tagged (medium &	- demonstrate significant rate	-Increase pop-up satellite

Data type and reference	Observed	Strengths /Limitations	Implications for mixing hypotheses	Suggestions for further investigation
<i>deployed on NW Atlantic Tuna</i> (I1) Block <i>et al.</i> (SCRS/00/148, SCRS/01/057) Lutcavage <i>et al.</i> (SCRS/99/104, SCRS/00/95, SCRS/01/031, SCRS/01/053) Lutcavage and Luckhurst (SCRS/00/125)	satellite tagged bluefin in the west cross 45° W -Seasonal distribution of pop-up tagged fish overlaps implantable archival data - no pop-up tagged fish from west surfaced in the Mediterranean. - proposed possible spawning in the central north Atlantic	giants). -short-term pop-up satellite tagging indicates high survivorship after release in the west (95%). -Long-term pop-up satellite tagging shows relatively high reporting rate in west (~70-90%). -fish tagged in three regions of the western Atlantic (New England, North Carolina & GOM). -Archival software provides high accuracy longitude, depth and ambient temperature preferences. -Premature release in one study for pop-up satellite tagging with pressure sensors is ~ 12%. -Some single point pop-ups may have shed prematurely -All 2001 tags have pressure sensors, and software for premature release eliminating the ambiguity of potential drifters. -To date, longest deployments are 1 year. -natal origin of fish not known	of crossing of 45°W in short durations. -potentially large catches of western tagged fish in east in central Atlantic -Many fish remain residents of western Atlantic management unit in concordance with implantable archival data.	archival tagging on spawning grounds and on spawners to discern site directed fidelity to breeding grounds in the west and east management units. -Attempt longer deployments (1-2 years) Increase efforts to tag fish utilizing the Central North Atlantic feeding grounds. -Develop interactions with modelers to capture the movement patterns of pop-up satellite and implantable archival tagged fish geolocation data for analyzing the distribution of bluefin for assessment purposes.

Data type and reference	Observed	Strengths /Limitations	Implications for mixing hypotheses	Suggestions for further investigation
<i>Pop-up tagging of Med fish</i> De Metrio et al. (SCRS/01/078) <i>Archival tagging in Adriatic-</i> Yamashita and Miyabe (SCRS/00/126)	-Large fish move rapidly after spawning season out of the Med. In short durations -Fish in E. Atlantic head to productive regions to the north and south -Small bluefin show residency in the Med around productive regions. -High recovery of implantable archival tagged small bluefin (20%) after first year of tagging suggestive of residency	-Post-breeding bluefin move rapidly over large distances in the eastern Atlantic. -To date, none have crossed the 45° stock boundary however retention of tags for long durations has not been investigated -very poor recovery rates of Pop-ups (20-30%) -poor recovery possibly due to several factors (including fishing mortality and non-reporting)	- Small Med fish demonstrate strong residency the year after tagging. -Large Med fish quickly travel to northern waters where productivity is high. - several fish exiting Med go south/southwest	- Apply Pop-up Satellite Archival Tags for increased durations. -Increase sample size of implantable tagged bluefin and size range (juvenile and mature). -Increase educational efforts to return tags.
<i>Pop-up tagging of Bluefin tuna on their spawning ground in Gulf of Mexico</i> Block et al. (SCRS/00/148)	-Pop-up Satellite Tagged fish are primarily in western Gulf. – Loop current appears to be region with few bluefin. -Pop-up tagged fish from GOM have not been observed to cross 45°W - potential spawning behavior observed	- very few fish tagged -Mortality during tagging longline operations is a problem in warm waters of Gulf. -Spawning season in the Gulf may be short duration.	- To date spawning site fidelity has not clearly been examined. -challenging to work in the warm Gulf waters on giant bluefin tuna.	- Tag fish in GOM and Med. at spawning time and set tags to pop up at 1 or more years.

Data type and reference	Observed	Strengths /Limitations	Implications for mixing hypotheses	Suggestions for further investigation
Genetic Studies - Ely et al. (SCRS/01/054)	- No difference between mtDNA and nuclear DNA in NW Atlantic and Med fish found in large sample sizes of 127cm –277cm fish - no difference between GOM and Med larval fish	- Lack of difference found does not indicate a single stock - sample size small for larval fish (< 30 each site) - sufficient sample sizes essential - past results need to be reconciled with current results	- Equivocal results	- find other genetic identifiers of tuna stock - test for differences only in larval and spawning fish from the GOM and Med.
Otolith micro-constituents -Rooker et al. (BD4)	-preliminary data show 85% correct classification of Atl. NW vs Med. fish - some interannual variability and variability between locations in the Med but appears less than between basin	-distinguishes region of residence, not origin (if done on young fish or the nucleus of the otolith, then region of residence is likely to be the region of origin)	-indicates that elemental composition environment different between NE Atl and Med; - does not bear upon spawning site fidelity	- use microconstituent methodologies to discern chemical signature of fish to identify regions of residence and origin.
Size and Maturity at Age Block et al. (SCRS/01/051) - Susca et al. (SCRS/00/91). Nemerson et al. (2000)	- Fish in the GOM from landings and tagging data are primarily of 9 years of age and above. - More variability in size of mature fish in Med		- suggests different biotypes, i.e., phenotypes but not necessary different genotypes - suggests site fidelity of fishes but does not rule out some mixing of spawners across spawning grounds	Develop methodologies to examine maturity indices.
CPUE data -Porch et al (SCRS/00/98) Hester (SCRS/01/059)	-some CPUE trends differ between Central and East Atlantic	Comparable data for all fleets not available	CPUE data alone is consistent with some East to West movement	

Table 2. Estimated BFT landings (MT) by area (see Figure 3 for definitions). (Source: CATDIS).

Year	Area						Total
	1	2	3	4	5	6	
1950	574	433		3154	16130	5597	25888
1951	697	399		7683	14835	5708	29322
1952	263	368		16076	14430	5354	36491
1953	882	201		10341	19203	7042	37669
1954	593	230		12341	14940	6710	34814
1955	411	133		13708	18671	6231	39154
1956	207	40		5462	16762	4900	27372
1957	469	86		6711	20303	6838	34407
1958	1025	208		3805	22392	6395	33825
1959	498	1086	2	3826	15154	5454	26019
1960	381	741	27	4025	14714	4815	24702
1961	225	1456	3	8173	12512	5614	27983
1962	537	5732	87	8355	14319	4794	33823
1963	1368	13001	116	160	8211	6460	29317
1964	1564	17150	319	1467	8417	6295	35212
1965	2743	11475	150	2502	8136	5997	31003
1966	4627	3489	14	961	8324	5327	22742
1967	970	5030	24	1989	8498	8745	25256
1968	635	2586	4	703	3924	7934	15786
1969	1028	2011	0	758	4930	8691	17418
1970	630	4835	10	267	5489	4695	15925
1971	1400	5181	28	672	3986	6196	17463
1972	1409	2522	11	530	4208	5955	14634
1973	746	3098	10	422	4278	6053	14607
1974	3006	2360	1	869	5225	13057	24518
1975	1660	3362	6	990	8986	11250	26254
1976	2357	3517	1	550	4670	17100	28196
1977	3951	2749	2	767	6208	11798	25473
1978	2725	3046	5	226	5570	8864	20436
1979	1970	4285	3	61	4700	7456	18476
1980	1349	4456	49	235	3774	10039	19902
1981	1081	4688	18	64	3250	10457	19559
1982	45	1403	43	50	6569	15704	23813
1983	1011	1531	3	2	8005	13651	24203
1984	921	1371	15	243	7134	17033	26716
1985	158	2529	44	2	4713	17204	24650
1986	522	1799	40	32	4418	14560	21370
1987	237	2350	18		4416	13764	20786
1988	136	2862	38		6924	17170	27130
1989	206	2658	157		5169	15628	23818
1990	252	2544	503		5538	17093	25930
1991	327	2667	1417	1	5330	19557	29299
1992	119	1987	2281		5575	23141	33103
1993	41	2266	1692		7723	26311	38032
1994	47	2229	958	961	6928	37903	49026
1995	106	2312	522	1552	7841	37825	50157
1996	90	2343	1429	1870	9257	40135	55124
1997	2	2111	414	2082	11174	33493	49277

Tableau 1. Récapitulation des preuves récentes des échanges du thon rouge de l’Atlantique, et suggestions concernant la poursuite des recherches. GOM=Golfe du Mexique. MED=Méditerranée. I#=-incohérences éventuelles avec d’autres données.

Type de données et références	Observé	Points forts/Limitations	Implications pour les hypothèses de mélange	Suggestions concernant la poursuite des recherches
Marques conventionnelles -décrit dans Porch <i>et al.</i> (SCRS/00/098) Fromentin (SCRS/01/042) Block <i>et al.</i> (SRS/01/057)	ICCAT: recaptures of western tagged fish in eastern area 2%; 4% for east to west; data analysis indicates 1 -3% oceanic crossing rates, i.e., over 45°W from both east and west; Block <i>et al.</i> report 10% western tags recovered in east from new experiment 1994-2000	- Large sample size - Small and medium & giant fish tagged -Reporting rates decreasing - Fewer tags released in east - Recapture rates are influenced by fishing effort and size restrictions	- some mixing across 45°W occurs	- Given the recent increase in tagging in the west, conduct analyses to discern if transfer rates have changed over the past two decades taking into account length/age composition
Marquage de thon rouge à l’ouest avec marques-archives implantées; -Block <i>et al.</i> (SCRS/01/057)	-70% of western archival tagged fish remain in west management unit. -30%of recaptured archival tagged fish are in the east Atlantic management unit. -Crossing west to east and back in a single year. -Large fish move to productive northern central Atlantic waters -Site directed fidelity -Higher recovery of archival tags (18%) than conventional tags (4.1%)	-279 tagged fish with high recovery for tag-recapture experiment. -Tagged fish span 5 year classes of western fish (7-12). -Multi year records (4 years) -Continuous geolocation with longitude and latitude of good precision. -tracks often span years prior to maturity and post-maturity -site directed spawning fidelity can be observed -feeding biology, spawning behavior, & oceanographic data obtained simultaneously -Fish tagged in one location in the western Atlantic -natal origin of fish not known - Recapture rates are influenced by fishing effort and size restrictions	-Bluefin may be tagged and recaptured in one management area but are moving between the two management units -Fish move large distances between spawning and feeding grounds -Temporal period of spawning appears similar in Gulf and Med from tagging data (May & June).	-Archival tagging can be done most successfully in juvenile & medium tunas. Tagging of both groups in the east and west will improve knowledge of the distribution of bluefin tuna over broader year classes and wider areas of the bluefin’s range. - Archival tag breeding fish using the central North Atlantic feeding grounds. -Work out how best to deliver position data to ICCAT data bases.

Type de données et références	Observé	Points forts/Limitations	Implications pour les hypothèses de mélange	Suggestions concernant la poursuite des recherches
Marquage de thon rouge dans l'Atl. nord-ouest avec marques pop-up à satellite (I1) -Block <i>et al.</i> (SCRS/00/148, SCRS/01/57) Lutcavage <i>et al.</i> (SCRS/99/104, SCRS/00/95, SCRS/01/31, SCRS/01/53) Lutcavage & Luckhurst (SCRS/00/125)	~30% of all long-term pop-up satellite tagged bluefin in the west cross 45° W -Seasonal distribution of pop-up tagged fish overlaps implantable archival data - no pop-up tagged fish from west surfaced in the Mediterranean. - proposed possible spawning in the central north Atlantic	-150 tagged (medium & giants). -short-term pop-up satellite tagging indicates high survivorship after release in the west (95%). -Long-term pop-up satellite tagging shows relatively high reporting rate in west (~70-90%). -fish tagged in three regions of the western Atlantic (New England, North Carolina & GOM). -Archival software provides high accuracy longitude, depth and ambient temperature preferences. -Premature release in one study for pop-up satellite tagging with pressure sensors is ~ 12%. -Some single point pop-ups may have shed prematurely -All 2001 tags have pressure sensors, and software for premature release eliminating the ambiguity of potential drifters. -To date, longest deployments are 1 year. -natal origin of fish not known	- demonstrate significant rate of crossing of 45°W in short durations. -potentially large catches of western tagged fish in east in central Atlantic -Many fish remain residents of western Atlantic management unit in concordance with implantable archival data.	-Increase pop-up satellite archival tagging on spawning grounds and on spawners to discern site directed fidelity to breeding grounds in the west and east management units. -Attempt longer deployments (1-2 years) Increase efforts to tag fish utilizing the Central North Atlantic feeding grounds. -Develop interactions with modelers to capture the movement patterns of pop-up satellite and implantable archival tagged fish geolocation data for analyzing the distribution of bluefin for assessment purposes.

Type de données et références	Observé	Points forts/Limitations	Implications pour les hypothèses de mélange	Suggestions concernant la poursuite des recherches
Marquage de poissons méditerranéens avec marques pop-up -De Metrio <i>et al.</i> (SCRS/01/078) Marquage avec marques-archives dans l'Adriatique - Yamashita & Miyabe (SCRS/00/126)	-Large fish move rapidly after spawning season out of the Med. In short durations -Fish in E. Atlantic head to productive regions to the north and south -Small bluefin show residency in the Med around productive regions. -High recovery of implantable archival tagged small bluefin (20%) after first year of tagging suggestive of residency	-Post-breeding bluefin move rapidly over large distances in the eastern Atlantic. -To date, none have crossed the 45° stock boundary however retention of tags for long durations has not been investigated -very poor recovery rates of Pop-ups (20-30%) -poor recovery possibly due to several factors (including fishing mortality and non-reporting)	- Small Med fish demonstrate strong residency the year after tagging. -Large Med fish quickly travel to northern waters where productivity is high. - several fish exiting Med go south/southwest	- Apply Pop-up Satellite Archival Tags for increased durations. -Increase sample size of implantable tagged bluefin and size range (juvenile and mature). -Increase educational efforts to return tags.
Marquage de thon rouge avec marques pop-up dans les zones de frai du Golfe du Mexique Block <i>et al.</i> (SCRS/00/148)	-Pop-up Satellite Tagged fish are primarily in western Gulf. – Loop current appears to be region with few bluefin. -Pop-up tagged fish from GOM have not been observed to cross 45°W - potential spawning behavior observed	- very few fish tagged -Mortality during tagging longline operations is a problem in warm waters of Gulf. -Spawning season in the Gulf may be short duration.	- To date spawning site fidelity has not clearly been examined. -challenging to work in the warm Gulf waters on giant bluefin tuna.	- Tag fish in GOM and Med. at spawning time and set tags to pop up at 1 or more years.

Type de données et références	Observé	Points forts/Limitations	Implications pour les hypothèses de mélange	Suggestions concernant la poursuite des recherches
Etudes sur la génétique -Ely et al. (SCRS/01/054)	- No difference between mtDNA and nuclear DNA in NW Atlantic and Med fish found in large sample sizes of 127cm –277cm fish - no difference between GOM and Med larval fish	- Lack of difference found does not indicate a single stock - sample size small for larval fish (< 30 each site) - sufficient sample sizes essential - past results need to be reconciled with current results	- Equivocal results	- find other genetic identifiers of tuna stock - test for differences only in larval and spawning fish from the GOM and Med.
Micro-constituants des otolithes -Rooker et al. (BD4)	-preliminary data show 85% correct classification of Atl. NW vs Med. fish - some interannual variability and variability between locations in the Med but appears less than between basin	-distinguishes region of residence, not origin (if done on young fish or the nucleus of the otolith, then region of residence is likely to be the region of origin)	-indicates that elemental composition environment different between NE Atl and Med; - does not bear upon spawning site fidelity	- use microconstituent methodologies to discern chemical signature of fish to identify regions of residence and origin.
Taille et maturité à un âge donné -Block et al. (SCRS/01/51) Susca et al. (SCRS/00/91). Nemerson et al. (2000)	- Fish in the GOM from landings and tagging data are primarily of 9 years of age and above. - More variability in size of mature fish in Med		- suggests different biotypes, i.e., phenotypes but not necessary different genotypes - suggests site fidelity of fishes but does not rule out some mixing of spawners across spawning grounds	Develop methodologies to examine maturity indices.
Données de CPUE -Porch et al. (SCRS/00/98) Hester (SCRS/01/59)	-some CPUE trends differ between Central and East Atlantic	Comparable data for all fleets not available	CPUE data alone is consistent with some East to West movement	

Tableau 2. Débarquements estimés de BFT (t) par zone (*cf.* définitions à la Figure 3).
(Source: CATDIS).

	Zone						
Année	1	2	3	4	5	6	Total
1950	574	433		3154	16130	5597	25888
1951	697	399		7683	14835	5708	29322
1952	263	368		16076	14430	5354	36491
1953	882	201		10341	19203	7042	37669
1954	593	230		12341	14940	6710	34814
1955	411	133		13708	18671	6231	39154
1956	207	40		5462	16762	4900	27372
1957	469	86		6711	20303	6838	34407
1958	1025	208		3805	22392	6395	33825
1959	498	1086	2	3826	15154	5454	26019
1960	381	741	27	4025	14714	4815	24702
1961	225	1456	3	8173	12512	5614	27983
1962	537	5732	87	8355	14319	4794	33823
1963	1368	13001	116	160	8211	6460	29317
1964	1564	17150	319	1467	8417	6295	35212
1965	2743	11475	150	2502	8136	5997	31003
1966	4627	3489	14	961	8324	5327	22742
1967	970	5030	24	1989	8498	8745	25256
1968	635	2586	4	703	3924	7934	15786
1969	1028	2011	0	758	4930	8691	17418
1970	630	4835	10	267	5489	4695	15925
1971	1400	5181	28	672	3986	6196	17463
1972	1409	2522	11	530	4208	5955	14634
1973	746	3098	10	422	4278	6053	14607
1974	3006	2360	1	869	5225	13057	24518
1975	1660	3362	6	990	8986	11250	26254
1976	2357	3517	1	550	4670	17100	28196
1977	3951	2749	2	767	6208	11798	25473
1978	2725	3046	5	226	5570	8864	20436
1979	1970	4285	3	61	4700	7456	18476
1980	1349	4456	49	235	3774	10039	19902
1981	1081	4688	18	64	3250	10457	19559
1982	45	1403	43	50	6569	15704	23813
1983	1011	1531	3	2	8005	13651	24203
1984	921	1371	15	243	7134	17033	26716
1985	158	2529	44	2	4713	17204	24650
1986	522	1799	40	32	4418	14560	21370
1987	237	2350	18		4416	13764	20786
1988	136	2862	38		6924	17170	27130
1989	206	2658	157		5169	15628	23818
1990	252	2544	503		5538	17093	25930
1991	327	2667	1417	1	5330	19557	29299
1992	119	1987	2281		5575	23141	33103
1993	41	2266	1692		7723	26311	38032
1994	47	2229	958	961	6928	37903	49026
1995	106	2312	522	1552	7841	37825	50157
1996	90	2343	1429	1870	9257	40135	55124
1997	2	2111	414	2082	11174	33493	49277

Tabla 1. Resumen de evidencias recientes sobre la mezcla del atún rojo del Atlántico norte y sugerencias para más investigaciones. GOM se refiere al Golfo de México. Med se refiere a Mediterráneo. I# se refiere a potenciales incoherencias con otros datos.

Tipo de datos y referencia	Observado	Tamaños /Limitaciones	Implicaciones para las hipótesis de mezcla	Sugerencias para más investigación
Marcas convencionales -descrito en Porch <i>et al.</i> (SCRS/00/98); Fromentin (SCRS/01/042); Block <i>et al.</i> (SRS/01/057)	ICCAT: recapturas en la zona este de peces marcados en el oeste 2%; 4% de este a oeste; El análisis de los datos indica 1-3% tasas de cruce oceánico, es decir, a través de los 45°W tanto del este como del oeste; Block <i>et al.</i> informan de un 10% de marcas del oeste recuperadas en el este en un nuevo experimento realizado en 1994-2000	- Gran tamaño de la muestra - Peces pequeños, medios y gigantes marcados -Descenso de las tasas de comunicación - Menos marcas liberadas en el este - Las tasas de recapturas están influidas por el esfuerzo de pesca y las restricciones de talla	- Se produce alguna mezcla a través de la línea de 45°W	- Dado el reciente incremento de marcado en el oeste, realizar análisis para distinguir si las tasas de transferencia han cambiado a lo largo de las dos últimas décadas teniendo en cuenta la composición longitud/edad
Marcado de atún rojo con marcas de archivo injertables en el oeste; Block <i>et al.</i> (SCRS/01/57)	-El 70% de los peces marcados en el oeste con marcas de archivo permanecen en la unidad de ordenación del oeste. -El 30% de los peces recapturados con marcas archivo se encuentran en la unidad de ordenación del Atlántico este. -Cruzan de oeste a este y otra vez de vuelta en un año. -Los peces grandes se desplazan a aguas productivas del Atlántico norte central -Fidelidad dirigida al lugar -Mayor recuperación de marcas archivo (18%) que de marcas convencionales (4,1%)	-279 peces marcados con una elevada recuperación para experimento de marcado-recaptura. -Los peces marcados abarcan 5 clases anuales de los peces del oeste (7-12). -Registros multianuales (4 años) -Geolocalización continua con longitud y latitud de gran precisión. -Los seguimientos a menudo abarcan los años previos y posteriores a la madurez -Se observa fidelidad dirigida al lugar de desove -Biología de alimentación, comportamiento reproductivo y datos oceanográficos obtenidos simultáneamente -Peces marcados en un lugar	-Los atunes rojos pueden ser marcados y recapturados en una zona de ordenación, pero se mueven entre las dos zonas de ordenación -Los peces atraviesan grandes distancias entre las zonas de desove y las zonas de alimentación -A partir de los datos de marcado, el periodo temporal de desove parece similar en el Golfo y el Mediterráneo (mayo y junio).	-El marcado de archivo puede realizarse con más éxito en juveniles y peces de tamaño medio. El marcado de ambos grupos en el este y el oeste mejorará el conocimiento de la distribución del atún rojo en clases anuales más amplias y en zonas más extensas del rango del atún rojo - Peces reproductores marcados con marcas archivo utilizan las zonas de alimentación del Atlántico norte central. -Establecer la mejor manera de enviar los datos de posición a la base de datos ICCAT.

Tipo de datos y referencia	Observado	Tamaños /Limitaciones	Implicaciones para las hipótesis de mezcla	Sugerencias para más investigación
		del Atlántico oeste -No se conoce el origen natal de los peces - Las tasas de recaptura están influidas por el esfuerzo pesquero y las restricciones de talla		
Marcas pop-up por satélite colocadas en túnidos del Atlántico NW (I1) Block <i>et al.</i> (SCRS/00/148, SCRS/01/057) Lutcavage <i>et al.</i> (SCRS/99/104, SCRS/00/95, SCRS/01/031, SCRS/01/053) Lutcavage and Luckhurst (SCRS/00/125)	~el 30% de los atunes rojos marcados en el oeste con marcas pop-up por satélite a largo plazo cruzan los 45° W -Distribución estacional de los peces con marcas pop-up se solapa con datos de marcas archivo injertables -En el Mediterráneo no han aparecido peces del oeste con marcas pop-up. -Propuesta una posible zona de desove en el Atlántico norte central	-150 peces marcados (medios y gigantes). -El marcado con marcas pop-up por satélite a corto plazo indica una supervivencia elevada tras la liberación en el oeste (95%). -El marcado con marcas pop-up por satélite a largo plazo presenta una tasa relativamente alta de comunicación en el oeste (~70-90%). -Peces marcados en tres regiones del Atlántico oeste (Nueva Inglaterra, Carolina del Norte y GOM). -El software de archivo proporciona preferencias de longitud, profundidad y temperatura ambiente muy precisas. -La liberación prematura en un estudio para marcado pop-up por satélite con sensores de presión es de ~ 12%. -Algunas marcas pop-up de punto único pueden haberse desprendido de forma prematura	-Presentan tasas significativas de cruce de los 45°W en cortos periodos. -Capturas potencialmente grandes en el Atlántico central de peces marcados en el oeste -Muchos peces permanecen en la unidad de ordenación del Atlántico oeste de acuerdo con los datos de las marcas de archivo injertables.	-Aumentar el marcado pop-up por satélite y de archivo en zonas de desove y sobre los reproductores para distinguir fidelidad dirigida al lugar en las zonas de desove de las unidades de ordenación del este y el oeste– Intentar colocaciones más largas (1-2 años) Aumentar los esfuerzos para marcar peces utilizando las zonas de alimentación del Atlántico norte central -Desarrollar interacciones con los modeladores para captar los patrones de movimiento de los datos de geolocalización de los peces con marcas pop-up por satélite y marcas de archivo injertables para analizar la distribución del atún rojo para la evaluación.

Tipo de datos y referencia	Observado	Tamaños /Limitaciones	Implicaciones para las hipótesis de mezcla	Sugerencias para más investigación
		-Todas las marcas de 2001 tienen sensores de presión y software para una liberación prematura, eliminando la ambigüedad de potenciales derivas. -Hasta la fecha, las colocaciones más largas son de 1 año. -se desconoce el origen natal de los peces		
<i>Marcado con marcas pop-up de peces Med</i> De Metrio et al. (SCRS/01/78) <i>Marcado con marcas de archivo en el Adriático-</i> Yamashita and Miyabe (SCRS/00/126)	- Tras la temporada de desove los peces grandes se desplazan rápidamente fuera del Mediterráneo en cortos periodos -Los peces en el Atlántico este se dirigen hacia regiones productivas al norte y al sur. -Los atunes rojos pequeños muestran residencia en el Med alrededor de regiones productivas. -Elevada recuperación de atunes rojos pequeños con marcas archivo injertables (20%) tras el primer año de marcado indicativo de residencia	-Los atunes rojos post-reproductores se desplazan rápidamente a través de largas distancias en el Atlántico este. -Hasta la fecha, ninguno ha cruzado la línea de stock de 45°, sin embargo no se ha investigado la retención de las marcas durante largo tiempo -Tasas muy pobres de recuperación de pop-ups (20-30%) -Recuperación pobre posiblemente debida a diversos factores (incluyendo la mortalidad por pesca y la no comunicación)	- Los peces pequeños del Med presentan una gran residencia el año después del marcado. -Los peces grandes del Med. se mueven rápidamente a aguas más al norte donde la productividad es elevada. -Varios peces que salen del Med se dirigen hacia el sur/suroeste	- Aplicar marcas de archivo pop-up por satélite para periodos más largos. -Aumentar el tamaño de la muestra de atunes rojos con marcas injertables y el rango de talla (juveniles y maduros). -Aumentar los esfuerzos educacionales para la devolución de marcas.
<i>Marcado de atunes rojos con marcas pop-up en su zona de desove del Golfo de México</i> Block et al. (SCRS/00/148)	-Los peces con marcas pop-up por satélite se encuentran fundamentalmente en el Golfo occidental. -El bucle de la corriente parece ser una región con	-Muy pocos peces marcados -La mortalidad durante las operaciones de marcado con palangre es un problema en las aguas cálidas del Golfo. -La temporada de desove en	- Hasta la fecha la fidelidad al lugar de desove no ha sido claramente examinada. -Trabajar en las aguas cálidas del Golfo con atunes rojos gigantes supone un reto.	- Marcar peces en el GOM y Med. en la temporada de desove y que las marcas se desprendan al año o más.

Tipo de datos y referencia	Observado	Tamaños /Limitaciones	Implicaciones para las hipótesis de mezcla	Sugerencias para más investigación
	pocos atunes rojos. -No se ha observado que los peces con marcas pop-up del GOM hayan cruzado los 45°W -Se ha observado un potencial comportamiento reproductivo	el Golfo puede ser de corta duración.		

Tipo de datos y referencia	Observado	Tamaños /Limitaciones	Implicaciones para las hipótesis de mezcla	Sugerencias para más investigación
<i>Estudios genéticos</i> - Ely et al. (SCRS/01/054)	- No hay diferencias en el ADNmt y el ADN nuclear en peces del Atl. Noroeste y Med. descubiertos en grandes tamaños de muestras de peces de 127cm –277cm -No hay diferencia entre peces larvales del GOM y Med	-Esta falta de diferencias no indica un único stock -El tamaño de la muestra era pequeño para los peces larvales (< 30 cada sitio) -Es esencial disponer de tamaños de muestras suficientes -Los resultados pasados deben ser reconciliados con los resultados actuales	-Resultados equívocos	-Descubrir otros identificadores genéticos del stock -Prueba para descubrir las diferencias solo en peces larvales y reproductores del GOM y Med.
<i>Microelementos de otolitos</i> -Rooker et al. (BD4)	-Datos preliminares muestran el 85% de clasificación correcta de peces del Atl. NW frente a peces del Med. -Alguna variabilidad interanual y variabilidad entre localizaciones en el Med pero parece ser menor que entre cuencas	-Distingue la región de residencia, no el origen (si se hace en peces pequeños o en el núcleo del otolito, entonces es probable que la región de residencia sea la región de origen)	-Indica que la composición de elementos del medio ambiente es diferente entre el Atl. Noreste y Med; -No se relaciona con la fidelidad al lugar de desove	-Usar metodologías de microelementos para distinguir la huella química del pez para identificar regiones de residencia y origen.
<i>Talla y Madurez por edad</i> Block et al. (SCRS/01/051) - Susca et al. (SCRS/00/91). Nemerson et al. (2000)	- A partir de datos de marcado y desembarques, los peces en el GOM son fundamentalmente de 9 años de edad y mayores. - Más variabilidad en la talla de los peces maduros en Med		-Sugiere diferentes biotipos, es decir fenotipos pero no necesariamente diferentes genotipos -Sugiere fidelidad al lugar de los peces pero no descarta algo de mezcla entre los reproductores en las zonas de desove	Desarrollar metodologías para examinar los índices de madurez.
<i>Datos de CPUE</i> -Porch et al (SCRS/00/98) Hester (SCRS/01/59)	-Algunas tendencias de CPUE difieren entre el Atlántico central y Atlántico este	No hay disponibles datos comparables para todas las flotas.	Los datos de CPUE por sí solos son coherentes con algo de movimiento de este a oeste	

Tabla 2. Desembarques estimados de BFT (t.) por área (ver Figura 3 para las definiciones). (Fuente: CATDIS).

Year	Area						Total
	1	2	3	4	5	6	
1950	574	433		3154	16130	5597	25888
1951	697	399		7683	14835	5708	29322
1952	263	368		16076	14430	5354	36491
1953	882	201		10341	19203	7042	37669
1954	593	230		12341	14940	6710	34814
1955	411	133		13708	18671	6231	39154
1956	207	40		5462	16762	4900	27372
1957	469	86		6711	20303	6838	34407
1958	1025	208		3805	22392	6395	33825
1959	498	1086	2	3826	15154	5454	26019
1960	381	741	27	4025	14714	4815	24702
1961	225	1456	3	8173	12512	5614	27983
1962	537	5732	87	8355	14319	4794	33823
1963	1368	13001	116	160	8211	6460	29317
1964	1564	17150	319	1467	8417	6295	35212
1965	2743	11475	150	2502	8136	5997	31003
1966	4627	3489	14	961	8324	5327	22742
1967	970	5030	24	1989	8498	8745	25256
1968	635	2586	4	703	3924	7934	15786
1969	1028	2011	0	758	4930	8691	17418
1970	630	4835	10	267	5489	4695	15925
1971	1400	5181	28	672	3986	6196	17463
1972	1409	2522	11	530	4208	5955	14634
1973	746	3098	10	422	4278	6053	14607
1974	3006	2360	1	869	5225	13057	24518
1975	1660	3362	6	990	8986	11250	26254
1976	2357	3517	1	550	4670	17100	28196
1977	3951	2749	2	767	6208	11798	25473
1978	2725	3046	5	226	5570	8864	20436
1979	1970	4285	3	61	4700	7456	18476
1980	1349	4456	49	235	3774	10039	19902
1981	1081	4688	18	64	3250	10457	19559
1982	45	1403	43	50	6569	15704	23813
1983	1011	1531	3	2	8005	13651	24203
1984	921	1371	15	243	7134	17033	26716
1985	158	2529	44	2	4713	17204	24650
1986	522	1799	40	32	4418	14560	21370
1987	237	2350	18		4416	13764	20786
1988	136	2862	38		6924	17170	27130
1989	206	2658	157		5169	15628	23818
1990	252	2544	503		5538	17093	25930
1991	327	2667	1417	1	5330	19557	29299
1992	119	1987	2281		5575	23141	33103
1993	41	2266	1692		7723	26311	38032
1994	47	2229	958	961	6928	37903	49026
1995	106	2312	522	1552	7841	37825	50157
1996	90	2343	1429	1870	9257	40135	55124
1997	2	2111	414	2082	11174	33493	49277

LÉGENDS

Figure 1. Répartition historique des prises de thon rouge (en nombres) et de l'effort (en hameçons) réalisées par les palangriers japonais.

Figure 2. Répartition des prises et de l'effort des palangriers japonais par trimestre (1998 et 1999)

Figure 3. Structure spatiale recommandée par le groupe afin d'intégrer un plus grand réalisme biologique dans les futures évaluations visant à déterminer des structures de gestion alternatives

Figure 4. Prises estimées de thon rouge par zone (zones définies à la Figure 3)

LEYENDAS

Figura 1. Distribución histórica de la captura (en números) y esfuerzo (en anzuelos) de atún rojo por el palangre japonés.

Figura 2. Distribución de captura y esfuerzo del palangre japonés por trimestre (1998 y 1999).

Figura 3. Estructura espacial recomendada por el grupo con el fin de integrar mayor realismo biológico en futuras evaluaciones para tratar estructuras alternativas de ordenación.

Figura 4. Captura estimada de atún rojo por área (áreas definidas en la Figura 3).

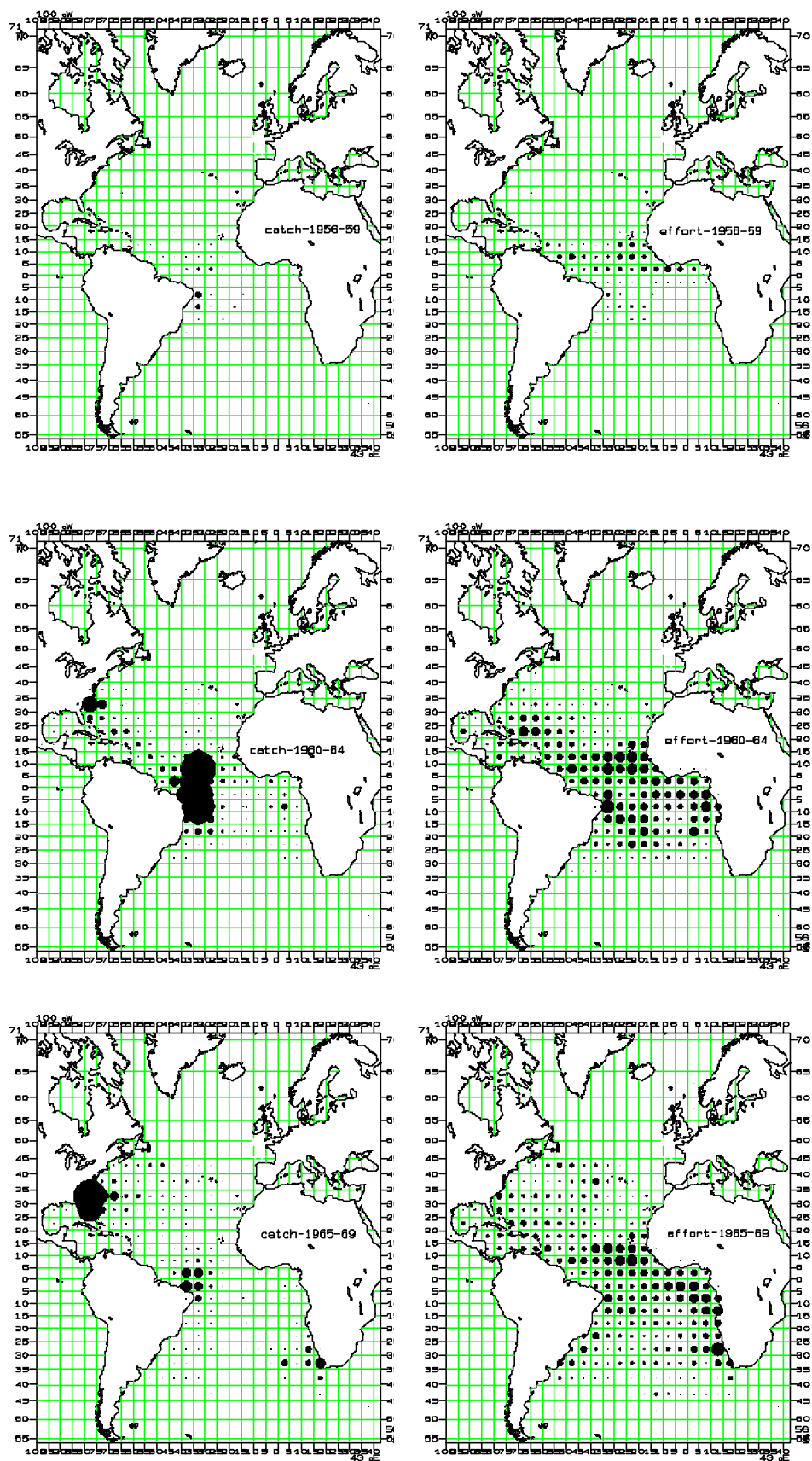


Figure 1. Historical distribution of bluefin tuna catch (in numbers) and effort (in hooks) for Japanese longline.

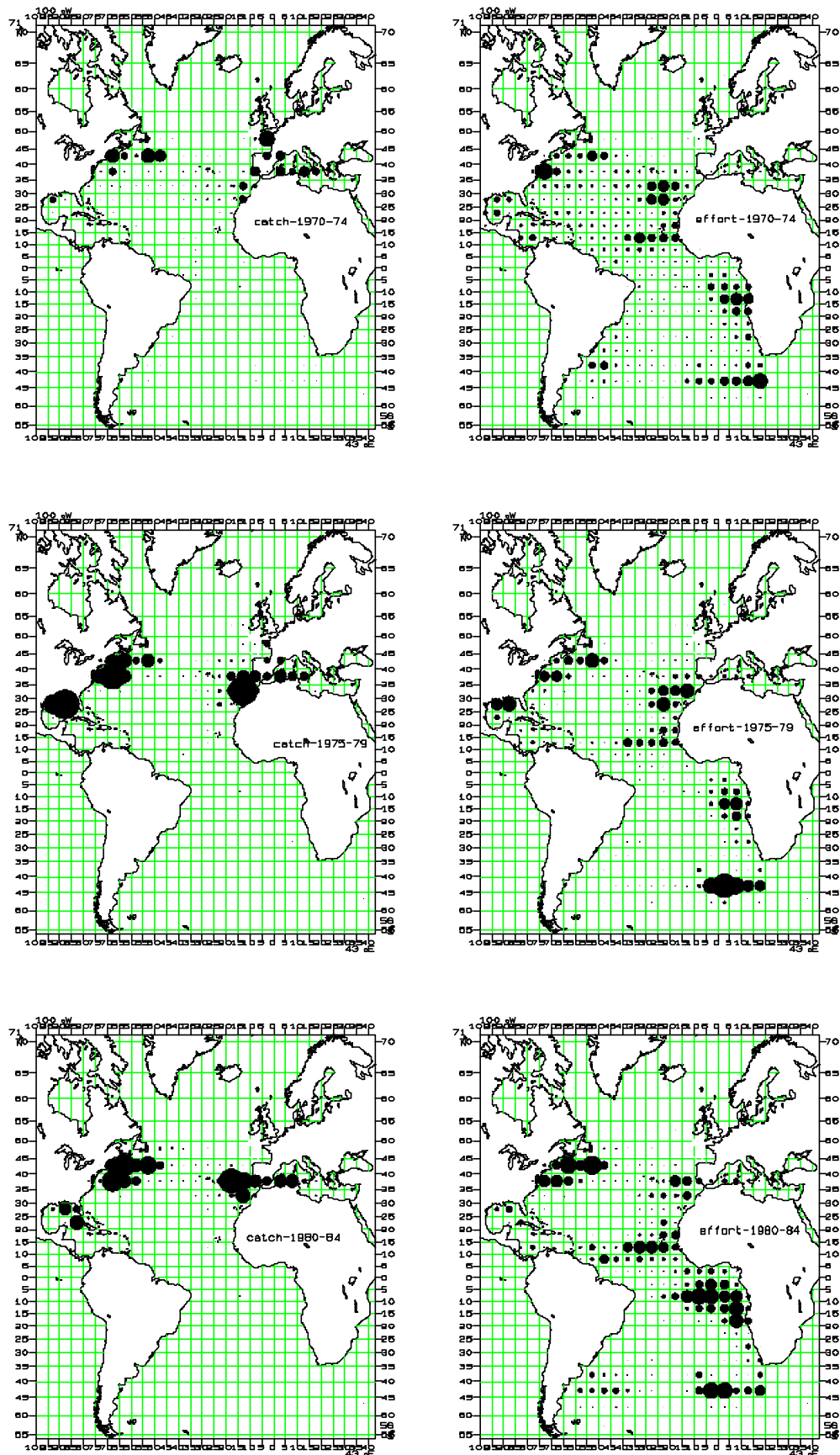


Figure 1. (cont.)

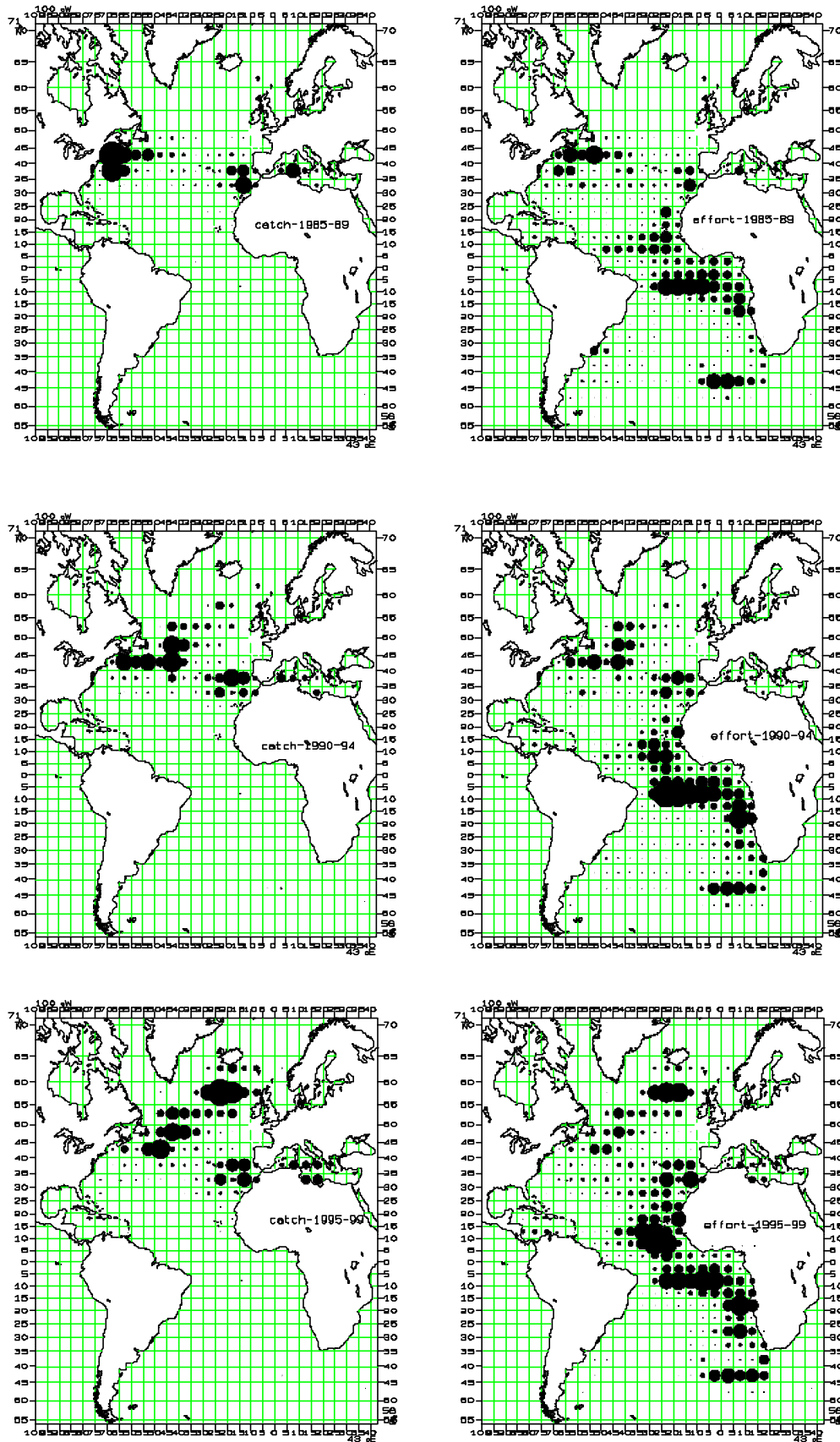


Figure 1 (cont.)

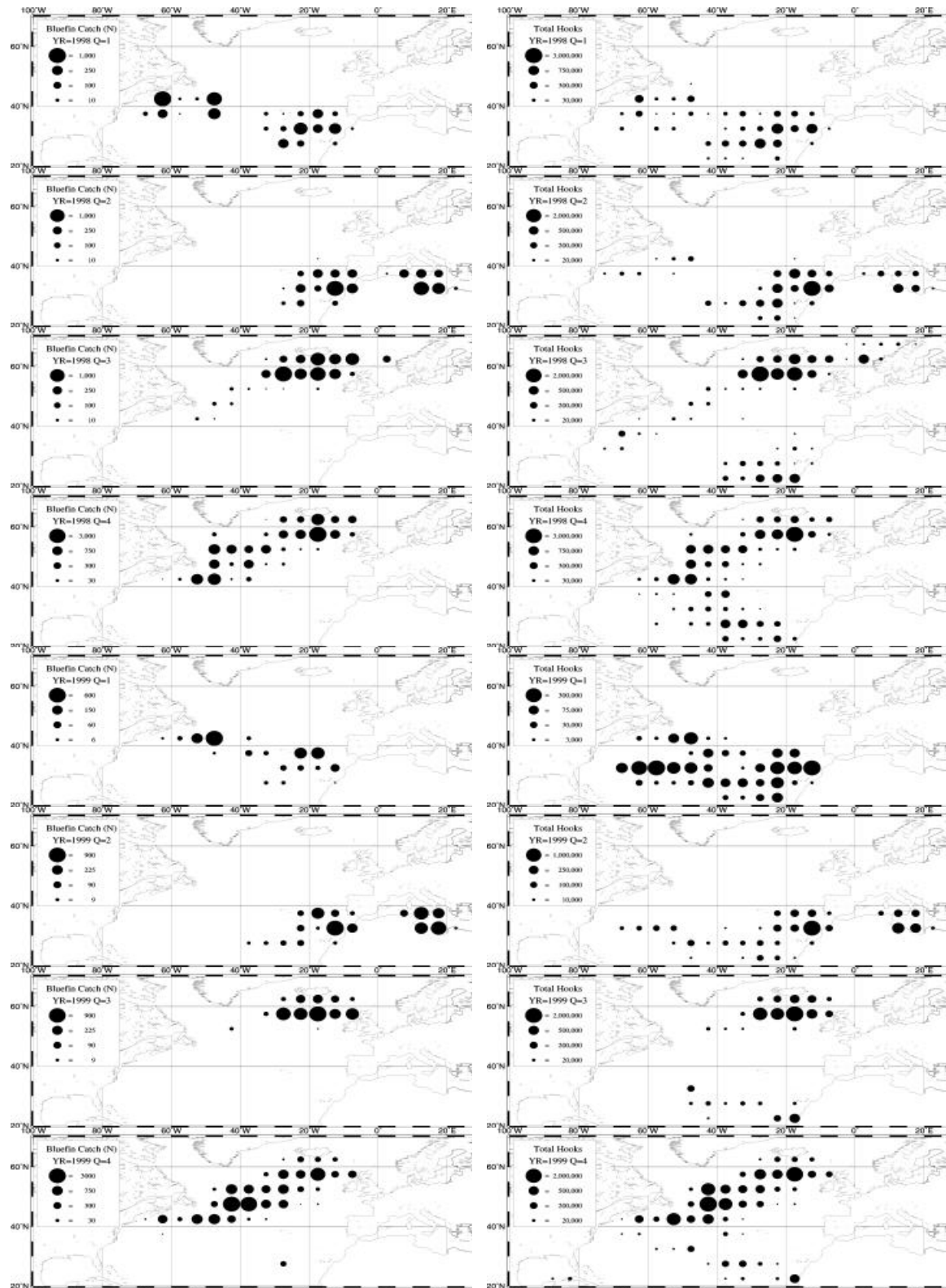


Figure 2. Catch and effort distribution for Japanese longline by quarter (1998 and 1999).

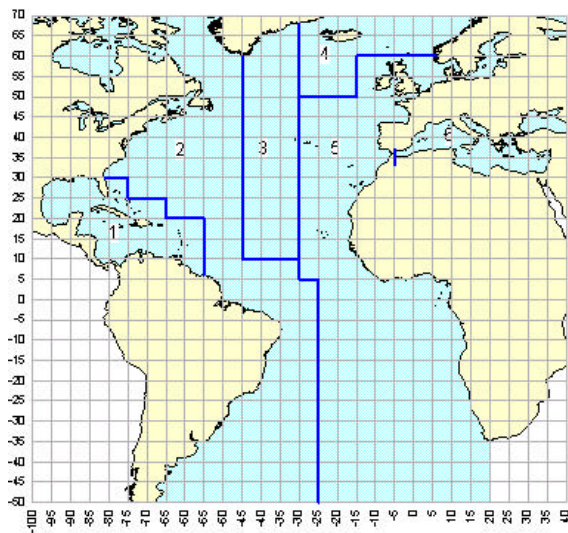


Figure 3. Spatial structure recommended by the group for accommodating greater biological realism into future assessments to address alternative management structures.

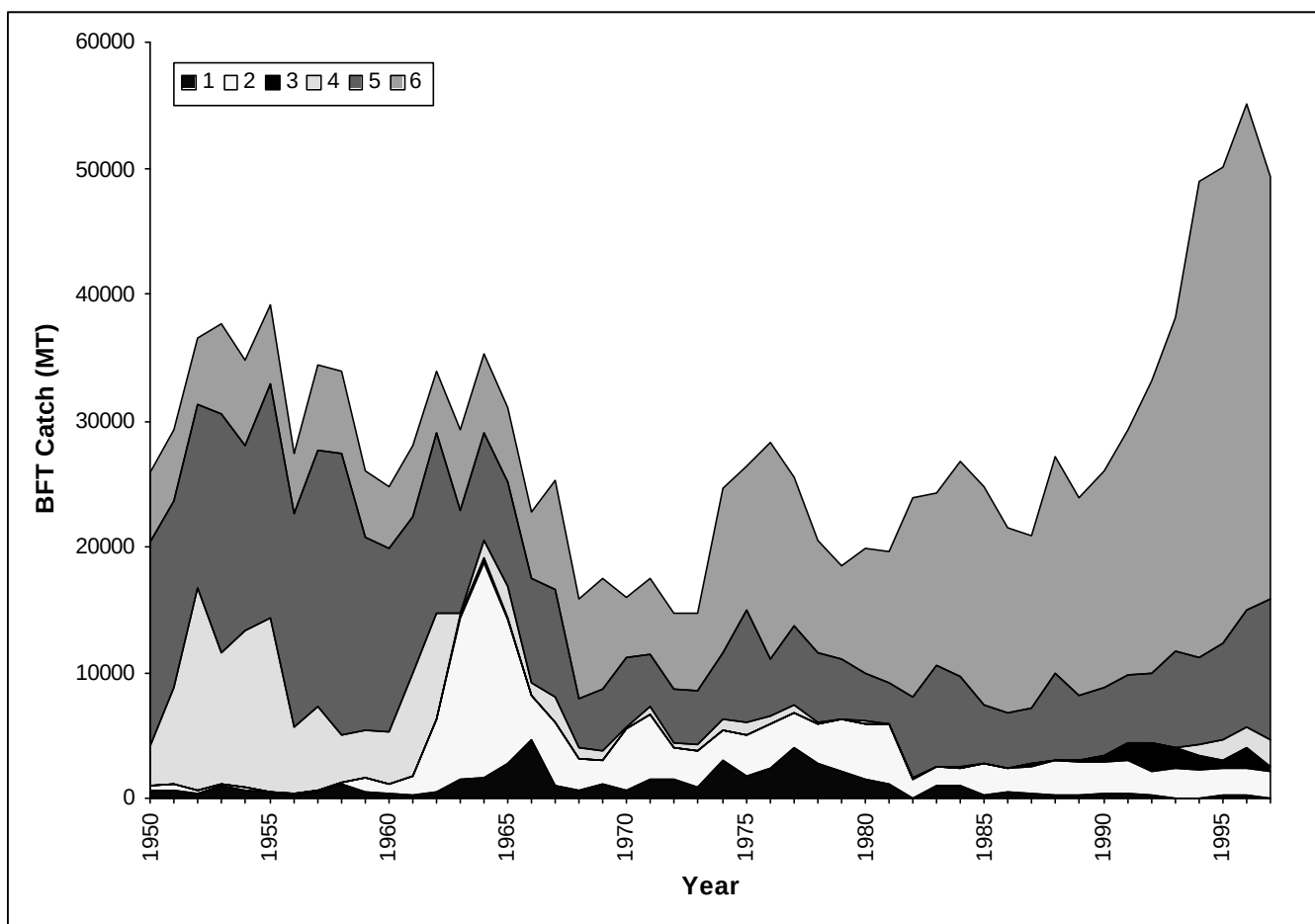


Figure 4. Estimated catch of bluefin tuna by area (areas defined in Figure 3).

Revised Agenda

- 1 Opening of the meeting and arrangements
- 2 Evidence for the kind and extent of mixing, movement and distribution
 - 2.1 Historical basis for current stock hypothesis
 - 2.2 From conventional tagging
 - 2.3 From archival (pop-up) tagging
 - 2.4 From historical distribution of catch and CPUE
 - 2.5 From other sources
 - 2.6 Conclusions
- 3 Alternative mixing/movement and models for describing these hypotheses
 - 3.1 Migrations vs mixing (including size and sex specificity)
 - 3.2 Advection-diffusion models
 - 3.3 Overlap models
- 4 Alternative management structures given mixing/movement hypothesis
 - 4.1 Current 2-stock boundary
 - 4.2 Alternative boundaries for 2-stock models
 - 4.3 Others
- 5 Possible assessment models to address alternative management structures
 - 5.1 Suitability of current 2-stock model without mixing
 - 5.2 Suitability of current 2-stock model with mixing
 - 5.3 Other models
- 6 Data and scientific requirements for alternative management structures (including assessments).
- 7 Recommendations for future assessment/management strategies

Ordre du jour révisé

- 1 Ouverture de la réunion et organisation des sessions
- 2 Preuves du mode et de l'étendue des échanges, des déplacements et de la distribution
 - 2.1 Fondements historiques de l'hypothèse actuelle
 - 2.2 Marquage conventionnel
 - 2.3 Marques-archives (pop-up)
 - 2.4 Distribution historique des captures et de la CPUE
 - 2.5 Autres sources
 - 2.6 Conclusions
- 3 Alternatives hypothétiques sur le mélange/déplacement et modèles pour les illustrer
 - 3.1 Migrations vs. Echanges (y compris la spécificité des tailles et des sexes)
 - 3.2 Modèles d'advection/diffusion
 - 3.3 Modèles de chevauchement
- 4 Alternatives structurelles de gestion selon les hypothèses mélange/déplacement
 - 4.1 Délimitation actuelle des deux stocks
 - 4.2 Alternatives de délimitation des modèles à deux stocks
 - 4.3 Autres
- 5 Modèles d'évaluation pouvant traiter plusieurs alternatives structurelles de gestion
 - 5.1 Bien-fondé du modèle actuel à deux stocks sans échanges
 - 5.2 Bien-fondé du modèle actuel à deux stocks avec échanges
 - 5.3 Autres modèles
- 6 Apports en données et scientifiques nécessaires pour plusieurs alternatives structurelles de gestion (évaluations comprises)
- 7 Recommandations concernant les stratégies futures d'évaluation/gestion

Agenda revisada

- 1 Apertura y disposiciones para la reunión
- 2 Evidencias de la clase y alcance de la mezcla, movimiento y distribución
 - 2.1 Antecedentes históricos para la actual hipótesis sobre el stock
 - 2.2 Del mercado convencional
 - 2.3 Del mercado con marcas archivo (pop-up)
 - 2.4 De la distribución histórica de la captura y CPUE
 - 2.5 De otras fuentes
 - 2.6 Conclusiones
- 3 Mezcla/movimiento alternativos y modelos para describir estas hipótesis
 - 3.1 Migraciones vs. mezcla (incluyendo talla y especificidad por sexo)
 - 3.2 Modelos de difusión/advección
 - 3.3 Modelos de solapamiento
- 4 Estructuras alternativas de ordenación dadas las hipótesis de mezcla/movimiento
 - 4.1 Límite actual de los dos stocks
 - 4.2 Límites alternativos para los modelos de dos stocks
 - 4.3 Otros
- 5 Posibles modelos de evaluación para abordar estructuras alternativas de ordenación
 - 5.1 Idoneidad del actual modelo de dos stocks sin mezcla
 - 5.2 Idoneidad del actual modelo de dos stocks con mezcla
 - 5.3 Otros modelos
- 6 Datos y requisitos científicos para estructuras alternativas de ordenación (incluyendo evaluaciones).
- 7 Recomendaciones para futuras estrategias de evaluación/ordenación

Participants/Participants/Participantes

ALGERIE

Kerzabi, Linda.

Sous Directrice "Amenagement et Gestion des Ressources halieutiques". Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques. Rue des Quatre Canons. 16.000 Alger
Tel: +213 21 43 31 84. Fax: +213 21 43 39 42. E-Mail:kerzabi_linda@yahoo.fr

CANADA

Porter, Julie M.

DFO -St. Andrews Biological Station. 531 Brandy Cove Road. St. Andrews, N.B. E5B 2L9
Tel: +1 506 529 5902. Fax: +1 506 529 5862. E-Mail:porterjm@mar.dfo-mpo.gc.ca

EUROPEAN COMMUNITY

EC-FRANCE

Farrugio, Henri.

IFREMER -Chef du laboratoire "Ressources Halieutiques". BP 171-Av. Jean Monnet. 34203 Sète
Tel: +33 4 9957 3200. Fax: +33 4 9957 3295. E-Mail:henri.farrugio@ifremer.fr

EC-ITALY

De Metrio, Gregorio.

Dipartimento di Sanità e Benessere Animale. Università di Bari. Strada per Casamassima Km 3. 70010 - Valenzano-Bari; Tel: +39 080 544 3907. Fax: +39 080 544 3908. E-Mail:g.demetrio@tno.it

Di Natale, Antonio.

Director-AQUASTUDIO. Via Trapani, n° 6. 98121 Messina
Tel: +39 090 346 408. Fax: +39 090 364 560. E-Mail:adinatale@acquario.ge.it

EC-PORTUGAL

Ferreira de Gouveia, Lidia.

Chefe de Divisao De Tecnicas E Artes de Pesca. Direcção Regional das Pescas. Estrada da Pontinha. 9000-Funchal, Madeira; Tel: +351 291 203200. Fax: +351 291 229691. E-Mail:lidiagouveia@hotmail.com

Pereira, Joao Gil.

Universidade dos Açores. Departamento de Oceanografia e Pescas. 9900 - Horta, Açores
Tel: +351 292 29 2945. Fax: +351 292 29 2659. E-Mail:pereira@notes.horta.uac.pt

EC-SPAIN

Arrizabalaga, Haritz J.

AZTI. Isla de Txatxarramendi Ugarte a z/g. 48395 Sukarrieta (Bizkaia)
Tel: +34 94 687 07 00. Fax: +34 94 687 00 06. E-Mail:harri@azti.es

De La Serna Ernst, Jose Miguel.

Instituto Español de Oceanografía. Apartado 285/ Puerto Pesquero s/n; 29640 - Fuengirola, Málaga
Tel: +34 952 476 955. Fax: +34 952 463 808. E-Mail:delaserna@ma.iao.es

Mejuto García, Jaime.

Instituto Español de Oceanografía. Muelle de Animas, s/n. Apartado 130. 15080 - A Coruña
Tel: +34 981 205 366. Fax: +34 981 229 077. E-Mail:jaime.mejuto@co.iao.es

Ortiz de Urbina, Jose Maria.

Instituto Español de Oceanografía. Apartado 285. 29640 Fuengirola – Malaga
Tel: +34 952 476 955. Fax: +34 952 463 808. E-Mail:urbina@ma.iao.es

Rodríguez-Marín, Enrique.

Instituto Español de Oceanografía. Promontorio de San Martín, s/n. 39004 – Santander

Tel: +34 942 29 10 60. Fax: +34 942 27 50 72. E-Mail:rodriguez.marin@st.ieo.es

JAPAN

Hiramatsu, Kazuhiko.

National Research Institute of Far Seas Fisheries. 5-7-1, Chome Orido. Shimizu - Shizouka 424-8633

Tel: +81 543 36 6014. Fax: +81 543 35 9642. E-Mail:hira@affrc.go.jp

Miyake, Makoto (Peter). 3-3-4, Shimorenjaku. Mitaka-Shi – Tokyo

Tel: +81 422 47 3239. Fax: +81 422 43 7089. E-Mail:miyake@sistelcom.com

MAROC

Srour, Abdellah.

Directeur Center Regional de L'INRH á Nador. B.P. 493. Nador

Tel: +212 56 60 08 69, Fax: +212 56 60 38 28. E-Mail:srour@nadornet.net.ma

UNITED KINGDOM-(Overseas Territories)

Luckhurst, Brian.

Senior Fisheries Officer - Division of Fisheries. P.O. Box CR52. Crawl CRBX. Bermuda

Tel: +1 441 293 1785. Fax: +1 441 293 2716. E-Mail:bluckhurst@bdagov.bm

UNITED STATES

Butterworth, Doug S..

Professor. Department of Mathematics and Applied Mathematics. University of Cape Town.

Rondebosch 7701. South Africa;

Tel: +27 21 650 2343. Fax: +27 21 650 2334. E-mail:dll@maths.uct.ac.za

Block, Barbara A..

Stanford University. Hopkins Marine Station. Oceanview Blvd.. Pacific Grove, CA. 93950-3094

Tel: +1 408 655 6236. Fax: +1 408 375 0093. E-Mail:bblock@leland.stanford.edu

Boustany, Andre.

Stanford University. Hopkins Marine Station. Oceanview Blvd.. Pacific Grove, CA. 93950-3094

Tel: +1 831 655 6237. Fax: +1 408 375 0093. E-Mail:andre27@stanford.edu

Ely, Bert.

FISHTEC Genetics Laboratory. Department of Biological Sciences. University of South Carolina.

Columbia, SC 29208; Tel: +1 803 777 2768. Fax: +1 803 777 4002. E-Mail:ely@sc.edu

Hester, Frank J..

LMR Fisheries Research, Inc.. 2726 Shelter Is. Dr. # 369. San Diego, CA 92106

Tel: +1 858 792 6515. Fax: +1 858 792 6519. E-Mail:fhester52@aol.com

Lutcavage, Molly.

Edgerton Research Lab.. New England Aquarium. Central Wharf. Boston, MA 02110

Tel: +1 617 973 5451. Fax: +1 617 723 9705. E-Mail:mlutcavg@neaq.org

McAllister, Murdoch K..

Department of Environmental Sciences and Technology. 8 Prince's Gardens. Imperial College, London SW7 1NA. United Kingdom

Tel: +44 207 594 9330. Fax: +44 207 589 5319. E-Mail:m.mcallister@ic.ac.uk

Porch, Clarence E..

NOAA Fisheries . Southeast Fisheries Science Center. Sustainable Fisheries Division. 75 Virginia Beach Drive. Miami, FL. 33177

Tel: +1 305 361 4232. Fax: +1 305 361 4219. E-Mail:clay.porch@noaa.gov

Powers, Joseph E..

SCRS Chairman-Southeast Fisheries Center,75 Virginia Beach Dr. Miami, FL 33149-1099

Tel: +1 305 361 4295. Fax: +1 305 361 4219. E-Mail:joseph.powers@noaa.gov

Punt, André E..

School of Aquatic and Fishery Sciences. University of Washington. P.O. Box 355020. Seattle, WA 98195-5020

Tel: +1 206 221 6319. Fax: +1 206 685 7471. E-Mail: aepunt@u.washington.edu

Scott, Gerald P..

Southeast Fisheries Science Center - NMFS. 75 Virginia Beach Drive. Miami, FL. 33149-1099

Tel: +1 305 361 4220. Fax: +1 305 361 4219. E-Mail:gerry.scott@noaa.gov

Sissenwine, Michael P..

Northeast Fisheries Science Center. Office of the Science & Research Director. NOAA/NMFS - 166 Water St.. Woods Hole, Massachusetts 02543-1026

Tel: +1 508 495 2233. Fax: +1 508 495 2232. E-Mail:michael.sissenwine@noaa.gov

ICCAT SECRETARIAT

Kebe, Papa

Corazón de María, 8, Madrid, Spain 28002

Tel: +34 91 416 5600: Fax: +34 91 415 2612: E-mail: papa.kebe@icct.es

Palma, Carlos

Corazón de María, 8, Madrid, Spain 28002

Tel: +34 91 416 5600: Fax: +34 91 415 2612: E-mail: carlos.palms@iccat.es

Restrepo, Victor

Corazón de María, 8, Madrid, Spain 28002

Tel: +34 91 416 5600: Fax: +34 91 415 2612: E-mail: victor.restrepo@iccat.es

Appendix 3

List of Documents/Liste de Documents/Lista de Documentos

SCRS/01/031(rev.)	Progress Report from the Steering Committee for Central North Atlantic Bluefin Tuna Research (April 2001) - M. Lutcavage, B. Luckhurst, J. Porter, J. Lamkin, Z. Suzuki, B. Richards, S. Heppel, R. Brill
SCRS/01/042	Descriptive analysis of the ICCAT bluefin tuna tagging database - J. M. Fromentin.
SCRS/01/051	ADAPT VPA analysis of Atlantic bluefin tuna assuming a single stock: 1970-1997 - C.Porch
SCRS/01/052	Some suggestions for further analyses of the implications of trans-atlantic mixing for North Atlantic bluefin tuna assessments - D.S. Butterworth, A.E. Punt
SCRS/01/053	Update on pop-up archival satellite tagging of bluefin tuna in the northwestern Atlantic - M. Lutcavage, R. Brill, J. Porter, P. Howey, E. Murray Jr., A. Mendillo, W. Chaprales, M. Genovese, T. Rollins
SCRS/01/054	Genetic analyses of Atlantic norther bluefin tuna captured in the northwest Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea - B. Ely, D.S. Stoner, J.M. Dean, J.R. Alvarado Bremer, S. Chow, S. Tsuji, T. Ito, K. Uosaki, P. Addis, A. Cau, E.J. Thelen, W.J. Jones, D.E. Black, L. Smith, K. Scott, I. Naseri, J.M. Quattro
SCRS/01/055	Stock assessment approaches and their data requirements for dealing with mixing of western and eastern North Atlantic bluefin tuna: a Bayesian perspective - M. K. McAllister, E.A. Babcock
SCRS/01/056	Is Atlantic bluefin tuna a metapopulation? - D. H. Secor
SCRS/01/057	(and supplement). Migratory movements, depth preferences, and thermal biology of Atlantic bluefin tuna - B. A. Block, H. Dewar, S. Blackwell, T. Williams, E.D. Prince, C.J. Farwell, A. Boustany, S.H.L. Teo, A. Seitz, A. Wally, D. Fudge
SCRS/01/058	Whose fish are they anyway ? – J. J. Magnusson, C. Safina, M. Sissenwine
SCRS/01/059	Atlantic bluefin tuna: some considerations on mixing on the feeding grounds - F. Hester
SCRS/01/076	Comparison of sampling efficiencies and quick calculation of bluefin tuna larval abundance of two spawning grounds based on the collaborative larval survey among the EU, US and Japan in 1994 - S. Tsuji
SCRS/01/077	Research activities carried out in the Eastern Atlantic and the Mediterranean applicable to the study of stock structure, migratory patterns and bluefin tuna mixing rate - J.M. de la Serna
SCRS/01/078	Behavior of post-spawning Atlantic bluefin tuna tagged with pop-up satellite tags in the Mediterranean and eastern Atlantic – G. De Metrio, G.P. Arnold, B. Block, J.M. de la Serna, M. Deflorio, M. Cataldo, C. Yannopoulos, P. Megalofonou, S. Beemer, C. Farwell, A. Seitz

SCRS/01/082 Bluefin tuna egg and larval survey in the Balearic Sea June 2001. A. Garcia, J.M. de la Serna, J.L. Lopez, F. Alemany, E. Rodriguez

Background Documents

BD1. (SCRS/98/78) A provisional study of northern bluefin tuna populations. - J. Alvarado-Bremer J., I Naseri, B. Ely.

BD2. (SCRS/99/143) Genetic differentiation between northwest Atlantic and Mediterranean samples of bluefin tuna using isozyme analysis. J. M. Pujolar, C. Pla.

BD3 Research cruise plan by the R/V SHOYO-maru regarding the spawning activity of the Atlantic bluefin tuna in the central North Atlantic. NRIFSF, Japan.

BD4 Otolith elemental fingerprints of Atlantic bluefin tuna from eastern and western nurseries. J. R. Rooker, D.H. Secor, V.S. Zdanowicz, G. De Metrio, L. Orsi-Relini, M. Deflorio, G. Palandri, M. Relini.

BD5 Excerpts from SCRS/00/25 (Report of the joint GFCM-ICCAT joint working group on large pelagic fishes in the Mediterranean).

BD6 (SCRS/00/133) Standardized bluefin CPUE from the Japanese longline fishery in the Atlantic and Mediterranean Sea up to 1999. N. Miyabe

BD7 National Report of Japan. (in ICCAT Report 2000-2001, Part I).

BD8 (SCRS/90/78) A review of the growth of Atlantic bluefin tuna. S. C. Turner, R. Restrepo, A.M. Eklund.

BD9. (SCRS/90/66) Age and growth of the bluefin tuna of the northeast Atlantic- J. L. Cort

BD10. Table 3 from SCRS/96/22 (Report of the joint GFCM-ICCAT joint working group on large pelagic fishes in the Mediterranean).

BD11. (SCRS/93/138) Some preliminary observations on the biological characteristics of the concentrations of bluefin tuna in the northwestern and central North Atlantic Ocean - A. Suda

BD12. --

BD13. Report of the BYP Coordination Meeting for sampling survey research in the Central Atlantic and near the Balearic Islands.

BD14. (Excerpts from SCRS/78/49). Revue comparative des etudes sur la croissance du thon rouge. H. Farrugio

**RESOLUTION BY ICCAT FOR SCRS TO EXAMINE THE EFFECTS
OF MIXING FOR STOCK ASSESSMENTS AND MANAGEMENT AND CONSIDER
THE APPROPRIATENESS OF THE CURRENT BOUNDARY BETWEEN THE WESTERN AND
EASTERN MANAGEMENT UNITS FOR ATLANTIC BLUEFIN TUNA**

RECALLING that the Commission adopted, in 1996, a *Resolution for SCRS to Evaluate the Appropriateness of the Current Boundary Between East and West Atlantic Bluefin Tuna*;

NOTING that every report of the SCRS since the early 1990's has noted the potential importance of mixing of western and eastern bluefin tuna for stock assessment and management advice;

ALSO NOTING that the 2000 SCRS Report recognizes that accumulating evidence, including recent results from electronic tagging, makes clear that the populations of fish and fisheries in the western and eastern management units are related;

CONSIDERING the continuous distribution of catches of Atlantic bluefin tuna across the Atlantic Ocean;

GIVEN THAT the SCRS called for an inter-sessional meeting to review and integrate research results on mixing;

RECOGNIZING that the specification of management units and management boundaries will, by necessity, require the integration of both management needs and scientific information;

**THE INTERNATIONAL COMMISSION FOR THE CONSERVATION
OF ATLANTIC TUNAS (ICCAT) RESOLVES:**

- 1 That the SCRS should hold an inter-sessional meeting to:
 - i Review results from electronic and conventional tagging programs conducted in the West and East Atlantic Ocean and Mediterranean Sea;
 - ii Re-evaluate the appropriateness of the current boundary between the eastern and western Atlantic Ocean management units, and further consider how to take into account the mixing of bluefin tuna between the management units in stock assessments, and in management.
 - iii Develop recommendations to the Commission regarding future management strategies that take account of mixing.
- 2 That the inter-sessional meeting shall be held in a timely manner so that the results and recommendations can be presented to the Commission meeting in 2001.

**RÉSOLUTION DE L'ICCAT
CHARGEANT LE SCRS D'ÉTUDIER L'INCIDENCE DES ÉCHANGES SUR L'ÉVALUATION
ET LA GESTION DES STOCKS ET D'EXAMINER LE BIEN-FONDÉ DE LA DÉLIMITATION
ACTUELLE DES UNITÉS OUEST ET EST DE GESTION
DU THON ROUGE DE L'ATLANTIQUE**

RAPPELANT que la Commission avait adopté, en 1996, une *Résolution concernant l'évaluation par le SCRS du bien-fondé de la délimitation actuelle entre Atlantique est et ouest pour le thon rouge*;

NOTANT que, depuis le début des années 1990, le rapport du SCRS mentionne l'importance éventuelle des échanges de thon rouge entre est et ouest pour l'évaluation des stocks et les avis de gestion;

NOTANT ÉGALEMENT que le rapport de 2000 du SCRS constate que les informations accumulées, dont les résultats des récents marquages électroniques, montrent clairement qu'il existe un rapport entre les populations de poisson et les pêcheries des unités ouest et est de gestion;

CONSIDÉRANT la distribution continue des captures de thon rouge d'un bord à l'autre de l'Atlantique;

VU que le SCRS a convoqué une réunion inter-sessions pour examiner et intégrer les résultats des recherches sur les échanges;

RECONNAISSANT que, pour définir les unités de gestion et leurs frontières, il faudra forcément intégrer à la fois les besoins en gestion et l'information scientifique;

**LA COMMISSION INTERNATIONALE POUR LA CONSERVATION DES THONIDÉS
DE L'ATLANTIQUE (ICCAT) DÉCIDE:**

- 1 Le SCRS tiendra une réunion inter-sessions pour:
 - i* examiner les résultats des programmes de marquage électronique et conventionnel menés dans l'Atlantique ouest et est et dans la Méditerranée;
 - ii* ré-évaluer le bien-fondé des frontières actuelles entre les unités atlantiques est et ouest de gestion, et considérer ensuite la façon d'intégrer, dans l'évaluation des stocks, et dans la gestion, les échanges de thon rouge entre les unités de gestion;
 - iii* formuler des recommandations à la Commission sur des stratégies futures de gestion tenant compte des échanges.
- 2 La réunion inter-sessions aura lieu en temps opportun de façon à ce que les résultats et recommandations puissent être présentés à la Commission à sa réunion de 2001.

**RESOLUCIÓN DE ICCAT
PARA QUE EL SCRS EXAMINE LAS REPERCUSIONES DE LA MEZCLA SOBRE LAS
EVALUACIONES DE STOCK Y LA ORDENACIÓN Y CONSIDERE LA IDONEIDAD DE LOS
LÍMITES FRONTERIZOS ACTUALES ENTRE LAS UNIDADES DE ORDENACIÓN
DEL OESTE Y EL ESTE PARA EL ATÚN ROJO DEL ATLÁNTICO**

RECORDANDO que la Comisión adoptó, en 1996, una “Resolución para que el SCRS evalúe si es adecuado el límite fronterizo actual entre el Atún Rojo del este y del oeste del Atlántico”;

OBSERVANDO que, desde principios de los años 90, todos los informes del SCRS han señalado la importancia potencial de la mezcla entre los stocks oeste y este de atún rojo, en relación con la evaluación de stock y asesoramiento sobre ordenación;

OBSERVANDO ASIMISMO que el Informe del SCRS en 2000 reconoce que la evidencia acumulada, incluyendo los recientes resultados del marcado electrónico, pone de manifiesto que la población de peces y las pesquerías en las unidades de ordenación del oeste y el este están relacionadas entre si;

CONSIDERANDO la distribución continua de capturas de atún rojo atlántico en todo el océano Atlántico;

DADO que el SCRS ha convocado una reunión intersesiones para examinar e integrar los resultados de la investigación sobre mezcla;

RECONOCIENDO que la especificación de las unidades de ordenación y de los límites fronterizos para la ordenación requerirá, por necesidad, la integración de la ordenación y la información científica;

**LA COMISIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN
DEL ATÚN ATLÁNTICO (ICCAT)**

RESUELVE:

1. Que el SCRS celebre una reunión intersesiones para:
 - i) Examinar los resultados de los programas de marcado electrónico y convencional llevados a cabo en el oeste y el este del océano Atlántico y el mar Mediterráneo;
 - ii) Evaluar de nuevo la idoneidad del actual límite fronterizo entre las unidades de ordenación del Atlántico este y Atlántico oeste, y estudiar la forma de tener en cuenta la mezcla de atún rojo entre las unidades de ordenación, en las evaluaciones del stock y en la ordenación.
 - iii) Presentar recomendaciones a la Comisión con respecto a futuras estrategias de ordenación que tengan en cuenta el concepto de mezcla.
2. Que la reunión intersesiones se celebre en el momento oportuno, para poder presentar a la Comisión resultados y recomendaciones en la reunión de 2001.