

*NINTH SPECIAL MEETING OF THE COMMISSION
Madrid, November 28 - December 2, 1994*

**REPORT OF THE SECOND MEETING OF THE
CONSULTATION ON THE TECHNICAL ASPECTS OF METHODOLOGIES WHICH
ACCOUNT FOR INDIVIDUAL GROWTH VARIABILITY BY AGE
(Brest, France - June 27 to 29, 1994)**

1. OPENING OF MEETING

The Second Meeting of the Consultation on the Technical Aspects of Methodologies which Account for Individual Growth Variability by Age was held at the Brest Center of IFREMER, Brest, France, at the invitation of the French Government. Dr. G. Scott (U.S.), who was nominated Coordinator of the Group, welcomed the participants and chaired the session. Scientists from France, Japan, Portugal, Spain, and the U.S. (member countries), from Algeria and Tunisia (observers), and from the ICCAT Secretariat attended the meeting. A list of participants is included as **Appendix 2**.

Dr. Scott commented that the progress made since the First meeting held in St. Andrews, Canada, would be reviewed at this time and that, based on these studies, further additional work or assignment for future research would be taken up during the meeting.

2. ADOPTION OF AGENDA

The Tentative Agenda, previously circulated, was adopted with minor modifications. The Agenda is attached as **Appendix 1**.

3. NOMINATION OF RAPPORTEURS

The following rapporteurs were nominated:

Item 4.	G. Scott
Item 5.	A. Fonteneau and J. Mejuto
Item 6.	L. Antoine
Item 7.	M. Prager and V. Ortiz
Item 8.	Y. Uozumi, E. Tanaka, G. Scott
All other items	P. M. Miyake

4. REVIEW OF THE CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS OF THE FIRST MEETING (St. Andrews, Canada, 1993) (COM-SCRS/93/17)

The conclusions and recommendations of the First ICCAT Meeting on the Technical Aspects of Methodologies which Account for Individual Growth Variability by Age, held in St. Andrews (Canada), were reviewed by the Group. Recommendations for research made at the St. Andrews meeting included:

- Evaluations of the sensitivity or robustness of alternative methods for estimating catch at age from catch-at-size data should be conducted through application of various methods to simulated data of known characteristics.
- Application of methods that do not require explicit assumptions about age-structure should also be applied to the simulated data sets.
- ICCAT fishing nations should undertake direct ageing (via hard part analysis) of ICCAT stocks for use in developing age-length keys.
- Analysis of yellowfin mark-recapture data should be undertaken for the purpose of better defining the dispersion in mean sizes at age.

The Group that met this time agreed to review the progress of work conducted in response to these recommendations and to recommend additional research, if any, that would allow more comprehensive evaluations of the various methods considered.

In total, eight working documents (Appendix 3) prepared for this meeting were presented for review. Two working documents prepared for the June, 1994, Final Meeting of the ICCAT Albacore Research Program (SCRS/94/33, SCRS/94/34) were also presented, as was a paper describing a catch-at-size to catch-at-age conversion method applied to yellowfin (Gascuel 1994).

The Group noted that many of the age-structured assessments made by ICCAT (and other fisheries agencies) rely on catch at age matrices that are constructed by cohort slicing, a method that ignores the possibility of overlap in size at age. The St. Andrews Workshop concluded that while no single method for converting catch-at-size data to a catch-at-age table may be appropriate for all species, there was a need to examine the performance of length-to-age conversion methods that can incorporate overlap in length at different ages before any of the alternatives could be recommended as superior to the methods currently applied by ICCAT species groups. As an initial step in this evaluation process, a series of simulated data sets with known

and relatively simple characteristics (for both the stock and the fishery) were constructed (COM-SCRS/93/17). These data sets were designed to allow examination of the sensitivities or robustness of these methods with respect to both the level and trend of fishing mortality over time and the degree of overlap in the distributions of size-at-age data.

5. ADDITIONAL INFORMATION ON DISPERSION IN MEAN LENGTH AT AGE

Very little new information on this topic was submitted to the Brest meeting. Present knowledge on ICCAT species was summarized in the report of the 1992 St. Andrews Workshop (SCRS/93/17). The newly available information on this topic is discussed below, by species.

a. Yellowfin tuna

For yellowfin, a new two-stanza growth model (Gascuel et al 1992) was identified to the Group. This model uses five parameters and a linear growth function followed by a generalized von Bertalanffy growth model. It describes growth well during the entire exploited life of yellowfin. Some biological peculiarities of eastern Atlantic yellowfin may explain this peculiar growth. Other new information on yellowfin was contained in the paper by Gascuel (1994) discussed below. A novel aspect of that paper was the estimation of parameters for a linear model of the standard deviation of length as a function of the growth increment specific to the corresponding age.

This study may indicate that the variance of size at age for yellowfin tuna has a dome-shaped pattern, with the highest variability at intermediate ages, when the fish are entering more or less quickly into the fast-growth stanza. This interesting feature is biologically plausible; however, it is recommended that a more explicit analysis of the variance of size at age, based on tag-recovery and size data, should be conducted.

b. Albacore

The SCRS stock assessments of albacore use the Bard (1981) growth equation as input parameters for MULTIFAN (Fournier and Sibert 1990) to obtain catch at age from catch at size. At the Final Meeting of the Albacore Research Program, (Sukarrieta, Spain, June, 1994) the Group used this method to update catch at age for the north stock. Age-length keys obtained from MULTIFAN analyses were used to develop standardized abundance indices by age.

Additional information about dispersion in size at age was not presented at this meeting. However, two documents on albacore growth were presented to the Final Meeting of Albacore Research Program. One of these documents, a growth-validation study based on fluorochrome labeled hard parts (SCRS/94/33), is discussed in Section 6 of the present report.

The second document provided analyses of tag-recapture data (SCRS/94/34). The results confirmed that individual variability should be incorporated when estimating growth based on observations of length increment and time at liberty. The estimated growth parameters (L_{∞} and K) were similar to those estimated by the previous analysis and they should be valid, at least to assess the growth of the juvenile fraction of the population (ages 1 to 4).

New information on growth for the south Atlantic albacore stock was presented at the SCRS meeting in 1992 (SCRS/92/108). A growth equation was derived from a fin ray section, assuming that one annulus is formed

per year from a sample of adult individuals (mostly over 80 cm FL). This equation is used in the age-structured production model (ASPM) applied to assessment of this stock.

c. *Southern bluefin tuna*

Some new information from the two southern bluefin tuna meetings held recently in Hobart, Australia, and Wellington, New Zealand, was informally provided to the Group. Those new analyses done on southern bluefin indicated that:

- A dramatic change in the southern bluefin growth (mainly increased K) was observed from tagging and recovery data between the 1960s (slow growth) and the 1980s (fast growth). This change in growth occurred between 1970 and 1980, which scientists believe may be a compensatory mechanism in response to stock depletion from heavy fishing pressure.
- A two stanza von Bertalanffy growth model, with an inflection length of approximately 1 meter, is now used for southern bluefin tuna assessments because southern bluefin tuna scientists feel the two stanza model more accurately describes the average growth pattern of fish in the southern bluefin tuna population than does a single stanza growth model.
- For estimating catch at age, scientists presently use monthly cohort slicing, which accounts for variable growth and uses the two-stanza von Bertalanffy model.

The new southern bluefin tuna catch-at-age table developed in 1994 is quite different from the previous table, as are the age-specific indices of CPUE used to tune the VPA. Those differences explain well various subsequent differences in the 1994 southern bluefin stock assessment.

6. DIRECT AGEING THROUGH HARD-PART ANALYSES

A progress report on a method for ageing Atlantic swordfish from anal fin rays was presented in SCRS/94/67. This study was initiated in response to ICCAT recommendations for research on direct ageing techniques. The study was based on a sample of 1,600 fin rays collected in 1992 and 1993. Its objectives were to digitize cross sections of fin rays, to determine individual age according to annuli observed, to analyze statistically marginal increments in order to validate the ageing procedure, to develop quantitative models of growth, and to develop a basis for constructing age-length keys. Images were captured and analyzed using the MOCHA image analysis software. The study is ongoing; data will be processed once all measurements have been completed.

Growth of swordfish in the Mediterranean Sea was studied from hard parts (second anal fin spines) collected in 1989 to 1992 (SCRS/90/89, SCRS/92/90). Specimens used ranged from 2.3 to 140 kg. Comparison of the results of this studies with the growth estimated by the length frequency analysis (Bhattacharya) demonstrated a good correspondence. This methodology requires less elaborate equipment than some other methods.

Dorsal fin spines of north Atlantic albacore were studied during 1991 and 1992 (Trodec and Antoine 1993), as reported during the Final Meeting of the ICCAT Albacore Research Program (Sukarrieta, Spain-June 1994). Fish were sampled from the catches of Spanish baitboats and trollers and French driftnetters and trawlers. A total of 856 fin spine slices were prepared by IEO and AZTI-SIO. The image-analysis software TNPC (Traitement Numérique des Pièces Calcifiées) was designed and used for reading dorsal fin spine sections. This

interactive software allows input of biological constraints (such as the parameters of a von Bertalanffy growth model) in the signal processing. The periodicity of ring formation was analyzed under constraints derived from a von Bertalanffy growth model, and an age-length key was developed. The algorithm allows a better understanding of the periodicity and automates the back-calculation operations required for adjustment of the first visible ring.

The introduction of growth patterns in image processing facilitates accounting for variabilities in growth in the reading of spine structures. As a result it was shown that after the fish reach age 4, formation of two rings per year is very rare; this confirms preliminary results of a similar study based a small sample of large adult albacore (SCRS/91/85). Automation of age reading was possible in 40% to 50% of the cases, but for the rest of the cases, an operator is still requested to read the rings. Comparisons of the age reading results between image readings and those made independently by specialists indicated that there was a persistent difference in the interpretation of the age at first ring. This is mostly due to a lack of biological knowledge on the juvenile stages of albacore (before recruitment to the fishery).

A classical and useful way of age validation consists of combining oxytetracycline (OTC) injection with tagging operations, as done on the north Atlantic albacore (SCRS/94/33). A total of 1494 juvenile albacores were injected with OTC and released with tags, during one cruise in August, 1991. Through the end of 1993, 29 of these tagged fish were recovered with a whole body; these fish had been at liberty between three months and two years. Cross sections of dorsal fin spines were examined in ultraviolet light.

From a sample of 17 fish examined, results show that in most cases (59%), two rings were formed during each year at liberty, but cases with one ring per year (12%) and three rings per year (29%) were also observed. More recoveries could still be reported within the next few years but this is unlikely, because large fish are located mostly in the central part of the north Atlantic, where longline fishing effort has been reported as minor in recent years.

Although these results confirmed the pattern of double ring formation per year in fish of less than 80 cm FL, it also demonstrated that there is an individual variability that has to be taken into account when conducting age and growth studies for albacore.

An age and growth study of south Atlantic albacore was carried out (SCRS/92/108) on 353 dorsal fin spines and caudal vertebrae of large albacores collected from the Taiwanese longline fishery. The hypothesis of one ring per year was used by the author. As this study was based mostly on adult albacore (mostly greater than 80 cm FL), this is not in contradiction with studies on north Atlantic albacore. However, the South African surface fishery, which targets fish less than 80 cm FL, was not sampled.

Future analysis

Among new technologies, developments in microchemistry (e.g., recent microprobes, laser ablation spectrometers) could offer possibilities in both age validation and stock discrimination. Recently a study on striped bass scales with laser ablation was done (Coutant and Chen 1993). This technique could be developed and applied to hard parts such as otoliths, vertebrae and spines. Species with long migrations, such as bluefin tuna, would be preferred for the first investigations of these techniques.

7. ANALYSES OF SIMULATED DATA

Much of the work in this category was based on analyses of four standard simulated data sets generated during the July, 1993, ICCAT Workshop on Technical Aspects of Methodologies which Account for Individual

Growth Variability by Age. (Construction of these simulated data is described in COM-SCRS/93/17, the Workshop Report.) The four data sets represent two population trajectories (high contrast or low contrast, acronyms HC and LC, respectively) and either clear or blurred modes (acronyms CM and BM, respectively) in the observed catch-at-length data. The simulated data do not include any measurement error or process error. Examining possible effects of variability in size at age was the main concern.

a. Mixture Method (MULTIFAN)

The length-frequency mixture method MULTIFAN has been used extensively by the SCRS albacore assessment Group to convert annual catch-at-size data to catch at age for the north Atlantic stock. Such analyses of the north Atlantic albacore have produced sensible results when assuming that the standard deviation depends on length and that selectivity is fixed for the first age Group.

At the recent meeting to conclude the ICCAT Albacore Research Program (Sukarrieta, Spain-June 1-8, 1994), some changes in the catch-at-age estimates were noted. Discussion stated that such changes might be caused either by the additional information in the added historical data (1975-1977), changes in the catch at size from Taiwanese longline data, or bias in the analysis from changes in partial selectivity of the age 1 fish. It was recommended to eliminate this age group (age 10) from the catch-at-size table and fix the standard deviation for age group 2 and 3 for future analyses.

For the present meeting, an attempt to analyze the simulated data sets HCCM and LCBM by means of MULTIFAN was made. Results obtained showed that for the LCBM data set, the performance was not good, as the best solution estimated that the standard deviation of length at age decreases with age. For the HCCM data set, the results were not certain either. Further trials should be carried out on the simulated data with constraints similar to those used by the albacore species group.

b. Cohort Slicing

In SCRS/94/64, cohort slicing was used to assign ages to the standard simulated catch at size and to construct relative-abundance indices by age. Then, a form of sequential population analysis (ADAPT) was applied to obtain estimates of F and stock size at age. Three treatments of the plus group were compared for each data set: lumping to form a 10^+ group, lumping to form a 5^+ group, and truncation at the last true age of 9.

These three treatments, all based on slicing, underestimated the strong recruitment peaks in the high-contrast data sets, but the analyses using the 5^+ group were less biased than the others. This is particularly interesting because the simulated population contains only 10 true ages. The author concluded that this result may support the common practice of ICCAT assessment groups, i.e., using a fairly young plus group to avoid ageing difficulties. The Group noted that use of a plus group may also cause difficulties in some cases.

c. Stock-Synthesis Model

In SCRS/94/66, the length-structured version of the Methot (1990) Stock-Synthesis Model (LSSM) was applied to the ICCAT simulated data sets. This method was able to fit all four simulated data sets well. However, the likelihood surface for the low-contrast data sets was found to be rather flat, and the author believed that the good fit to those cases may have been fortuitous. The author noted that the simulator exhibited an increase in dispersion about mean size at age in the early years, and believes that this may be caused by the simulator's not having been "run in" before being used to generate the simulated data.

This document concluded that size composition data with a consistent modal pattern at younger ages, combined with some auxiliary data such as CPUE indices, are sufficient to conduct an age-structured analysis in which the age composition of the larger fish is not estimated. This would avoid estimating the age composition of the catch of large fish, a difficult task. Such an approach would be similar to the use of a relatively young plus group in the preceding paper. The author pointed out, however, that if a large fraction of the catch consists of larger fish, or if one wanted to detect emigration of larger fish, ageing would be necessary.

In light of these results and preliminary use of LSSM by the bluefin assessment group in 1993, the method appears promising. Its flexibility and adaptability are virtues, but also add complexity. At present, using this model involves a considerable learning curve, in part because the available computer program is very general. It might be fruitful for ICCAT scientists to develop a simpler version that would be suitable for use in ICCAT assessments.

d. SP-Key Method

In SCRS/94/65, a method called "SP-Key" was evaluated. The author described the method as estimating an age-length key for each year from the growth template. It appears that the method uses an EM algorithm to alternately adjust age-length keys and estimates of year-class strength until convergence is obtained.

Results presented were considered by the author to be superior to those that he obtained through cohort slicing. The author noted that the method's robustness to noise has not yet been tested. If the Group generates additional data sets with observation error, testing this method further would be useful. The Group noted that its information about this method is limited, and hopes that the author will provide more detailed information, if available.

e. Length-Based SPA (LSSPA)

In SCRS/94/63, length-based separable sequential population analysis (LSSPA) was used to analyze the four simulated data sets. In this exercise, the author kept the model as sparse as possible to make the results clearer to interpret; age classes 1 through 10 were used, but no plus group. Two fitting criteria were used, the usual least squares and also least absolute values, the latter which is thought to increase model robustness.

The major observed anomaly in the results from this method was a tendency to estimate an increasing fishing mortality rate in the final few years. The reasons for this are not clear, but may include the model's omission of a plus group or some properties of the simulated data, perhaps the increasing dispersion of size at age that was noted in SCRS/94/63. Fits to the low-contrast data were poorer. The results from the least-squares and least-absolute-values fits were very similar; however, this was not surprising, given the absence of observation error in the simulated data, and does not reduce the importance of continuing examination of robust fitting methods in assessment methods.

f. Non-Age-Structured Production Model

In SCRS/94/60, non-age-structured production models (Prager 1994) were fit to the simulated data sets using ASPIC. Model convergence was not obtained for the low-contrast cases, even though the model's estimated CPUE trend could mimic the observed CPUE almost perfectly. In the high-contrast cases, convergence was achieved, and the model again produced a CPUE trajectory highly correlated with the true trajectory.

Estimates of management benchmarks (MSY, etc.) were obtained as for the high-contrast cases; however, because the benchmarks were not provided for the simulated data, no comparisons could be made. The paper concluded with remarks about some difficulties in interpreting any such comparisons that might be made in the future. Simulated data usually incorporate few of the possible sources of compensation that might act in real stocks. Because of that simplification, and because we usually do not know in what forms compensation truly acts, production models might fail on simulated data while being useful on similar real stocks. On the other hand, the success of a model in analyzing simulated data does not guarantee that it will be equally successful on real data.

g. Other analyses

An adjustment method for age-length keys, recently published (Gascuel 1994), was presented. This method is based on a growth model and on a model for standard deviations of length at age. It involves an iterative algorithm close to those of Kimura and Chikuni (1987). This method is not biased by yearly variability in cohort abundances. It also seems to be more realistic than cohort slicing, because it allows increasing overlap of sizes at higher ages. In another way, it is more simple than methods like MULTIFAN, because mean lengths and standard deviations at age are taken as input. It fits well under conditions of known growth, and offers the advantages of simplicity and adaptability; for example, it allows the use of sex-specific growth models or two stanza growth models (like for southern bluefin,...). It could then be a good compromise in many cases, to estimate catches at age from length data.

The adjustment method was applied to yellowfin tuna catches in the eastern Atlantic. The algorithm rapidly converges to stable results, which are the maximum-likelihood estimates. The method is first used to estimate parameters of the length standard deviations model, and then to estimate monthly keys, adjusted to the entire fishery. These keys are then used for length-age conversion by gear and 5° areas. The results show a low sensitivity to parameter estimates of the standard deviation model. Compared with previous estimates based on slicing, catches at age are quite similar, but show, as expected, a greater temporal variability.

A first run was performed during the meeting to test the method on the four data sets generated for the Working Group. For these data sets and for all years, the algorithm converged to stable results that seem to be close to reality. More research is needed before these results can be validated.

Some initial results of a simulation study examining the shape of the selectivity pattern were presented in SCRS/94/61. That study analyzed the influence of variation in the age-specified vulnerabilities on MSY, using ten arbitrary selective ogives in an example using simulated data based on red snapper. In that study, MSY was shown to depend on how the age-specific exploitation pattern. The Group observed that there may have been historical changes in selectivities for tuna stocks, such as yellowfin tuna and albacore, that have been exploited by the surface and longline fisheries. All of the methods considered might be sensitive to changing selectivity over time.

h. Comparison of Analyses

In order to allow evaluation of the performance of the above methods with respect to these simple data sets, the annual estimates of recruits (age 1), total stock size (ages 1-10), fully selected fishing mortality rate and estimated biomass were plotted on common scales. For these comparisons, the recommendations of the authors were followed regarding use of the "best" results from each application (i.e. "least absolute deviation" fits in SCRS/94/63, "age 5+" method in SCRS/94/64, and "truncated to 300" method in SCRS/94/65). Complete results of the MULTIFAN applications and the method described by Gascuel (1994) were not available for the Group

to consider at the meeting. The Group recommended, however, that these methods be applied to additional simulated data to allow evaluations to be conducted. The Group noted that the variability in these estimates was not considered in this initial treatment and thus more comprehensive comparisons based on the statistical properties of the estimates could not be conducted. However, these comparisons provide information on the relative degree of accuracy in the point estimates.

The results of the various methods applied to the simulated data and available to the Group for discussion are presented in **Figures 1 to 12**. In general and as expected, all methods performed best with the high contrast, clear mode simulated data (HCCM), and performance was better on the high-contrast data than on the low-contrast data. The Group considered the low-contrast data to be less realistic than the high-contrast data sets since few, if any, exploited stocks have experienced the low levels of exploitation over the most recent 15 years, as are simulated in the low-contrast data. For this reason, the Group focussed discussion on the results of the high contrast data results.

In terms of estimated recruitment, the methods that utilize an embedded growth or age-length key in the fitting procedure, resulted in more accurate estimates of recruitment than did the cohort slicing applications (**Figures 1 and 2**). The tendency in cohort slicing applications was to underestimate strong year classes and overestimate neighboring, weaker year classes. Differences between the methods that account for overlap in size at age and the cohort-slicing estimates of year class strength were greater in the blurred mode fits than in the clear mode fits. This result was not unexpected. However, the degree of difference between the cohort-slicing application and the embedded growth curve and/or age-length key methods can not be generalized since other features in the data might heavily influence these results. In particular, the cohort slicing methods used by the ICCAT species groups are based on monthly or quarterly catch-at-size data and the slicing results are typically examined and modified, if necessary, such that clearly defined modes in the catch-at-size data are not split between age groups.

In terms of estimated fully recruited fishing mortality rates (**Figures 3 and 4**), the cohort slicing results were not clearly less accurate than all of the alternatives considered. Most of the methods applied accurately recovered the pattern in the fishing mortality rate trend, although one of the embedded growth curve methods showed deviations from the trend in the last few years of the time series. Likewise, there was no clear evidence that embedded growth curve methods always resulted in more accurate estimates of biomass than the cohort-slicing method (**Figures 5 and 6**).

8. ADDITIONAL SIMULATION TESTS, OTHER RECOMMENDATIONS

As a first step, four sets of simulated data were developed for use as screening tests of several alternative methods for converting catch at size to catch at age at the St. Andrews workshop. The screening data sets consisted of 2 × 2 combinations of factors and were suitable to observe the performances of the methods with respect to the degree of overlap in distributions of size at age and the degree of fishing mortality experienced by the simulated stocks. The Group reviewed the results of analyses for these simulated data and discussed the additional simulations which could be useful for more comprehensive evaluations of the performance of these methods.

For the next step in evaluation of methods, the Group recommended that more realistic simulated data sets be developed. Following the recommendations of the St. Andrews Workshop, the Group recommended that new simulated data sets should incorporate measurement variability (noise) in the catch-at-size data, to evaluate the robustness or sensitivity of the methods to observation errors, which are often found in fishery data. Noise may introduce major difficulties into the analysis of catch at size, and therefore should be included in the second generation data sets.

The structure of the simulated data developed in St. Andrews was very simple by design. The Group felt that, in some ways, the simplicity of the data sets may have resulted in exaggerated differences between the cohort slicing results and those of the other methods. In general, the catch-at-size data available to construct catch-at-age matrices for the ICCAT species stocks are available in finer temporal strata (e.g. quarterly or monthly catch at size) than was used in the initial simulations (annual catch at size). The Group recommended that additional simulated data be constructed of monthly or quarterly catch at size to more closely mimic the information available to the ICCAT species working groups for conducting their assessments.

The Group recommended that simulated data that capture the range of life history characteristics similar to those species evaluated by ICCAT (e.g. swordfish-like, yellowfin-like, bluefin-like, albacore-like) would provide a more comprehensive basis for evaluating performance of various methods. For instance, the natural mortality rate used in the four simulated data sets ($M = 0.2$) is applicable to some of the ICCAT species (e.g. swordfish-like and bluefin tuna-like species), but is lower than levels of M assumed for many tropical tunas, such as yellowfin, which is thought to have a very high M ($M = 0.8$, less than age 2; $M = 0.6$, age 2 and older).

The Group discussed the recruitment time series used in the simulated data sets. It was recommended that future simulations should include inter-annual variability in year class strengths, showing both high recruitment years and low recruitment years, similar to the example shown in Figure 13.a. The variation of recruitment in the high contrast data set, viz. a relatively stable recruitment with two strong year classes, may not be a realistic pattern in many ICCAT stocks. In terms of the simulated effort patterns, the Group recommended that a more complex patterning, similar to that shown in Figure 13.b, which includes both increasing and decreasing stanzas, would provide a more comprehensive basis for evaluating the performance of the various methods. In addition, although many of the data sets available to the ICCAT scientists for length- or age-structured assessments are 15 years or less in duration, it was also recommended that time series lengths should represent about 3 times the average number of age classes in the fisheries simulated.

The possible effect of changes in selectivity patterns through time on the performance of the various methods was also discussed. The Group recommended that simulation studies be designed to evaluate various hypotheses about both the shape of the selectivity pattern (e.g. dome-shaped vs flat-topped selectivity) and changing selectivity (or availability) patterns over time. The Group recommended that simulations be conducted considering the effect of changing selectivity patterns over time for data sets that have characteristics thought to be similar to the various species groups analyzed by ICCAT.

The Group also considered that the variability in size at age should be simulated in a biologically more realistic and more complex manner. For instance, seasonal growth, a multi stanza growth, a sexual growth, and with growth rates variable as a function of age could usefully be simulated to test the efficiency of the various ageing methods. Model mis-specification in growth pattern and bias in the estimation could have an important effect on results from the various methods used to estimate catch at age from catch at size. Sensitivities of the methods to a range of these effects needs to be considered, especially for the methods that utilize an embedded growth model for estimating catch at age from catch at size. A change in growth patterns of southern bluefin tuna over a 30 year period was cited as an example of compensatory change in growth which, if not accounted for in analysis, yielded quite different results.

The Group discussed the implications of its name. Its present name is the "Consultation on the Technical Aspects of Methodologies which Account for Individual Growth Variability by Age." It appears to the participants that the primary goal of this consultation should be wider than implied by the present name. A name such as "Consultation on Methods to Estimate Catch at Age from Catch at Size" would probably be a better description of the primary task given to the Group by SCRS.

The Group recommended providing the draft report to authors of the working papers who were not in attendance at the meeting to allow them an opportunity to comment on the draft before it is finalized. This review will be accomplished via correspondence between the Coordinator of the Group and the various authors.

The Group discussed how to proceed in its work in the near future. It was recommended that the Group reconvene at the November SCRS meeting to define parameters for development of the next generation of simulated data. It was further recommended that the Group nominate a scientist to generate the new simulated data and that this scientist should hold the "truth" in confidence. Analyses of this next generation of simulated data should be conducted in the next year, followed by a reconvening of the Group to evaluate results and provide recommendations on the methods evaluated.

9. ADOPTION OF THE REPORT AND ADJOURNMENT OF THE MEETING

The report was reviewed and adopted.

At the adjournment of the meeting, the participants expressed thanks to IFREMER for hosting this meeting, and commended Dr. L. Antoine, Mme. A. Broustail, and the IFREMER staff for their excellent hospitality and support of meeting activities.

LITERATURE CITED

- Bard, F. X. 1981. Le thon germon, *Thunnus alalunga* (Bonaterre 1788), de l'Océan Atlantique Doctoral dissertation, Université Paris 6, 330p.
- Coutant, C. C., and C. H. Chen. 1993. Strontium microstructure in scales of freshwater and estuarine striped bass (*Morone saxatilis*) detected by laser ablation mass spectrometry. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50: 1318-1323.
- Fournier, D. A., and J. R. Sibert. 1990. MULTIFAN: A likelihood-based method for estimating growth parameters and age composition from multiple length-frequency data sets, illustrated using data for southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47: 301-317.
- Gascuel, D. 1994. Une méthode simple d'ajustement des clés taille/âge: application aux captures d'albacores (*Thunnus albacares*) de l'Atlantique Est. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51: 723-733.
- Gascuel, D., A. Fonteneau et C. Capisano. 1992. Modélisation d'une croissance en deux stances chez l'albacore (*Thunnus albacares*) de l'Atlantique Est. *Aquat. Living Resour.*, 1992, 5, 155-172.
- Kimura, D., and S. Chikuni. 1987. Mixtures of empirical distributions: an iterative application of the age-length key. *Biometrics* 43: 23-55.
- Method, R. M. 1990. Synthesis model: an adaptable framework for analysis of diverse stock assessment data. *INPFC Bull.* 50: 259-277.
- Prager, M. H. 1994. A suite of extensions to a non-equilibrium surplus-production model. *Fish. Bull. (U.S.)* 92: 374-389.
- Troadec, H., and L. Antoine 1993. Establishment of an age-length key for albacore, based on image analysis of dorsal fin ray sections. EEC-IFREMER-IEO Final Report, contract No. MA.2.459.

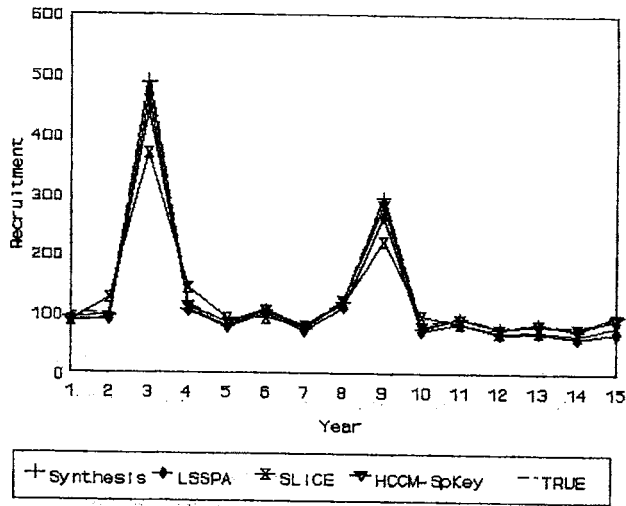


Fig. 1 Recruitment estimates from the methods indicated for the high contrast, clear mode simulated data.

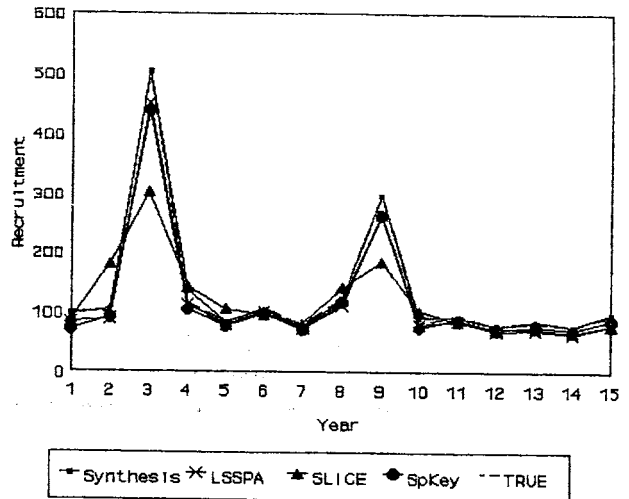


Fig. 2 Recruitment estimates from the methods indicated for the high contrast, blurred mode simulated data.

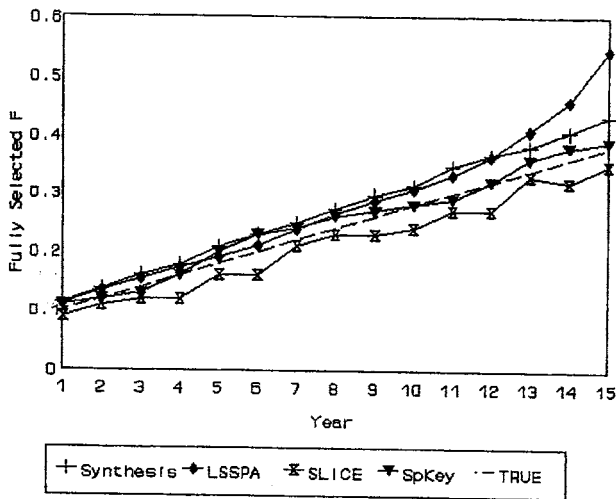


Fig. 3 Fully recruited fishing mortality rate estimates from the methods indicated for the high contrast, clear mode simulated data.

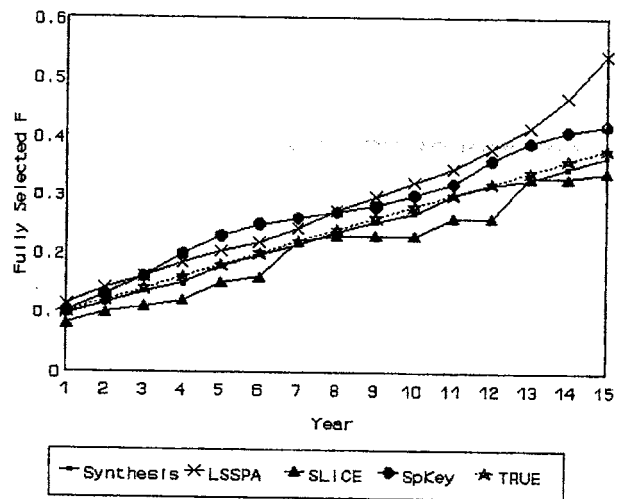


Fig. 4 Fully recruited fishing mortality rate estimates from the methods indicated for the high contrast, blurred mode simulated data.

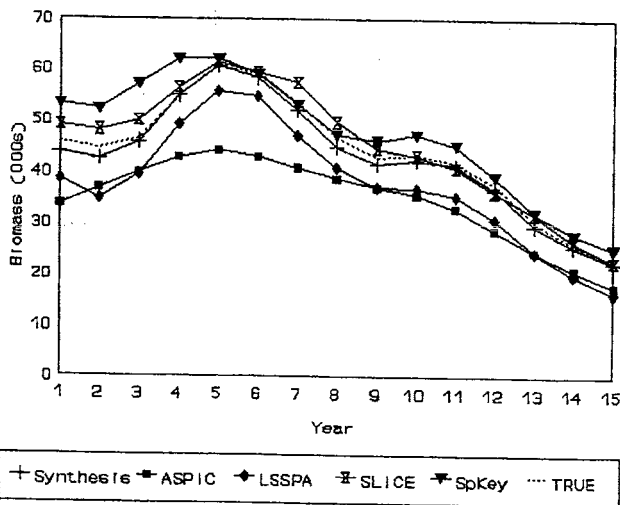


Fig. 5 Biomass estimates from the methods indicated for the high contrast, clear mode simulated data.

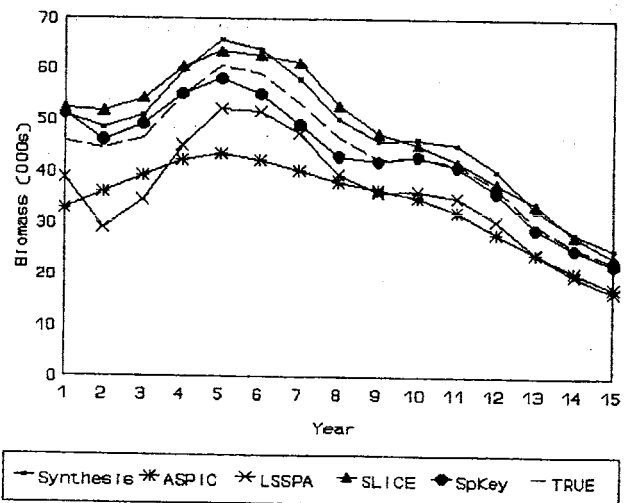


Fig. 6 Biomass estimates from the methods indicated for the high contrast, blurred mode simulated data.

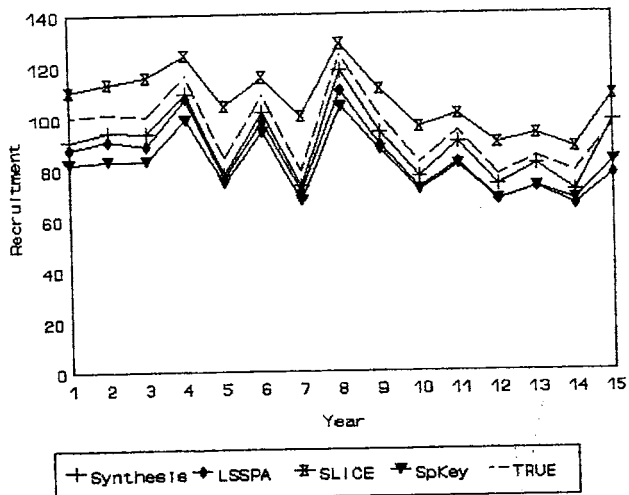


Fig. 7 Recruitment estimates from the methods indicated for the low contrast, clear mode simulated data.

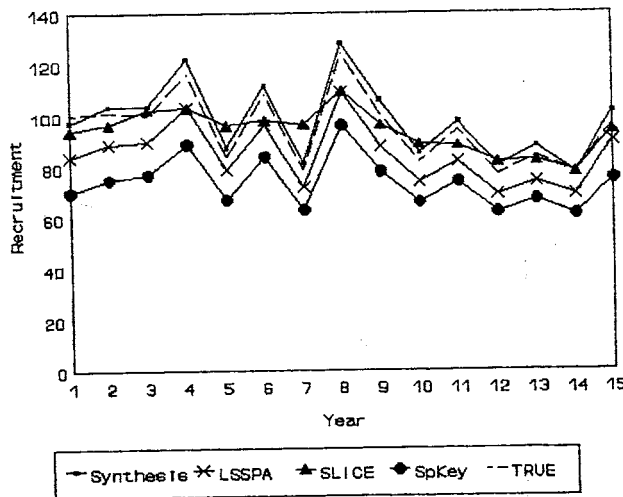


Fig. 8 Recruitment estimates from the methods indicated for the low contrast, blurred mode simulated data.

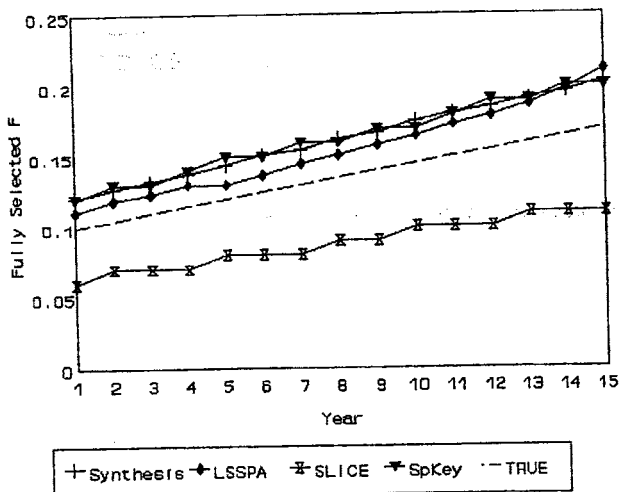


Fig. 9 Fully recruited fishing mortality rate estimates from the methods indicated for the low contrast, clear mode simulated data.

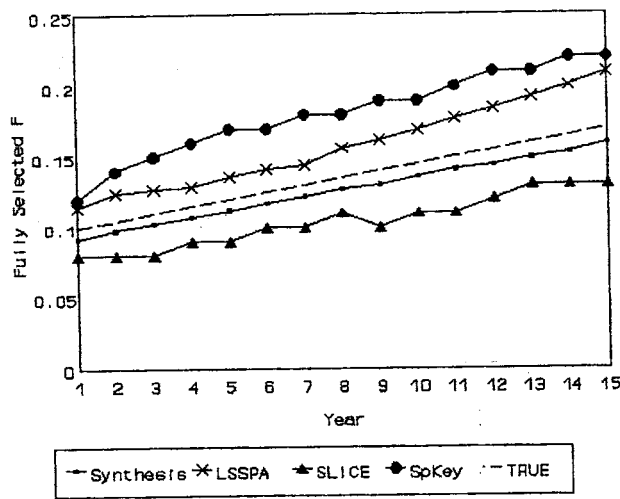


Fig. 10 Fully recruited fishing mortality rate estimates from the methods indicated for the low contrast, blurred mode simulated data.

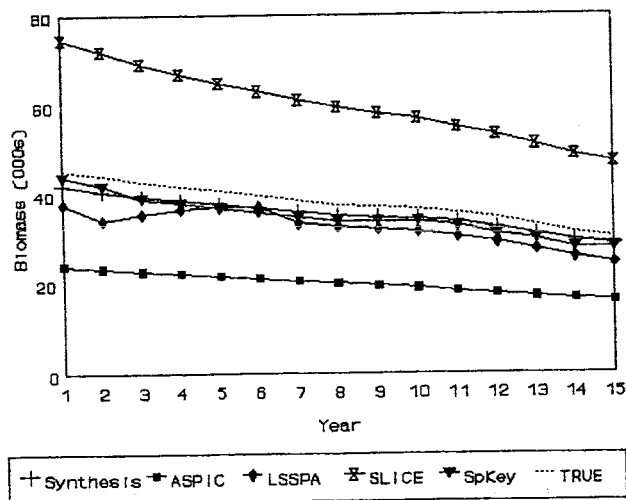


Fig. 11 Biomass estimates from the methods indicated for the low contrast, clear mode simulated data.

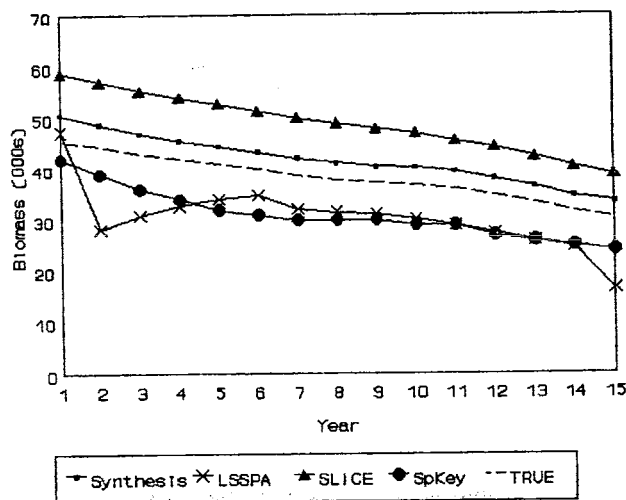


Fig. 12 Biomass estimates from the methods indicated for the low contrast, blurred mode simulated data.

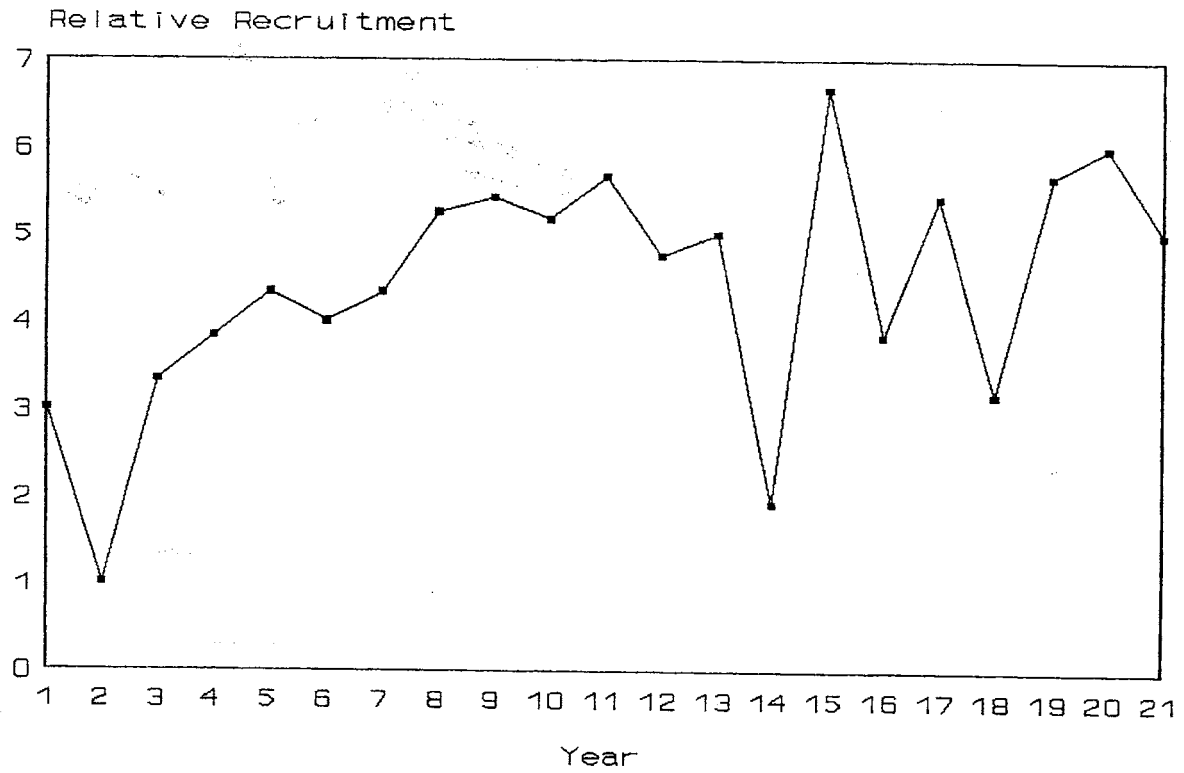


Fig. 13.a A recruitment pattern representing the degree of interannual variability thought to have occurred by Atlantic yellowfin-like stock.

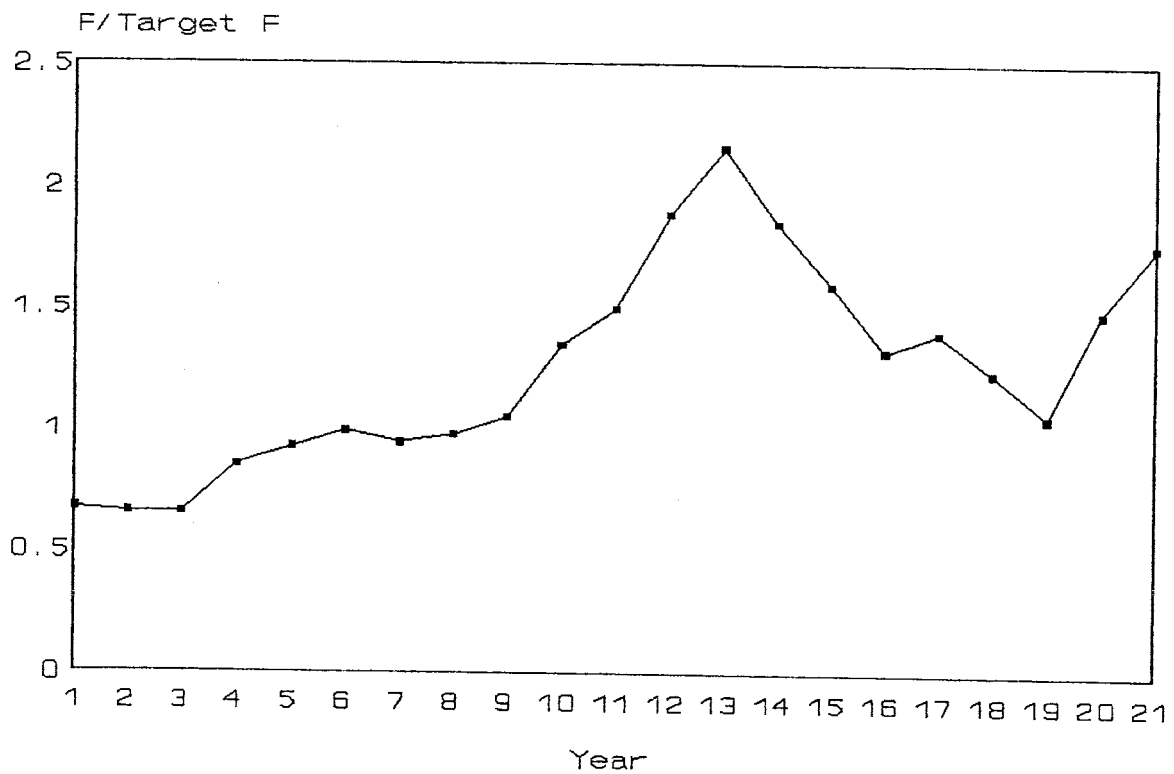


Fig. 13.b An effort pattern representing the degree of interannual change thought to have occurred in Atlantic yellowfin-like stock.

AGENDA

1. Opening of the Meeting
2. Adoption of Agenda
3. Nomination of Rapporteurs
4. Review of the Conclusions and Recommendations of the First Meeting (COM-SCRS/93/17)
5. Additional information on dispersion in mean length at age
 - a. Yellowfin tuna
 - b. Albacore
 - c. Southern bluefin tuna
6. Direct ageing through hard-part analysis
7. Analyses of simulated data
 - a. Mixture method (MULTIFAN)
 - b. Cohort slicing
 - c. Stock-synthesis model
 - d. SP-Key method
 - e. Length-based SPA (LSSPA)
 - f. Non-age structured production model
 - g. Other analyses
 - h. Comparison of analyses
8. Additional simulation texts, other recommendations
9. Adoption of the Report and adjournment of the meeting

LIST OF PARTICIPANTS

FRANCE

ANTOINE, Loïc
IFREMER
DRV/RH
B.P. 70
29280 PLOUZANE
Tel: (33) 98 22 44 80
Fax: (33) 98 22 45 47
E-Mail: lantoine@ifremer.fr

FONTENEAU, Alain
ORSTOM
213 rue Lafayette
75018 Paris
Email: fontenea@orstom.Orstom.Fr

GASCUEL, D.
ENSAR - UFR Halieutique
65 route de St-Brieuc
35042 Rennes Cedex
Tel: (33) 9 928 7534
Fax: (33) 9 928 7535
E-Mail: Dgascuel@roazhon.inra.fr

JAPAN

TANAKA, Eiji
Tokyo University of Fisheries
Konan 4-5-7, Minato-Ku
Tokyo 108
Tel: (81) 33 471 1251
Fax: (81) 33 472 3272

UOZUMI, Yuji
National Research Institute of Far Seas Fisheries
5-7-1 Orido
Shimizu 424
Tel: (81) 54 334 0715
Fax: (81) 54 335 9642
E-Mail: uozumi@enyo.Affrc.Go.Jp

PORTUGAL

FERREIRA DE GOUVEIA, Maria Lidia
Fisheries Directorate
Estrada de Pontinha
Funchal, Madeira
Tel: (91) 2 32 141/6
Fax: (91) 2 29 691
Telex: 72183 DR PESC-P

SPAIN

MEJUTO, Jaime
Institute Español de Oceanografía
Apartado 130
15080 La Coruña
Tel: (34) 8 120 5362
Fax: (34) 8 120 9077

ORTIZ DE ZARATE, Victoria
Institute Español de Oceanografía
Apartado 240
39080 Santander
Tel: (34) 4 227 5033

UNITED STATES

PRAGER, Michael H.
National Marine Fisheries (NMFS)
Southeast Fisheries Science Center
15 Virginia Beach Dr.
Miami, FL 33149
Tel: (305) 361 4218
Fax: (305) 361 4515
E-Mail: mprager@semi3.sefc.miami.edu

SCOTT, Gerald P.
National Marine Fisheries (NMFS)
Southeast Fisheries Science Center
75 Virginia Beach Dr.
Miami, FL 33149
Tel: (305) 361 4200
Fax: (305) 361 4219

SECRETARIAT

MIYAKE, P. M.
Assistant Executive Secretary
ICCAT
C/Principe de Vergara, 17-7
28001 Madrid, Spain
Tel: (34) 1 431 0329

BROUSTAIL, Annie
IFREMER
DRV/PA
B. P. 70
29280 Plouzane, France
Tel: (33) 9 822 4480
Fax: (33) 9 822 4547

OBSERVERS

ALGERIA

CHALABI, Abdelhafid
Institut des Sciences de la Mer et
de l'Aménagement du Littoral (ISMAL)
B. P. 54
42321 Staoueli
Fax: (2132) 393538

TUNISIA

HATTOUR, Abdallah
INSTOP
28 rue 2 mars 1934
2025 Salambo
Tel: (216) 0 173 0420
Fax: (216) 0 173 2622

LIST OF DOCUMENTS

- SCRS\94\60 Use of a surplus-production model to analyze the standard ICCAT age-structured simulated data sets. - M. H. Prager
- SCRS\94\61 Variability of fishing mortality by age: consequences for MSY - C. P. Goodyear
- SCRS\94\62 Red grouper mean size at age: an evaluation of sampling strategies using simulated data.- C. P. Goodyear
- SCRS\94\63 Analysis of St. Andrews simulated datasets using length-based separable sequential population analysis - D. K. Kimura
- SCRS\94\64 Application of cohort slicing and tuned VPA to simulated data that includes variability in length at age - V. R. Restrepo
- SCRS\94\65 Progress report on length based methods using the 4 data sets derived at 1993 ICCAT meeting - R. Mohn
- SCRS\94\66 Estimates of growth and abundance from simulated size composition data using the stock synthesis model - R. D. Methot, Jr.
- SCRS\94\67 On the age and growth of swordfish in the northwest Atlantic Ocean - N. M. Ehrhardt

**SECONDE CONSULTATION ICCAT
SUR LES ASPECTS TECHNIQUES DES METHODOLOGIES
POUR INTEGRER LA VARIATION INDIVIDUELLE DE LA CROISSANCE PAR AGE**

(Brest, France, 27-29 juin 1994)

1. OUVERTURE DE LA REUNION

La Seconde Consultation sur les Aspects techniques des Méthodologies pour intégrer la Variation individuelle de la Croissance par Age s'est tenue au Centre de Brest de l'IFREMER, à l'invitation du gouvernement français. Le Dr. G.P. Scott (Etats-Unis), qui avait été chargé de convoquer la réunion, a souhaité la bienvenue aux participants et a présidé les sessions.

Des scientifiques des pays suivants ont pris part à la réunion: Espagne, Etats-Unis, France, Japon et Portugal. Des scientifiques d'Algérie et de Tunisie assistaient également en tant qu'observateurs. Le Secrétariat de l'ICCAT était représenté. La Liste des Participants figure ci-joint en Appendice 2.

Le Dr. Scott a commenté que les progrès réalisés depuis la première consultation, tenue en 1993 à St. Andrews, au Canada, allaient être passés en revue, et que cet examen servirait à déterminer pendant la réunion les travaux et tâches supplémentaires de recherche à effectuer à l'avenir.

2. ADOPTION DE L'ORDRE DU JOUR

L'Ordre du jour provisoire, qui avait été diffusé à l'avance, a été adopté avec de légères modifications. Il figure ci-joint en Appendice 1.

3. DESIGNATION DES RAPPORTEURS

Les Rapporteurs suivants ont été désignés:

ec

Point 4	G.P. Scott
Point 5	A. Fonteneau et J. Mejuto
Point 6	L. Antoine
Point 7	M.H. Prager et V. Ortiz de Zarate
Point 8	Y. Uozumi, E. Tanaka et G.P. Scott
Tous les autres points	P.M. Miyake

4. EXAMEN DES CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DU DOCUMENT SCRS/93/17 (Rapport de la Première Consultation)

Les conclusions et recommandations formulées par la Première Consultation sur les Aspects techniques des Méthodologies pour intégrer la Variation individuelle de la Croissance par Age, tenue à St. Andrews, Canada, ont été passés en revue par le groupe. Les recommandations faites à St. Andrews en ce qui concerne la recherche comprenaient:

- Effectuer des évaluations du degré de sensibilité ou de robustesse de diverses méthodes d'estimation de la prise par âge à partir de données de prise par taille, en appliquant différentes méthodes à des données simulées dont les caractéristiques sont connues;
- Appliquer également aux jeux de données simulées des méthodes n'exigeant pas de postulats explicites quant à la structure démographique;
- Les pays pêcheurs de l'ICCAT devraient entreprendre la détermination directe de l'âge (par l'analyse des pièces dures) des stocks de l'ICCAT pour les besoins de l'élaboration de clés âge-longueur;
- Entreprendre l'analyse des données de marquage-recapture de l'albacore afin de mieux définir la répartition des tailles moyennes par âge.

Le Groupe qui se réunissait maintenant a décidé d'examiner le déroulement des travaux réalisés en réponse à ces recommandations, et de recommander toute recherche additionnelle, le cas échéant, qui permette d'évaluer de façon plus exhaustive les diverses méthodes envisagées.

En tout, huit documents de travail (**Appendice 3**) préparés pour la réunion ont été présentés pour examen. Deux documents de travail élaborés pour la Réunion finale du Programme ICCAT de Recherche sur le Germon, tenue en juin 1994, soit les documents SCRS/94/33 et SCRS/94/34, ont également été présentés, ainsi qu'un document qui décrivait une méthode de conversion de prise par taille en prise par âge appliquée à l'albacore (Gascuel 1994).

Le Groupe a noté que nombre des évaluations structurées par âge effectuées par l'ICCAT (et d'autres organisations des pêches) dépendent de matrices de prise par âge qui sont élaborées par la méthode du découpage des cohortes, laquelle ne tient pas compte de l'éventualité d'un chevauchement des tailles à un âge donné. La Consultation de St. Andrews avait conclu que, bien qu'il n'existe peut-être pas de méthode unique pour convertir la prise par taille en prise par âge pour toutes les espèces, il fallait examiner la performance des méthodes de conversion de prise par âge qui peuvent intégrer le chevauchement de la taille aux différents âges avant de pouvoir recommander une alternative quelconque comme étant supérieure aux méthodes appliquées à l'heure actuelle par les groupes d'espèce de l'ICCAT. En tant que premier stade de ce processus d'évaluation, une série de jeux simulés de données présentant

ec

des caractéristiques connues et relativement simples (pour le stock comme pour la pêcherie) ont été élaborés (COM-SCRS/93/17). Ces jeux de données étaient destinés à permettre l'examen du degré de sensibilité ou de robustesse de ces méthodes en ce qui concerne le niveau comme la tendance de la mortalité par pêche dans le temps, et le degré de chevauchement de la distribution des données de prise par taille.

5. INFORMATION ADDITIONNELLE SUR LA DISPERSION DE LA TAILLE MOYENNE PAR AGE

Très peu d'information sur ce sujet a été présentée à la réunion de Brest. Les connaissances actuelles sur les espèces ICCAT avaient été récapitulées dans le rapport de la Consultation tenue en 1993 à St. Andrews. Les nouvelles informations disponibles sur ce sujet sont exposées ci-dessous, par espèce.

a. Albacore (YFT)

Pour l'albacore, un nouveau modèle de croissance en deux stances (Gascuel *et al.* 1992) a été défini par le Groupe. Ce modèle utilise cinq paramètres et une fonction linéaire de croissance suivie d'un modèle de croissance généralisé de von Bertalanffy. Il décrit bien la croissance sur tout le cycle vital exploité de l'albacore. Quelques particularités biologiques de l'albacore est-atlantique peuvent expliquer cette croissance péculière. D'autres informations nouvelles sur l'albacore étaient rassemblées dans le document de Gascuel (1994) traité ci-dessous. Une innovation de ce document était l'estimation de paramètres pour un modèle linéaire de la déviation standard de la longueur en tant que fonction de l'accroissement par croissance spécifique de l'âge correspondant.

Cette étude peut signifier que la variance de la taille par âge de l'albacore présente une forme en dôme, avec la variabilité la plus forte chez les âges intermédiaires, lorsque les poissons pénètrent de façon plus ou moins rapide dans le stade de croissance accélérée. Cet aspect intéressant est plausible du point de vue biologique; il est recommandé, toutefois, qu'une analyse plus explicite soit menée sur la variance de la taille par âge, en se fondant sur les données de marquage-recapture et de taille.

b. Germon (ALB)

Les évaluations de stock de germon par le SCRS utilisent l'équation de croissance de Bard (1981) en tant que paramètres d'entrée du MULTIFAN (Fournier et Sibert 1990) pour obtenir la prise par âge à partir de la prise par taille. Lors de la réunion finale du Programme de Recherche sur le Germon (Sukarrieta, Espagne, juin 1994), le Groupe a utilisé cette méthode pour actualiser la prise par âge du stock nord. Les clés âge-longueur obtenues au moyen des analyses MULTIFAN ont servi à élaborer des indices standardisés de l'abondance par âge.

Aucune information supplémentaire sur la dispersion de la taille par âge n'a été présentée à la réunion. Toutefois, deux travaux sur la croissance du germon avaient été présentés à la réunion finale du Programme de Recherche sur le Germon. L'un de ces travaux, une étude de validation de la croissance basée sur des pièces calcifiées marquées au fluorochrome (SCRS/94/33) est examinée à la Section y du présent rapport.

Le deuxième document faisait état d'analyses de données de marquage recapture (SCRS/94/34). Les résultats confirmaient le fait qu'il fallait incorporer la variabilité individuelle au moment d'estimer

ec

la croissance à partir d'observations d'augmentations de la longueur et du temps écoulé entre le marquage et la recapture. Les paramètres de croissance estimés (L_{∞} et K) étaient semblables à ceux qui avaient été estimés par l'analyse antérieure, et devraient être valides, du moins pour évaluer la croissance de la fraction juvénile de la population (âges 1 à 4).

De nouvelles informations sur la croissance pour le stock sud-atlantique de germon avaient été présentées à la réunion de 1992 du SCRS (SCRS/92/108). Une équation de croissance a été calculée à partir d'une coupe transversale de rayon de nageoire, en supposant la formation d'un anneau par an, à partir d'un échantillon de poissons adultes (dont la plupart mesuraient plus de 80 CM de LF). Cette équation est utilisée dans le modèle de production structuré par âge (ASPM) appliqué à l'évaluation de ce stock.

c. Thon rouge du sud (SBF)

Quelques informations nouvelles émanant des deux réunions sur le thon rouge du sud tenues récemment à Hobart, Australie, et à Wellington, Nouvelle-Zélande, ont été fournies au Groupe à titre non officiel. Ces nouvelles analyses du thon rouge du sud indiquaient ce qui suit:

- Un changement dramatique de la croissance du thon rouge du sud (essentiellement un K accru) a été observé, à partir des données de marquage et de recapture, entre les années soixante (croissance lente) et les années quatre-vingt (croissance rapide). Les scientifiques estiment que cette modification de la croissance, qui s'est produite entre les années soixante-dix et quatre-vingt, constitue peut-être un mécanisme de compensation pour réagir contre l'épuisement du stock suite à une exploitation intense.
- Un modèle de croissance de von Bertalanffy en deux stances, avec une taille d'environ 1 mètre au point d'inflexion, est utilisée maintenant pour l'évaluation du thon rouge du sud, du fait que les scientifiques du SCRS estiment que le modèle en deux stances décrit de façon plus précise qu'un modèle de croissance à stance unique le mode moyen de croissance du poisson dans la population de thon rouge du sud.
- Pour estimer la prise par âge, les scientifiques utilisent à l'heure actuelle un découpage mensuel des cohortes, qui tient compte d'une croissance variable et utilise le modèle en deux stances de von Bertalanffy.

La nouvelle table de prise par âge élaborée en 1994 pour le thon rouge du sud diffère sensiblement de la table précédente, tout comme les indices de CPUE spécifiques de l'âge utilisés pour calibrer la VPA. Ces différences expliquent bien diverses différences subséquentes dans l'évaluation de 1994 du stock de thon rouge du sud.

6. DETERMINATION DIRECTE DE L'AGE PAR L'ANALYSE DES STRUCTURES OSSEUSES

Le document SCRS/94/67 présente un rapport sur le déroulement des travaux portant sur une méthode de détermination de l'âge de l'espadon de l'Atlantique au moyen des rayons de nageoire. Cette étude a été lancée suite aux recommandations de l'ICCAT de recherche sur les techniques de détermination directe de l'âge. L'étude portait sur un échantillon de 1.600 rayons de nageoire prélevés en 1992 et 1993. Elle visait à digitiser les coupes transversales de rayons de nageoires, afin de déterminer

ec

l'âge des individus selon le nombre d'anneaux observés, pour analyser les accroissements marginaux du point de vue statistique dans le but de valider le processus de détermination de l'âge, pour élaborer des modèles quantitatifs de croissance, et pour préparer une base pour l'élaboration de clés âge-longueur. Des images ont été captées et analysées au moyen du logiciel MOCHA d'analyse des images. Cette étude est actuellement en cours; les données seront traitées une fois que toutes les mensurations auront été relevées.

La croissance de l'espadon de la Méditerranée a été étudiée à partir de structure osseuses (deuxième épine de la nageoire anale) prélevées de 1989 à 1992 (SCRS/90/89, SCRS/92/90). Les poissons sous étude pesaient de 2,3 kg à 140 kg. La comparaison des résultats de ces études et de la croissance estimée par l'analyse des fréquences de taille (Bhattacharya) montrait une bonne correspondance. Cette méthodologie demande un équipement moins complexe que certaines autres méthodes.

Des épines de la nageoire dorsale de germon nord-atlantique ont été étudiées en 1991 et 1992 (Troadec et Antoine 1993), comme il a été indiqué à la réunion finale du Programme de Recherche sur le Germon (Sukarieta, Espagne, juin 1994). Des poissons ont été échantillonnés dans les prises de canneurs et ligneurs espagnols et de fileyeurs et chalutiers français. En tout, 856 coupes transversales d'épines de nageoires ont été préparées par l'IEO et l'AZTI-SIO. Le logiciel d'analyse des images TNCP (Triement Numérique des Pièces Calcifiées) a été conçu et utilisé pour la lecture des coupes transversales d'épine de nageoire dorsale. Ce logiciel interactif permet d'entrer des contraintes biologiques (telles que les paramètres d'un modèle de croissance von Bertalanffy) dans le traitement des signaux. La périodicité de la formation des anneaux a été analysée selon des contraintes découlant d'un modèle de croissance von Bertalanffy, et une clé âge-longueur a été élaborée. L'algorithme permet de mieux appréhender la périodicité et rend automatique les opérations de calcul régressif nécessaires à l'ajustement du premier anneau visible.

L'implantation de modes de croissances dans le traitement des images rend plus aisé de tenir compte des variabilités de la croissance dans la lecture des structures épineuses. Par conséquent, il a été démontré qu'une fois que le poisson atteint l'âge 4, la formation de deux anneaux par an est très rare; ceci confirme les résultats préliminaires d'une étude similaire basée sur un petit échantillon de grands germons (SCRS/91/85). L'automatisation de la lecture des âges a été possible dans 40 % à 50 % des cas, mais pour le reste, un opérateur a dû se charger de la lecture des anneaux. La comparaison des résultats de la lecture des âges entre la lecture par images et celle qui a été effectuée indépendamment par des spécialistes indiquait qu'il existait une différence persistente dans l'interprétation de l'âge au premier anneau. Ceci est surtout dû au manque de connaissances sur la biologie des stades juvéniles du germon (avant son recrutement dans la pêche).

Une validation classique et utile de la détermination de l'âge consiste à combiner l'injection d'oxytétracycline (OTC) avec les opérations de marquage, comme c'est le cas pour le germon de l'Atlantique nord (SCRS/94/33). En tout, 1.494 germons juvéniles ont été marqués à l'OTC et relâchés porteurs de marques pendant une campagne menée en août 1991. A la fin de l'année 1993, 29 de ces poissons marqués avaient été récupérés entiers; ces poissons avaient passé de trois mois à deux ans en liberté. Les coupes transversales des épines de la nageoire dorsale ont été examinées aux rayons ultra-violets.

Sur un échantillon de 17 poissons examinés, les résultats montrent que, dans la plupart des cas (59 %), deux anneaux s'étaient formés pendant chaque année passée en liberté, mais des cas présentant un anneau/an (12 %) et trois anneaux/an ont également été observés. Il se peut que d'autres récupérations soient encore signalées dans les années à venir, mais ceci est peu probable du fait que les grands poissons se trouvent en majorité dans le secteur central de l'Atlantique nord, où l'effort palangrier signalé a été peu important ces dernières années.

ec

Bien que ces résultats aient confirmé le mode de formation d'anneaux doubles chaque année pour les poissons mesurant moins de 80 cm de LF, ils prouvaient également qu'il existe une variabilité individuelle dont il faut tenir compte au moment de mener des études sur l'âge et la croissance du germon.

Une étude sur l'âge et la croissance du germon sud-atlantique a été effectuée (SCRS/92/108) sur 353 épines de nageoire dorsale et vertèbres caudales de grands germons prélevés dans la pêcherie palangrière taiwanaise. L'auteur a retenu l'hypothèse d'un anneau par an. Du fait que cette étude se fondait essentiellement sur des germons adultes (dont la plupart mesuraient plus de 80 cm de LF), ceci ne contredit pas les études sur le germon nord-atlantique. Toutefois, la pêcherie sud-africaine de surface, qui vise des poissons de moins de 80 cm de LF, n'a pas été échantillonnée.

Analyse future

Parmi les nouvelles technologies, l'essor de la microchimie (par ex, les récents microsondes, les spectromètres d'ablation laser) pourraient offrir des possibilités pour la validation de l'âge comme pour la discrimination des stocks. Récemment, une étude sur des écailles de bar d'Amérique a été menée par ablation laser (Coutant et Chen 1993). Cette technique pourrait être développée et appliquée aux pièces dures telles que les otolithes, les vertèbres et les épines. Les espèces à longues migrations, telles que le thon rouge, seraient retenues de préférence pour les premières recherches menées au moyen de ces techniques.

7. ANALYSE DE DONNEES SIMULEES

Une grande partie du travail dans ce domaine se fondait sur l'analyse de quatre jeux standards de données simulées créés pendant la première Consultation sur les Aspects techniques des Méthodologies pour intégrer la Variation individuelle de la Croissance par Age (St. Andrews, Canada, juillet 1993) (l'élaboration de ces données simulées est décrite dans le rapport de la réunion, document COM-SCRS/93/17). Les quatre jeux de données illustrent deux trajectoires de la population (très contrastée et peu contrastée, acronymes respectifs HC et LC) et des modes soit clairs, soit confus (acronymes respectifs CM et BM) dans les données observées de prise par taille. Les données simulées ne prévoient aucune erreur de mensuration ou de traitement. Le principal objectif visé était l'examen des répercussions éventuelles de la variabilité de la prise par âge.

a. Méthode de mélange (MULTIFAN)

La méthode MULTIFAN de mélange de fréquences de longueur a été amplement utilisée par le groupe d'évaluation du SCRS sur le germon pour convertir les données annuelles de prise par taille en prise par âge pour le stock nord-atlantique. Ces analyses du germon nord-atlantique ont donné des résultats raisonnables lorsque l'on supposait que la déviation standard dépendait de la longueur, et que la sélectivité était fixe pour le premier groupe d'âges.

A la réunion récemment tenue pour clôturer le Programme de Recherche sur le Germon (Sukarrieta, Espagne, juin 1994), quelques modifications des estimations de la prise par âge ont été observées. Il a été délibéré si ces changements pouvaient être causés, soit par l'information additionnelle dans les données historiques ajoutées (1975-77), soit par les modifications de la prise par taille des

ec

données palangrières taiwanaises, soit par des biais dans les analyses du fait de changements de la sélectivité partielle du poisson d'âge 1. Il a été recommandé d'éliminer ce groupe d'âge (âge 10) de la table de prise par taille et de fixer la déviation standard du groupe des âges 2 et 3 pour les analyses futures.

Une tentative a été faite à la présente réunion d'analyser au moyen du MULTIFAN les jeux HCCM et LCBM de données simulées. Les résultats obtenus montraient que, pour le jeu de données LCBM, la performance n'était pas bonne, du fait que la meilleure solution estimait que la déviation standard de la longueur par âge décroît avec ce dernier. Pour le jeu de données HCCM, les résultats n'étaient pas certains non plus. D'autres tentatives devraient porter sur les données simulées avec des contraintes semblables à celles qui ont été utilisées par le groupe d'espèce germon.

b. Découpage des cohortes

Dans le document SCRS/94/64, le découpage des cohortes a été utilisé pour attribuer un âge à la prise par taille standard simulée, et pour créer des indices de l'abondance relative par âge. Ensuite, une formule d'analyse séquentielle des populations (ADAPT) a été appliquée pour obtenir des estimations de F et de l'importance du stock à un âge donné. Trois traitements du groupe plus ont été comparés pour chaque jeu de données: âges regroupés pour former un groupe 10+, âges regroupés pour former un groupe 5+, et tronquage au dernier âge réel de 9 ans.

Ces trois traitements, tous trois établis par découpage, sous-estimaient les pics de fort recrutement dans les jeux de données très contrastés, mais les analyses qui utilisaient le groupe 5+ étaient moins faussées que les autres. Ceci est particulièrement intéressant du fait que la population simulée ne contient que 10 âges réels. L'auteur en a conclu que ce résultat peut appuyer la pratique courante des groupes d'évaluation de l'ICCAT, c'est-à-dire en utilisant un groupe plus suffisamment jeune pour éviter les difficultés de détermination de l'âge. Le groupe a noté que l'utilisation d'un groupe plus peut aussi entraîner des difficultés dans certains cas.

c. Modèle de synthèse du stock

Dans le document SCRS/94/66, la version structurée par taille du modèle de Methot (1990) de synthèse du stock (LSSM) a été appliqué aux jeux de données simulées de l'ICCAT. Cette méthode a été en mesure de bien ajuster les quatre jeux de données simulées. Toutefois, la surface de probabilité des jeux de données peu contrastés a été jugée assez plane, et l'auteur estime que le bon ajustement pourrait avoir été fortuit dans ces cas. L'auteur a noté que le simulateur montrait une augmentation de la dispersion aux alentours de la taille moyenne par âge pour les premières années, et estime que ceci pourrait être causé par le manque de rodage du simulateur avant son utilisation pour créer les données simulées.

Ce document concluait que les données de composition par taille avec un schéma modal cohérent pour les jeunes âges, combinées avec quelques données auxiliaires telles que les indices de CPUE, suffisent pour effectuer une analyse structurée par âge dans laquelle la structure démographique des grands poissons n'est pas estimée. Ceci éviterait d'estimer la structure démographique de la capture de grands poissons, qui est une tâche ardue. Cette approche serait semblable à l'utilisation d'un groupe plus relativement jeune dans le document précédent. L'auteur signalait, toutefois, que si une fraction importante de la capture se composait de grands poisson, ou si l'on voulait détecter l'émigration de grands poissons, la détermination de l'âge serait alors nécessaire.

ec

Au vu de ces résultats et de l'utilisation préliminaire de LSSM par le groupe d'évaluation du thon rouge en 1993, la méthode semble prometteuse. Sa flexibilité et son adaptabilité constituent ses vertus, mais aussi sa complexité. A l'heure actuelle, l'emploi de ce modèle met en jeu une courbe d'apprentissage considérable, en partie du fait que le programme informatique disponible est très général. Il pourrait s'avérer utile pour les scientifiques de l'ICCAT d'élaborer une version plus simple qui soit adéquate pour les besoins des évaluations de l'ICCAT.

d. Méthode des clés SP

Une méthode dénommée "clés SP" est évaluée dans le document SCRS/94/65. L'auteur y décrit la méthode comme estimant une clé âge-longueur pour chaque année à partir du schéma de croissance. Il semble que la méthode utilise un algorithme EM pour ajuster alternativement les clés âge-longueur et les estimations de l'importance de la classe annuelle, et ce jusqu'à obtenir une convergence.

L'auteur jugeait que les résultats présentés étaient supérieurs à ceux qu'il avait obtenu par le découpage des cohortes. L'auteur a noté que la robustesse de la méthode aux interférences n'a pas encore été testée. Si le Groupe calcule des jeux additionnels de données avec une erreur pour observation, il serait utile de poursuivre les tests de cette méthode. Le Groupe a noté que son information sur cette méthode est limitée, et qu'il espère que l'auteur fournira une information plus détaillée, si celle-ci est disponible.

e. SPA basées sur la taille (LSSPS)

Dans le document SCRS/94/63, une analyse séquentielle séparable et basée sur la taille, de la population (LSSPA) est utilisée pour analyser les quatre jeux de données simulées. Dans cet exercice, l'auteur a maintenu le modèle aussi peu dense que possible pour rendre les résultats plus aisés à interpréter; les classes d'âge 1 à 10 ont été utilisées, mais aucun groupe plus. Deux critères d'ajustement ont été utilisés, les moindres carrés courants et aussi les moindres valeurs absolues, qui sont estimées accroître la robustesse du modèle.

La principale anomalie observée dans les résultats de cette méthode est une tendance à estimer un taux croissant de mortalité par pêche pour les quelques dernières années. Les raisons n'en sont pas claires, mais peuvent comprendre l'omission par le modèle d'un groupe plus ou quelques propriétés des données simulées, peut-être la dispersion accrue de la taille par âge qui a été notée dans le document SCRS/94/63. Les ajustements aux données peu contrastées étaient plus médiocres. Les résultats des ajustements par les moindres carrés et par les moindres valeurs absolues étaient très similaires; toutefois, ceci ne surprenait pas, de par l'absence d'une erreur pour observation dans les données simulées, et ne réduit pas l'importance de poursuivre l'examen de méthodes robustes d'ajustement dans les méthodes d'évaluation.

f. Modèle de production non structuré par âge

Dans le document SCRS/94/60, des modèles de production non structurés par âge (Prager 1994) ont été ajustés aux jeux de données simulées en utilisant l'ASPIC. La convergence des modèles n'a pas été obtenue dans les cas peu contrastés, bien que la tendance de la CPUE estimée par le modèle puisse imiter de façon presque parfaite la CPUE observée. Dans les cas très contrastés, la convergence a été

ec

obtenue, et le modèle a de nouveau donné une trajectoire de CPUE étroitement liée à la trajectoire réelle.

Des estimations des étalons de gestion (PME, etc.) ont été obtenus comme dans les cas très contrastés; toutefois, du fait que les repères n'étaient pas fournis pour les données simulées, aucune comparaison n'a pu être effectuée. Le document conclut en faisant remarquer certaines difficultés d'interprétation des comparaisons de ce genre qui pourraient être faites à l'avenir. Les données simulées comprennent en général peu d'éventuelles sources de compensation susceptibles d'intervenir dans le cas de stocks réels. Du fait de cette simplification, et parce que nous ignorons quels sont exactement les processus de compensation, les modèles de production pourraient échouer pour les données simulées, même s'ils sont utiles pour des stocks similaires, mais réels. Par ailleurs, le succès d'un modèle dans l'analyse de données simulées ne garantit pas un égal succès avec des données réelles.

g. Autres analyses

Une méthode d'ajustement des clés âge-longueur récemment publiée (Gascuel 1994) a été présentée. Cette méthode se base sur un modèle de croissance et sur un modèle pour les déviations standards de la taille à un âge donné. Elle met en jeu un algorithme itératif proche de ceux de Kimura et Chikuni (1987). Cette méthode n'est pas faussée par la variabilité annuelle de l'abondance des cohortes. Elle semble aussi plus réaliste que le découpage des cohortes, du fait qu'elle permet un chevauchement accru des tailles pour les âges les plus avancés. Par ailleurs, elle est plus simple que des méthodes comme le MULTIFAN, du fait qu'elle comprend la taille moyenne et les déviations standards dans les données d'entrée. Elle s'ajuste bien dans des conditions de croissance connue, et offre l'avantage de sa simplicité et de son adaptabilité; par exemple, elle permet d'utiliser des modèles de croissance spécifiques du sexe ou des modèles de croissance en deux stances (comme pour l'albacore, le thon rouge du sud...). Elle pourrait donc constituer un bon compromis, dans de nombreux cas, pour estimer les prises par âge à partir des données de longueur.

La méthode d'ajustement a été appliquée aux prises d'albacore dans l'Atlantique est. L'algorithme converge rapidement vers des résultats stables, qui sont les estimations de la probabilité maximale. La méthode est tout d'abord utilisée pour estimer les paramètres du modèle de déviation standard de la longueur, puis pour estimer des clés mensuelles, ajustées à l'ensemble de la pêcherie. Ces clés sont ensuite utilisées pour la conversion longueur-âge par engin et zones de 5°x5°. Les résultats montrent un faible degré de sensibilité aux estimations paramétriques du modèle de déviation standard. Par rapport aux estimations antérieures basées sur le découpage, les prises par âge sont tout à fait similaires, mais montrent, comme on s'y attendait, une plus forte variabilité temporelle.

Un premier passage a été effectué pendant la réunion pour tester la méthode sur les quatre jeux de données élaborés par le groupe de travail. Pour ces jeux de données et pour toutes les années, l'algorithme convergeait vers des résultats stables qui semblent proches de la réalité. Des recherches plus poussées sont nécessaires avant de pouvoir valider ces résultats.

Quelques résultats préliminaires d'une étude de simulation examinant la forme du mode de sélectivité ont été présentés (SCRS/94/61). Cette étude analysait l'influence de la variation de la vulnérabilité spécifique de l'âge sur la PME, au moyen de dix ogives arbitraires de sélectivité dans un exemple utilisant des données simulées basées sur le vivaneau. Cette étude montrait que la PME dépendait du mode d'exploitation spécifique de l'âge. Le groupe a observé qu'il peut y avoir eu des modifications historiques de la sélectivité des stocks de thonidés, tels que l'albacore et le germon, qui ont été exploités par les pêcheries de surface et de palangre. Toutes les méthodes considérées pourraient s'avérer sensibles à une sélectivité se modifiant avec le temps.

ec

h. Comparaison des analyses

Afin de pouvoir évaluer la performance des méthodes ci-dessus en ce qui concerne ces simples jeux de données, les estimations annuelles des recrues (âge 1), le volume total du stock (âges 1-10), le taux de mortalité par pêche de pleine sélectivité et la biomasse estimée ont été reportés à la même échelle. Pour ces comparaisons, les recommandations des auteurs ont été suivies en ce qui concerne l'emploi des "meilleurs" résultats de chaque application (c'est-à-dire les ajustements de la "moindre déviation absolue" dans le document SCRS/94/63, la méthode "âge 5+" du document SCRS/94/64 et la méthode "tronquée à 300" dans le document SCRS/94/65). Le Groupe ne disposait pas, pour examen à la réunion, de résultats complets des applications du MULTIFAN et de la méthode décrite par Gascuel (1994). Le groupe de travail a donc recommandé d'appliquer ces méthodes à des données simulées supplémentaires pour pouvoir effectuer des évaluations. Le groupe a noté que ce premier traitement ne considérait pas la variabilité de ces estimations, ce qui a empêché de faire des comparaisons plus exhaustives fondées sur les propriétés statistiques des estimations. Toutefois, ces comparaisons fournissent une information sur le degré relatif de précision des points estimés.

Les résultats des diverses méthodes appliquées aux données simulées et dont le Groupe disposait pour ses délibérations sont présentés dans les Fig. 1 à 12. En général, et comme on s'y attendait, les méthodes fonctionnaient toutes mieux avec les données simulées très contrastées en mode clair (HCCM), et la performance était meilleure pour les données très contrastées que pour les données peu contrastées. Le Groupe a jugé que les données peu contrastées étaient moins réalistes que les données très contrastées, du fait que peu de stocks exploités, ou même aucun, n'ont subi ces quinze dernières années les faibles niveaux d'exploitation qui sont simulés dans les données peu contrastées. Pour cette raison, le Groupe a centré ses débats sur les résultats des données très contrastées.

En termes du recrutement estimé, les méthodes qui utilisent une croissance ou une clé âge-taille déjà incorporée dans le processus d'ajustement, donnaient des estimations plus précises du recrutement que les applications du découpage des cohortes (Fig. 1 et 2). Les applications du découpage des cohortes avaient tendance à sous-estimer les fortes classes d'âge et à surestimer les classes avoisinantes plus faibles. Les différences des estimations de l'importance des classes annuelles entre les méthodes qui tiennent compte du chevauchement des tailles à un âge donné et le découpage des cohortes étaient plus accusées dans les ajustements des modes confus que des modes clairs. Ce résultat n'était pas inattendu. Toutefois, le degré de différence entre l'application du découpage des cohortes et les méthodes qui incorporent la courbe de croissance et/ou les clés âge-taille ne peut pas être généralisé, du fait que d'autres aspects des données pourraient fortement incider sur ces résultats. En particulier, les méthodes de découpage des cohortes utilisées par les groupes d'espèce de l'ICCAT se fondent sur des données mensuelles ou trimestrielles de prise par taille, et les résultats du découpage sont typiquement examinés et modifiés, si nécessaire, de façon à ne pas diviser entre groupes d'âge les modes qui sont clairement définis dans les données de prise par taille.

En termes du taux de mortalité par pêche de plein recrutement (Fig. 3 et 4), il n'était pas clair que les résultats du découpage des cohortes soient moins précis que toutes les alternatives examinées. La plupart des méthodes appliquées avec soin récupéraient le mode de la tendance de la mortalité par pêche, bien que l'une des méthodes incorporant la courbe de croissance ait montré des déviations de la tendance pour les quelques dernières années de la série temporelle. De même, il n'y avait pas d'évidence claire que les méthodes incorporant la courbe de croissance donnaient toujours des estimations plus précises de la biomasse que la méthode de découpage des cohortes (Fig. 5 et 7).

8. TESTS ADDITIONNELS DE SIMULATION ET AUTRES RECOMMANDATIONS

En premier lieu, à la Consultation de St. Andrews, quatre jeux de données simulées avaient été élaborés pour servir à des tests de criblage de plusieurs méthodes alternatives de conversion de la prise par taille en prise par âge. Les jeux de données destinés à ces tests consistaient de 2 combinaisons de facteurs, et étaient adéquats pour observer la performance des méthodes par rapport au degré de chevauchement de la distribution des tailles à un âge donné et au degré de mortalité par pêche subi par les stocks simulés. Le groupe a passé en revue les résultats des analyses de ces données simulées, et a traité des simulations supplémentaires qui pourraient s'avérer utiles pour une évaluation plus exhaustive de la performance de ces méthodes.

Pour la démarche suivante d'évaluation des méthodes, le Groupe a recommandé que des jeux de données simulées plus réalistes soient élaborés. En réponse aux recommandations de la Consultation de St. Andrews, le Groupe a recommandé que les nouveaux jeux de données simulées comprennent la variabilité des mensurations (interférences) dans les données de prise par taille, afin d'évaluer le degré de robustesse ou de sensibilité des méthodes aux erreurs d'observation qui sont souvent observées dans les données sur les pêcheries. Ces interférences peuvent entraîner de graves difficultés dans l'analyse de la prise par taille, et ne devraient donc pas être incluses dans les jeux de données de deuxième génération.

La structure des données simulées élaborées à St. Andrews répondait à un concept très simple. Le groupe estimait, que d'une certaine façon, la simplicité des jeux de données peut avoir entraîné des différences exagérées entre les résultats du découpage des cohortes et ceux d'autres méthodes. En général, les données de prise par taille disponibles pour élaborer les matrices de prise par âge des stocks des espèces qui relèvent de l'ICCAT sont disponibles par strates temporelles plus fines (par exemple, prise par taille trimestrielle ou mensuelle) que ce qui avait été utilisé dans les premières simulations (prise par taille annuelle). Le Groupe a recommandé que des données simulées supplémentaires soient élaborées à partir de la prise par taille mensuelle ou trimestrielle pour mieux imiter l'information dont disposent les groupes d'espèce de l'ICCAT pour effectuer leurs évaluations.

Le Groupe a recommandé que les données simulées qui appréhendent un éventail de caractéristiques du cycle vital semblable à celui des espèces évaluées par l'ICCAT (semblable par exemple à l'espadon, à l'albacore, au thon rouge, au germon) fourniraient une base plus exhaustive pour évaluer la performance des diverses méthodes. Par exemple, le taux de mortalité naturelle utilisé dans les quatre jeux de données simulées ($M = 2$) est applicable à certaines des espèces qui relèvent de l'ICCAT (espèces semblables, par exemple, à l'espadon et au thon rouge), mais est inférieur aux niveaux de M postulés pour de nombreux thonidés tropicaux, tels que l'albacore, qui est estimé avoir un M très élevé ($M = 0.8$ en-dessous de l'âge 2, $M = 0.6$ pour les âges 2 et plus).

Le Groupe a traité des séries temporelles de recrutement utilisées dans les jeux de données simulées. Il a été recommandé que les simulations futures comprennent une variabilité interannuelle de l'importance des classes annuelles, illustrant les années de fort recrutement comme celles de recrutement médiocre, tout comme l'exemple donné à la Fig. 13a. La variation du recrutement dans le jeu de données très contrastées, par rapport à un recrutement relativement stable avec deux fortes classes annuelles, pourrait ne pas être un mode réaliste chez de nombreux stocks d'espèces relevant de l'ICCAT. En termes des modes d'effort simulé, le groupe a recommandé qu'une illustration plus complexe des modes, comme celle qui est indiquée à la Fig. 13b, qui comprend à la fois des stances croissantes et décroissantes, donnerait une base plus exhaustive pour évaluer la performance des diverses méthodes. En outre, bien que de nombreux jeux de données dont disposent les scientifiques de l'ICCAT pour les évaluations structurées selon la taille ou selon l'âge couvrent 15 années ou plus, il a également été recommandé que la durée des séries temporelles devrait représenter environ le triple du nombre moyen de classes d'âge dans les pêcheries simulées.

ec

Les répercussions éventuelles de modifications des modes sélectifs dans le temps sur la performance des diverses méthodes ont été également discutées. Le Groupe a recommandé que des études de simulation soient élaborées pour évaluer diverses hypothèses, à la fois sur l'allure du mode de sélectivité (par exemple, sélectivité en dôme ou aplanie) et des modes changeants de sélectivité (ou disponibilité) dans le temps. Le groupe a recommandé que des simulations soient faites en tenant compte des répercussions de changements des modes sélectifs dans le temps pour les jeux de données qui présentent des caractéristiques qui sont jugées semblables à celles des divers groupes d'espèce analysés par l'ICCAT.

Le Groupe a également considéré que la variabilité de la taille à un âge donné devrait être simulée d'une façon plus réaliste du point de vue biologique, et plus complexe. Par exemple, la croissance saisonnière, une croissance à stances multiples, une croissance sexuelle, avec un taux de croissance variable en fonction de l'âge, pourraient utilement être simulés pour tester l'efficacité des diverses méthodes de détermination de l'âge. La spécification erronée du modèle dans le schéma de croissance, et les biais dans l'estimation pourraient avoir des répercussions importantes sur les résultats des diverses méthodes utilisées pour estimer la prise par âge à partir de la prise par taille. Il faut examiner le degré de sensibilité des méthodes à une gamme de ces répercussions, en particulier pour les méthodes qui intègrent un modèle de croissance pour estimer la prise par âge à partir de la prise par taille. Une modification du schéma de croissance du thon rouge du sud sur une période de 30 ans a été citée comme exemple de changement compensatoire de la croissance qui, s'il n'en est pas tenu compte dans l'analyse, donne des résultats tout à fait différents.

Le Groupe a traité des implications de sa dénomination. Son nom actuel est la "Consultation sur les Aspects techniques des Méthodologies pour intégrer la Variabilité individuelle de la Croissance par Age". Les participants avaient l'impression que l'objectif primordial de cette consultation devrait être plus ample que ce qu'implique le nom actuel. Un terme comme "Consultation sur les Méthodes d'Estimation de la Prise par Age à partir de la Prise par Taille" serait probablement plus descriptif de la tâche primordiale assignée au Groupe par le SCRS.

Le Groupe a recommandé de fournir le projet de rapport aux auteurs de documents de travail qui n'avaient pas pu assister à la réunion, afin de leur permettre de faire tout commentaire sur le projet avant sa mise au point définitive. Cet examen sera effectué par correspondance entre le Coordinateur du Groupe et les divers auteurs.

Le Groupe a traité de la façon de poursuivre ses travaux dans un proche avenir. Il a été recommandé que le Groupe se réunisse de nouveau à l'occasion de la réunion de novembre pour définir les paramètres pour l'élaboration de la nouvelle génération de données simulées. Il a également été recommandé que le Groupe désigne un scientifique pour élaborer les nouvelles données simulées, et que ce scientifique maintienne la "vérité" de façon confidentielle. Des analyses de cette nouvelle génération de données simulées devraient être menées l'an prochain, suivies d'une nouvelle réunion du Groupe pour en évaluer les résultats et formuler des recommandations sur les méthodes évaluées.

9. ADOPTION DU RAPPORT ET CLOTURE DE LA REUNION

Le rapport a été révisé et adopté.

Lors de la clôture de la réunion, les participants ont tenu à exprimer à l'IFREMER leur remerciements pour avoir bien voulu accueillir cette réunion, et à féliciter le Dr. L. Antoine, Mme A. Broustail et le personnel du Centre de Bretagne de l'IFREMER de leur excellente hospitalité et de leur appui aux activités de la réunion.

ec

REFERENCES

- Bard, F.X. 1981. Le thon germon, *Thunnus alalunga* (Bonnaterre, 1788), de l'océan Atlantique. Doctoral dissertation, Université Paris 6, p. 330.
- Coutant, C.C. & C.H. Chen. 1993. Strontium microstructure in scales of freshwater and estuarine striped bass (*Morone saxatilis*) detected by laser ablation mass spectrometry. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50: 1318-1323.
- Fournier, D.A. & J.R. Sibert. 1990. MULTIFAN: a likelihood-based method for estimating growth parameters and age composition from multiple length-frequency data sets, illustrated using data for southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47: 301-317.
- Gascuel, D. 1994. Une méthode simple d'ajustement des clés taille/âge: application aux captures d'albacores (*Thunnus albacares*) de l'Atlantique Est. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51: 723-733.
- Gascuel, D., A. Fonteneau et C. Capisano. 1992. Modélisation d'une croissance en deux stances chez l'albacore (*Thunnus albacares*) de l'Atlantique Est. *Aquat. Living Resour.*, 1992, 5, 155-172.
- Kimura, D. & S. Chikuni. 1987. Mixtures of empirical distributions: an iterative application of the age-length key. *Biometrics* 43: 23-55.
- Methot, R.M. 1990. Synthesis model: an adaptable framework for analysis of diverse stock assessment data. *INPFC Bull.* 50: 259-277.
- Prager, M.H. 1994. A suite of extensions to a nonequilibrium surplus-production model. *Fish. Bull. (U.S.)* 92: 374-389.
- Troadec, J.P. & L. Antoine. 1993. Establishment of an age-length key for albacore, based on image analysis of dorsal fin ray sections. EEC-IFREMER-IEO Final Report, contract No. MA.2.459.

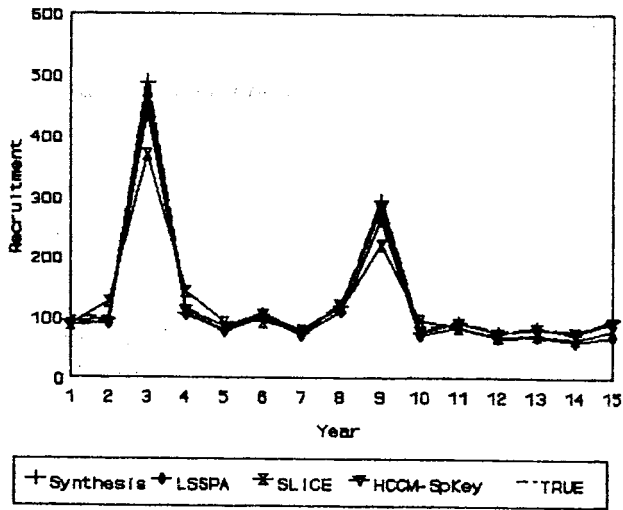


Fig. 1 Estimations du recrutement au moyen des méthodes indiquées pour des données simulées très contrastées en mode clair.

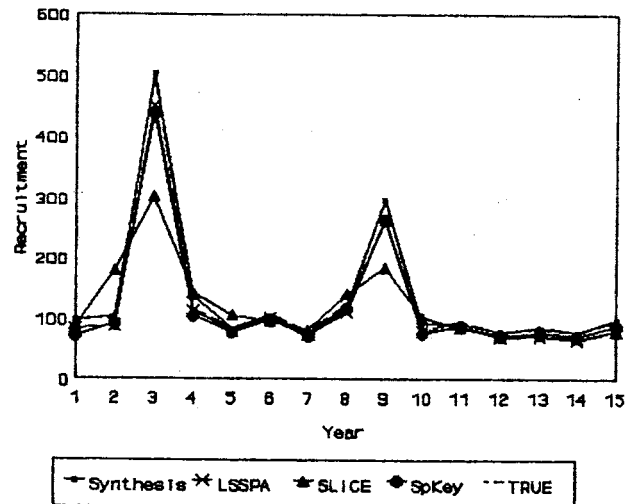


Fig. 2 Estimations du recrutement au moyen des méthodes indiquées pour des données simulées très contrastées en mode confus.

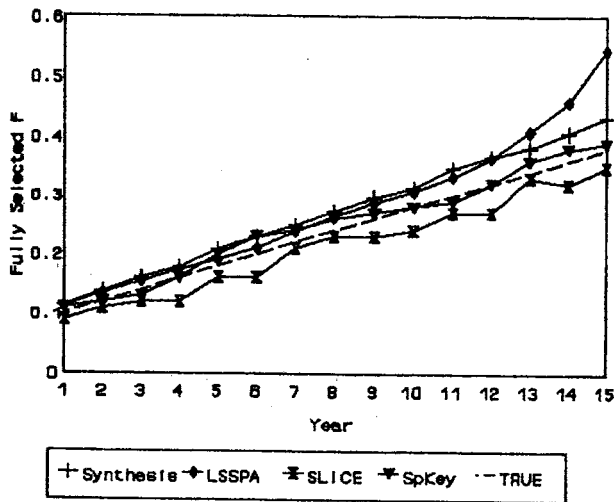


Fig. 3 Taux estimé de mortalité par pêche de plein recrutement au moyen des méthodes indiquées pour des données très contrastées en mode clair.

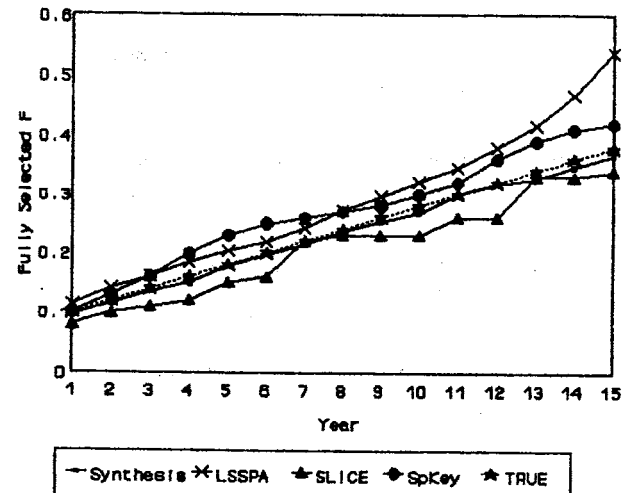


Fig. 4 Taux estimé de mortalité par pêche de plein recrutement au moyen des méthodes indiquées pour des données très contrastées en mode confus.

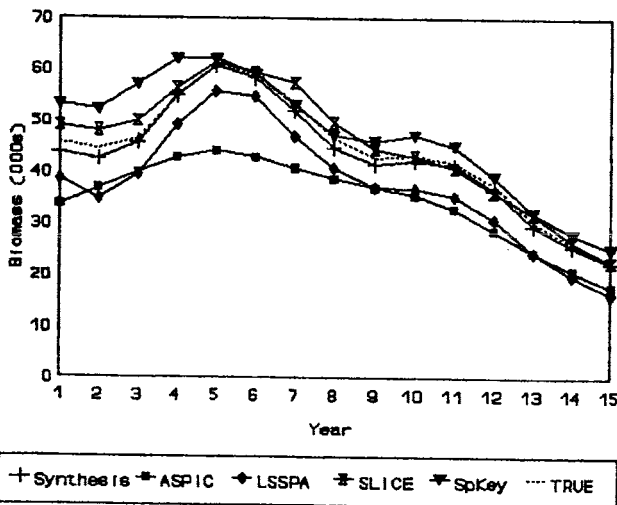


Fig. 5 Estimations de la biomasse au moyen des méthodes indiquées pour des données très contrastées en mode clair.

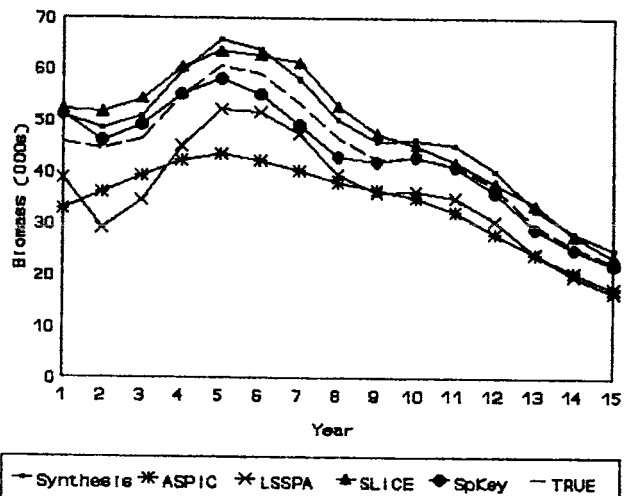


Fig. 6 Estimations de la biomasse au moyen des méthodes indiquées pour des données très contrastées en mode confus.

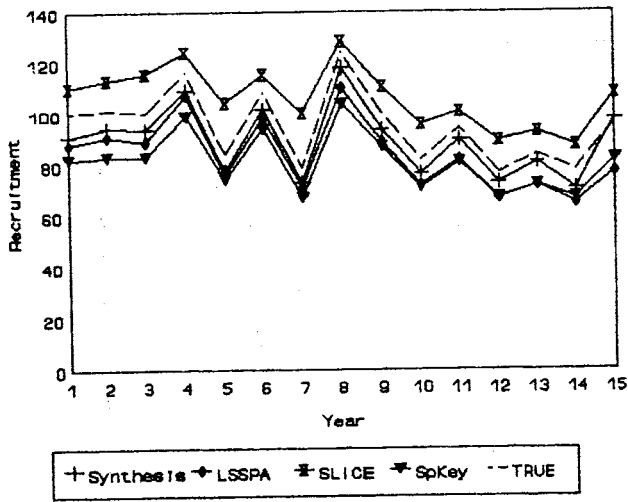


Fig. 7 Estimations du recrutement au moyen des méthodes indiquées pour des données simulées peu contrastées en mode clair.

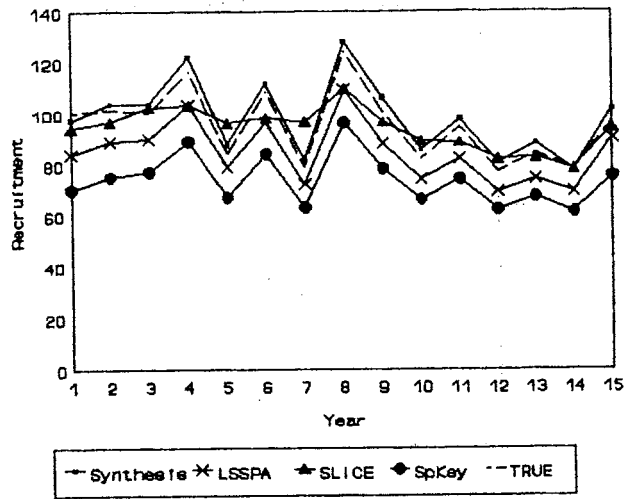


Fig. 8 Estimations du recrutement au moyen des méthodes indiquées pour des données simulées peu contrastées en mode confus.

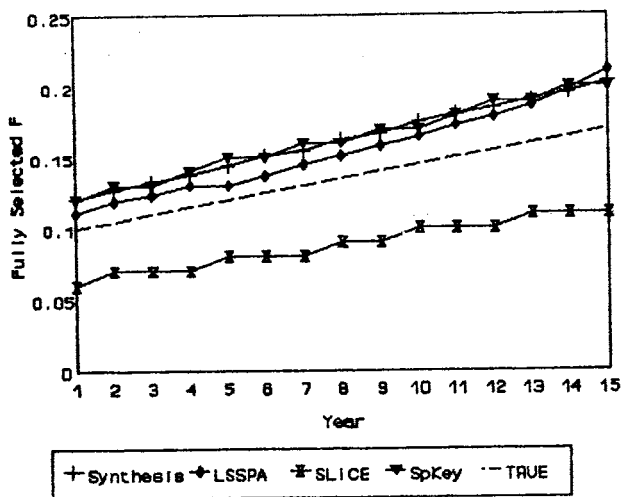


Fig. 9 Taux estimé de mortalité par pêche de plein recrutement au moyen des méthodes indiquées pour des données peu contrastées en mode clair.

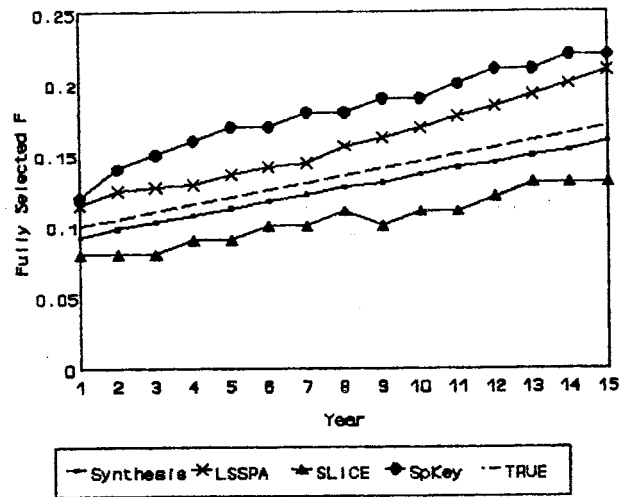


Fig. 10 Taux estimé de mortalité par pêche de plein recrutement au moyen des méthodes indiquées pour des données peu contrastées en mode confus.

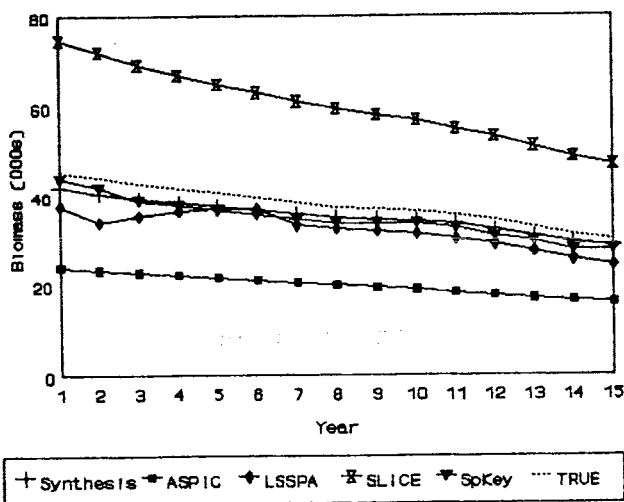


Fig. 11 Estimations de la biomasse au moyen des méthodes indiquées pour des données peu contrastées en mode clair.

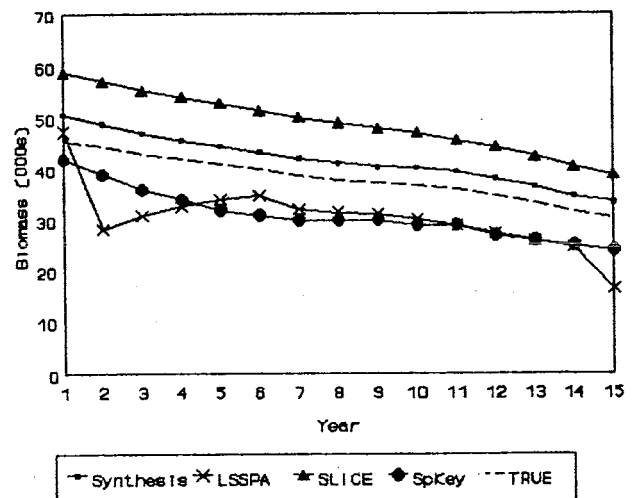


Fig. 12 Estimations de la biomasse au moyen des méthodes indiquées pour des données peu contrastées en mode confus.

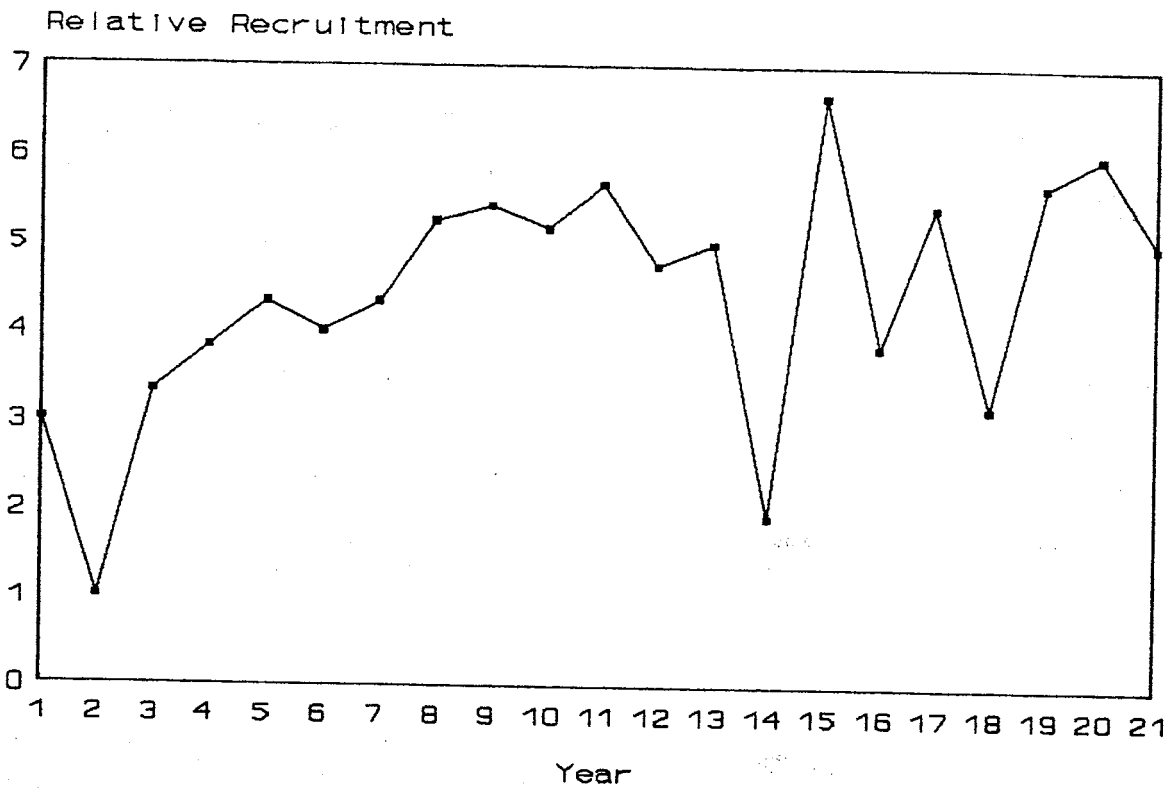


Fig. 13.a Schéma de recrutement illustrant le degré de variabilité interannuelle estimé s'être produit dans des stocks atlantiques de type albacore.

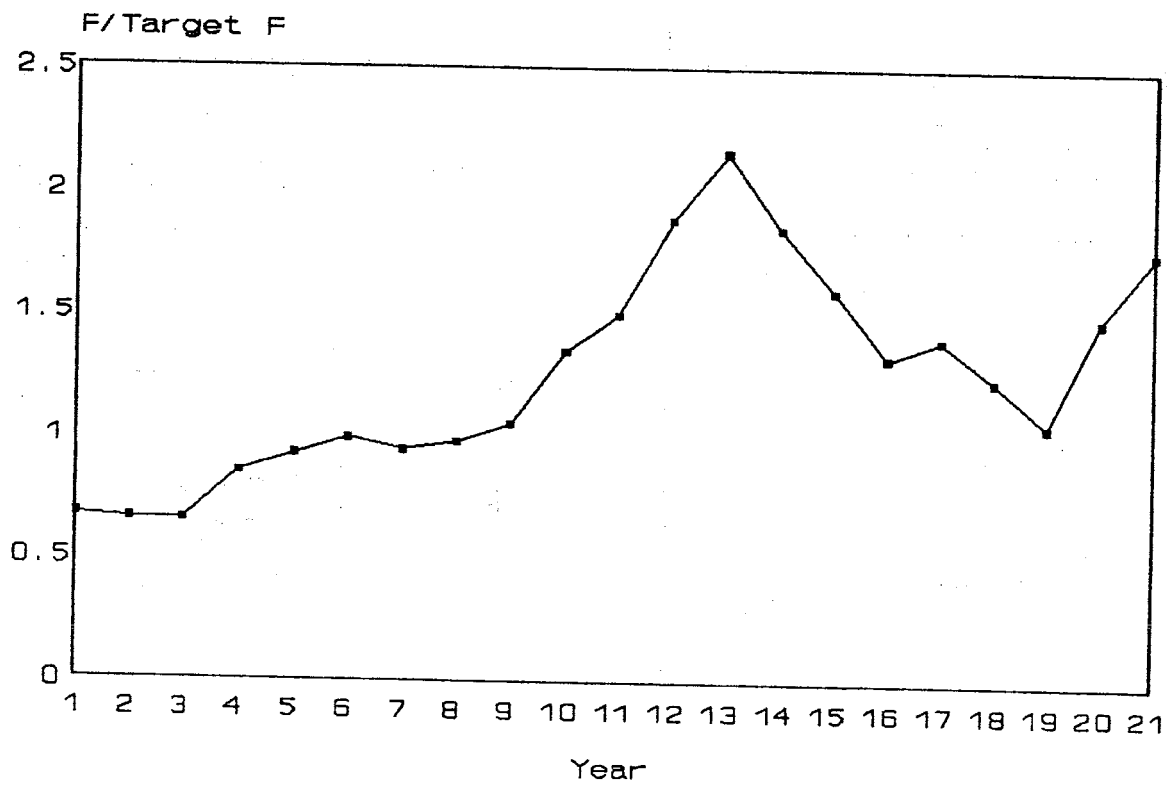


Fig. 13.a Schéma d'effort illustrant le degré de modification interannuelle estimé s'être produit dans des stocks atlantiques de type albacore.

ORDRE DU JOUR

1. Ouverture de la réunion
2. Adoption de l'Ordre du jour
3. Désignation des Rapporteurs
4. Examen des conclusions et recommandations du document SCRS/93/17 (Rapport de la Première Consultation)
5. Information additionnelle sur la dispersion de la taille moyenne par âge
 - a. Albacore (YFT)
 - b. Germon (ALB)
 - c. Thon rouge du sud (SBF)
6. Détermination directe de l'âge par l'analyse des structures osseuses
7. Analyse des données simulées
 - a. Méthode de mélange (MULTIFAN)
 - b. Découpage des cohortes
 - c. Modèle de synthèse du stock
 - d. Méthode des clés SP
 - e. SPA basées sur la taille (LSSPS)
 - f. Modèle de production non structuré par âge
 - g. Autres analyses
 - h. Comparaison des analyses
8. Tests additionnels de simulation et autres recommandations
9. Adoption du rapport et clôture de la réunion

LIST DES PARTICIPANTS

*Pays Membres***ESPAGNE**

MEJUTO, J.
 Instituto Español de Oceanografía
 Apartado 130
 15080 La Coruña
 Téléphone: 34.81.205.362
 Fax 34.81.209.077

ORTIZ DE ZARATE, V.
 Instituto Español de Oceanografía
 Apartado 240
 39080 Santander
 Téléphone: 42-27.50.33

ETATS-UNIS

PRAGER, M.H.
 NMFS-Southeast Fisheries Science Center
 75 Virginia Beach Drive
 Miami, Florida 33149
 Téléphone: 305.361.4218
 Fax 305.361.4515
 e-mail: mprager@semi3.sefc.miami.edu

SCOTT G.P.
 NMFS-Southeast Fisheries Science Center
 75 Virginia Beach Drive
 Miami, Florida 33149
 Téléphone: 305.361 4200
 Fax 305.361.4219

FRANCE

ANTOINE, L.
 IFREMER
 DRV/RH
 B.P. 70
 29280 Plouzané
 Téléphone: 3398.22.44.80
 Fax 3398.22.45.47
 e-mail: lantoine@ifremer.fr

FONTENEAU A.
 ORSTOM
 213 rue Lafayette
 75018 Paris
 e-mail: fonteneau@ORSTOM.ORSTOM.FR

GASCUEL, D.
 ENSAR - UFR Halieutique
 65 route de St. Briec
 35042 Rennes Cedex
 Téléphone: 3399.28.75.34
 Fax 3399.28.75.35
 e-mail: Dgascuel@roazhon.inra.fr

JAPON

TANAKA, E.
 Tokyo University of Fisheries - Konan
 4-5-7, Minato-Ku
 Tokyo 108
 Téléphone: 81.334.71.12.51
 Fax 81.334.72.32.72

UOZUMI, Y.
 National Research Institute of Far Seas
 Fisheries
 5-7-1 Orido
 Shimizu, Shizuoka 424
 Téléphone: 543.34.07.15
 Fax 543.35.96.42
 e-mail: uozumi@enyo.affrc.go.jp

PORTUGAL

FERREIRA DE GOUVEIA, M.L.
 Fisheries Directorate
 Estrada da Pontinha
 Funchal, Madeira
 Téléphone: 91.23.21.41/6
 Fax 91.22.96.91
 Téléx 72183 dr pesc-p

ec

Secrétariat

MIYAKE, P.M.
ICCAT
Príncipe de Vergara 17
28001 Madrid
(Espagne)
Téléphone: 341.431.03.29
Fax: 341.576.19.68

BROUSTAIL, A.
IFREMER
DRV/PA
B.P. 70
29280 Plouzané
(France)
Téléphone: 3398.22.44.80
Fax: 3398.22.45.47

Observateurs

ALGERIE

CHALABI, A.
Institut des Sciences de la Mer et de
l'Aménagement du Littoral (ISMAL)
B.P. 54
42321 Staoueli, Tipaza
Fax: 213.239.35.38

TUNISIE

HATTOUR, A.
INSTOP
28 rue du 2 mars 1934
2025 Salammbo
Téléphone: 216.01.730.420
Fax: 216.01.732.622

LISTE DES DOCUMENTS

- SCRS/94/60 Use of a surplus-production model to analyze the standard ICCAT age-structured simulated data sets - Prager, M.H.
- SCRS/94/61 Variability of fishing mortality by age: consequences for MSY - Goodyear, C.P.
- SCRS/94/62 Red grouper mean size at age: an evaluation of sampling strategies using simulated data - Goodyear, C.P.
- SCRS/94/63 Analysis of St. Andrews simulated datasets using length-based separable sequential population analysis - Kimura, D.K.
- SCRS/94/64 Application of cohort slicing and tuned VPA to simulated data that includes variability in length at age - Restrepo, V.R.
- SCRS/94/65 Progress report on length based methods using the 4 data sets derived at 1993 ICCAT Meeting - Mohn, R.
- SCRS/94/66 Estimates of growth and abundance from simulated size composition data using the stock synthesis model - Methot, R.D. Jr.
- SCRS/94/67 On the age and growth of swordfish in the northwest Atlantic Ocean - Ehrhardt, N.M.

**SEGUNDA REUNION DE CONSULTA SOBRE ASPECTOS TECNICOS DE LAS
METODOLOGIAS QUE EXPLICAN LA VARIABILIDAD
DEL CRECIMIENTO INDIVIDUAL POR EDAD**

(Brest, Francia - 27 a 29 de junio de 1994)

1. APERTURA DE LA REUNION

La Segunda Reunión de Consulta sobre Aspectos Técnicos de las Metodologías que explican la variabilidad del crecimiento individual por edad, tuvo lugar en el Centro de Brest del "Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER)", por invitación del Gobierno de Francia. El Dr. G. Scott (EE.UU.) que fue nombrado Coordinador del Grupo, dio la bienvenida a los participantes y presidió la reunión. Asistieron científicos de Francia, Japón, Portugal, España y Estados Unidos (países miembros) y de Argelia y Túnez (Observadores), así como una representación de la Secretaría de ICCAT. La Lista de Participantes se adjunta como Apéndice 2.

El Dr. Scott dijo que los progresos realizados desde la primera reunión, celebrada en St. Andrews, Canadá, serían examinados durante la reunión recién iniciada y que, en base a esos estudios, se trataría acerca de las futuras tareas en materia de investigación.

2. ADOPCION DEL ORDEN DEL DIA

El Orden del día provisional, que había sido circulado con anterioridad, fue adoptado con ligeras modificaciones. Se adjunta como Apéndice 1.

3. NOMBRAMIENTO DE RELADORES

Se designaron los siguientes relatores:

Punto 4.	G. Scott
Punto 5.	A. Fonteneau y J. Mejuto
Punto 6.	L. Antoine
Punto 7.	M. Prager y V. Ortiz
Punto 8.	Y. Uozumi, E. Tanaka, G. Scott
Todos los restantes puntos:	P. M. Miyake

4. EXAMEN DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Grupo examinó las conclusiones y recomendaciones de la Primera Reunión ICCAT sobre Aspectos Técnicos de las Metodologías que explican la variabilidad del crecimiento individual por edad (St. Andrews, Canadá). Las recomendaciones respecto a investigación formuladas en St. Andrews incluían:

- Llevar a cabo evaluaciones de la sensibilidad o solidez de métodos alternativos para estimar la captura por edad, partiendo de datos de captura por talla, por medio de la aplicación de varios métodos a datos simulados de características conocidas.
- Los métodos que no requieran supuestos explícitos sobre estructura de la edad deberían aplicarse también en conjuntos de datos simulados.
- Los países pesqueros, miembros de ICCAT, deberían llevar a cabo estudios de determinación de la edad de forma directa (por medio del análisis de partes duras) de los stocks ICCAT, para su empleo en el desarrollo de claves edad-talla.
- Deberían hacerse análisis de datos de marcado-recaptura de rabil, con el fin de llegar a una mejor definición de la dispersión en las tallas medias por edad.

El Grupo que se reunió esta vez acordó examinar los progresos de las tareas emprendidas en respuesta a estas recomendaciones y, a su vez, formular recomendaciones respecto a investigación adicional, si fuese necesario, con el fin de evaluar más ampliamente los diversos métodos considerados.

En total, se presentaron ocho documentos de trabajo (Apéndice 3), así como dos documentos que habían sido preparados para la Reunión Final del Programa ICCAT de Investigación sobre el Atún Blanco, celebrada en junio de 1994 (SCRS/94/33 y SCRS/94/34), y un documento que describía un método de conversión de la captura por talla en captura por edad, aplicado al rabil (Gascuel 1994).

El Grupo observó que muchas de las evaluaciones estructuradas por edad realizadas por ICCAT (y otros Organismos de pesquerías) se basaban en matrices de captura por edad que se crean por corte de cohorte, que es un método que no tiene en cuenta la posibilidad de un solapamiento en la talla por edad. En las Jornadas de Trabajo de St. Andrews se llegó a la conclusión que, si bien no existe un único método para convertir los datos de captura por talla en una tabla de captura por edad que resulte apropiado para todas las especies, era necesario examinar la actuación de los métodos de conversión de talla a edad que puedan incorporar el solapamiento en la talla en las diferentes edades, antes de recomendar otras alternativas, considerándolas superiores a los métodos aplicados actualmente por los grupos de especies de ICCAT. Como primer paso en este proceso de evaluación, se creó una serie de conjuntos de datos simulados con características conocidas y relativamente sencillas (tanto para el stock como para la pesquería). Estos conjuntos de datos tenían como fin permitir el examen de la sensibilidad o solidez de estos métodos respecto al nivel y a la tendencia de la mortalidad por pesca en el tiempo, y al grado de solapamiento en las distribuciones de los datos de talla por edad.

5. INFORMACION ADICIONAL SOBRE DISPERSION DE LAS TALLAS MEDIAS POR CLASES DE EDAD

En la reunión de Brest se presentó muy escasa información nueva sobre este tema. Los conocimientos que actualmente se tienen sobre las especies ICCAT estaban resumidos en el informe de la reunión de St. Andrews en 1992. La nueva información disponibles sobre este tema se discute a continuación, por especie.

ma

a. Rabil (YFT)

El Grupo identificó un nuevo modelo de crecimiento, de dos etapas (Gascuel et al., 1992) para el rabil. Este modelo emplea cinco parámetros y una función de crecimiento lineal, seguida de un modelo generalizado de crecimiento de Von Bertalanffy. Hace una buena descripción del crecimiento durante todo el ciclo vital explotado del rabil. Algunas características biológicas del rabil del Atlántico este, podrían explicar este peculiar crecimiento. El documento de Gascuel (1994) contenía nueva información sobre el rabil, que se discute más adelante. Un aspecto inédito de dicho documento era la estimación de parámetros para un modelo lineal de desviación típica de talla como función de un incremento del crecimiento específico de la edad correspondiente.

Este estudio podría indicar que la varianza de la talla por edad del rabil tiene forma de domo, con la variabilidad más alta en las edades intermedias, cuando los peces entran más o menos de prisa en la etapa de crecimiento rápido. Esta interesante faceta es plausible desde el punto de vista biológico. Sin embargo, se recomienda llevar a cabo un análisis más explícito de la varianza en la talla por edad, basándose en los datos de recuperación de marcas y de talla.

b. Atún Blanco (ALB)

En las evaluaciones del stock de atún blanco del SCRS se emplea la ecuación de crecimiento de Bard (1981) como parámetro de entrada para el MULTIFAN (Fournier y Sibert, 1990) con el fin de obtener la captura por edad partiendo de la captura por talla. En la Reunión Final del Programa ICCAT sobre el Atún Blanco (Sukarrieta, España - Junio 1994) el Grupo empleó este método para actualizar la captura por talla para el stock norte. Las claves edad-talla derivadas de los análisis MULTIFAN, se usaron para desarrollar índices estandarizados de abundancia por edad.

En esta reunión no se presentó información adicional sobre dispersión en la talla por edad. No obstante, en la Reunión Final del Programa Atún Blanco se presentaron dos documentos que trataban el crecimiento de esta especie. Uno de ellos, un estudio de validación del crecimiento basado en partes duras marcadas con fluorocromo (SCRS/94/33), se trata en el Apartado 6 de este informe.

El segundo documento facilitaba análisis de datos de marcado y recaptura (SCRS/94/34). Los resultados confirmaban que la variabilidad individual debería incorporarse al estimar el crecimiento basado en observaciones de incremento de talla y de tiempo en libertad. Los parámetros de crecimiento estimados (L_s y K) eran similares a los estimados en anteriores análisis y deberían ser válidos, al menos para evaluar el crecimiento del sector juvenil de la población (edades 1 a 4).

En la reunión del SCRS de 1992 se presentó nueva información sobre crecimiento en relación con el stock de atún blanco del Atlántico sur (SCRS/92/108). Partiendo de un corte de radio de aleta se obtuvo una ecuación de crecimiento, asumiendo la formación de un anillo por año, basándose en una muestra de individuos adultos (en su mayor parte con más de 80 cm FL). Esta ecuación se usa en el modelo de producción estructurado por edad (ASPM) aplicado a la evaluación de este stock.

c. Atún Rojo del Sur (SBF)

Por vía no oficial, el Grupo recibió nueva información procedente de dos reuniones sobre el atún rojo del sur celebradas recientemente en Hobart, Australia y Wellington, Nueva Zelanda. Los dos nuevos análisis indicaban que:

- Se había observado un cambio espectacular en el crecimiento del atún rojo del sur (sobre todo incremento de K) basándose en datos de marcado y recuperación en el período comprendido entre los años 60 (crecimiento lento) y los años 80 (crecimiento rápido). Este cambio en el crecimiento se produjo entre 1970 y 1980, y en opinión de los científicos podría tratarse de un mecanismo de compensación en respuesta al descenso sufrido por el stock a causa de un fuerte presión pesquera.
- Actualmente, en las evaluaciones del stock de atún rojo del sur se emplea un modelo de crecimiento en dos etapas de von Bertalanffy, con una talla de inflexión de aproximadamente 1 metro, ya que, en opinión de los científicos que estudian esta especie, el modelo de dos etapas describe el patrón de crecimiento medio de los peces en la población de atún rojo del sur con más precisión que el modelo de crecimiento de una sola etapa.
- En la estimación de la captura por edad, los científicos emplean actualmente el método de corte de cohorte, que explica el crecimiento variable y usa el modelo de Von Bertalanffy de dos etapas.

La nueva tabla de captura por edad para el atún rojo del sur creada en 1994 es bastante diferente de la tabla anterior, como también lo son los índices CPUE específicos de la edad usados para ajustar el VPA. Esas diferencias explican bien varias diferencias subsiguientes en la evaluación 1994 del stock de atún rojo del sur.

6. DETERMINACION DIRECTA DE LA EDAD MEDIANTE ANALISIS DE PARTES DURAS

El documento SCRS/94/67 presentaba un informe de los progresos obtenidos en un método para determinar la edad del pez espada atlántico en base a radios de aleta anal. Este estudio se inició en respuesta a recomendaciones de ICCAT sobre investigación acerca de técnicas de determinación directa de la edad. El estudio se basaba en una muestra de 1.600 radios de aleta obtenidos en 1992 y 1993. El objetivo era cifrar cortes de radios de aleta, para determinar la edad individual de acuerdo con los anillos observados, para analizar los incrementos marginales desde el punto de vista estadístico, con el fin de validar el procedimiento de determinación de la edad, desarrollar modelos cuantitativos de crecimiento y desarrollar una base para establecer claves edad-talla. Se obtuvieron imágenes que se analizaron por medio del programa de análisis de imagen MOCHA. El estudio sigue en marcha y los datos se procesarán una vez se hayan completado todas las mediciones.

El crecimiento del pez espada en el Mediterráneo se estudió basándose en partes duras (segundos radios de aleta anal) obtenidos de 1989 a 1992 (SCRS/90/89, SCRS/92/90). Los ejemplares usados eran de un peso comprendido entre 2.3 y 140 kg. La comparación de los resultados de este estudio con el crecimiento estimado por medio del análisis de frecuencias de tallas (Bhattacharya) mostraba una buena correspondencia. Esta metodología requiere un equipo menos complicado que otras.

En 1991 y 1992 se estudiaron radios de aletas dorsales del atún blanco del Atlántico norte (Troadec y Antoine, 1993), tal como se comunicó en la reunión final del Programa ICCAT para el Atún Blanco (Sukarrieta, España, junio de 1994). Se muestrearon peces de las capturas de barcos de cebo y de curricán españoles y de barcos de arrastre y de redes de deriva franceses. El Instituto Español de Oceanografía (IEO) y el Instituto de Investigación y Tecnología para la Oceanografía, Pesca y Alimentación (AZTI-SIO), prepararon un total de 856 cortes de radios de aleta. Se creó el programa de análisis de imagen TNPC (Traitement Numérique des Pièces Calcifiées) y se usó para leer los cortes de radios de aleta dorsal. Este programa interactivo permite la incorporación de restricciones biológicas (tales como los parámetros de un modelo de crecimiento de Von Bertalanffy) en el proceso de señal. Se analizó la periodicidad de formación de anillos, bajo restricciones derivadas de un modelo de crecimiento de Von

Bertalanffy y se desarrolló una clave edad-talla. El algoritmo permite entender mejor la periodicidad y automatiza las operaciones de retro-cálculo necesarias para el ajuste del primer anillo visible.

La introducción de patrones de crecimiento en el proceso de imagen facilita la explicación de la variabilidad en el crecimiento al observar las estructuras de los radios. Se observó que tras alcanzar el pez la edad de 4 años, la formación de dos anillos por año es muy poco frecuente; esto confirma los resultados preliminares de un estudio similar basado en una pequeña muestra de atún blanco adulto grande (SCRS/91/85). La automatización de la lectura de edad resultó posible entre un 40 y un 50% de los casos, pero en el resto, la lectura de anillos debe hacerla un experto. La comparación de los resultados de las lecturas de edad, entre las lecturas de imagen y las efectuadas independientemente por especialistas, indicaban que hay una diferencia persistente en la interpretación de la edad al primer anillo. Esto se debe en gran parte a la falta de conocimientos biológicos sobre las etapas juveniles del atún blanco (antes de su reclutamiento a la pesquería).

Un método clásico y útil de validación de edad consiste en combinar la inyección de oxitetraciclina (OTC) con operaciones de marcado, tal como se hizo con el atún blanco del Atlántico norte (SCRS/94/33). Se inyectó OTC en un total de 1.494 juveniles de atún blanco que se liberaron tras colocarles una marca en el curso de una campaña que tuvo lugar en agosto de 1991. A finales de 1993 se habían recuperado 29 de estos peces marcados con el cuerpo intacto; estos peces habían estado en libertad entre tres meses y dos años. Se examinaron cortes de radios de aleta dorsal bajo rayos ultravioletas.

En una muestra de 17 peces, los resultados muestran que en la mayoría de los casos (59%) se habían formado dos anillos por cada año en libertad, si bien también se observaron casos de un anillo por año (12%) y tres anillos (29%) por año. En el curso de los próximos años se podrían recibir noticias de nuevas recuperaciones, aunque esto es poco probable dado que los peces grandes se encuentran en su mayor parte en la zona central del Atlántico norte, donde, según se ha comunicado, el esfuerzo de pesca del palangre ha sido escaso en los últimos años.

Si bien estos resultados confirmaban el patrón de formación de anillo doble por año en peces de menos de 80 cm FL, demostraban también que existe una variabilidad individual que debe ser tenida en cuenta al estudiar la edad y el crecimiento del atún blanco.

Se realizó un estudio sobre edad y crecimiento del atún blanco del Atlántico sur (SCRS/92/108) en 353 rayos de aleta dorsal y vértebras caudales de atunes blancos grandes, procedentes de la pesquería taiwanesa de palangre. El autor aplicaba la hipótesis de un anillo por año. Dado que este estudio se basaba sobre todo en el atún blanco adulto (casi siempre superior a 80 cm FL), no está en contradicción con estudios sobre el atún blanco del Atlántico norte. Sin embargo, la pesquería de superficie de Sudáfrica, cuyo objetivo son peces de talla inferior a 80 cm FL, no fue sujeta a muestreo.

Futuros análisis

Entre algunas nuevas tecnologías, el desarrollo de la microquímica (por ejemplo, microsondas recientes, corte de espectrómetros con láser) podría ofrecer posibilidades, tanto para la validación de edad como para la discriminación de stocks. Recientemente se hizo un estudio con corte por láser sobre escamas de "stripped bass" (*Morone saxatilis*) (Coutant y Chen, 1993). Se podría desarrollar esta técnica y aplicarla a las partes duras, como otolitos, vértebras y radios. Las especies que efectúan migraciones a larga distancia, como el atún rojo, serían las más adecuadas para iniciar la investigación de estas técnicas.

7. ANALISIS DE DATOS SIMULADOS

Gran parte del trabajo en este campo se basaba en el análisis de cuatro conjuntos de datos estándar simulados, generados en julio de 1993, durante las Jornadas de Trabajo ICCAT sobre Aspectos Técnicos de las Metodologías que explican la Variabilidad del Crecimiento Individual por Edad (St. Andrews, Canadá). (La construcción de estos datos simulados se describe en el documento COM-SCRS/93/17, Informe de las Jornadas de Trabajo). Los cuatro conjuntos de datos representan dos trayectorias de población (alto contraste y bajo contraste, cuyas siglas son HC y LC respectivamente) y modas claras o borrosas (CM y BM, respectivamente) en los datos observados de captura por talla. Los datos simulados no incluyen ninguna medición de error o error de proceso. La preocupación principal era examinar los posibles efectos de la variabilidad en la talla por edad.

a. Método de Mezcla (MULTIFAN)

El método de mezcla de frecuencia de tallas MULTIFAN ha sido ampliamente empleado por el grupo SCRS de evaluación del atún blanco para convertir los datos de captura por talla en captura por edad, para el stock del Atlántico norte. Estos análisis del atún blanco del Atlántico norte han dado resultados razonables cuando se ha establecido el supuesto que la desviación típica depende de la talla y que la selectividad para el primer grupo de edad es fija.

En la recientemente celebrada Reunión Final del Programa ICCAT de Investigación sobre el Atún Blanco (Sukarrieta, España, 1-8 de junio de 1994), se observaron algunos cambios en las estimaciones de captura por edad. En el curso de la discusión se manifestó que tales cambios podrían deberse bien a la información adicional en los datos histórico añadidos (1975-1977), a cambios en la captura por talla en los datos de palangre taiwaneses, o bien a sesgos en el análisis producidos por cambios en la selectividad parcial de los peces de edad 1. Se recomendó eliminar este grupo de edad (edad 10) de la tabla de captura por talla y fijar la desviación típica para el grupo de edad 2 y 3 para futuros análisis.

Durante la reunión en curso, se intentó analizar los conjuntos de datos simulados HCCM y LCBM, aplicando el MULTIFAN. Los resultados obtenidos mostraban que en el caso del conjunto de datos LCBM, la actuación no era buena y se estimó que la mejor solución era que la desviación típica de la talla por edad descende al mismo tiempo que la edad. En el caso del conjunto de datos HCCM, los resultados tampoco eran ciertos. Se deberían hacer nuevos intentos sobre los datos simulados con restricciones similares a las aplicadas por el grupo que estudia el atún blanco.

b. Selección del punto de corte de las cohortes

En el documento SCRS/94/64, se aplicó el corte de cohorte para asignar edades a la simulación de captura por edad estándar y para crear índices de abundancia relativa por edad. Después, se aplicó un tipo de análisis secuencial de población (ADAPT) para obtener estimaciones de F y del tamaño del stock por edad. Se compararon tres tratamientos del grupo plus para cada uno de los conjuntos de datos: aglomerar para formar un grupo 10+, aglomerar para formar un grupo 5+ y redondear a la última edad real de 9.

c. Modelo Stock-Síntesis

En el documento SCRS/94/66, la versión estructurada por talla del Modelo Stock-Síntesis Methot (1990) (LSSM), se aplicó a los conjuntos ICCAT de datos simulados. Este método logró un buen ajuste

de los cuatro conjuntos de datos simulados. Sin embargo, la superficie de máxima probabilidad para los conjuntos de datos de bajo contraste era bastante plana, y en opinión del autor, el buen ajuste en esos casos puede deberse al azar. El autor señalaba que el simulador mostraba un aumento en la dispersión alrededor de la talla media por edad en los primeros años, y lo atribuye a que el simulador no ha sido "rodado" antes de su aplicación para generar datos simulados.

Este documento llegaba a la conclusión que los datos de composición por tallas que tienen un patrón modal consistente en las edades jóvenes, combinados con algunos datos auxiliares, como los índices de CPUE, son suficientes para llevar a cabo un análisis estructurado por edad, en el cual la composición por edad de los peces grandes no está estimada. Esto evitaría el estimar la composición por edad de la captura de peces grandes, que es una tarea difícil. Este enfoque sería similar al uso de un grupo plus relativamente joven en el documento precedente. El autor señalaba, sin embargo, que si una gran parte de la captura está compuesta por peces grandes, si se quiere detectar la emigración de estos peces grandes, sería necesario determinar su edad.

A la vista de estos resultados y del uso preliminar de LSSM por el grupo de evaluación del atún rojo en 1993, el método parece prometedor. Es flexible y adaptable, lo cual es positivo, pero, al propio tiempo, añade complejidad. Actualmente, el usar este modelo implica dedicar mucho tiempo a familiarizarse con su manejo, lo que en parte, se debe a que el programa disponible es muy general. Podría ser interesante para los científicos de ICCAT desarrollar una versión más sencilla para su uso en las evaluaciones de ICCAT.

d. Método SP-Key

En el SCRS/94/65, se evaluaba un método denominado "SP-Key". El autor describía que el método estimaba una clave edad-talla para cada año a partir del modelo de crecimiento. Parece que el método utiliza un algoritmo EM para ajustar alternativamente las claves edad-talla y estimaciones de fuerza de la clase anual hasta llegar a una convergencia.

El autor consideró que los resultados presentados eran superiores a los que se obtuvieron mediante el método de selección del punto de corte por edad de las cohortes. El autor señaló que no se ha probado aún la solidez del método a interferencias. Si el Grupo de Trabajo genera conjuntos de datos adicionales con error de observación, podría ser de utilidad continuar experimentando este método. El Grupo observó que su información acerca de este método es limitada, y confía en que el autor proveerá información más detallada, si se encuentra disponible.

e. Análisis secuencial de población basado en la talla (LSSPA)

En el SCRS/94/63, se utilizó el análisis secuencial de población basado en la talla para analizar los cuatro conjuntos de datos simulados. En este ejercicio, el autor mantuvo el modelo tan disperso como fue posible para que los resultados fueran más claros de interpretar; se utilizaron clases de edad 1 a 10, pero sin grupos +. Se utilizaron dos criterios de ajuste, los cuadrados mínimos habituales y también los valores mínimos absolutos, opinándose que este último aumenta la solidez del método.

La anomalía más importante observada en los resultados de este método era una tendencia a estimar una tasa creciente de mortalidad por pesca en los últimos años finales. Las razones de esto no son claras, pero pueden incluir la omisión de un grupo + en el modelo o algunas propiedades de los datos simulados, quizá la dispersión creciente de talla por edad que se observó en el SCRS/94/63. Los ajustes a los datos de bajo contraste eran más pobres. Los resultados de los ajustes de los cuadrados mínimos y valores mínimos absolutos fueron muy similares; sin embargo, esto no constituyó una sorpresa, dada la ausencia

de error de observación en los datos simulados, y no reduce la importancia de un examen continuo de métodos de ajuste sólidos en los métodos de evaluación.

f. Modelo de producción no estructurado por edad

En el SCRS/94/60, se ajustaron modelos de producción no estructurados por edad (Prager 1994) a los conjuntos de datos simulados utilizando ASPIC. En los casos de bajo contraste no se obtuvo modelo de convergencia, aunque la tendencia de la CPUE estimada del modelo podría mimetizar de manera casi perfecta la CPUE observada. En los casos de alto contraste se alcanzó la convergencia, y el modelo produjo nuevamente una trayectoria de CPUE altamente correlacionada con la trayectoria real.

Se obtuvieron las estimaciones de elementos de comprobación de gestión (RMS, etc.), igual que para los casos de alto contraste; sin embargo, como no se facilitaron elementos de comprobación para los datos simulados, no pudieron establecerse comparaciones. El documento concluye con observaciones acerca de algunas dificultades para interpretar cualquiera de esas comparaciones que se puedan efectuar en el futuro. Los datos simulados incorporan usualmente algunas de las posibles fuentes de compensación que pueden actuar en los stocks reales. Debido a esa simplificación, y debido a que normalmente no se conoce en qué forma actúa realmente la compensación, los modelos de producción pueden fallar en los datos simulados siendo útiles para stocks reales similares. Por otra parte, el éxito de un modelo cuando analiza datos simulados no garantiza que obtendrá ese mismo éxito con datos reales.

g. Otros análisis

Se presentó un método de ajuste para claves edad-talla recientemente publicado (Gascuel, 1994). Este método se basa en un modelo de crecimiento y en un modelo para desviaciones típicas de tallas por clases de edad. Implica un algoritmo iterativo próximo a los de Kimura y Chikuni (1987). Este método no está sesgado por la variabilidad anual en las abundancias de cohorte. Asimismo, parece ser más realista que el de selección del punto de corte por edad de las cohortes, dado que permite aumentar el solapamiento de las tallas en edades más altas. Dicho de otra forma, es más sencillo que los métodos como MULTIFAN, porque las tallas medianas y las desviaciones típicas por clases de edad se toman como datos de entrada. Se ajusta bien en condiciones de crecimiento conocido, y ofrece la ventaja de la simplicidad y la adaptabilidad; por ejemplo, permite utilizar los modelos de crecimiento específicos del sexo o dos modelos de etapas de crecimiento (como para el rabil, atún rojo del Sur, ..). En consecuencia, puede ser un buen compromiso en muchos casos para estimar las capturas por clases de edad a partir de datos de talla.

El método de ajuste se aplicó a las capturas de rabil en el Atlántico este. El algoritmo converge rápidamente a resultados estables, que son las estimaciones máximamente parecidas. El método se utiliza primero para estimar parámetros del modelo de desviaciones estándar de talla, y después para estimar claves mensuales, ajustadas al total de la pesquería. Estas claves se utilizan después para hacer converger talla-edad por arte y áreas de 5°. Los resultados muestran una baja sensibilidad a las estimaciones de los parámetros del modelo de desviación estándar. En comparación con estimaciones anteriores basadas en la selección del punto de corte por edad de las cohortes, las capturas por clases de edad son bastante similares, pero muestran, como se esperaba, una mayor variabilidad temporal.

Se llevó a cabo una primera ejecución durante la reunión para probar el método sobre los cuatro conjuntos de datos generados por el Grupo de Trabajo. Respecto a estos conjuntos de datos y para todos los años, el algoritmo convergió con resultados estables que parecen encontrarse próximos a la realidad. Se necesita más investigación antes de que estos resultados puedan validarse.

En términos de tasas estimadas de mortalidad por pesca totalmente reclutada (Figuras 3 y 4), los resultados de la selección del punto de corte por edad no fueron claramente menos precisos que los de todas las otras alternativas consideradas. La mayor parte de los métodos aplicados recuperaban con precisión los esquemas de la tendencia de la tasa de mortalidad por pesca, si bien uno de los métodos de introducción de curva de crecimiento mostró desviaciones de la tendencia en los últimos años de las series temporales. Del mismo modo, no había una clara evidencia de que los métodos de introducción de curva de crecimiento produjeran resultados más precisos de biomasa que el método de selección del punto de corte por edad de las cohortes (Figuras 5 y 6).

8. TESTS ADICIONALES DE DATOS SIMULADOS, OTRAS RECOMENDACIONES

Como primer paso, se desarrollaron cuatro conjuntos de datos simulados para utilizarlos como proyecciones de prueba de numerosos métodos alternativos para convertir la captura por clases de talla en captura por clases de edad en las Jornadas de St. Andrews. Las proyecciones de conjuntos de datos consistieron en 2x2 combinaciones de factores y eran adecuados para observar el comportamiento de los métodos con respecto al grado de solapamiento en distribuciones de talla por clase de edad y el grado de mortalidad por pesca experimentado por los stocks simulados. El Grupo examinó los resultados de los análisis de estos datos simulados y discutió las simulaciones adicionales que podían ser útiles para evaluaciones más amplias de los comportamientos de estos métodos.

Para el siguiente paso en la evaluación de métodos, el Grupo recomendó que se desarrollaran conjuntos de datos simulados más realistas. Siguiendo las recomendaciones de las Jornadas de St. Andrews, el Grupo recomendó que los nuevos conjuntos de datos simulados deberían incorporar variabilidad de medición (interferencias) en los datos de captura por clases de talla, para evaluar la robustez o sensibilidad de los métodos a errores de observación, que frecuentemente se encuentran en los datos de pesquería. Las interferencias pueden introducir dificultades importantes en el análisis de captura por clases de talla, y por lo tanto deberían incluirse en la segunda generación de conjuntos.

La estructura de los datos simulados desarrollados en St. Andrews era muy simple en su concepto. El Grupo opinó que, en cierta forma, la simplicidad de los conjuntos de datos puede traducirse en diferencias exageradas entre los resultados de la selección del punto de corte por edad de las cohortes y los de los otros métodos. En general, los datos de captura por clases de talla disponibles para crear matrices de capturas por clases de edad para los stocks de especies ICCAT se encuentran disponibles en estratos temporales más finos (por ejemplo, captura por clases de talla trimestral o mensual) que los que se utilizaron en las simulaciones iniciales (captura anual por clases de edad). El Grupo recomendó que se crearan datos simulados adicionales de captura por clases de talla mensual o trimestral para mimetizar con mayor aproximación la información disponible a los grupos de trabajo sobre especies de ICCAT para llevar a cabo sus evaluaciones.

El Grupo recomendó que los datos simulados que engloban el esquema de las características del ciclo vital similar a aquellas especies evaluadas por ICCAT (por ejemplo, afines al pez espada, afines al rabil, afines al atún rojo, afines al atún blanco) facilitarían una base más amplia para evaluar el comportamiento de varios métodos. Por ejemplo, la tasa de mortalidad natural utilizada en cuatro conjuntos de datos simulados ($M = 0.2$) es aplicable a algunas de las especies ICCAT (por ejemplo, especies afines al pez espada y afines al atún rojo), pero es inferior a los niveles de M asumida para muchos túnidos tropicales, tales como el rabil, que se cree tiene una M muy elevada ($M = 0.8$, por debajo de la edad 2; $M = 0.6$, edad 2 y superiores).

El Grupo discutió la serie temporal de reclutamiento utilizada en los conjuntos de datos simulados. Se recomendó que las simulaciones futuras deberían incluir variabilidad interanual en la robustez de la clase anual, señalando los años de reclutamiento alto y los de reclutamiento bajo, de manera similar al

ejemplo que se muestra en la Figura 13.a. La variación del reclutamiento en el conjunto de datos de alto contraste, es decir, un reclutamiento relativamente estable con dos clases anuales robustas puede no ser un esquema realista en muchos stocks ICCAT. En términos de esquemas simulados de esfuerzo, el Grupo recomendó que una esquematización más compleja, similar a la que se muestra en la Figura 13.b, que incluye stanzas crecientes y decrecientes, facilitaría una base más amplia para evaluar el comportamiento de los distintos métodos. Además, aunque muchos de los conjuntos de datos disponibles para los científicos de ICCAT para evaluaciones estructuradas por talla o edad tienen una duración de 15 años o menos, se recomendó también que las longitudes de las series temporales deberían representar aproximadamente tres veces el número promedio de clases de edad en las pesquerías simuladas.

También se discutió el posible efecto de los cambios en los esquemas de selectividad a lo largo del tiempo respecto a los comportamientos de los distintos métodos. El Grupo recomendó que se diseñen estudios de simulación para evaluar varias hipótesis acerca de la forma del esquema de selectividad (por ejemplo, en forma de domo vs. aplanado, sin máximos definidos) y esquemas de cambios de selectividad (o disponibilidad) a lo largo del tiempo. El Grupo recomendó que las simulaciones se llevaran a cabo considerando el efecto de los esquemas de cambios de selectividad a lo largo del tiempo para conjuntos de datos que tienen características que se cree son similares a los varios grupos de especies analizados por ICCAT.

El Grupo consideró también que la variabilidad en la talla por clases de edad debería simularse de forma biológicamente más realista y más compleja. Por ejemplo, el crecimiento estacional, un crecimiento multiestanzas, un crecimiento sexual y con una variable de pautas de crecimiento como una función de la edad podrían simularse de forma útil para ensayar la eficacia de los diversos métodos de determinación de la edad. La falta de especificación del modelo en la pauta de crecimiento y sesgo en la estimación podrían tener un importante efecto sobre los resultados de los diversos métodos utilizados para estimar la captura por clases de edad a partir de la captura por clases de talla. Las sensibilidades de los métodos a un rango de estos efectos necesita ser considerada, especialmente para aquellos métodos que utilizan un modelo de crecimiento introducido para estimar la captura por clases de edad a partir de captura por clases de talla. Como ejemplo de cambio compensatorio en el crecimiento, se citó un cambio en los esquemas de crecimiento del atún rojo del Sur durante un período de 30 años, el cual, si no se tenía en cuenta en el análisis, producía resultados bastante diferentes.

El Grupo discutió las implicaciones de su nombre. Su denominación actual es "Consulta sobre Aspectos Técnicos de las Metodologías que explican la variabilidad del Crecimiento Individual por Edad". En opinión de los participantes, la meta principal de esta consulta debería ser más amplia de lo que su nombre indica. Un nombre tal como "Consulta sobre Métodos para Estimar la Captura por clases de Edad de la Captura por clases de talla" sería, probablemente, una mejor descripción de la tarea principal dada al Grupo por el SCRS.

El Grupo recomendó facilitar el borrador del informe a los autores de los documentos de trabajo que no asistieron a la reunión, para darles la oportunidad de comentar el borrador antes de concluirlo. Este examen se llevaría a cabo por correspondencia entre el Presidente o el Coordinador del Grupo de Trabajo y los diversos autores.

El Grupo discutió sobre cómo avanzar en sus tareas en el futuro próximo. Se recomendó que el Grupo de Trabajo volviera a reunirse durante la reunión del SCRS en noviembre, para definir los parámetros para el desarrollo de la próxima generación de datos simulados. Se recomendó también que el Grupo designe un científico para generar los nuevos datos simulados y que este científico debería guardar "la verdad" en forma confidencial. El año próximo deberían llevarse a cabo análisis de esta próxima generación de datos simulados, seguidos por una nueva reunión del Grupo para evaluar resultados y facilitar recomendaciones sobre los métodos evaluados.

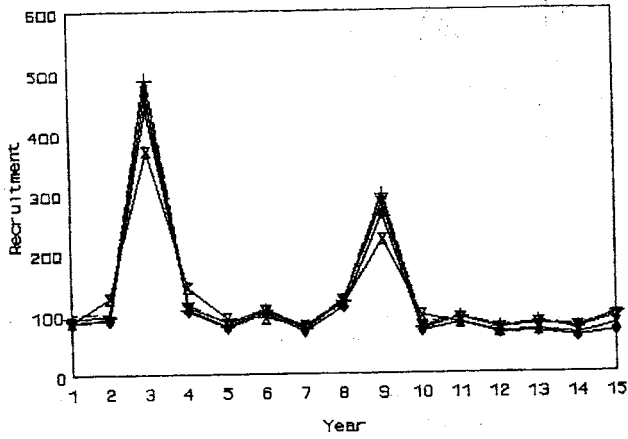
9. ADOPCIÓN DEL INFORME Y CLAUSURA DE LA REUNION

Se examinó y adoptó el Informe.

En la clausura de la reunión, los participantes expresaron su agradecimiento a IFREMER por acoger esta reunión, y encomiaron al Dr. L. Antoine, Mme. A. Broustail, y al personal del IFREMER por su amable hospitalidad y apoyo en las actividades de la reunión.

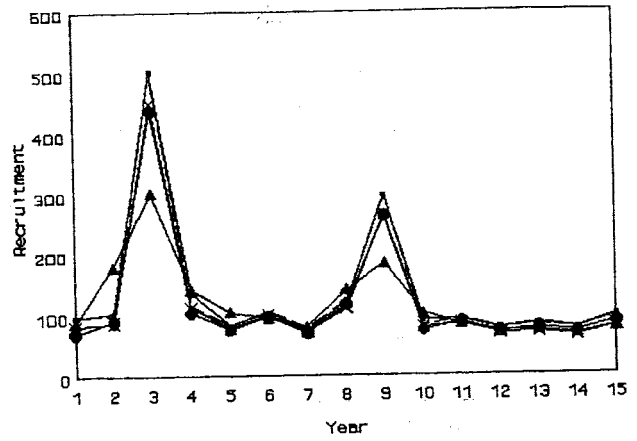
LISTA DE REFERENCIAS

- Bard, F. X. 1981. Le thon germon, *Thunnus alalunga* (Bonnaterre, 1788), de l'océan Atlantique. Doctoral dissertation, Université Paris 6, p. 330.
- Coutant, C. C., y C. H. Chen. 1993. Strontium microstructure in scales of freshwater and estuarine striped bass (*Morone saxatilis*) detected by laser ablation mass spectrometry. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50: 1318-1323.
- Fournier, D. A., y J. R. Sibert. 1990. MULTIFAN: A likelihood-based method for estimating growth parameters and age composition from multiple length-frequency data sets, illustrated using data for southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47: 301-317.
- Gascuel, D. 1994. Une méthode simple d'ajustement des clés taille/âge: application aux captures d'albacores (*Thunnus albacares*) de l'Atlantique Est. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51: 723-733.
- Gascuel, D., A. Fonteneau et C. Capisano. 1992. Modelisation d'une croissance en deux stances chez l'albacore (*Thunnus albacares*) de l'Atlantique Est. *Aquat. Living Resour.*, 1992, 5, 155-172.
- Kimura, D., y S. Chikuni. 1987. Mixtures of empirical distributions: an iterative application of the age-length key. *Biometrics* 43: 23-55.
- Methot, R. M. 1990. Synthesis model: an adaptable framework for analysis of diverse stock assessment data. *INPFC Bull.* 50: 259-277.
- Prager, M. H. 1994. A suite of extensions to a nonequilibrium surplus-production model. *Fish. Bull. (U.S.)* 92: 374-389.
- Troadec, H., y L. Antoine. 1993. Establishment of an age-length key for albacore, based on image analysis of dorsal fin ray sections. EEC-IFREMER-IEO Final Report, contract No. MA.2.459



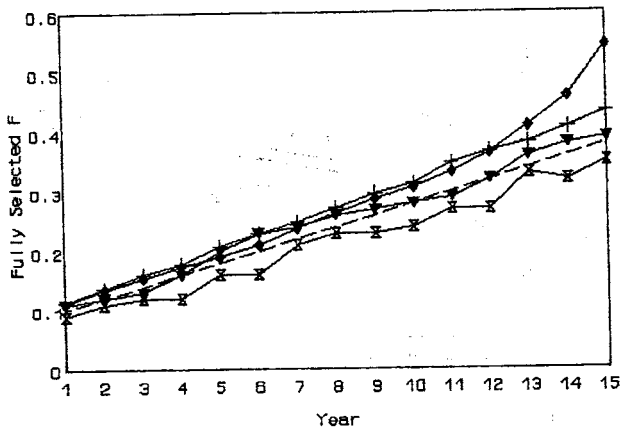
+ Synthesis * LSSPA x SLICE v HCM-SpKey - - TRUE

Fig.1. Estimaciones del reclutamiento obtenidas con los métodos indicados para los datos simulados de alto contraste y moda clara.



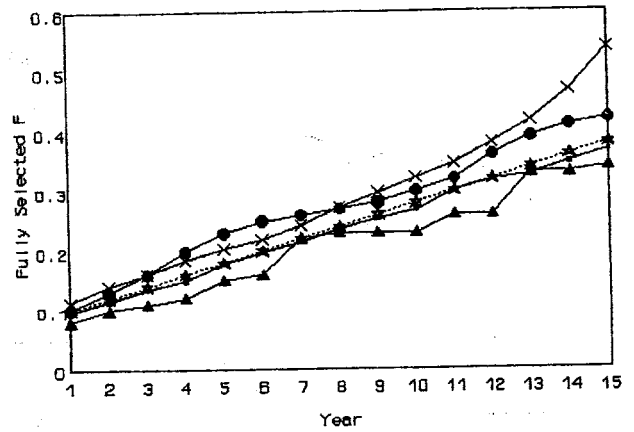
- Synthesis * LSSPA x SLICE ● SpKey - - TRUE

Fig.2. Estimaciones del reclutamiento obtenidas con los métodos indicados para los datos simulados de alto contraste y moda confusa.



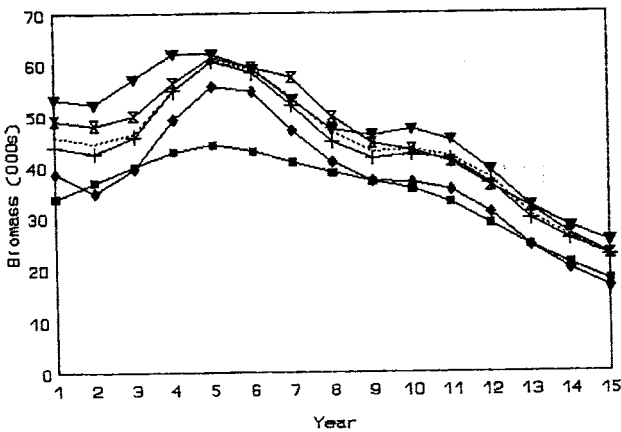
+ Synthesis * LSSPA x SLICE v SpKey - - TRUE

Fig.3. Estimaciones de tasa de mortalidad por pesca totalmente reclutada obtenidas con los métodos indicados para los datos simulados de alto contraste y moda clara.



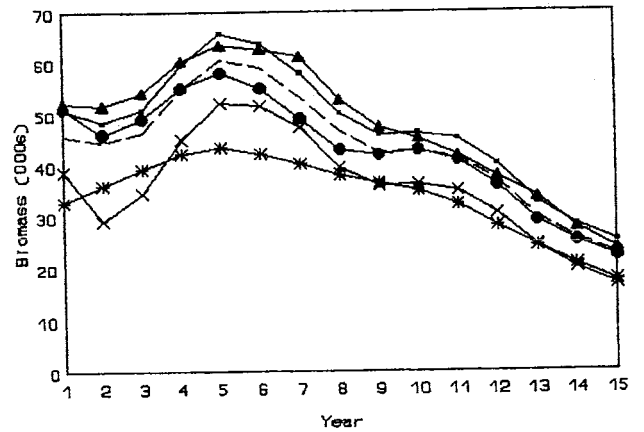
- Synthesis * LSSPA x SLICE ● SpKey ★ TRUE

Fig.4. Estimaciones de tasa de mortalidad por pesca totalmente reclutada obtenidas con los métodos indicados para los datos simulados de alto contraste y moda confusa.



+ Synthesis * ASPIC * LSSPA x SLICE v SpKey - - TRUE

Fig.5. Estimaciones de biomasa obtenidas con los métodos indicados para los datos simulados de alto contraste y moda clara.



- Synthesis * ASPIC * LSSPA x SLICE ● SpKey - - TRUE

Fig.6. Estimaciones de biomasa obtenidas con los métodos indicados para los datos simulados de alto contraste y moda confusa.

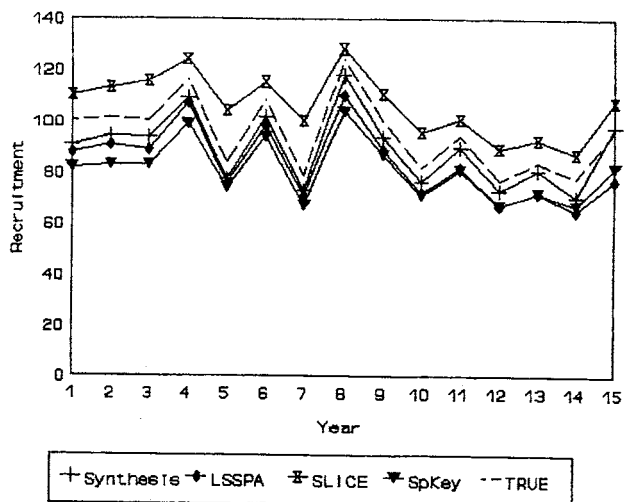


Fig.7. Estimaciones del reclutamiento obtenidas con los métodos indicados para los datos simulados de bajo contraste y moda clara.

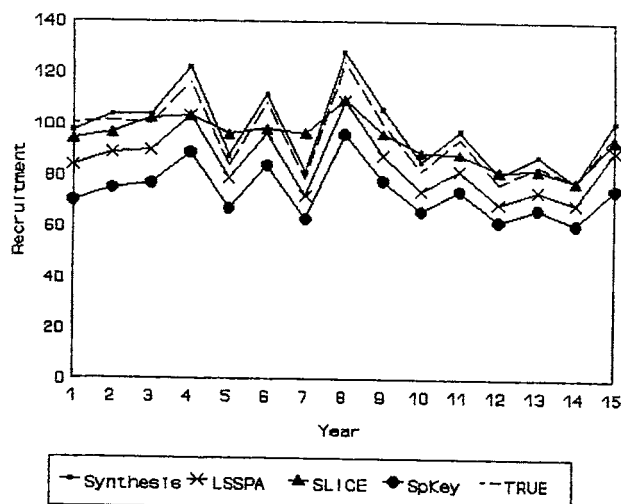


Fig.8. Estimaciones del reclutamiento obtenidas con los métodos indicados para los datos simulados de bajo contraste y moda confusa.

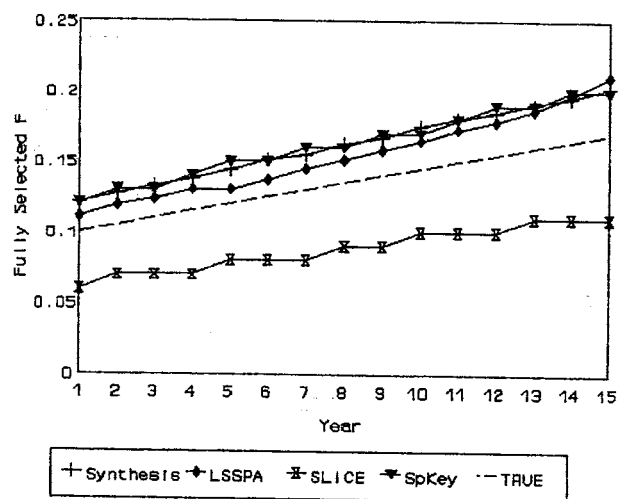


Fig.9. Estimaciones de tasa de mortalidad por pesca totalmente reclutada obtenidas con los métodos indicados para los datos simulados de bajo contraste y moda clara.

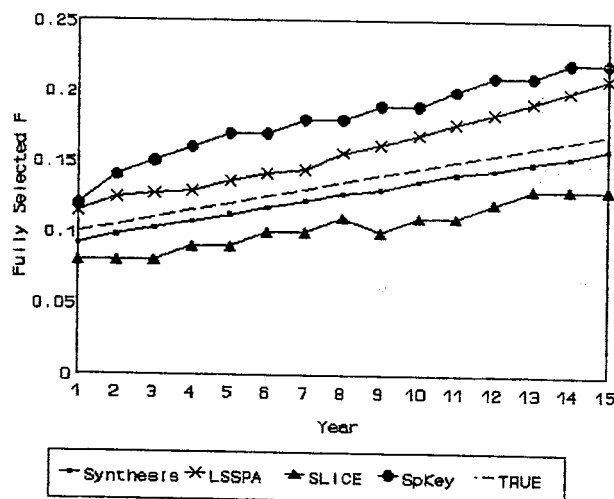


Fig.10. Estimaciones de tasa de mortalidad por pesca totalmente reclutada obtenidas con los métodos indicados para los datos simulados de bajo contraste y moda confusa.

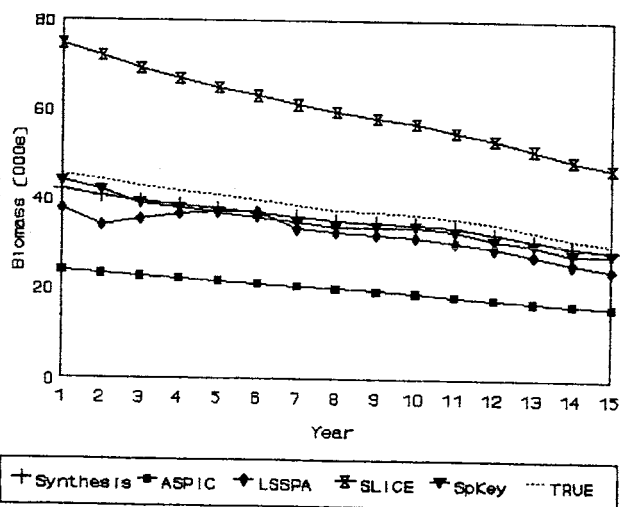


Fig.11. Estimaciones de biomasa obtenidas con los métodos indicados para los datos simulados de bajo contraste y moda clara.

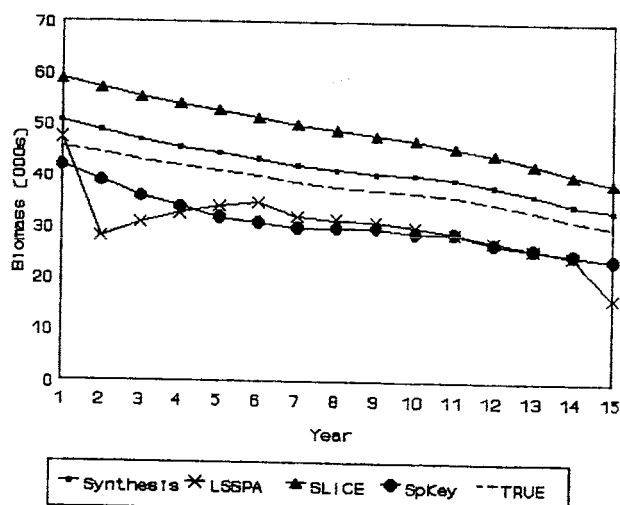


Fig.12. Estimaciones de biomasa obtenidas con los métodos indicados para los datos simulados de bajo contraste y moda confusa.

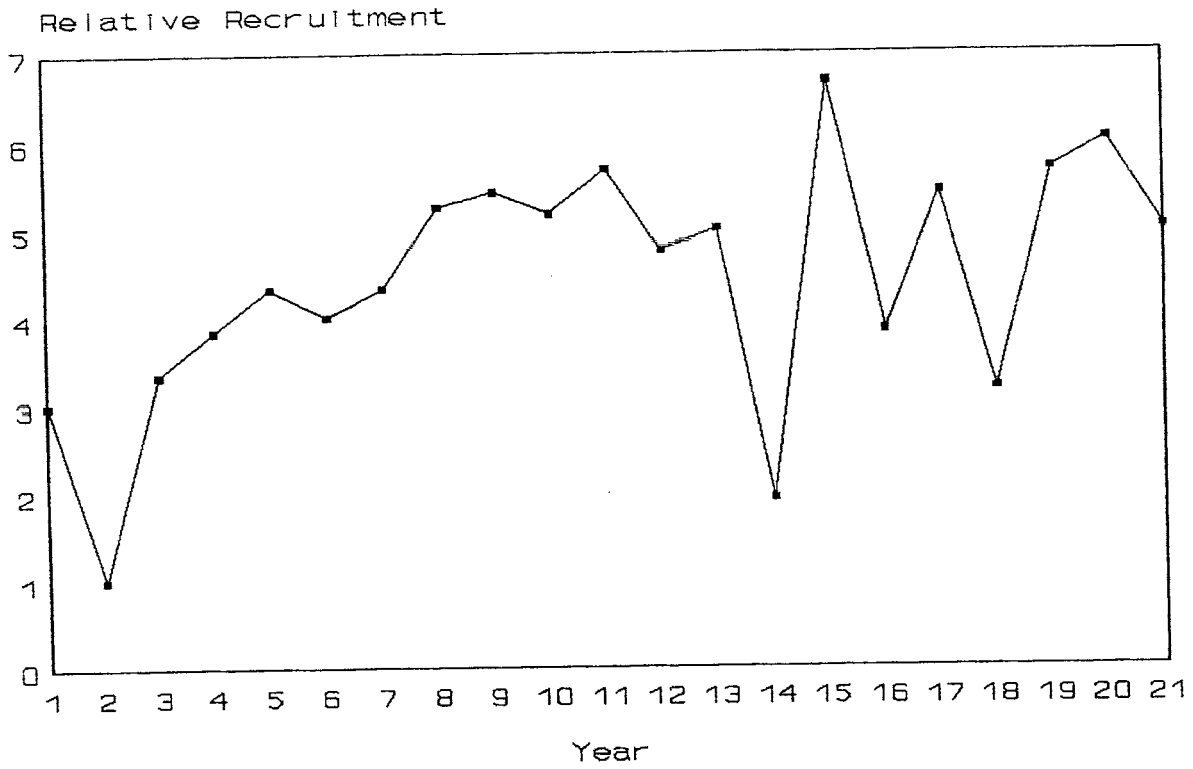


Fig.13.a Esquema de reclutamiento representando el grado de variabilidad interanual que se cree ha tenido lugar en el stock afin al rabil del Atlántico.

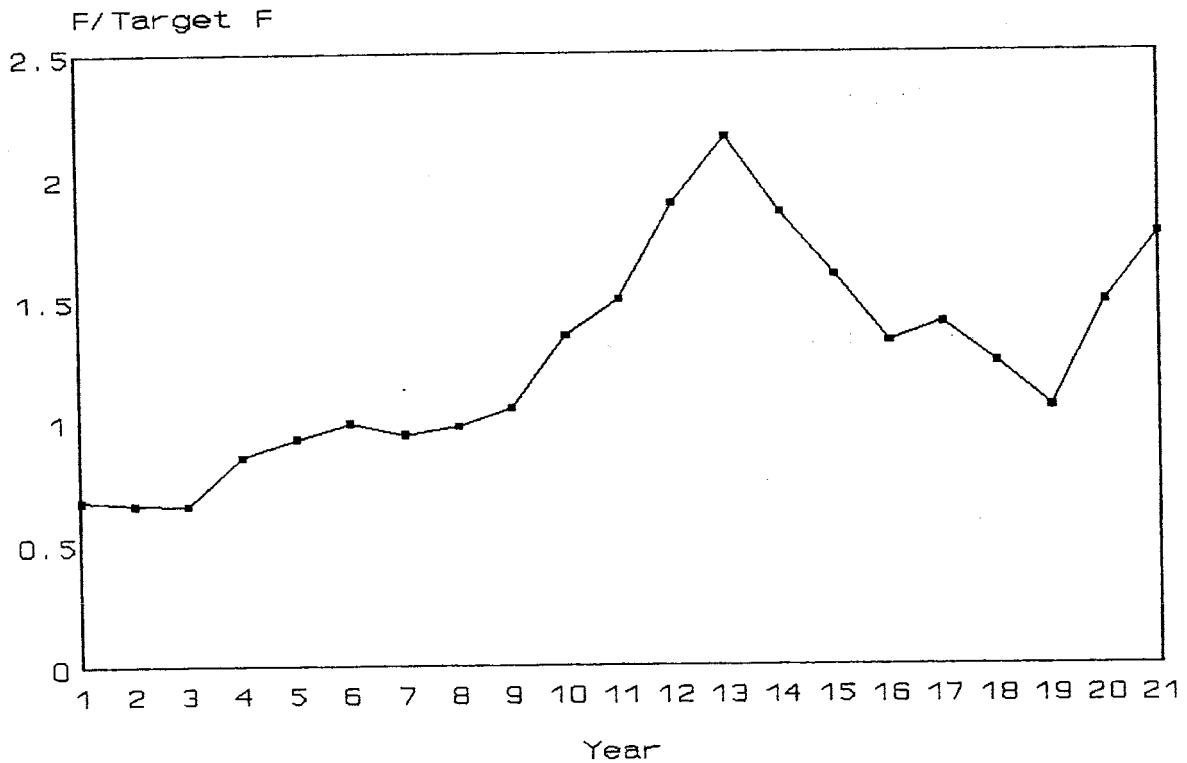


Fig.13.b. Esquema de esfuerzo representando el grado de cambio interanual que se cree ha tenido lugar en el stock afin al rabil del Atlántico.

**SEGUNDA REUNION DE CONSULTA
SOBRE ASPECTOS TECNICOS DE LAS METODOLOGIAS
QUE EXPLICAN LA VARIABILIDAD DEL CRECIMIENTO INDIVIDUAL POR EDAD**

(Brest, Francia, 27 a 29 de junio, 1994)

ORDEN DEL DIA

1. Apertura de la Reunión
2. Adopción del Orden del Día
3. Nombramiento de Relatores
4. Examen de las conclusiones y recomendaciones
5. Información adicional sobre la dispersión de la talla media por clases de edad:
 - a) Rabil (YFT)
 - b) Atún blanco (ALB)
 - c) Atún rojo del Sur (SBF)
6. Determinación directa de la edad mediante análisis de partes duras
7. Análisis de datos simulados
 - a) Método de Mezcla (MULTIFAN)
 - b) Selección del punto de corte de las cohortes
 - c) Modelo Stock-Síntesis
 - d) Método SP-Key
 - e) Análisis secuencial de población basado en la talla (LSSPA)
 - f) Modelo de producción no estructurado por edad
 - g) Otros análisis
 - h) Comparación de análisis
8. Tests adicionales de datos simulados, otras recomendaciones
9. Adopción del Informe y clausura de la Reunión

LISTA DE PARTICIPANTES

PAISES MIEMBROS**ESPAÑA**

MEJUTO, J.
 Instituto Español de Oceanografía
 Apartado 130
 15080 - La Coruña
 Teléfono: 34.81.205.362
 Fax: 34.81.209.077

ORTIZ DE ZARATE, V.
 Instituto Español de Oceanografía
 Apartado 240
 39080 - Santander
 Teléfono: 42-27.50.33

ESTADOS UNIDOS

PRAGER, M. H.
 National Marine Fisheries (NMFS)
 S.E. Fisheries Science CTR
 75 Virginia Beach Dr.
 Miami Fl. 33149
 Teléfono: (305) 361.4218
 Fax (305) 361.4515
 E-Mail: mprager@semi3.sefc.miami.edu

SCOTT G. P.
 National Marine Fisheries (NMFS)
 Service, Southeast Fisheries Science Center
 75 Virginia Beach Dr.
 Miami, Fl. 33149
 Teléfono: (305) 361 4200
 Fax: (305) 361.4219

FRANCIA

ANTOINE, L.
 IFREMER
 DRV/RH
 B.P. 70
 29280 - Plouzané
 Teléfono: (33) 98.22.44.80
 Fax: 98.22.45.47
 E-Mail: lantoine@ifremer.fr

FONTENEAU A.
 ORSTOM
 213 rue Lafayette
 75018 - Paris
 E-Mail: fonteneau
 @ORSTOM.ORSTOM.FR

GASCUEL, D.
 ENSAR - UFR Halieutique
 65 route de St. Brieuc
 35042 - Rennes Cedex
 Teléfono: (33) 99.28.75.34
 Fax: (33)99.28.75.35
 E-Mail: Dgascuel
 @roazhon.inra.fr

JAPON

TANAKA, E.
 Tokyo University of Fisheries, Konan
 4-5-7, Minato-Ku
 Tokyo 108
 Teléfono: 81.3.3471.1251
 Fax: 81.3.3472.3272

UOZUMI, Y.
National Research Institute
of Far Seas Fisheries
5-7-1 Orido, Shimizu, 424
Teléfono 543-34-0715
Fax 543-35-9642
E-Mail: uozumi
@enyo.affrc.go.jp

PORTUGAL

FERREIRA DE GOUVEIA, M. L.
Fisheries Directorate
Estrada da Pontinha
Funchal, Madeira
Teléfono: 91.232141/6
Fax: 91.22.96.91
Telex 72183 DR PESC-P

SECRETARIA

MIYAKE, P. M.
ICCAT
c. Príncipe de Vergara 17, 7º
28001 - Madrid
Teléfono: 34.1.431.0329
Fax 34.1.576.1968

BROUSTAIL, A.
IFREMER
DRV/PA
B.P. 70
29280 - Plouzané
Teléfono: (33) 98.22.44.80
Fax 98.22.45.47

OBSERVADORES

ARGELIA

CHALABI, A.
Institut des Sciences de la Mer et de
l'Aménagement du Littoral
ISMAL
B. P. 54
42321 - Staoueli
Fax: (2132) 39.35.38

TUNEZ

HATTOUR, A.
INSTOP
28 rue 2 mars 1934
2025 - Salammbó
Teléfono: 216.01.730.420
Fax: 216.01.732.622

LISTA DE DOCUMENTOS

- SCRS\94\60 Use of a surplus-production model to analyze the standard ICCAT age-structured simulated data sets. - M. H. Prager
- SCRS\94\61 Variability of fishing mortality by age: consequences for MSY - C. P. Goodyear
- SCRS\94\62 Red grouper mean size at age: an evaluation of sampling strategies using simulated data. - C. P. Goodyear
- SCRS\94\63 Analysis of St. Andrews simulated datasets using length-based separable sequential population analysis - D. K. Kimura
- SCRS\94\64 Application of cohort slicing and tuned VPA to simulated data that includes variability in length at age - V. R. Restrepo
- SCRS\94\65 Progress report on length based methods using the 4 data sets derived at 1993 ICCAT meeting - R. Mohn
- SCRS\94\66 Estimates of growth and abundance from simulated size composition data using the stock synthesis model - R. D. Methot Jr.
- SCRS\94\67 On the age and growth of swordfish in the northwest Atlantic Ocean - N. M. Ehrhardt