

**APPENDIX/ANNEXE I**  
**List of participants/Liste des participants**

Prénom	Nom	Organisation	Adresse	Pays	Tél.	Fax	E-mail
Pedro	Barros	FAO	Viale delle Terme di Caracalla 00153 Rome	Italie	+39 0657056469	+39 0657053020	pedrocontebarrs@gmail.com
Eduardo	Balguerías Guerra	IEO	Centro Oceanográfico de Canarias	Espagne	+34 922 549439	+34 922 549554	ebg@ca.ieo.es
Said	Benchoucha	INRH	BP 5268 DRADEB Tanger 90000	Maroc	+212 2 2200249	+212 22266967	benchoucha@inrh.org.ma / said8731@hotmail.com / bench2468@yahoo.fr
Abdellatif	Boumaaz	INRH	2 rue Tiznit Casablanca	Maroc	+212 022297329	+212 48930156	boumaaz@inrh.org.ma
Ana Maria	Caramelo	FAO	R. Part. Alameda linha Torres -2 1750-214 Lisboa	Portugal	+351 7587189	+39 06570523020	ana.caramelo@fao.org
Famara	Darboe	Fisheries Dep.	6, Marina Parade Banjul	Gambie	+220 4202355/ 4201515	+220 4202355	gamfish@gamtel.gm
Hammou	EL Habouz	INRH	BP 5221 Quartier industriel CP 80004 Agadir	Maroc	+212 61756857 +212 028825868	+212 028827415	helhabouz@yahoo.fr
Lourdes	Fernández Peralta	IEO	Puerto Pesquero s/n 29640 Fuengirola Málaga	Espagne	+34 952471907	+34952463808	lourdes.fernandez@ma.ieo.es
Asberr N.	Mendy	Fisheries Dep.	6, Marina Parade Banjul	Gambie	+220 4202355/ 4201515	+220 4202355	anmendy@yahoo.com/ gamfish@gamtel.gm
Amina	Najd	INRH	2 rue Tiznit Casablanca	Maroc	+212 022297329	+212 48930156	anajdi@yahoo.fr
Jessica	Olausson	FAO-RAF	P.O.Box 1628 Accra Ghana	Ghana	+024 5110333	+021 675000 3116	Jessica.olausson@fao.org
Khallahi	Ould Brahim	IMROP	BP 22 Nouadhibou	Mauritania	+222 5745124	+222 5745081	medfall_khall@yahoo.fr
Mohamed Moustapha	Ould Bouzouma	IMROP	BP 22 Nouadhibou	Mauritania	+222 5745124	+222 5745081	bouzouma@imrop.mr bouzouma@yahoo.fr

APPENDIX/ANNEXE 1 (cont./suite)

Prénom	Nom	Organisation	Adresse	Pays	Tél.	Fax	E-mail
Pedro	Pascual Alayon	IEO	Centro Oceanográfico de Canarias	Espagne	+34 922 549439	+34 922 549554	pedro.pascual@ca.ieo.es
Ana	Ramos Martos	IEO	Punta del Apio San Miguel de Oia 36012 Vigo	Espagne	+34 986492111		ana.ramos@vi.ieo.es
Birane	Samb	CRODT	Site Laboratoire national d'élevage Hann Dakar	Sénégal	+221 338328265	+221 338328262	bsambe@yahoo.fr
Aboubacar	Sidibé	CSRP	Amitié 3 Villa 4430 B P: 25485 Dakar	Sénégal	+221 864 0475	+221 864 0477	asidibeguinee@yahoo.fr
Merete	Tandstad	FAO	Viale delle Terme di Caracalla 00153 Rome	Italie	+39 0657052019	+39 0657053020	merete.tandstad@fao.org
Djiga	Thiao	CRODT	Site Laboratoire national d'élevage Hann Dakar	Sénégal	+221 338328265	+221 338328262	d_thiao@yahoo.fr

MFRD = Marine Fisheries Research Station.

IEO = Instituto Español de Oceanografía.

APPENDIX/ANNEXE II – PART 1

Biomass dynamic model with environmental effects  
User instructions

by Pedro de Barros

1) General instructions

a) Data entry

Data and initial parameter estimates should be entered only in the cells coloured green (Figure 1). All other cells are either not used, or used to calculate quantities used by the model. Data must be entered for all the data columns coloured green, and also for initial values of the parameters. Additionally, the model control settings may be entered (in the cells coloured orange – Figure 1). If these control settings are not changed, they may be left at their default values.

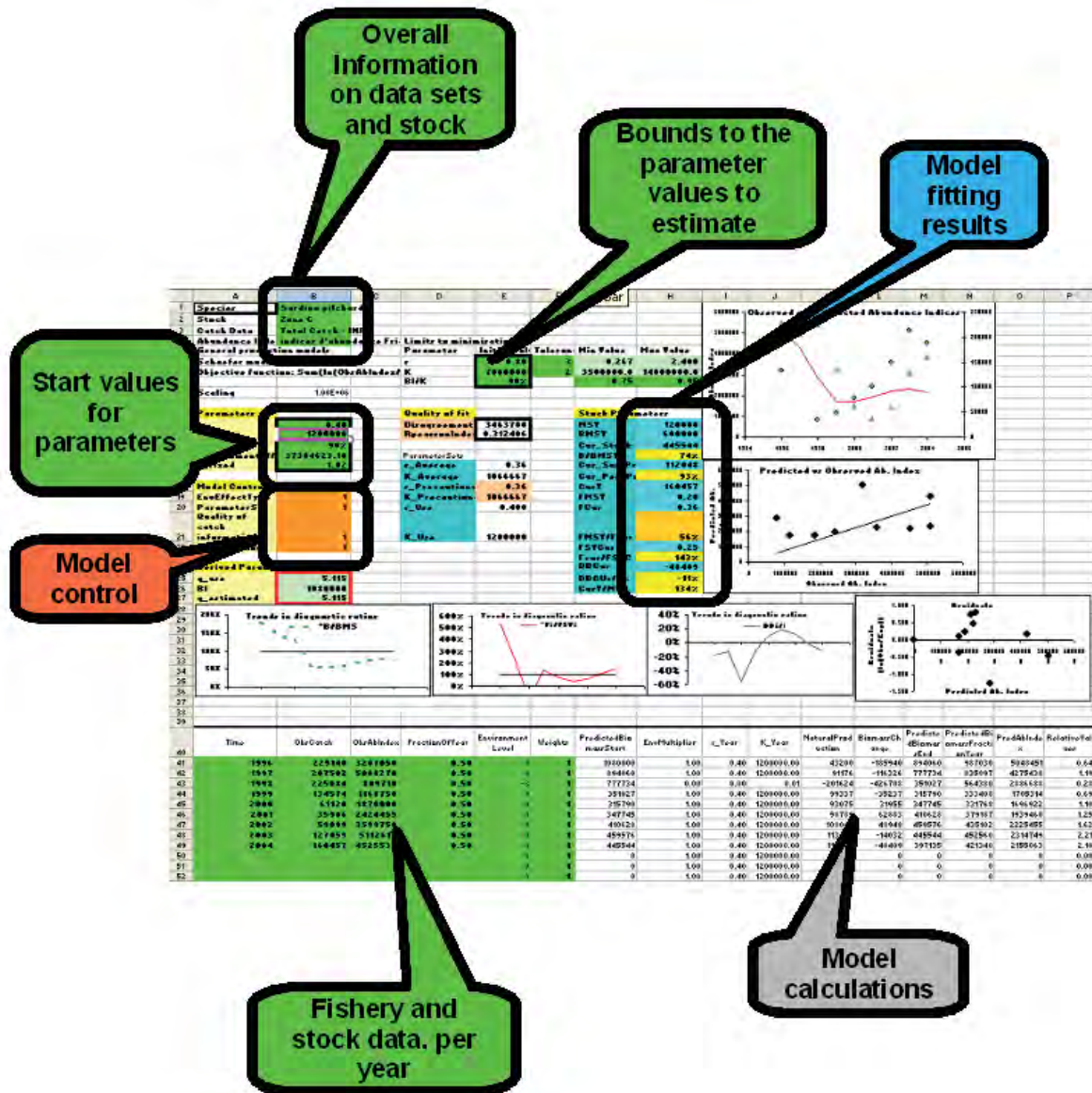


Figure 1. The main areas in the model worksheet

***b) Defining the parameters to be estimated non-linearly (using Solver)***

The non-linear estimation procedures suffer from a number of limitations, of which the most important is probably that the estimates obtained will depend on the start values defined. Therefore, one should try to keep the number of parameters to be estimated non-linearly to the minimum possible values.

As a minimum, one must estimate  $r$  and  $K$  by fitting the model to the data using the solver algorithm.

When defining the parameters to estimate, one should as much as possible set constraints (maximum and minimum values) so that the algorithm is limited to reasonable values, defined by the researchers. Use the spreadsheet area of Minimum and Maximum values to define these.

**2) Detailed instructions**

***Entering data***

The following data MUST be entered in the appropriate cells of the worksheet (Figure 2):

**i) Years of the data (Year)**

All years from the first to the last in the data set should be entered, consecutively. The first year should be entered in the cell immediately below the header “Year” and run consecutively until the last one. No empty cells should exist between the data, only after the last year.

**ii) Total catch per year (ObsCatch)**

Total catch is REQUIRED for ALL years in the data series. The model will fail if catch data is missing for any of the years (the reason is that catch is essential to calculating stock abundance the following year). This column should be filled like the one for year.

**iii) Abundance index (ObsAbIndex)**

This column should be filled like the previous ones. However, if there is no abundance index for a given year, this can be left blank. The model will still run correctly without a few years of data of Abundance indices (if there are many, however, the reliability of results will be doubtful).

**iv) Timing of the abundance index (FractionOfYear)**

When the abundance index corresponds to e.g. a scientific survey, or to a fishery concentrated in a short season, it will not represent the average abundance of the stock during the year, but rather this same abundance at the time of the survey or fishery. The values in this column represent the timing of the abundance index as a fraction of year ( $0.5 = \text{July } 1^{\text{st}}$ ). It should be set to a value corresponding roughly to the mid-point of the survey or of the fishing season. If the abundance index corresponds to a CPUE from a year-long fishery, this value should be set to 0.5 (mid-year).

**v) Environment level**

This column will include any index that can be considered to represent a deviation of the average growth conditions of the stock in each year. If a series of environmental indices exist (e.g. a series of upwelling indices) these can be used as the environmental level. If not, and there is external scientific evidence that there were particular years with exceptional conditions, then an arbitrary positive (for good growth) or negative (for poor growth) environmental level can be set for that year. If there is no information on environmental elements affecting the carrying capacity and/or the intrinsic growth rate of the stock, or it is considered that these parameters do not vary significantly, then the values in this column can be left at their default values of 0.

### vi) Weights

In some cases, there are doubts about the reliability or the representativeness (compared with the rest of the series) of one or more of the abundance indices used (e.g. if there is a year with less complete coverage, or with uncommon distribution conditions). In these cases, the corresponding value of the abundance index will not be as reliable as the remainder of the series. These points can be given less weight in the fitting of the model, by setting a value less than **1** in the corresponding row of the column Weights.

#### Notes:

The number of consecutive non-empty cells in column Year is used to define the number of years in the data to fit. Therefore, only years for which catch data is available must be entered, and all cells below these must be empty (use “Delete”).

In the calculated columns (to the right of the column “Weights”) the rows below the last year of data should NOT be deleted. The worksheet will ignore those below the last year of data. Deleting these rows will force one to rebuild them when a new data point is entered.

Time	ObsCatch	ObsAbIndex	Environment Level	Weights
1996	229140	3207050	0	1
1997	207502	5088270	-3	1
1998	225084	809710	0	1
1999	134574	1168750	0	1
2000	61120	1870000	0	1
2001	35906	2424455	0	1
2002	59099	3599750	0	1
2003	127459	5112613	0	1
2004	160457	4525538	0	1
			0	1
			0	1
			0	1
			0	1
			0	1
			0	1
			0	1
			0	1
			0	1
			0	1
			0	1

Figure 2. Spreadsheet section for entering the data for model fitting

#### Initial parameter values

Enter the initial values (initial “guesstimates”) of the parameters in the appropriate cells. As a minimum, initial values for the parameters **r** (intrinsic rate of growth), **K** (Carrying capacity, or Virgin Biomass) and **BI/K** (Stock Biomass at the start of the data series, as a proportion of the Virgin Biomass) are required.

Defining appropriate start values to these parameters may be difficult, and may require a bit of trial and error. However, setting adequate initial values is essential for the success of the estimation procedure.

One should start by defining an adequate value for BI/K.

To start the model running, it is necessary to give it a start point, the stock status at the start of the data series, BI (Initial Biomass). It is often very difficult to provide reasonable values for this parameter, but it may be easier to provide, from the knowledge of the scientists involved with the stock, a first estimate of the level of depletion of the stock at start of the data series available. This approach is similar to the idea of using the Exploitation Ratio (E) to start the calculation in a VPA, as suggested by Cadima (2004). The first estimate of this value will be named **BI/K<sub>Guess</sub>**.

A start value for r is usually found by setting r to a value similar to the natural mortality coefficient assumed for the stock.

A start value for K is usually more difficult, but a value consistent with the remaining parameters can also be found using a simple reasoning, as follows:

- 1- "Guess" the value of average stock Biomass during the period included in the assessment, ( $B_{Guess}$ );
- 2- Calculate the average value of the Abundance Index used in the same period, ( $AI_{Average}$ ). Make sure to include only real values of the abundance index, and to ignore any missing values;
- 3- Calculate a first estimate for the catchability coefficient  $q$ , as  $q_{Guess} = AI_{Average} / B_{Guess}$ ;
- 4- Calculate a first estimate of the stock Biomass at the start of the series, ( $B_{Start}$ ), using the value of the abundance Index at the start of the series, ( $AI_{Start}$ ), and the first estimate of the catchability coefficient  $q$ ,  $q_{Guess}$ , as  $B_{Start} = AI_{Start} / q_{Guess}$ ;
- 5- The first estimate of K ( $K_{Guess}$ ) is then given by  $K_{Guess} = B_{Start} / (BI / K_{Guess})$

This procedure is implemented in the worksheet "InitialValues", within the workbook supplied (Figure 3).

6						
7	<b>AbIndexFirst</b>	3207050				
8	<b>BI/K</b>	90%	This is arbitrated and depends on external information about wha			
9						
10	<b>AverageBiomass</b>	3000000	"Guessed" from external information			
11	<b>AverageAbIndex</b>	3089571	From real supplied data			
12	<b>CatchabilityGuess</b>	1.029857				
13	<b>BiomassFirst</b>	3114073				
14	<b>K_Guess</b>	3460082				
15						

Figure 3. Estimation of the initial value for K implemented in the worksheet "InitialValues"

**b) Setting limits to the estimation**

When using non-linear estimation, it is advisable to set limits to the values the parameters may take. To do this, enter the appropriate values in the "tolerance" column for the estimation of  $r$  and  $K$ . If  $BI/K$  is to be estimated by the model, the upper and lower limits should be entered directly. Whenever the initial values for the parameters are modified, the values in cells InitialValues should be set to the same values entered in the cells used for the model parameters (Figure 4)

Initial Value	Tolerance	Min Value	Max Value
1.00	4	0.250	4.000
4993858	6	832309.6	29963145.4
90%		0.75	0.95

Figure 4. Process of defining the limits to the estimation in the model worksheet

**c) Model control**

In its current version, the model implementation allows the user to choose 3 main aspects of the calculation, (1) the type of environmental effect (simple multiplicative or exponential), (2) to estimate or not the catchability coefficient ( $q$ ) and (3) the set of parameters to use for calculating the reference points and the current status of the stock relative to these reference points.

18	<b>Model Control</b>	
19	EnvEffectType	1
20	ParameterSet	1
21	Quality of catch information for last few years	1
22	q_Estimation	1

Figure 5. Cells of the spreadsheet used to control the options in the calculations of the model

### i) Choice of environmental effect type:

The model includes two different formulations for the effect of the environment level on the  $r$  and  $K$  parameters of each year.

To select the type of environmental effect, set the value in cell EnvEffectType (Figure 5) to one of the following values:

0 – No effect

1 – Additive formulation:  $EM=1+(EE*|EL|^{SIGN(EL)})$

2 – Exponential formulation:  $EM=e^{(EE*EL)}$

EM: Environmental multiplier

EE: Environmental effect: Measures the overall intensity of the environmental effect. Usually estimated by Solver as a part of the fitting routines;

EL: Environmental level: Indicator of level of environment, for each year (normally, will be deviations from the average).

### ii) Use of $q$

The user may choose to estimate the catchability coefficient  $q$ , or set it as fixed.

To select whether to estimate or to use the fixed value, set the value in cell **q\_Estimation** (Figure 5) to one of the following values:

0 – Use the fixed value set for the start

1 – Estimate the catchability coefficient

The user should **never** include  $q$  as one more parameter to be estimated by Solver. If it is meant to be estimated, it should be estimated using the linear approximation given in the worksheet (just set  $q$  estimation to 1).

### iii) Estimation of current (in the last year of data) Biomass

Even if the absolute Biomass values are not used directly (and they may be misleading, given the degree of uncertainty involved in their estimation), they are necessary to estimate the  $F$ -values, since these are calculated as  $F=B/Y$ .

The stock Biomass in the last year of data, that is used as a main element in calculating the current status of the stock or the fishery, may be calculated in one of two ways: Either taken directly from the model, as the Biomass value predicted by the model, or using the observed abundance index for that year, and the estimated  $q$ , to calculate  $B=U/q$ .

The choice of the best option is not straightforward. However, if the quality of the total catch data in the last few years is low, this will strongly affect the reliability of the Biomass estimates from the model. In this case, it is better to calculate the Biomass using the Abundance Index for last year and the overall  $q$ . To achieve this, set **Quality of catch information for last few years** (Figure 5) to 0 (bad quality). Otherwise, set it to 1, to use the Biomass estimates from the model.

Notes: The quality referred to here is not of the LAST catch data point (it has no effect) but rather the few years before the last.

#### iv) Variable $r$ and $K$ (depending on environment level of each year)

When using the option of introducing an environmental level indicator, different values of  $r$  and  $K$  are calculated for every year in the data set. In this situation, it becomes difficult to choose which is the best value of the parameters to use in the calculation of the overall reference points. The best option will depend on the situation at hand. To define the option to use, set the value in cell “Parameter set” (Figure 5) to one of the following values:

- 1 – Overall  $r$  (estimated by the fitting procedure, independent of the environmental effects used in the fitting);
- 2 – Average value of the  $r$ -values estimated for each year in the data series (using the environmental levels for each year);
- 3 (or other value): Precautionary option – the smallest of the two previous values.

#### d) *Running the model (estimating the parameters)*

This is usually done using the “Solver” tool in Excel.

Call the tool (Figure 6).

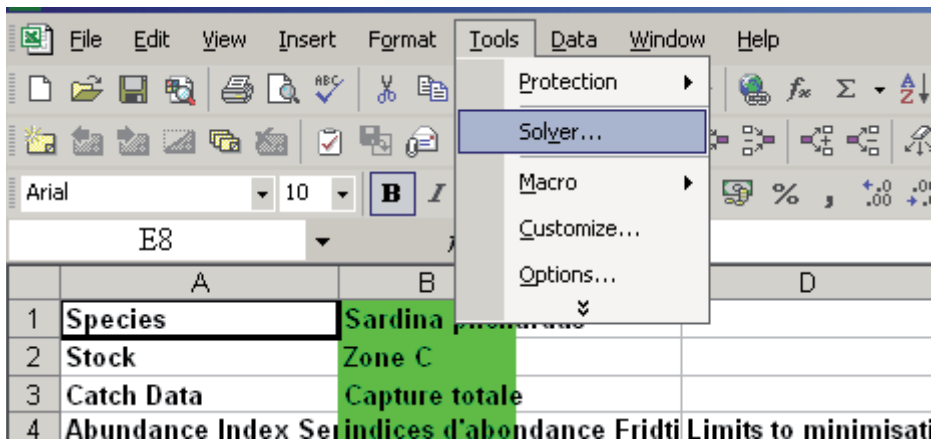


Figure 6. Starting the solver routine, for parameter estimation

Define the cell whose value is to be minimized Target cell (Objective Function) – Figure 7, and the cells that are to be manipulated for achieving this (by changing cells). You may choose all 4 parameters  $r$ ,  $K$ ,  $BI/K$  and Environment Effect (if an environment effect is being estimated), or only a subset of these. You should not set the model to estimate  $q$ , as this is usually not defined enough by the data. Set also, as much as possible, the constraints – use the constraints area in the spreadsheet. Do not set constraints for the Environment effect.



General production models		Parameter	Initial Value	Tolerance	Min Value	Max Value
Schaefer model		r	1.00	4	0.250	4.000
Objective function: $\text{Sum}(\ln(\text{ObsAbIndex}/\text{ExpAbK}))$		K	4993858	6	832309.6	29963145.4
Scaling		B/K	90%		0.75	0.95
Parameters		Quality of fit		Stock Parameters		
r	0.84	Disagreement	140956.323	MSY	1517298	
K	7230314	RpearsonIndex	0.94691469	BMSY	3615157	
B/K	90%					
EnvironmentEffect	37384623.10					
q_fixed	1.02					
Model Control						
EnvEffectType	1					
ParameterSet	1					
Quality of catch information for last few years	1					
q_Estimation	1					
Derived Parameters						
q_use	0.643					
BI	6507283					
q_estimated	0.643					

**Solver Parameters**

Set Target Cell: Objective

Equal To:  Max  Min  Value of: 0

By Changing Cells: r\_K, EnvironmentEffect

Subject to the Constraints:

- K <= \$H\$7
- K >= \$G\$7
- r\_ <= \$H\$6
- r\_ >= \$G\$6

Buttons: Solve, Close, Options, Reset All, Help

Figure 7. Setting the parameters for the solver routine.

After pressing “Solve”, the following dialog should be seen.

**Solver Results**

Solver found a solution. All constraints and optimality conditions are satisfied.

Keep Solver Solution  
 Restore Original Values

Reports: Answer, Sensitivity, Limits

Buttons: OK, Cancel, Save Scenario..., Help

Figure 8. Dialog indicating the successful completion of the model fitting procedure

After pressing the OK button, the diagnostics can be assessed.

### 3) Diagnostics of fit

Like any model fitted to data, it is essential to assess the quality of the fit of the model to the particular data set used in each run. The model will almost always produce an estimate, but the reliability of the model fitting that produced these estimates should always be checked before accepting the results. There may be several reasons why a production model may not fit a particular data set well. Some of the most common ones are;

- Lack of contrast in the data
- “One-Way trip”
- Abundance index does not represent the whole stock
- Catch data are not representative of all catches, but come from only a part of the fleet, or are fixed estimates

To help assess the quality of this fit, a few indicators are provided.

**a) Objective function**

The actual value of the objective function (Figure 9) is the first measurement of the goodness-of-fit of the model. High values indicate a better fit. However, it is difficult to evaluate exactly what is “high”, and this is thus not usual as a diagnostics statistic.

Quality of fit	
Disagreement	1498416.332
RpearsonIndex	0.848396537

Figure 9. Cells holding the values of the objective function of the model fit, and of the Pearson linear correlation coefficient  $r$ .

**b) Pearson linear regression coefficient between the predicted and observed abundance indices**

This coefficient (Figure 9) will not detect a non-linear relation but will measure how closely the predicted abundance indices follow the observed ones. High values should be aimed for.

**c) Plot of Predicted vs Observed Abundance Indices**

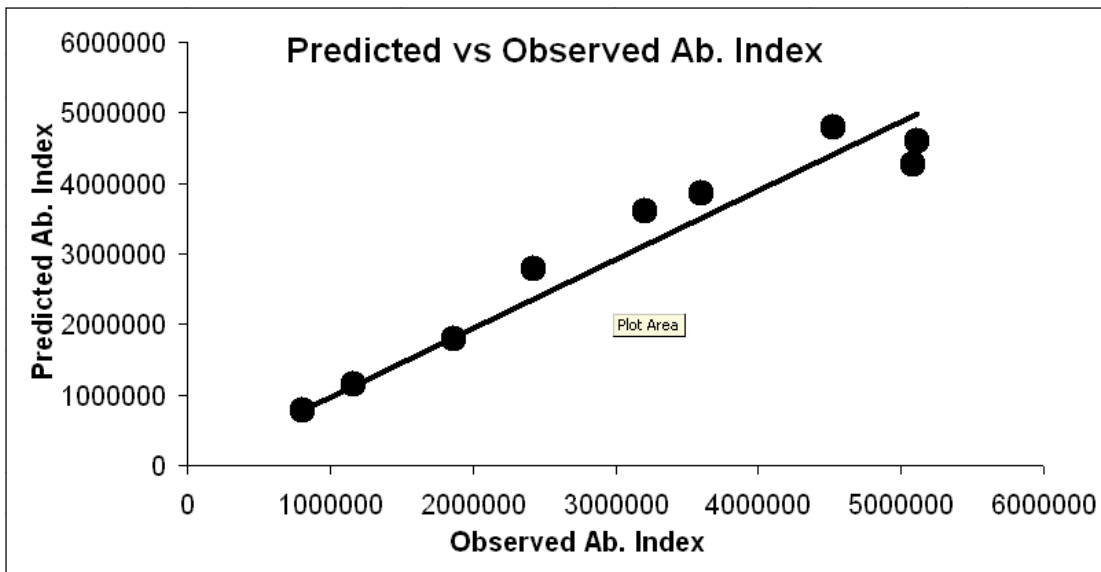


Figure 10. Plot of the relation between the predicted and the observed abundance indices. This plot can be used to detect severe deviations from the linear relationship between the observed abundance indices and those predicted by the model

This plot presents, in a graphical way, the relation between the Abundance Index observed (or given to the model) and the Abundance index estimated by the model, on the basis of the estimated biomass. The desirable characteristics for this plot is a linear relation between the predicted and observed indices, with slope 1.

Undesirable characteristics include:

- a flat plot (no relation between predicted and observed);
- A non-linear relation (cyclic, asymptotic or curved relation)

d) *Residual plot*

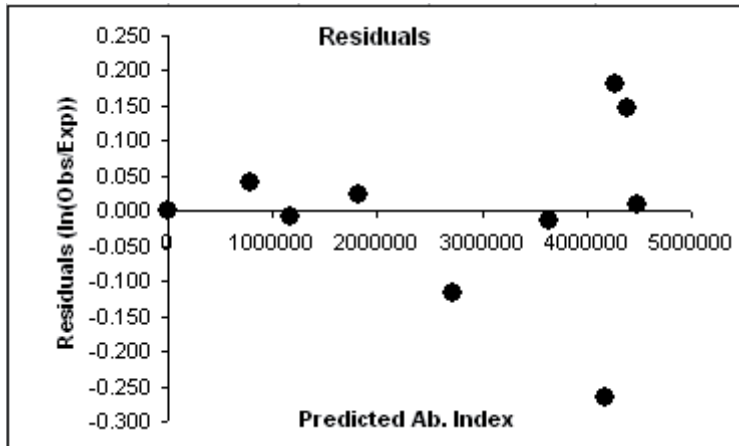


Figure 11. Plot of residuals used to assess if there are indications of any lack of fit in the adjustment of the model to the data

The residual plot is used to evaluate whether there are trends in the deviations between the observed and predicted abundance indices data. As long as the residuals are reasonably well-dispersed, with no patterns, there is usually no reason for concern. However, unusually large or small residuals concentrated at a given range of the predicted abundances should be looked into carefully, as they may indicate a model misspecification, or problems with the data

e) *Trends in Biomass Indices and total catch data*

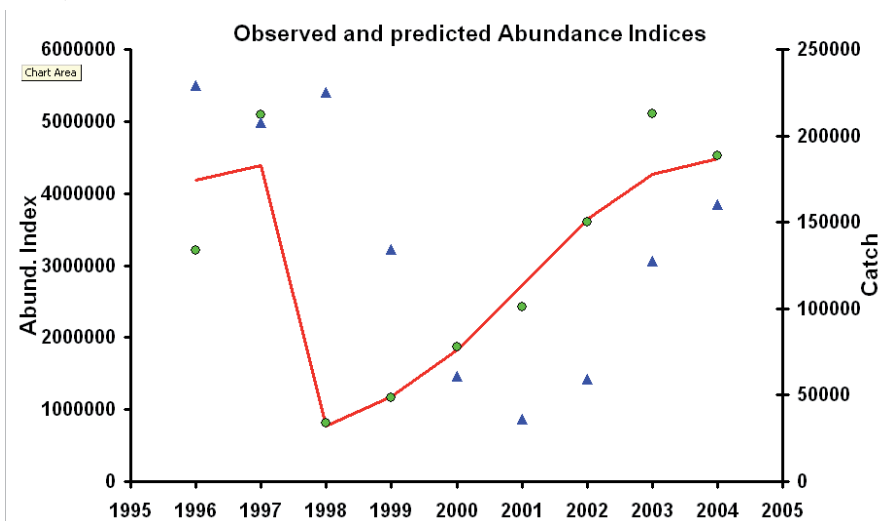


Figure 12. Plot of the trends in observed and estimated abundance indices, as well as of the reported catches, for each year in the period analysed.

The model is based on the assumptions that stock biomass tends to grow to a maximum level that can be sustained by the environment, and that this growth is decreased by the catches taken from it. So, generally speaking, stock biomass trends should reflect the catches taken from it. A year with very high catches should see a reduction in stock biomass the following year, and vice-versa, a year with low catches should be followed by an increase in stock biomass.

Therefore, checking the plot of catches and stock abundance indices for these patterns gives a first indication of the reliability of the fit of the model to the data. A pattern where similar catch levels at similar Biomass levels are followed by both increases and decreases in biomass will in general

indicate a contradiction between the data and the model. This may indicate several difficulties with the data, of which the most common are incomplete or inaccurate catch data, or abundance indices that do not represent the whole stock (e.g. they miss the larger adults or the juveniles). In some cases, however, a sudden change in the reaction of the stock to exploitation may also indicate that there was an environmental change or pulse that modified the average biomass growth rate of the stock (e.g. exceptional conditions that lead to a peak in recruitment). If the change in environmental conditions can be demonstrated by other, external data (e.g. similar anomalies arising simultaneously in several stocks, or Sea Surface Temperature data, or precipitation indices) then this can be included in the model by the introduction of an Environment level, for that year, that will account for the positive or negative changes in the growth conditions (intrinsic rate of increase and carrying capacity) observed or assumed for that year.

#### 4) Interpretation of results

Once the model is satisfactorily fitted to the data, it is important to interpret the results from this fit. The model implementation provides several auxiliary ways to view and interpret the data.

##### a) *Current (last year) situation*

Usually, stock assessment scientists and managers are most concerned with the status of the stock in the last year of data. So, the model implementation computes several numerical and graphical diagnostics of the condition of the stock and the fishery in the last year (Figure 13).

Stock Parameters	
MSY	120000
BMSY	600000
Cur_Stock	445544
B/BMSY	74%
Cur_SustProd	112048
Cur_PercProd	93%
CurY	160457
FMSY	0.20
FCur	0.36
FMSY/FCur	56%
FSYCur	0.25
FCur/FSYCur	143%
DBCur	-48409
DBCUR/Bcur	-11%
CurY/MSY	134%

Figure 13. Summaries of the status of the stock and the fisheries in the last year of data

Of the different indices presented, the ones highlighted in yellow are the ones most important for the stock diagnostics, and of these, special importance is given to the ratios B/BMSY and FCur/FSYCur.

The first of these ratios indicates the current status of the stock biomass relative to the Biomass that would provide the Maximum sustainable yield, and provides an indication of the current stock status relative to a target stock status. In most situations, one would want the stock to be slightly above BMSY, i.e., with a B/BMSY ratio slightly above 1.

The second indicates the value of the yield currently being extracted from the stock, relative to the yield the same stock can provide while keeping its abundance constant for next year, i.e. to the

sustainable yield of the stock. Values of this ratio below 1 indicate that the stock biomass will tend to grow, while values above 1 indicate a situation leading to a decline in stock biomass.

To ease the interpretation of the results for the last year of data, the estimated stock Biomass for the last year of data and the corresponding catch are presented relative to the Biomass that would produce the Maximum Sustainable Yield and to the Sustainable Yield, respectively, in the plot in the chart sheet "Current Situation" (Figure 14).

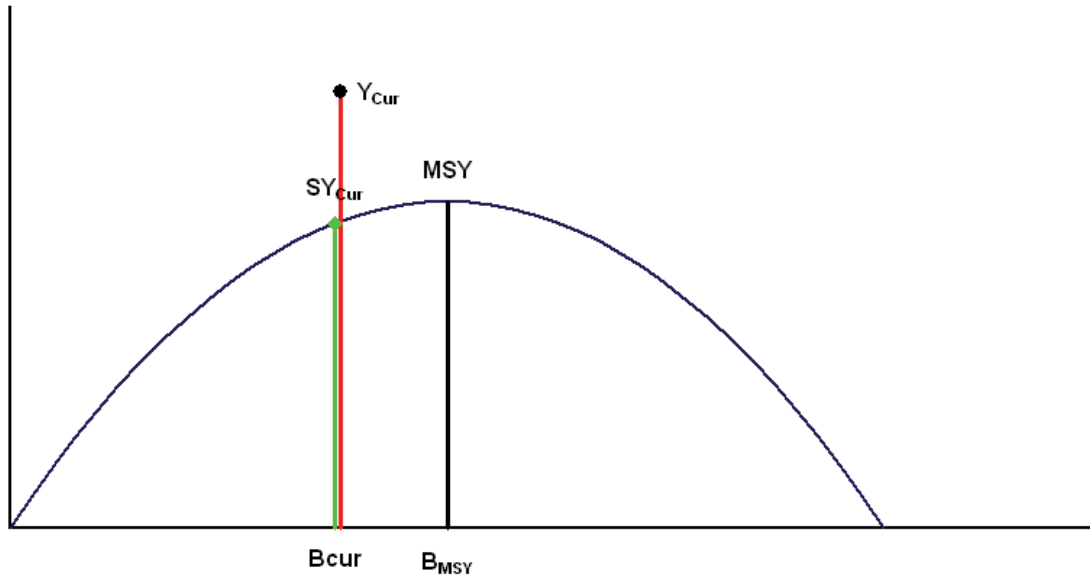


Figure 14. Graphical presentation of the status of the stock and the fishery in the last year of available data, relative to the Reference Points estimated for the stock

### *b) Time-patterns*

Besides the situation in the last year of data, it may be useful to assess the trends in these indices along the period analysed. All these indices are calculated for each year in the main spreadsheet, but for ease of presentation and interpretation they are also presented graphically (Figure 15).

Three main indicators are presented:

- a) Ratio  $B_i/B_{MSY}$ . This ratio indicates whether the estimated stock biomass, in any given year, is above or below the Biomass producing the Maximum Sustainable Yield;
- b) Ratio  $F_i/F_{SYi}$ . This ratio indicates whether the estimated fishing mortality coefficient, in any given year, is above or below the fishing mortality coefficient producing the sustainable yield in that year. Values below 100% indicate that the catch taken is lower than the natural production of the stock, and thus that stock biomass is expected to increase the following year, while values above 100% indicate a situation where fishing mortality exceeds the stock natural production, and thus where stock biomass will decline.
- c) Ratio  $DB_i/B_i$ . This ratio indicates the change in estimated Biomass relative to current Biomass (in any given year). Positive values indicate a year of increase in Biomass, while negative values reflect years of declining biomass.

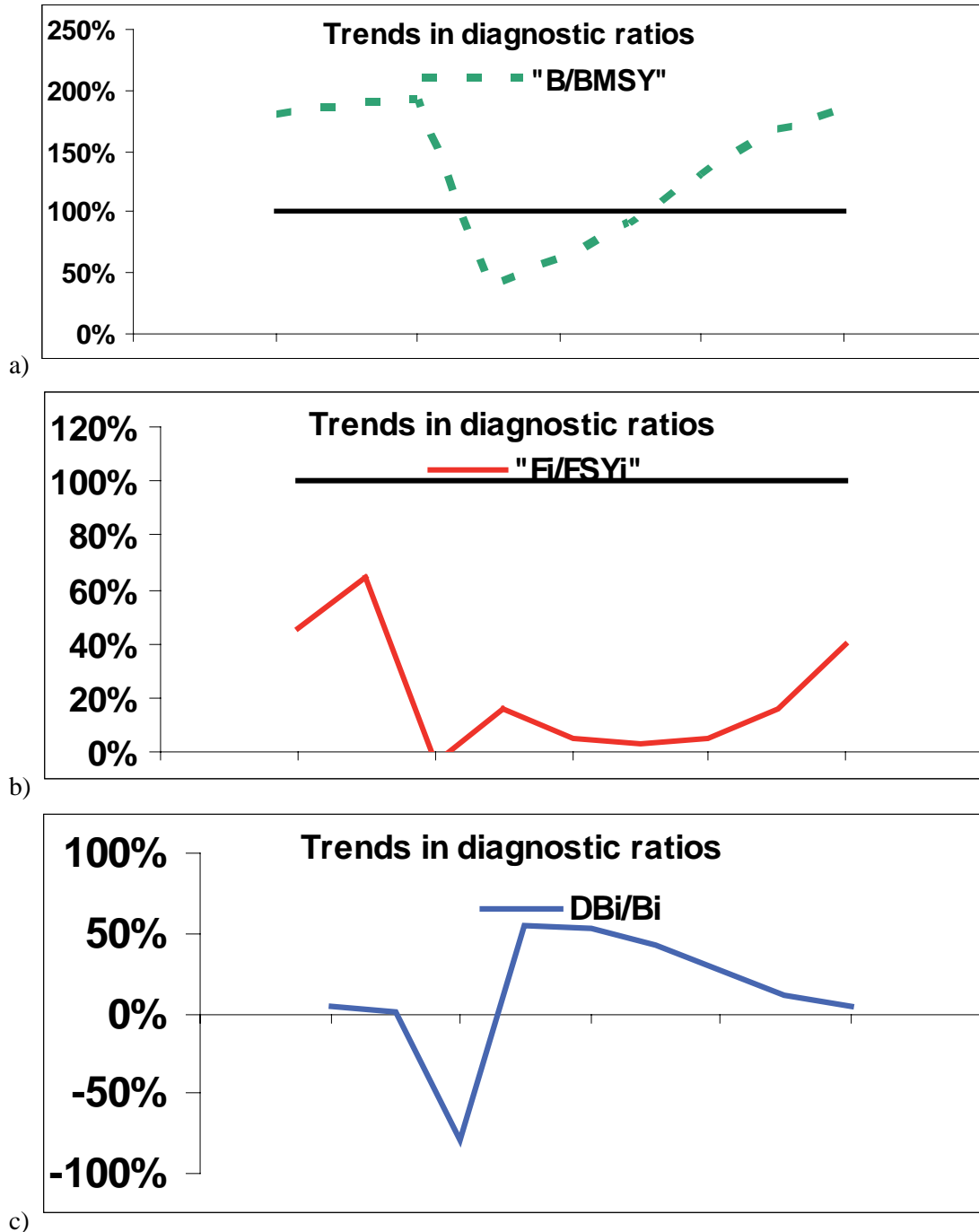


Figure 15. Graphical presentation of the evolution of the main stock status diagnostics along the period included in the analysis. a) Ratio  $B_i/B_{MSY}$ ; b) Ratio  $F_i/F_{SYi}$ ; c) Ratio  $DB_i/B_i$ .

**APPENDIX/ANNEX II – PART 2****Projections of future yields and stock abundance using dynamic surplus production models - General concepts and implementation as excel spreadsheets****by Pedro de Barros****1. INTRODUCTION*****a) Management measures available to fisheries managers***

Fisheries managers have at their disposal a wide array of management measures that are usually classified into three groups, (a) input control measures; (b) output control measures and (c) technical measures. Input and output control measures aim to control the overall fishing level, i.e., the total mortality applied to the stock, while technical measures intend to control the way this total mortality is distributed by the different size- or age-groups of the stock.

Input control measures include all the management measures that limit the fishing effort applied to the fishery, and include limitations of fishing licences, of total number of fishing days, or any other similar measures.

Output control measures are those measures that limit the total catch removed from the stock, usually as total biomass removed, but sometimes also as numbers of individuals. Limitations of Total Allowable Catch (TAC) are the most common form of these measures.

Finally, technical measures include those measures like mesh size limitations, minimum landing sizes, or closed areas and seasons.

The advantages and disadvantages of different management measures are discussed by several reference books, such as Hilborn and Walters (1992) or Hogarth *et al.* (2006).

***b) Projections in the fish stock assessment process***

The fish stock assessment process generally includes at least four main steps, besides the data collection step:

1. Deciding the best model to represent the dynamics of the stock and the fisheries, based on (i) the characteristics of the stock and the fishery, (ii) the management measures considered, and (iii) the data available on the fishery and the catches;
2. Estimating the parameters of the model (fitting the model to the data available) and calculating, where possible, the Biological Reference Points (BRP's);
3. Assessing the current status and the historical trends of the stock and the fishery (in Biomass, Fishing Mortality, Average Size or any other indicator of stock status) relative to the BRP's chosen to manage the stock;
4. Evaluating the likely consequences, for the stock and the fishery, of alternative management options. This most often involves projecting the development of the stock and of the catches, as well as of other statistics of the stock and the fishery, under different options for management or future scenarios.

The projection of stock and fishery status under different assumptions regarding the dynamics of the stock and the management measures applied is an essential step in the provision of management advice, as it allows managers to evaluate the likely consequences, for the stock and the fishery, of the different management options at their disposal.

Projections can be done for the long-term, medium-term or short-term. Each of these has different purposes and properties that must be considered carefully when deciding which ones to carry out.

Long-term projections, also called equilibrium projections, are used to assess the average long-term relation between the main indicators of stock and fishery status on one hand and fishing level, or other quantities defining a fishery, on the other. They require the assumption that all conditions are kept constant for a time-period at least as long as the life-span of the target species, and do not depend on the current state of the stocks, which is not taken into account. Also, they do not include time as a variable. As such, they can not be used to assess management measures that vary with time (e.g. a policy of decreasing TAC progressively), nor do they allow one to predict the status of stocks or fisheries at any defined point in time. These projections are mostly used to estimate the values of Biological Reference Points, estimate desirable states of the fisheries and compare the long-term merits of alternative management measures.

Short-term projections, on the other hand, are usually made for a period of 1-2 years after the current year/period. They depend strongly on the current state of the stock and the fishery, and assess their evolution at different times after the current moment/time. Because they consider time explicitly, they can be used to assess the effects of management measures varying with time, and to predict the status of the stocks and fisheries at different points in time within the time-frame they consider.

Finally, mid-term projections are usually made for a period of 3–10 years from current time. They use the same equations as short-term projections, prolonging them for a longer period. They can thus be used for the same purposes as short-term projections. As they extend farther from the current year, however, they become more and more dependent on the assumptions of the model, and less on the estimates of current stock and fishery status. As such, particular care must be exercised when interpreting the results of such projections. This effect is more marked the shorter the life-span of the stocks being analysed, since with long-living species the individuals currently present in the stock will influence its total abundance for a longer number of years.

Both long-term and short-term projections can be carried out based on production or structural models. However, only projections based on structural (age-, length- or stage-structured models) can be used to assess the effect of technical measures.

When the data available for a fishery are only total catch and effort, or catch and abundance indices, only production models can be used, and thus the only management measures that can be assessed are those based on input or output control.

When using and fitting Production Models, like the Schaefer logistic model, the estimation of the parameters leads in almost all cases to carrying out a long-term projection, since the average long-term response of the stock and the fishery to changes in fishing level are direct functions of the stock parameters.

Carrying out short-term and medium-term projections, however, requires carrying forward the dynamic version of the models, under different assumptions for the catches taken from the stock, as a consequence of different input or output control management measures. Even though the equations used for this forward projection of the stock and the fishery are the same as those used for the population model of the fitting version, it is usual to separate the task of fitting the model to data (i.e. estimating its parameters) from the task of using the estimated parameters to analyse the consequences of different management measures. This is mostly because the calculations used to fit the models using



the dynamic version of these models require intensive computations, and it is thus usually desired to keep the corresponding programmes as simple and light as possible.

It should be noted that projections, either long-term or short-term, should not be taken for predictions of actual stock abundance or catch values. As such, they should not be used to actually predict stock abundance or catch at any period. Rather, they should be used to assess the relative merits of alternative competing management options, and as such inform better the process of deciding which management measures are more likely to drive the stock and the fishery in the direction desired by managers.

## **2. WORKBOOKS FOR PROJECTIONS USING THE PRODUCTION MODELS**

The spreadsheets used for fitting the dynamic version of the Schaefer logistic model are not meant for doing projections. In fact, the need to run numerical optimization routines for the estimation of the parameters implies that one should avoid very complicated sheets.

Accordingly, a new workbook was prepared, to run projections based on the data available and the parameters estimated for the stock and the fishery. It should be noted that this sheet should not be used for estimating parameters, but rather to analyse the likely consequences of different management options (set as changes in effort or total catch relative to current levels) on the future trends in catches and stock abundance.

This workbook is intended for use in deterministic projections, i.e., projections where the results are always the same for a given set of (a) initial conditions (stock size at the start of the projection period) (b) stock dynamics parameters and (c) stock exploitation strategy (TAC or Fishing Effort control).

## **3. POSSIBLE ANALYSES**

The model implementation in the workbook can run projections with the following main characteristics:

- a) Dynamic projections based on the Schaefer model;
- b) Deterministic projections. Running a simulation with the same data and parameters will always produce the same results. Accordingly, this workbook will not produce stochastic simulations, and thus cannot be used for running risk analysis for example;
- c) The stock dynamics are based on the Schaefer model parameters provided to the model;
- d) The start point of the simulations is the stock status estimated by the model for the last year of available data;

It should be noted that because the simulation is based on a surplus production model, the workbook cannot be used to simulate management strategies based on technical measures.

*a) Management strategies simulated*

The implementation of the model can currently simulate the following management strategies:

**i) Constant exploitation strategies**

In this kind of projection, it is assumed that the exploitation strategy (either total catch or total fishing mortality) is constant for all years being projected. The management measures under this type of strategy can be defined as (1) TAC fixed at the same constant level for all years of the projection or (2) fishing mortality fixed at the same constant level for all years of the projection.

**(1) Constant TAC**

In this type of projection/simulation, total catch is fixed at the TAC level established by management from the first to the last year of the projection. It is assumed that there are no enforcement/declaration problems, so that the catch actually taken corresponds exactly to the TAC specified. For simplification, the TAC is given as a percentage of the average catch in the reference period (a period of the last 1 to 5 years of available data).

**(2) Constant fixed total fishing mortality**

This projection mode corresponds to a management option of fixing total effort, in the assumption that there is no change in catchability, and therefore that fishing mortality is effectively proportional to fishing effort. The actual management measures that will achieve this control of total fishing mortality are not specified, but the simulation assumes that fishing mortality is effectively controlled. For simplification, the fishing mortality for the projection is given as a percentage of the fishing mortality estimated for the last year of data available.

**ii) Variable exploitation strategies**

In this set of strategies, managers can allow for varying TAC or fishing mortality each year in the projection time. This requires specifying the TAC or the fishing mortality (both as values relative to the average values in the reference period) for each time-period covered by the projection. Otherwise, the projection proceeds as per the constant TAC or fishing mortality strategies.

An important issue to remember when defining which management strategy to simulate is how catch is related to stock abundance. When using TAC management control, the total catch taken each year is fixed externally. This catch does not depend on stock abundance or other aspects of stock status. When an effort control strategy is chosen, however, the total fishing effort exerted on the stock each year is fixed. In this system, total catch is determined by the effort applied to the average stock abundance during the year, and thus depends on stock abundance.

#### **4. ORGANIZATION/STRUCTURE OF THE WORKBOOK**

The workbook is divided into several sheets that correspond to different parts of the operation of the simulation:

*a) Data Input and projection control*

The input of the stock and fisheries data, as well as the definition of the conditions for the projection, are separate from the calculations or the presentation of output. This way, it is possible to allow the users to specify the input data and parameters, as well as the conditions for the simulation, in a simpler setup than if this input was joined with the calculations. All input and control parameters are entered into the same sheet: sheet "Input".

**i) Sheet “Input”**

This sheet is used to enter the model parameters estimated for the stock, historical data available for the stock and the fishery, and for defining the conditions for the projections. The following information is entered into this sheet:

- a) Historical data
- b) Stock model parameters
- c) Model control parameters
- d) Projection control parameters

**b) Calculations**

The calculations for the historical part of the model are separated from those of the projection part. This is done for logical reasons, but also to allow separate dimensioning of each of the components of the calculations. Two sheets are used to do these calculations. Sheet “ObservedPast” holds all calculations for the historical part of the model, while sheet “Projected” contains the calculations for the projection part. These data are joined together in a sheet “DataPlots” that organizes the data into a single set, for the plots.

**c) Output**

The output is presented mostly in graphical form, in the plot sheets “Abundance” (Figure 10) and “Catches” (Figure 11). In both of these, the estimated and projected trends in stock abundance and catches are presented as values relative to adequate reference points. So, abundance is represented by the value of the estimated abundance index as a percentage of the value of this abundance index at the target biomass  $B_{0.1}$ , while catches are presented as a percentage of MSY.

**ii) Sheet “Data Plots”**

This sheet contains the calculations for the plots of catches and stock abundance. It is not meant to be modified by the user, and it is protected to avoid accidental modifications to the workbook.

**5. OPERATING INSTRUCTIONS****a) Setting overall options**

The presentation of the data from the workbook relies on some Visual Basic procedures. Therefore, for the workbook to function properly, it is necessary to configure Excel in order to allow running macros. The following procedure should be used:

Open Excel with a blank worksheet

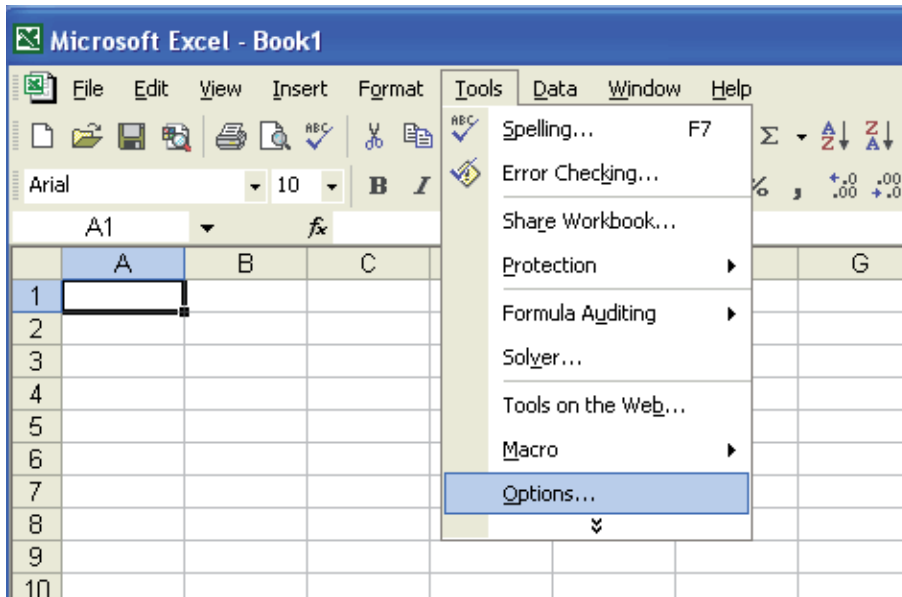


Figure 1- Selection of the “Options” dialogue

Under the menu item “Tools”, choose “Options”  
Then in the “Security” tab click on “Macro security”

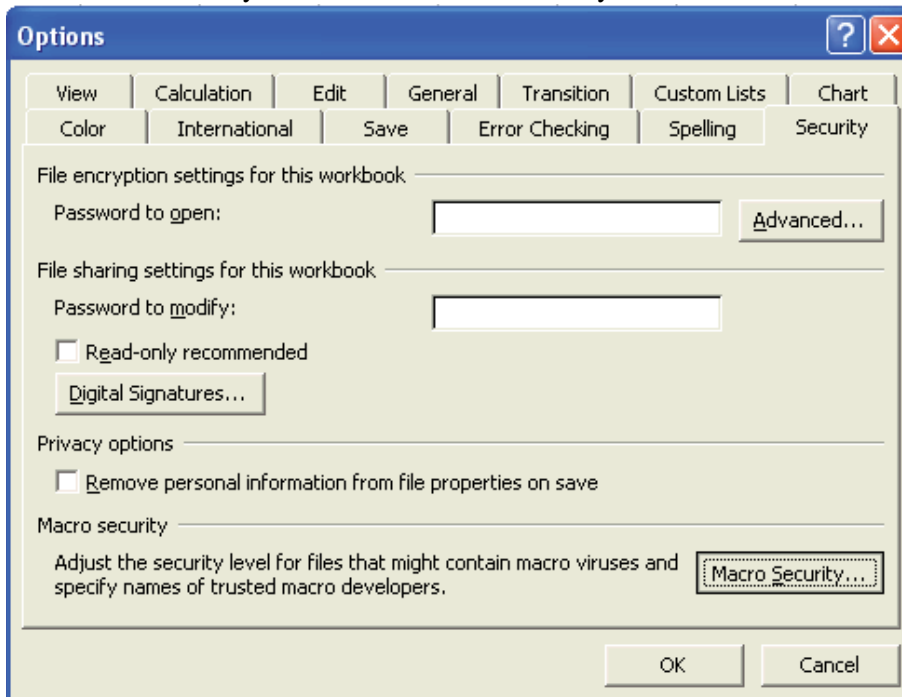


Figure 2. The “Security” tab under the “Options” dialogue

In the “Security Level” tab, choose “Medium” (Figure 3). This setting will enable the macros in the worksheet to run without compromising the overall security of your computing environment.

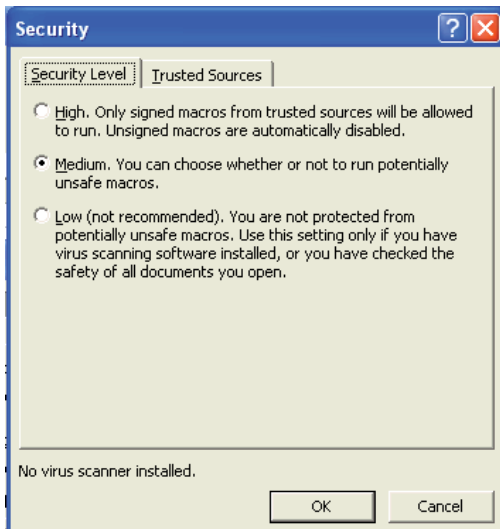


Figure 3. Setting the macro security level to “Medium”.

When opening the workbook, a warning message will appear, asking whether to allow the macros to run (Figure 4). Choose “Enable Macros” in this dialogue, and the sheet will load properly.

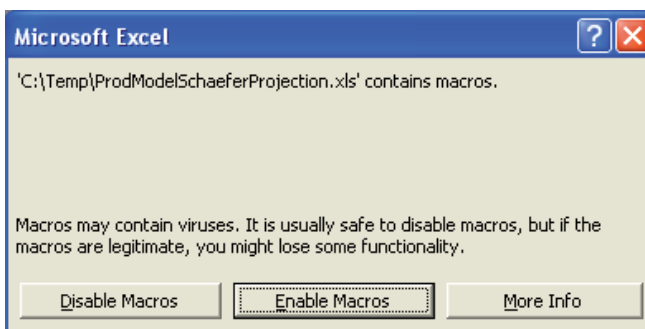


Figure 4. Dialogue that should appear when opening this workbook

Note: Under newer versions of Microsoft Excel, the procedure may be different from the one described above. In all cases, however, it will be necessary to set the macro security to a level allowing selected macros to run, with previous user approval.

### *b) Data Entry*

All data (for the historical period) and parameter estimates should be entered in the worksheet “Input”.

Data and parameter estimates (that may have been estimated by fitting the model to data using the fitting workbook) should be entered only in the cells coloured green (Figure 5). All other cells are either not used, or used to calculate quantities used by the model.

The parameters for the projection, including the number of years to project, and the values of catch or fishing effort to simulate (relative to the current “base” values) should also be set in this sheet.

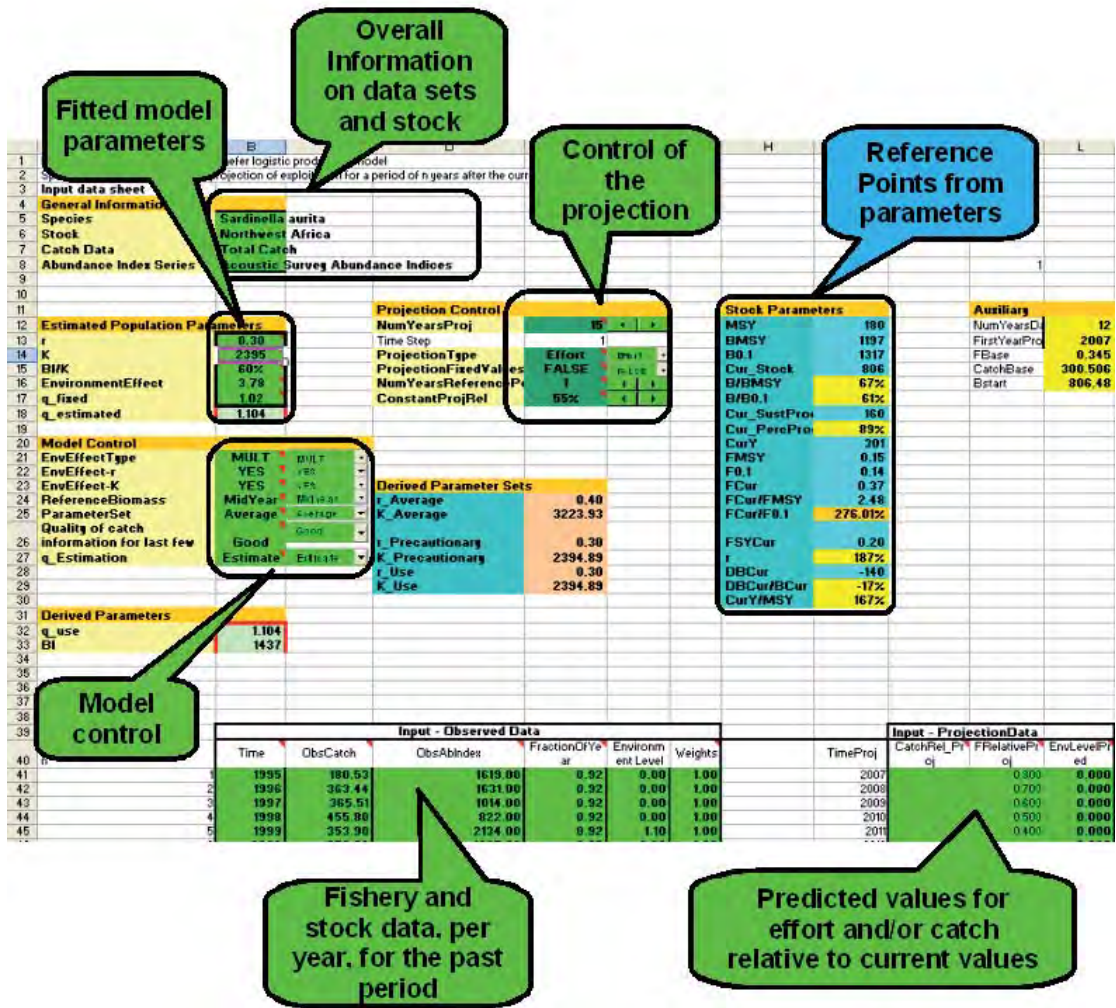


Figure 5. The main areas in the worksheet for model input and projection control

i) Entering historical data

The data for the historical period should be entered first (Figure 6). These data correspond to the data available to fit the model, and should be entered exactly as used for the fitting process. They will be used to replicate the estimated trends of catch and stock abundance in the historical period, and establish the base conditions to which the projection values are related.

Input - Observed Data						
Time	ObsCatch	ObsAbIndex	FractionOfYear	Environment Level	Weights	
1995	180.00	1500.00	0.92	0.00	0.000	1.000
1996	353.00	1600.00	0.92	0.00	0.000	1.000
1997	430.00	1001.00	0.92	0.00	0.000	1.000
1998	500.00	800.00	0.92	0.00	0.000	1.000
1999	400.00	2020.00	0.92	1.00	0.000	1.000
2000	356.00	190.00	0.92	0.00	0.000	1.000
2001	298.00	1800.00	0.92	0.00	0.000	1.000
2002	280.00	1499.00	0.92	0.00	0.000	1.000
2003	345.00	1546.00	0.92	0.00	0.000	1.000
2004	264.00	3423.00	0.92	0.00	0.000	1.000
2005	305.00	3000.00	0.92	0.00	0.000	1.000

Figure 6. Section of the worksheet to enter the historical data

This section should use the exact same values as those entered when fitting the model (estimating the parameters).

**(1) Years of data (Time)**

All years from the first to the last in the historical data set should be entered consecutively. The first year should be entered in the cell immediately below the header “Year” and run consecutively until the last one. No empty cells should exist between the data, only after the last year. Note that the worksheet uses the number of consecutive non-empty cells in this column to define the time interval of the historical part of the modelling, and failing to fill this properly will result in inadequate calculations.

**(2) Total Catch per year (ObsCatch)**

Total catch is REQUIRED for ALL years in the historical data series. The model will fail if catch data is missing for any of these years (the reason is that catch is essential to calculating stock abundance the following year). This column must be filled in for each year

**(3) Abundance Index (ObsAbIndex)**

This column should be filled out like the previous ones. It will contain an Index of stock abundance for as many years as possible, of the series of years considered. Only one index series can be entered, because it is considered impossible, or at least unreliable, to adequately combine several index series without detailed information on each of them. If information on more than one abundance index is desired, these should be combined in a separate analysis that should take into account the relative reliability of each of the indices.

**(4) Timing of the abundance index (FractionOfYear)**

When the abundance index corresponds to e.g. a scientific survey, or to a fishery concentrated in a short season, it will not represent the average abundance of the stock during the year, but rather this same abundance at the time of the survey or fishery. The values in this column represent the timing of the abundance index as a fraction of year ( $0.5 = \text{July } 1^{\text{st}}$ ). It should be set to a value corresponding roughly to the mid-point of the survey or of the fishing season. If the abundance index corresponds to a CPUE from a year-long fishery, this value should be set to 0.5 (mid-year).

**(5) Environment Level**

This column contains an index of “relative environmental quality” for each year in the data series. This index should reflect, as much as possible, the overall quality of the environment for stock growth relative to the “average” years. Years considered as “average” should have the value “0” for this index, while years more favourable than the average will have a positive value, and years less favourable will have negative values. This column will include any index that can be considered to represent a deviation of the average growth conditions of the stock in each year. If a series of environmental indices exist (e.g. a series of upwelling indices) these can be used as the environmental level. If not, and there is external scientific evidence that there were particular years with exceptional conditions, then an arbitrary positive (for good growth) or negative (for poor growth) environmental level can be set for that year. If there is no information on environmental elements affecting the carrying capacity and/or the intrinsic growth rate of the stock, or it is considered that these parameters do not vary significantly, then the values in this column should be left at their default value of 0.

**(6) Weights**

This column will include the weights given to each estimate of the abundance index in the fitting procedure. These weights should be proportional to the reliability of the different estimates. This may mean that they should be proportional to the variance of the estimates, if available, but they may be used simply to downweigh some particularly troublesome or doubtful points. In some cases, there are doubts about the reliability or the representativeness (compared with the rest of the series) of one or more of the abundance indices used (e.g. if there is a year with less complete coverage, or with uncommon distribution conditions). In these cases, the corresponding value of the abundance index will not be as reliable as the remainder of the series. These points can be given less weight in the

fitting of the model, by setting a value less than **1** in the corresponding row of the column **Weights**. The weights are not used in the projection sheet, but should be entered, to establish a record for the fitting procedure used to obtain the current parameter estimates.

#### Notes:

The number of consecutive non-empty cells in column **Year** is used to define the number of years in the data to fit. Therefore, only years for which catch data is available must be entered, and all cells below these must be empty (use “Clear contents”);

In the calculated columns (to the right of the column “Weights”) the rows below the last year of data should NOT be deleted. The worksheet will ignore those below the last year of data. Deleting these rows will force one to rebuild them when a new data point is entered.

#### ii) Estimated stock parameters

The values estimated for the main stock parameters should be entered in the section headed “Estimated Population Parameters” (Figure 7). Values must be entered for **r** (intrinsic rate of growth), **K** (Carrying capacity, or Virgin Biomass) and **BI/K** (Stock Biomass at the start of the data series, as a proportion of the Virgin Biomass). The estimated value of the constant of proportionality between the estimated biomasses and the corresponding abundance indices, **q** (sometimes called the catchability coefficient) should also be set. If an environment effect was used for fitting the model, the value of the estimated coefficient should also be entered in the appropriate cell.

It should be noted that the value of the parameters in this section should be set exactly to the same values estimated from fitting the model to the historical data.

Estimated Population Parameters	
r	0.14
K	4270
BI/K	50%
EnvironmentEffect	7.97
q_fixed	1.02
q_estimated	0.363

Figure 7. Spreadsheet area for entering the population parameters

#### iii) Model fitting control

The parameters of model fitting (figure 8) should also be entered in the appropriate section of the input sheet.

Model Control		
EnvEffectType	MULT	MULT
EnvEffect-r	YES	YES
EnvEffect-K	YES	YES
ReferenceBiomass	StartYear	StartYear
ParameterSet	Average	Average
Quality of catch information for last few years	Good	Good
q_Estimation	Fixed	Fixed

Figure 8. Spreadsheet area for entering the model control parameters

- 1) Type of Environment Effect: Select how the environment level affects the model parameters **r** and **K**. Select **NONE** (no effect), **MULT** (Multiplicative effect) or **EXP** (Exponential effect);
- 2) Environment Effect on **r**: Set to **YES** if the environment is assumed to affect the growth capacity of the stock (**r**);



- 3) Environment Effect on K: Set to YES if the environment is assumed to affect the maximum (virgin) stock Biomass (K);
- 4) Reference Biomass: Specify whether the Biomass natural growth rate is assumed to depend on Biomass at the start of the year or at mid-year;
- 5) Parameter set: Specify which set of parameters to use for estimating the Biological Reference Points. When using the option of introducing an environmental level indicator, different values of  $r$  and  $K$  are calculated for every year in the data set. In this situation, it becomes difficult to choose which is the best value of the parameters to use in the calculation of the overall reference points. The best option will depend on the situation at hand. Three options are available: Fixed – Use the overall  $r$  and  $K$  parameters estimated by the model fitting; Average – Use the average of the year-specific  $r$  and  $K$  calculated for the series of years; Precautionary – Use the smallest of the two previous sets. It should be noted that all these sets will be equal if there is no Environment Effect;
- 6) Quality of catch information for the last years. Set to Good, if these data are reliable, or Poor otherwise. This parameter will influence the estimation of the abundance on the last year of data. If the catch data during the last years is considered good, the abundance in this last year is that calculated by the Schaefer model; However, if the quality of the total catch data in the last few years is poor, this will strongly affect the reliability of the Biomass estimates in the model. In this case, it is better to calculate the Biomass using the Abundance Index for last year and the overall coefficient of proportionality  $q$ , as  $B=U/q$ ;
- 7)  $q$  estimation: Set to Fixed if the coefficient of proportionality  $q$  should be fixed (set to the value given by the user or estimated numerically); Set to Estimate if  $q$  should be estimated linearly from the series of estimated abundances and abundance indices;

This section should use the exact same values/options as those used when fitting the model to the historical data. This way, the historical part of the fitted model will reproduce the fitting procedure exactly, and the projection will reflect the average conditions observed during the period used to fit the model.

#### iv) Projection control

To run the projection simulation, it is necessary to define the main aspects of this simulation,

Projection Control		
NumYearsProj	15	<input type="button" value="←"/> <input type="button" value="→"/>
Time Step	1	
ProjectionType	Effort	Effort <input type="button" value="▼"/>
ProjectionFixedValues	FALSE	FALSE <input type="button" value="▼"/>
NumYearsReferencePeriod	1	<input type="button" value="←"/> <input type="button" value="→"/>
ConstantProjRel	88%	<input type="button" value="←"/> <input type="button" value="→"/>

Figure 9. Spreadsheet section used to control the options for the projections

The settings in this section define the options available for running the projections.

- 1) Number of years to project: This option simply defines the number of years (from the year immediately after the last year in the historical data series) to use for the projection;
- 2) Projection type: Set to Effort if it is intended to simulate a management strategy based on limitation of fishing mortality (effort); Set to Catch if the projection is based on a TAC-based management strategy;
- 3) Use Fixed Values: Set to TRUE if fixed Catch or Fishing Mortality values (in percentage of current values) are given for each year of the projection; Set to FALSE if a constant TAC or Fishing Mortality (both given as a percentage of the corresponding average value in the reference period) is used instead;
- 4) Number of Years in Reference Period: Number of years (in the end of the data series) to use as the Reference Period for the calculations of the relative changes in Catch or Fishing Mortality;
- 5) Constant value (in percent of the values in the reference period) of Catch or Fishing Mortality (depending on the projection type chosen) for the projection, if a Constant TAC or Fishing Mortality is chosen;

#### a) Output

The model outputs the projections of stock abundance and total catch for all years in the period covered by the projections.

In all cases, these are presented as values relative to the reference points adopted ( $B_{0,1}$  and MSY). The main tools offered to analyse these projections are the plots in sheets “Abundance” (Figure 10) and “Catches” (Figure 11). In both of these, the current year, and thus the separation between the historical and the projected periods is indicated by a vertical line, allowing a better visualisation of the two periods that must be interpreted separately.

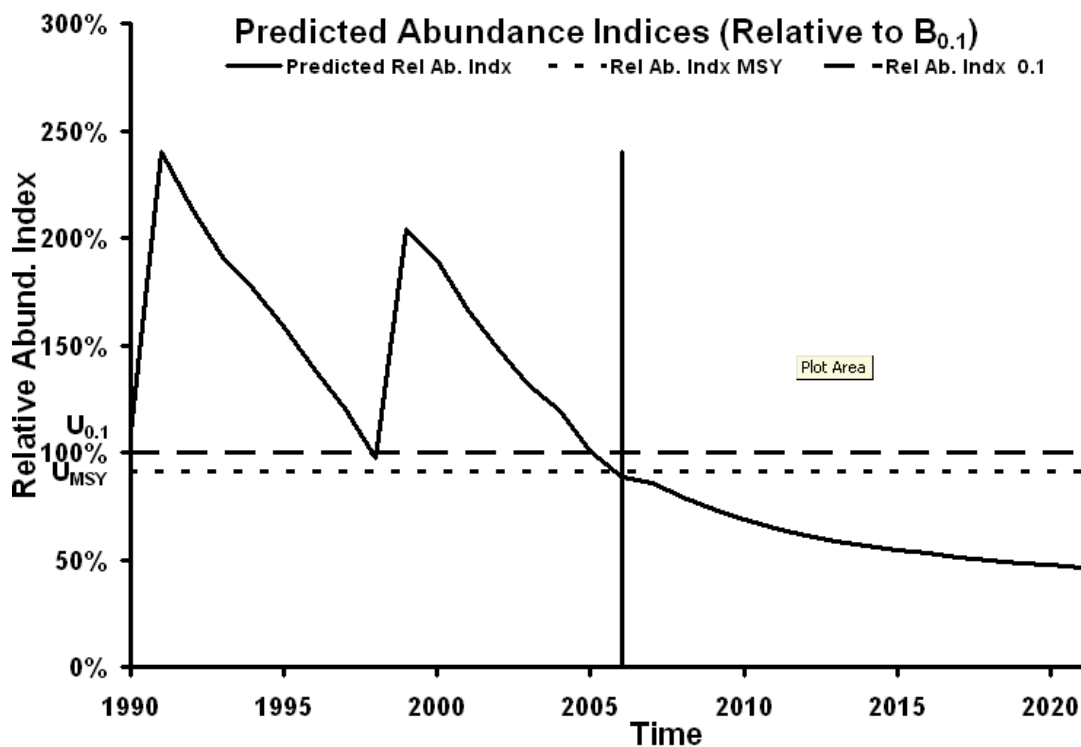


Figure 10. Spreadsheet Plot of the trends in observed and projected Abundance Indices (Relative to  $U_{0,1}$ )

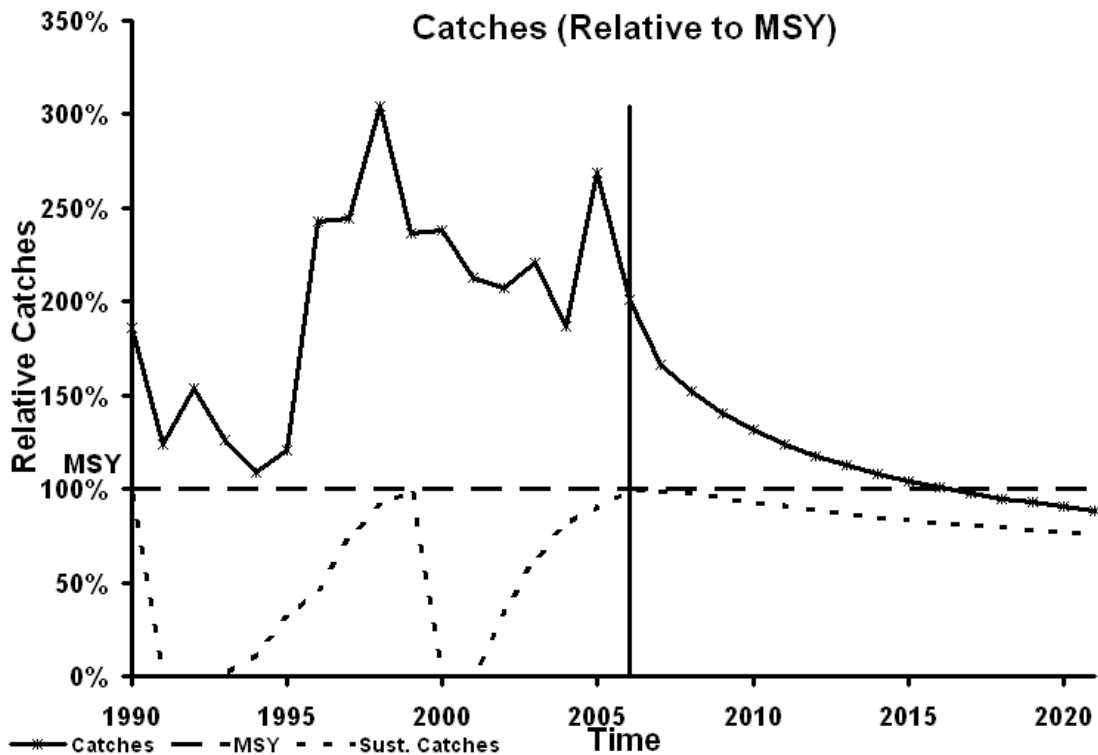


Figure 11. Spreadsheet Plot of the trends in observed and projected catches (Relative to MSY)

## 6) Editing the WorkBook

With the exception of the cells shown in green on sheet "Input", it is assumed that the user will not need to edit any part of the workbook. Therefore, most of the sheets are protected, to avoid accidentally modifying the formulas or the structure of the workbook. However, if any user wants to modify any sheet, it is enough to select "Unprotect sheet" from the menu item "Protection" (Figure 12). Users are urged to make a copy of the workbook before doing this, however, as they might accidentally modify the formulas or the structure of the workbook.

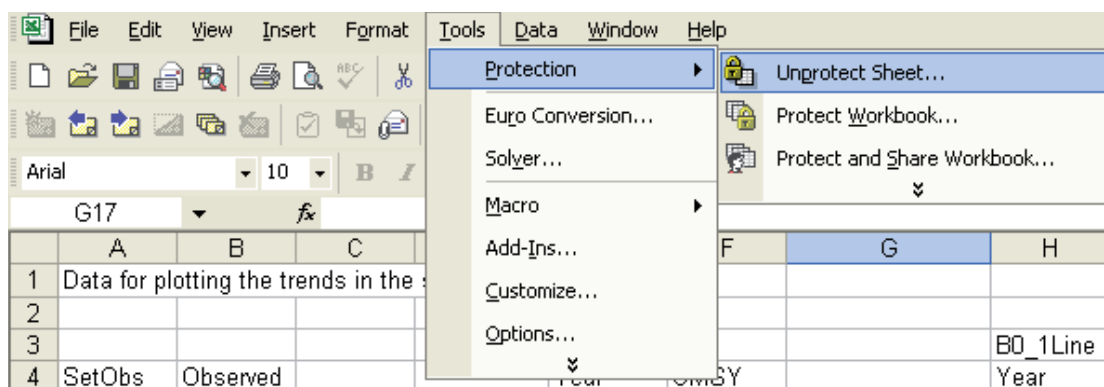


Figure 12. Procedure for unprotecting the worksheet "DataPlots"

## 7) Interpretation of results

The interpretation of the projection results should be done with caution. As mentioned in the introduction, projections are not forecasts, and should not be used as such.

## REFERENCES

- Hilborn, R. & Walters, C.J.** 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment. Chapman and Hall, New York. 570 p.
- Hoggarth, D.D., Abeyasekera, S., Arthur, R.I., Beddington, J.R., Burn, R.W., Halls, A.S., Kirkwood, G.P., McAllister, M., Medley, P., Mees, C.C., Parkes, G.B., Pilling, G.M., Wakeford, R.C. & Welcomme, R.L.** 2006. Stock assessment for fishery management. A framework guide to the stock assessment tools of the Fisheries Management Science Programme. FAO Fisheries Technical Paper. No. 487. Rome, Italy. 261 p. Includes a CD-ROM.

## APPENDIX/ANNEXE III

### Processus de révision des séries de données du CRODT

#### 1. **Projet de restructuration du système d'information**

La conception théorique du nouveau système a abouti à la formulation d'un projet de modernisation du système d'information du CRODT, financé par la coopération espagnole en 2004. Le nouveau système, dénommé Système d'Information National sur la Pêche (SINAP), trouve sa justification dans l'importance et la diversité des données collectées par le CRODT depuis les années 1950, l'inadaptation du matériel informatique actuellement utilisé ainsi que des nombreuses incohérences constatées dans séries statistiques. L'exécution du projet a été alors effectuée en s'appuyant sur un partenariat entièrement national:

- Mise à contribution de toutes les compétences du CRODT.
- Sélection d'un cabinet spécialisé en fourniture et configuration de matériel informatique (Cabinet Platform).
- Sélection d'un cabinet spécialisé en développement d'applications informatiques (Cabinet BEN Technologie).
- Recrutement d'un consultant en base de données et maîtrisant l'ancien système du CRODT.

Les tâches exécutées ont entre autres concerné:

- L'acquisition et la configuration d'équipements informatiques performants reliés par un réseau intranet.
- La centralisation de l'ensemble des bases de données dans un système unique, sécurisé et intégrant une harmonisation des nomenclatures et des codifications.
- Le développement d'applications de mise à jour des données.
- Le développement d'applications des procédures d'extrapolation des données de la pêche artisanale.
- Le développement d'applications d'accès aux données traitées à travers un générateur de requêtes (un requêter).

#### 2. **Diagnostic de l'état des données de l'ancien système**

Le processus de validation des données a d'abord été basé sur une phase préalable de contrôle approfondi des données disponibles. Ce diagnostic a permis de constater plusieurs lacunes dans les bases de données:

- Des évolutions tendanciennes très irrégulières et invraisemblables.
- Des séries marquées par d'importantes ruptures liées à des données manquantes.
- Des changements mal maîtrisés et non documentés de nomenclature et de codifications.
- Une grande diversité de formats et de mode de stockage de données.
- Des données historiques mal archivées et pas suffisamment documentées.

### 3. Récupération des données historiques

Les lacunes constatées à travers le diagnostic ont nécessité une importante opération de récupération de données historiques.

- Pour les années antérieures à 1995, toutes les données avaient été soigneusement centralisées dans un serveur IBM/Risk 6000 sous Unix et également sauvegardées dans des cassettes magnétiques (cartouches 8mm 112M). Cependant, le serveur ayant eu ces dernières années des problèmes de fonctionnement, l'effort de récupération des données a été centré sur la lecture des cassettes. A cet effet, le lecteur du serveur a été démonté et placé dans une machine identique fonctionnelle au Laboratoire de Physique Atmosphérique (LPA). Cette procédure a permis de télécharger toutes les données afin de les sauvegarder dans des CD-Rom.
- En ce qui concerne les données postérieures à 1995 (inclusive), il existe différentes sources. En effet, à partir de cette date, les données n'étaient plus centralisées et étaient donc gérées de façon indépendante par les différents programmes de recherche du CRODT. Cependant, parmi ces données, certaines étaient continuellement saisies au Bureau Calcul. C'est le cas des données de la pêche artisanale et de la pêche sardinière. Bien que le système développé sous FoxPro soit moins performant, ces données ont pu être centralisées dans une machine IBM (sous Windows NT).
- Les autres données postérieures à 1995 (inclusive) qui n'étaient plus centralisées au Bureau Calcul concernent la pêche chalutière (nationale et étrangère). La récupération de ces données a été alors plus délicate car elle a nécessité l'exploration de tous les ordinateurs de saisie du CRODT encore fonctionnels à cette période. Si pour la pêche chalutière nationale cette procédure a pu aboutir à une récupération complète des données, pour la pêche chalutière étrangère (côtière et profonde), les quelques fichiers récupérés se sont avérés très parcellaires avec un contenu parfois peu cohérent. Afin de garantir un maximum de fiabilité, une ressaisie complète à partir des fiches de données a été alors effectuée à travers le recrutement de six agents de saisie.

### 4 Stratégies de validation des données

Compte tenu de la diversité des données et des problèmes identifiés, les stratégies ont été adaptées à chaque situation. A cet effet, différentes commissions composées de chercheurs et de techniciens ont été formées en fonction des grandes catégories de données. Toutes ces commissions sont organisées autour d'un statisticien chargé d'effectuer les contrôles de cohérence sur les données et de coordonner les réflexions autour des incohérences problèmes identifiées. Chaque étape se termine par une séance plénière de validation à laquelle toutes les commissions participent.

Dans la pratique, le contrôle de cohérence a surtout consisté à dégager les tendances globales afin de détecter les points de rupture (valeurs trop élevées, valeurs trop faibles, données manquantes). A partir d'un point de rupture, une vérification plus approfondie dans le temps et dans l'espace est faite en intégrant toutes les variables susceptibles d'être impliquées dans l'identification du problème (date de collecte, port de pêche, type d'engin de pêche, etc.). Une fois que le problème est bien cerné, les concertations en commissions permettent d'en identifier la source à travers des discussions sur les changements potentiels intervenus à l'époque dans le processus de collecte, de stockage ou de traitement des données en questions. A l'issue de ces concertations, une bonne partie des problèmes est généralement réglée. Certains aspects plus complexes sont cependant discutés en plénière afin de trouver la meilleure solution.

Dans le cas des données antérieures à 1995, il existe des documents scientifiques décrivant toute leur chaîne de traitement et attestant de leur vérification soignée avant leur sauvegarde. L'essentiel du processus de validation s'est alors focalisé sur une exploration fouillée des données récupérées afin de vérifier qu'elles correspondent bien à la description faite dans les documents scientifiques. Pour arriver à un tel résultat, il a été nécessaire d'effectuer la décompression des fichiers et leur conversion

en format SPSS qui permet d'effectuer des analyses exploratoires. Pour le cas particulier de la pêche artisanale qui a été plus complexe, l'exploration des données restructurées en 1994 par Jocelyne Ferraris (ex-ORSTOM devenu IRD) a montré une très grande diversité de fichiers en fonction:

- du programme de recherche (PA et PPC);
- du niveau de traitement (données de base et données extrapolée);
- de la strate spatiale (port de pêche, région maritime);
- de la strate temporelle (jour, quinzaine, saison, année).

Cette diversité, souvent imbriquée, induit un grand risque de confusion si des dispositions suffisantes ne sont pas prises au moment de la compilation des données. L'analyse des séries historiques compilées et centralisées au Bureau Calcul a d'ailleurs révélé cette confusion (fusion de données par port et par région sans distinction claire de la strate temporelle). L'adaptation des données de base dans un nouveau format FoxPro a été également à l'origine de beaucoup d'incohérences.

En ce qui concerne les données postérieures à 1995 (incluse), une analyse détaillée des fichiers de base de la pêche artisanale a permis de mettre en évidence un certain nombre d'erreurs non corrigées au moment de l'archivage des données. Une bonne partie de ces erreurs est commise au moment de la saisie des données brutes, l'autre partie étant liée à collecte et à la codification des données (erreur sur les codes d'unités de débarquement, confusion de codes d'espèces et d'engins, etc.). Après correction de ces erreurs, il a été alors nécessaire de relancer le traitement et l'extrapolation de ces données. L'examen des tendances obtenues après retraitement (effort, capture et CPUE) montre une plus grande cohérence dans l'évolution des séries. Pour le cas particulier des années 2004 et 2005, toutes procédures de stockage et de traitement ont été effectuées dans le nouveau système (SINAP).

Dans le cas des données de pêche industrielle sardinière et chalutière nationale d'après 1994, les quelques données manquantes identifiées après analyse des fichiers de base ont été par la suite recherchées dans les machines de saisie puis intégrées en complément à la base de données. Par contre, en ce qui concerne la pêche chalutière étrangère (côtière et profonde), l'analyse des données a mis en évidence beaucoup de problèmes (données manquantes, ruptures inexplicables de tendances, défaut de mise à jour des caractéristiques des navires de pêche, etc.). Par approche de précaution, il a alors été décidé d'engager des moyens supplémentaires en vue de la ressaisie des données à partir des fiches encore disponibles.





**APPENDIX/ANNEXE IV**

**RAPPORT DE LA RENCONTRE  
IMROP/CRODT/IEO  
POUR  
LA VALIDATION DES STATISTIQUES DE MERLUS NOIRS  
DANS LA ZONE COPACE**

**Lourdes Fernández  
Beyah Meissa  
Djiga Thiao  
Ana Ramos**

*Tenue à l'Instituto Español de Oceanografía  
Centre de Fuengirola*

*(Málaga, Espagne)*

**Du 17 au 29 octobre 2005**

## INTRODUCTION

La réunion du Groupe de Travail FAO/COPACE sur les ressources démersales dans la zone nord, qui s'est tenue à Saly (Sénégal) du 14 au 23 septembre 2004, a soulevé des inquiétudes sur les fluctuations très irrégulières des statistiques de pêche (effort et capture) de merlus. Il a alors été recommandé aux partenaires concernés (IEO/Malaga, IMROP/Nouadhibou et CRODT/Dakar) de tenir une réunion spécifiquement destinée à analyser et valider les statistiques disponibles.

Conformément aux recommandations citées ci-dessus, les chercheurs de l'IEO ont accueilli leurs collègues de la Mauritanie et du Sénégal à Málaga (Espagne), du 17 au 28 octobre 2005. La liste des participants apparaît en annexe I. Cette réunion scientifique a pu se tenir grâce au financement de la FAO et à l'accord des autorités de l'IEO.

## DÉROULEMENT DE LA RÉUNION

La réunion s'est déroulée dans un cadre convivial marqué par une ambiance permanente d'échanges d'informations et d'opinions sur les aspects examinés. Chaque membre a mis à contribution les bases de données disponibles sur la pêche des merlus noirs, dont la flottille espagnole est principalement responsable dans la zone de Mauritanie-Sénégal. Durant les premiers jours, l'analyse exploratoire des différentes séries a permis de soulever des questions qui ont été ensuite examinées de façon approfondie au cours des jours suivants. A chaque étape de l'analyse, l'équipe de validation effectue le croisement de plusieurs paramètres (type de conservation, temps, type de pêche, licence, etc.). Ensuite, par le biais du recoupement des différentes bases de données et de la vérification des certaines sources (accord de pêche, journaux de bord, communication avec des armateurs espagnols), des discussions ouvertes permettent de tirer des conclusions sur le niveau de fiabilité des séries statistiques et sur les possibles solutions de correction.

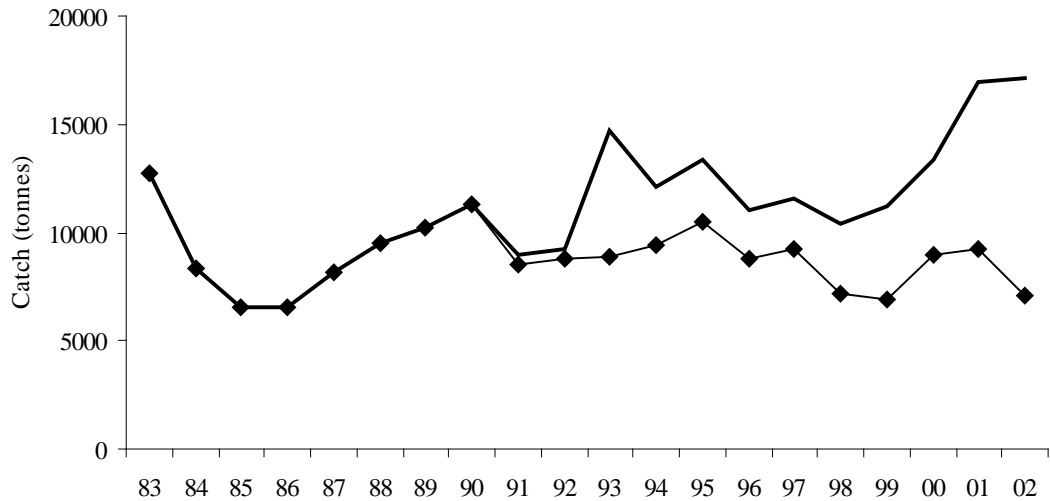
## ANTECÉDENTS: CONSTAT FAIT DURANT LE GROUPE DE TRAVAIL FAO/COPACE, EN SEPTEMBRE 2004

Durant le groupe de travail FAO/COPACE de septembre 2004, on s'essaya à l'évaluation de l'état du stock et des pêcheries de merlus noirs de la zone nord au moyen d'un modèle de production (d'après une modification du software Biodyn (FAO, 1998)). Les données de base utilisées dans le modèle furent:

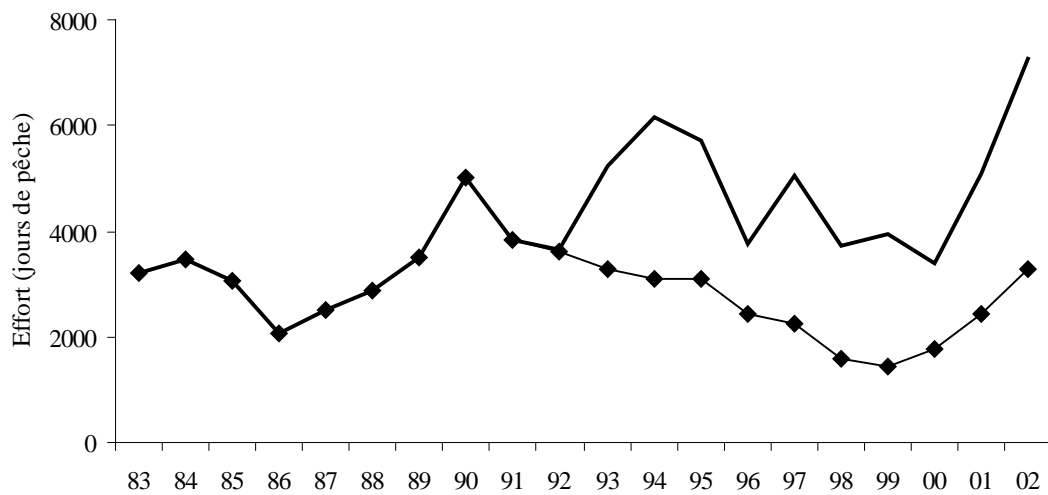
- les séries de captures des merlus noirs estimées par le groupe de travail pour la Mauritanie et le Sénégal, comme séries de captures totales, et
- les séries de CPUE des chalutiers merlutiers espagnols de pêche fraîche pour les deux zones, comme séries d'indices d'abondance.

Ce groupe a mis en évidence l'existence d'une incohérence dans les tendances des captures et de l'effort déclarés dans la ZEE mauritanienne. L'effort des bateaux ciblant le merlu (les «bous») est en baisse entre 1993 et 2000, mais les captures totales continuent d'être du même ordre de grandeur, voire supérieures (Fig. 1). En conséquence, l'ajustement du modèle Biodyne aux données était mauvais à cause des importantes fluctuations des CPUE observées

(Table I, Fig. 2). Le groupe de travail a donc décidé de ne pas prendre en considération ces résultats, et a recommandé la révision et l'analyse conjointe (IEO et IMROP) des bases de données dans un autre groupe plus restreint, dans le but de valider une série des données fiable pour pouvoir évaluer les ressources de merlus noirs.



a)



b)

◆ Chal Esp Frais

— Total

Figure 1. Tendances dans la série des captures (a) et des efforts (b) de la flottille de chalutiers espagnols frais («bous») et du total des flottilles commerciales exploitant les merlus noirs en Mauritanie. Données obtenues dans le dernier GT 2004 (FAO, 2006).

Table I. Résultats du modèle d'évaluation des merlus noirs dans la zone mauritanienne, GT 2004 (FAO, 2006)

Mauritanie	Capture <sub>dernière</sub> année (t)	F <sub>cur</sub> /F <sub>sy</sub> curB (%)	B/B <sub>MSY</sub> (%)	R <sub>pearson</sub> index
<i>M. senegalensis</i> et <i>M. polli</i>	17118	208	33	0,285

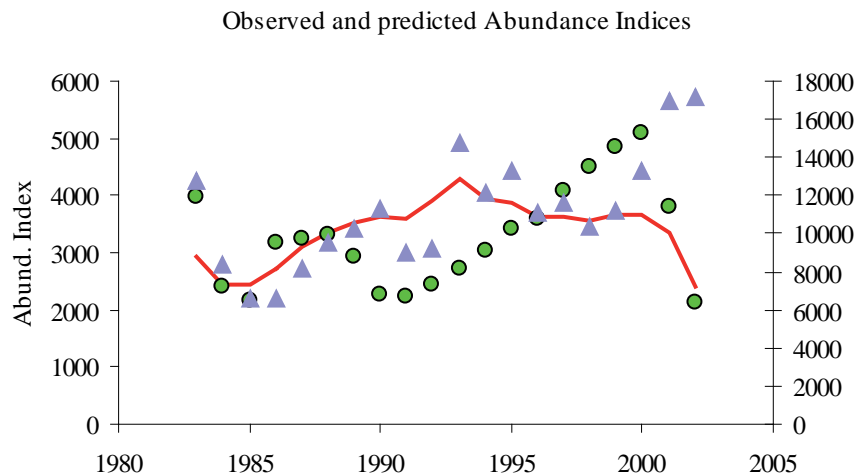


Figure 2. Le modèle Bodyne (courbe rouge) appliqué sur la cpue (les points) et capture totale des merlus noirs dans la ZEE mauritanienne (FAO, 2006)

Dans le cas du Sénégal, l'évolution des CPUE théoriques est bien ajustée aux rendements des pêcheries (Table II et Figure 3). Le modèle ajusté estime que la biomasse des merlus noirs dans la zone est inférieure à celle qui produirait le rendement maximum soutenable moyen. Par rapport au niveau de biomasse présent (37%), l'effort de pêche estimé est faible, ce qui explique la remontée du stock.

Table II. Résultats du modèle d'évaluation des merlus noirs dans la zone sénégalaise, GT septembre 2004

Senegal	Capture <sub>dernière</sub> année (t)	F <sub>cur</sub> /F <sub>sy</sub> curB (%)	B/B <sub>MSY</sub> (%)	R <sub>pearson</sub> index
<i>M. senegalensis</i> et <i>M. polli</i>	1657	37	76	0,871

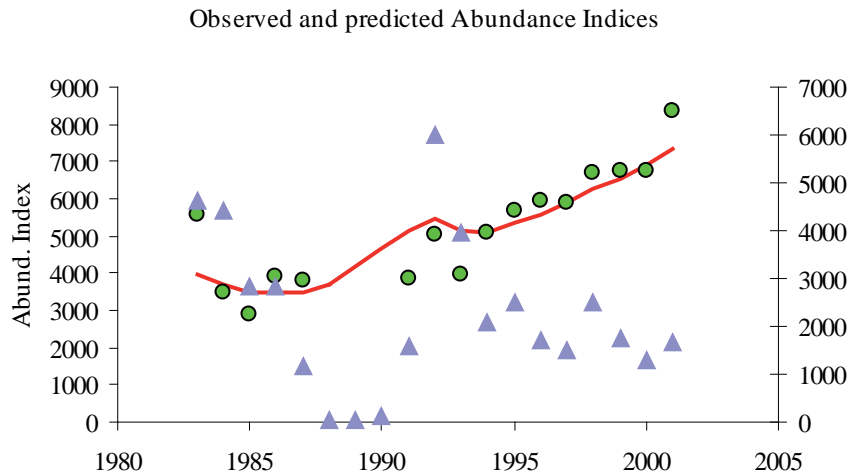


Figure 3. Le modèle Biodyne (courbe rouge) appliqué sur la cpue (les points) et capture totale des merlus noirs dans la ZEE sénégalaise (GT 2004; FAO, 2006)

Cependant, il y avait des données étranges que devaient être révisées. Par exemple, dans l'année 1992 les captures des «autres chalutiers» étaient trop élevées. (Fig. 4). Ces captures sont obtenues à partir de l'opération: Captures totales CRODT – Débarquements IEO. Comme la base de données de l'IEO recueille la quasi totalité des captures de la flottille qui cible et pêche les merlus au frais («bous»), on peut penser que la différence constatée entre les deux bases de données est considérée comme correspondant aux captures des «autres chalutiers». Par conséquent, dans la base de données fournie par le Sénégal, ces captures doivent principalement correspondre à celles des bateaux congélateurs qui pêchaient avec la même licence que les bateaux frais «Chalutiers poissonniers de pêche démersale profonde». Il convient donc d'analyser soigneusement ces captures dans la base de données sénégalaise.

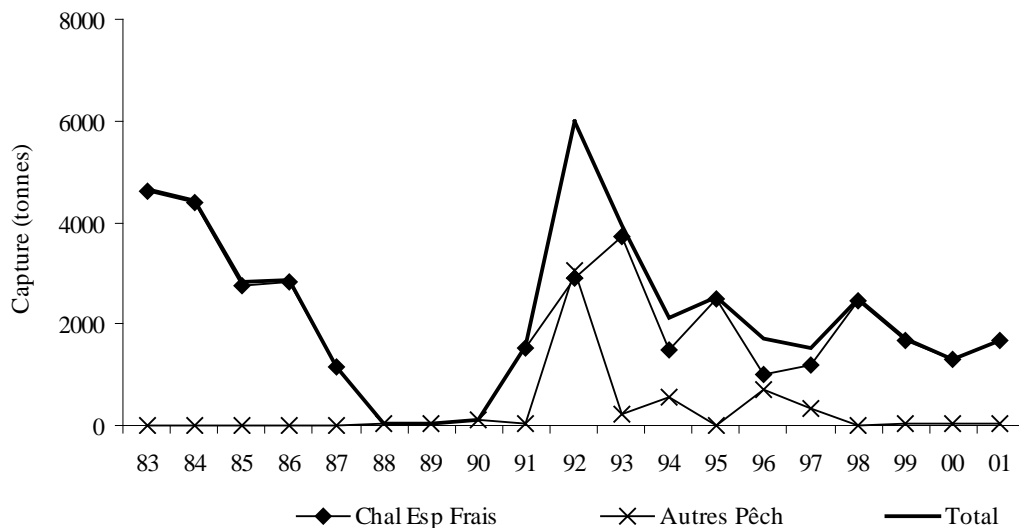


Figure 4. Tendances dans la série des captures de la flottille de chalutiers espagnols frais («bous») et du total des flottilles commerciales exploitant les merlus noirs au Sénégal. Données obtenues dans le dernier GT 2004 (FAO, 2006)

Toutes ces raisons ont amené à profiter de la célébration de ce groupe de travail de révision des données, pour procéder à l'analyse conjointe des captures de merlus noirs dans toute la zone. Les résultats de ce groupe de travail sont ceux recueillis dans ce rapport.

## 1. SOURCES DES BASES DES DONNÉES

### 1.1. Base de données IMROP (journaux de pêche)

Les journaux de pêche sont les principales sources d'informations sur les pêcheries mauritaniennes. Ce système a été élaboré et mis en opération depuis 1991, année à partir de laquelle chaque bateau de pêche (à l'exception des pirogues) est obligé d'avoir à son bord un journal de pêche qui doit être rempli quotidiennement. Jusqu'en 1994 la couverture n'était pas complète, en particulier pour les bateaux de l'UE. Cependant, dès 1995 les données des journaux de pêche et les statistiques des débarquements provenant de la Société Mauritanienne de Commercialisation des Produits de la Pêche ( SMCP ) sont concordantes. Ce qui veut dire qu'à partir de 1995 les statistiques des journaux de pêche couvrent plus ou moins la totalité de la flotte industrielle (Groupe de travail, septembre 2004, IMROP). Les données actuelles couvrent la période entre 1991 et 2004.

### 1.2. Base de données IEO (enquêtes au port et journaux de pêche)

Entre 1983 et 1991, les données de captures et d'efforts des chalutiers merlutiers espagnols de pêche fraîche «bous», sont obtenues à partir des enquêteurs et des autorités appartenant au port de Cádiz, où débarque la totalité de la flotte. Jusqu'en 1991 les «bous» étaient l'unique flotte pêchant les merlus noirs dans toute la zone (Maroc, Mauritanie et Sénégal). Cependant, pour cette période il y a beaucoup de marées pour lesquelles on ne dispose pas de données d'effort, qui seront finalement estimées de façon globale.

À partir de 1992, le système de collecte des données est toujours le même, sauf que maintenant les enquêteurs prennent la totalité des prises accessoires au port, totalement séparées par espèce pour les «bous». Le registre des efforts change aussi, et ils sont maintenant pris à partir des journaux de pêche pour chaque marée. De cette façon, en croisant les données obtenues au port avec les données des journaux de pêche, il nous était possible d'obtenir des données complètes. Pendant cette période commencent aussi à être utilisées les licences de pêche, et c'est une autre donnée importante pour reconnaître et localiser tous les bateaux qui pêchent les merlus noirs.

Avec le nouvel Accord de Pêche de la Mauritanie avec l'UE, signé en 1993, on observe une diversification des flottes qui intègrent maintenant aussi des palangriers et des chalutiers démersaux (au frais et congélateurs), ces derniers avec une nouvelle licence. Seulement quelques uns de ces bateaux débarquent à Cádiz, mais la plupart le fait dans d'autres ports. Les palangriers sont contrôlés au port de Vigo par un enquêteur en poste depuis 2004 mais auparavant le contrôle se limitait aux données des journaux de pêche et à quelques débarquements effectués à Cádiz. Il y a également eu une diversification, ces dernières années, des ports de débarquement des «bous». Mais dans tous ces cas, les bateaux de n'importe quelle licence qui ne débarquent pas au port de Cádiz ni de Vigo, sont contrôlés au moyen des journaux de bord, qui fournissent aussi bien les données de capture que d'effort.

À partir de l'année 2001, il y a eu une carence de journaux de bord, parce que les autorités chargées de le faire ont cessé de les envoyer. C'est pour cela qu'il n'y avait pas de données d'effort pour les dernières années de la série. Il fut donc impossible de fournir la série complète lors du GT de 2004. Actuellement, ce problème est presque résolu, d'une part grâce à la collaboration des associations d'armateurs, qui nous ont fourni quelques journaux, et d'autre part grâce à d'autres journaux que nous avons obtenu auprès de la SGPM (Secretariat Général des Pêcheries Maritimes espagnoles), en juillet de 2007. En 2005 et 2006 une demande officielle a été adressée aux autorités à ce sujet, mais n'ayant pas eu de réponse, et nous avons essayé de les obtenir par nous-mêmes dans la SGPM. Malgré nos efforts, il nous manquent encore des journaux, ce qui explique que la couverture des efforts est basse pour l'année 2005, avec un pourcentage de 62% (Table III).

Table III. Couverture des efforts (%) dans la base des données de l'IEO.

Année	Chalut Mauritanie	Palangre Mauritanie	Chalut Sénégal
1988	92		
1989	39		
1990	57		
1991	75		
1992	93	100	96
1993	90	100	100
1994	95	100	92
1995	91	100	87
1996	88	100	97
1997	98	90	100
1998	94	100	87
1999	95	95	94
2000	96	100	80
2001	78	96	100
2002	88	100	48
2003	85	100	42
2004	80	87	76
2005	62	100	100

### 1.3. Base de données CRODT

Les séries des captures du CRODT (il n'y a pas de données d'effort) sont issues des captures consignées dans les bordereaux des observateurs de la Direction de la Protection et de la Surveillance des Pêches du Sénégal (DPSP) embarqués à bord des navires. Ces données commencent à être recueillies à partir de 1992.

## 2. ÉVOLUTION DE LA PÊCHERIE EN MAURITANIE

Pour la Mauritanie, la CPUE de la flottille espagnole de pêche fraîche ne s'ajuste pas bien avec le modèle Biodyne, et ceci à cause des importantes fluctuations déjà mentionnées. Ces fluctuations s'expliqueraient par l'instabilité qu'a connue cette pêcherie en Mauritanie. En effet, plusieurs événements se sont produits dans cette pêcherie au cours des dernières années:

- Autorisation de congeler les captures à bord des bateaux de pêche fraîche pendant 1990, 1991, 1993 et une partie de 1993. Certains bateaux congelaient leur capture au début de la marée, et au débarquement, seules leurs captures au frais étaient comptabilisées. Ce fait a provoqué une certaine surestimation des efforts, puisque tous les jours de pêche étaient comptabilisés.

- L'Accord de Pêche en vigueur entre 1993 et 1996 a séparé les bateaux de pêche fraîche des congélateurs et une nouvelle licence est apparue: «démersal poissonnier» et nouveaux bateaux, qui permettait la conservation des captures aussi bien fraîches que congelées.

- Diminution du tonnage autorisé pour la pêche de merlus dans l'Accord de Pêche souscrit en 1996 : il est passé de 12.000 à 8.500 TJB (tonnes jauge brute). Ce fait a provoqué une chute de l'effort de pêche et a donné naissance au phénomène de substitution des chalutiers de grand tonnage par des palangriers de petit tonnage (Fig. 5).

- Entrée en vigueur, en 1991, de la réglementation limitant la taille minimale de capture des merlus à 30 cm, réglementation qui s'est appliquée de façon stricte à partir de 1996, et qui a entraîné le déplacement de la flottille espagnole vers le large pour pêcher les grandes tailles (550 m de profondeur moyenne en 2002 et 730 m en 2003).

- Interdiction, en 1996, de congeler de merlus à bord des navires espagnoles. Puis en 2001, le nouvel Accord de Pêche autorise à nouveau cette congélation pour les poissonniers.

- En 2000, entrée de nouveaux bateaux chalutiers dans la pêcherie dotés d'une capacité de stockage moindre par rapport aux anciens navires, qui faisaient cinq jours de route pour débarquer à CÁDIZ, au Sud de l'Espagne. Par contre, comme les nouveaux bateaux sont conscients de leur faible capacité de stockage par rapport à la durée de leur route, ils ont pris l'habitude de débarquer dans des ports plus proches : les îles Canaries (à seulement deux jours de route) ou même à Nouadhibou, par le biais d'autres bateaux. Cependant, leur capture arrive toujours à Cádiz. C'est ainsi qu'ils effectuaient des marées plus courtes, mais arrivaient à pêcher tout le mois.

- Augmentation depuis 2000 des prises accessoires déclarées par certains navires de petits pélagiques notamment de l'Europe de l'est.

- L'entrée, en 2001, d'une flottille espagnole démersale poissonnier ciblant les merlus avec la possibilité de congeler, mais dont l'activité s'est arrêtée en 2005.

- Le merlu est donc un stock visé en tant que capture accessoire (*by-catch*) par des nombreuses flottilles, y compris celle des bateaux congélateurs espagnols.



- Les captures des flottilles de congélateurs ne sont soumises à aucun contrôle, puisque les modalités de débarquement instaurés dans les divers ports espagnols ne le permettent pas. Pour les gens du secteur, bons connaisseurs de la question, il s'agit donc de captures suspectes quant à leur vraie composition.

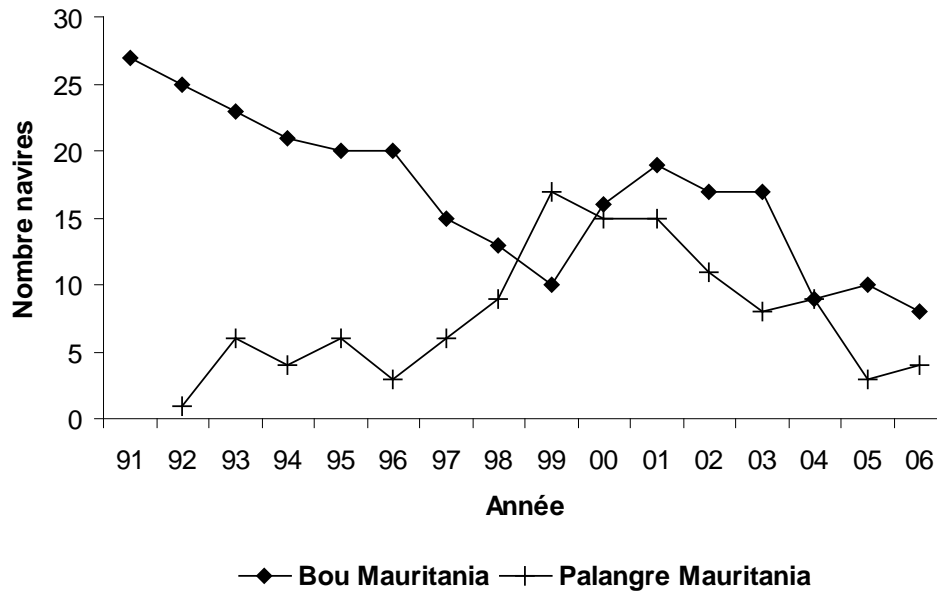


Figure 5. Évolution du nombre des navires dans la série IEO

### 3. EVOLUTION DE LA PÊCHERIE AU SÉNÉGAL

En ce qui concerne la capture de ces espèces, les différents Accords de Pêche souscrits de l'UE avec le Sénégal n'ont introduit que peu de changements. En outre, pour cette flottille, les changements de stratégie de pêche ont été minimes et l'occupation de la zone de pêche sénégalaise a été moins importante et plus irrégulière (Fig. 6) que celle des eaux mauritaniennes. Cette irrégularité s'explique par différents facteurs, dont: l'éloignement des ports de débarquement de la flottille de pêche au frais; le caractère saisonnier de la pêche, qui a lieu pendant les mois d'hiver, à cause de la migration vers le sud des merlus noirs; et l'existence de longues périodes d'inactivité pendant les négociations de chaque Accord.

Dès le dernier trimestre de 1992, la moitié du tonnage autorisé (6000 TJB) avait la possibilité de congeler leurs captures. Ensuite, entre 1994 et 1996, cette possibilité de congélation s'est vue restreinte à seulement 1000 TJB. L'Accord de Pêche avec l'UE signé par la suite, entre 1997 et 2001, a éliminé les limitations de conservation pour tout le tonnage autorisé (soit 3750 TJB), ce qui correspond à 11 navires. Cependant, le petit nombre de bateaux ayant obtenu pendant ces années des licences «chalutière démersale de grand pêche» n'utilisent que rarement la congélation comme moyen de conservation de ses captures, ce qui veut dire que le gros de la flottille qui a ciblé l'exploitation des merlus noirs dans les eaux sénégalaises est la flottille de chalutiers de pêche fraîche, et en particulier une partie de celle qui opère en Mauritanie. Pour le reste des flottilles, les merlus noirs sont des captures accessoires. Comme nous verrons plus loin, ce fait est clairement établi par les statistiques internes du CRODT.

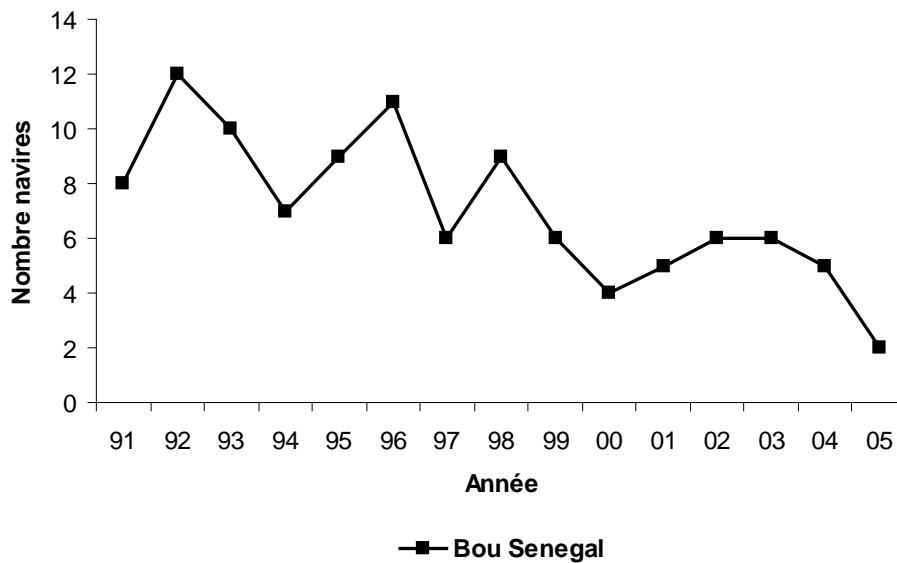


Figure 6. Série de données de l’IEO montrant l’évolution du nombre de navires opérant en zone sénégalaise

#### 4. RÉSULTATS DU CROISEMENT DES BASES DE DONNÉES IMROP-IEO

##### 4.1 Traitement et comparaison des séries de données correspondantes à la licence «Chalut merlu noir Fraîche».

Nous rappelons que les deux séries de données proviennent de journaux de pêche, mais de deux bases de données différentes: l’une domicilié en Mauritanie et l’autre en Espagne. Pour cette raison, les différences entre les deux peut être dûes, très probablement, à des problèmes dans la gestion des données.

Les données de l’IEO utilisées pour la comparaison sont celles des chalutiers merlutiers espagnols de pêche fraîche «bous», qui constituent la principale flottille de pêche de merlus noirs dans les eaux Mauritanienne (environ 65% des captures de merlus noirs). Par contre, l’effort de pêche est seulement issu des copies des journaux de pêche déposés par les pêcheurs auprès des autorités espagnoles. Les données de l’IMROP utilisées sont celles des mêmes journaux de pêche domiciliés à la DSPCM de la Mauritanie, dont la base de données fut décrite ci-dessus et ceci pour la même flottille objet de comparaison (chalutiers espagnols de type glacier avec licence Merlus, «bous»).

Dans un premier temps, des différences importantes sont observées dans les données globales. Après une recherche exhaustive des éventuelles sources d’erreur, bateau par bateau, il en ressort que, pour certaines années et dans la base de données de l’IMROP, il y a des bateaux de pêche fraîche catalogués comme des congélateurs, et vice-versa. Dans la base de données de l’IEO, la catégorie de ces bateaux est hors de doute, non seulement à cause des licences dont ils disposent, mais aussi à cause du travail en criée (au débarquement) où les captures de la pêche au frais sont totalement différenciées.

Ensuite, il a été procédé à la comparaison des listes des flottilles de pêche au frais, obtenues des deux sources, pour tous les ans ce qui permet de corriger les erreurs pour ces valeurs, de la base de données de l'IMROP.

D'ailleurs, une harmonisation des deux bases de données a été faite sur les catégories des navires (congélateur ou glacier), s'appuyant sur la base de données de l'IEO.

Ce processus d'établissement du type de conservation, et par conséquent de la catégorie correspondante du bateau, a dû être réalisé pour chaque année, raison pour laquelle il a fallu lui consacrer une bonne partie du temps de travail. La correction des erreurs s'est traduite par des nouveaux changements dans les captures de chaque flottille dans les bases de données de l'IMROP. En même temps, l'observation et l'analyse détaillée des bases de données a permis d'identifier les sources les plus fiables pour les captures de chaque flottille.

#### 4.1.1 Captures et efforts

La comparaison des séries de l'effort provenant des deux bases de données a révélé une nette convergence des valeurs à partir de l'année 1997 pour cette flottille (Fig. 7), à l'exception de l'année 2003, pour laquelle il existe un problème particulier dans les données de l'IMROP.

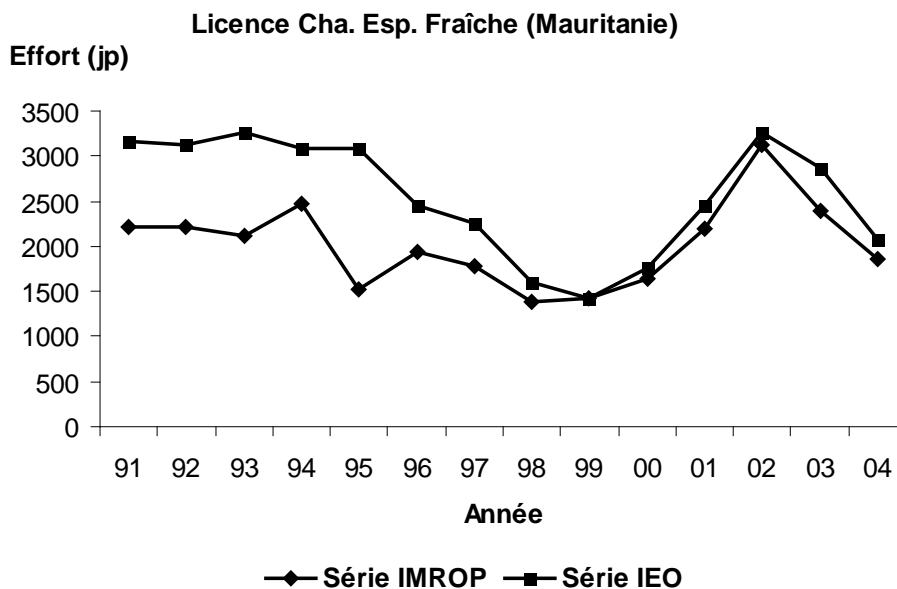


Figure 7. Jours de pêche (jp) effectués par la flottille espagnole de chalutiers de pêche fraîche, comparaison des séries de l'IMROP et de l'IEO

La comparaison du nombre de navires entre les deux séries (Fig. 8) montre qu'elles suivent la même tendance et ont les mêmes différences. Cependant, l'existence de quelques différences dans la nomenclature des types de bateaux (congélateurs / glaciers) engendrait une incohérence dans les statistiques de certaines années. Ce problème fut corrigé pour la flottille des glaciers espagnols dans la base de données de l'IMROP, en s'appuyant sur la base de données de l'IEO, qui semble être plus fiable en ce qui concerne l'identité de ces bateaux.

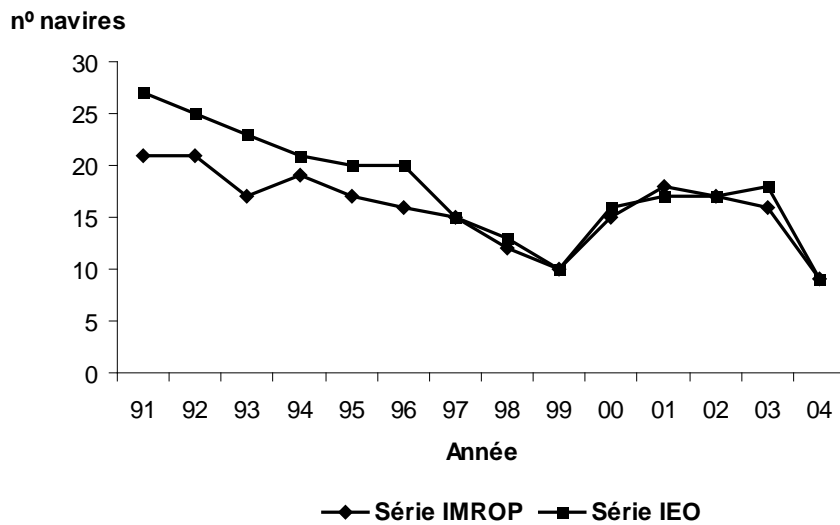


Figure 8. Nombre des navires chalutiers espagnols de pêche fraîche de merlus noirs, comparaison des séries IMROP et IEO

Les deux séries de captures suivent la même tendance que celle de l'effort de pêche, bien que les sources soient différentes: la série des captures de l'IEO est obtenue, dans la plupart des cas, directement des débarquements au port de Cádiz, mais aussi des journaux de pêche; les données de la série de l'IMROP proviennent exclusivement des déclarations des journaux de pêche (Fig. 9).

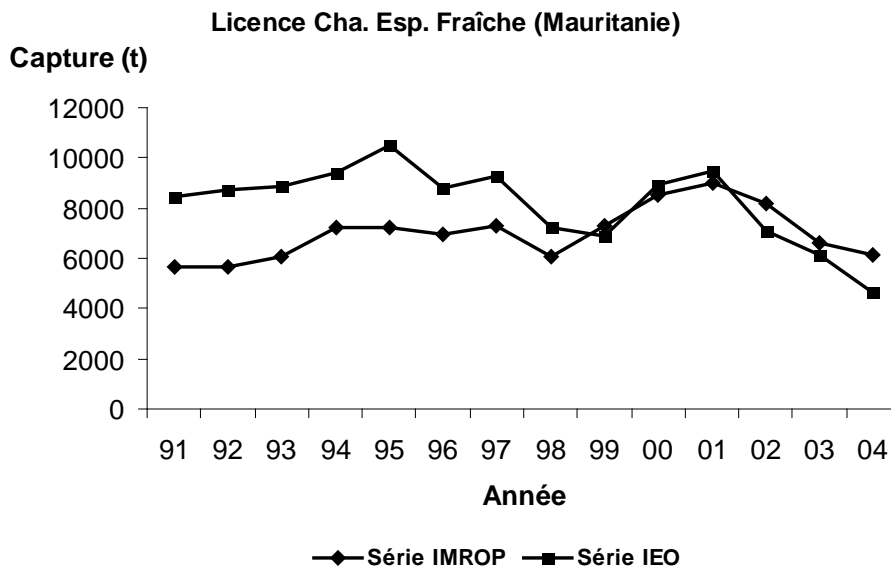


Figure 9. Capture des chalutiers espagnols de pêche fraîche de merlus noirs, comparaison des séries IMROP et IEO

Les pics de captures observés pour les années 1999, 2000 et 2001 (Fig. 1) ne sont pas seulement dûs aux captures accessoires (*by-catch*) des chalutiers pélagiques («Autres chalut»), mais aussi à l'amélioration significative des captures des flottilles spécialisées ciblant le merlu.

Le regard sur l'ensemble des séries montre une certaine cohérence dans les tendances des séries de capture et d'effort de l'IEO et de l'IMROP. Cependant, les valeurs de l'effort fournies par IEO pour les années 90, 91, 92 et 93 sont très élevées. Les recherches des chercheurs de l'IEO ont montré qu'il y a eu une certaine surestimation des efforts pour ces années. L'explication peut se trouver dans la possibilité qu'avaient les bateaux de pêche fraîche de congeler les captures du début de leur marée entre 1990 et début 1993. Certains bateaux adoptèrent donc pendant cette période une stratégie consistant à congeler le produit de leurs premiers jours de pêche (environ près de 40% de la durée de la marée) et de conserver au frais les captures des jours restants. Une fois les produits frais débarqués au port, ces captures s'associaient au nombre total de jours de pêche consignés dans les journaux de bord. Certains bateaux consignaient toutes les informations relatives à la capture (quelque soit son mode de conservation) dans leurs journaux de pêche, mais malheureusement ce n'était pas une pratique constante ni généralisée. Ce point nous a aussi été confirmé par les gens du secteur. L'analyse de la série relative à la durée des marées montre que celle-ci est plus élevée pour les années en question (Fig. 10), atteignant les 18 jours en 1991 et 1992.

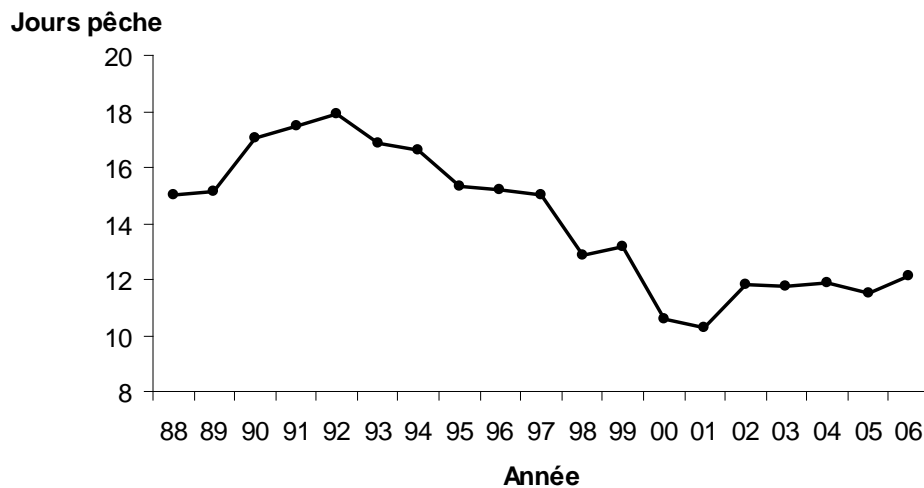


Figure 10. Evolution de la durée moyenne des marées dans la flottille de chalut fraîche espagnol (série IEO)

Cette analyse a également montré que la durée des marées à bord de ces navires a connu une évolution à la baisse au fil des années : de 18 à 15 jours en moyenne pour la période allant de 1991 à 1995, la valeur s'est stabilisée à 11 jours à partir de l'an 2000 et pendant ces dernières années.

Essayer de corriger les données d'effort pour ces années (1990 à 1993) en modifiant les données originales est très difficile. Il est donc proposé de le faire au moyen d'une CPUE standard pouvant être obtenue à partir des données de bateaux de pêche fraîche de ces années, ou alors au moyen de la CPUE de bateaux types, comme il sera expliqué ultérieurement.

#### 4.1.2 Evolution CPUE

Les deux séries de CPUE (kg/jours de pêche) suivent la même tendance d'évolution, ce qui serait un premier signe d'une éventuelle cohérence des données (Fig. 11).

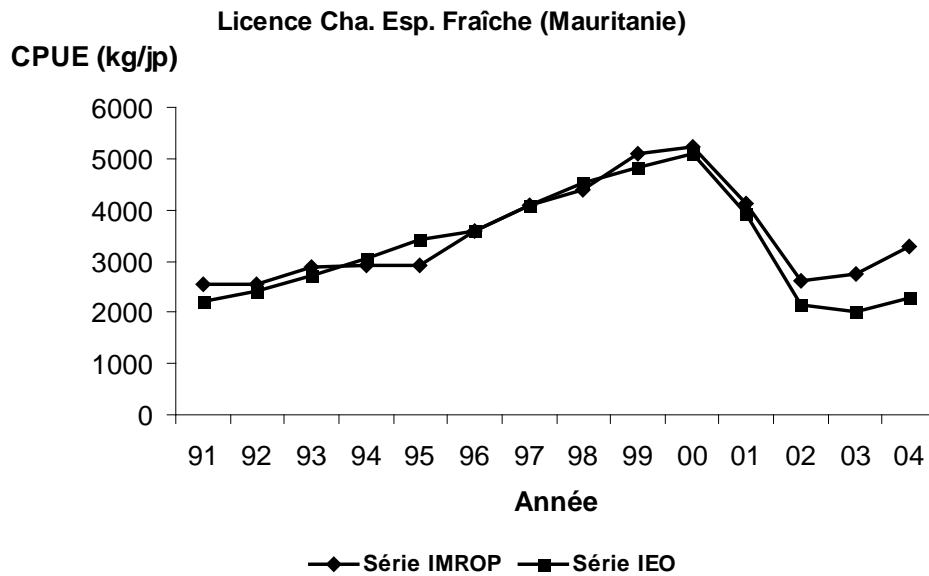


Figure 11. Capture par unité d'effort (CPUE), calculée pour les chalutiers espagnols de pêche fraîche de merlus noirs; comparaison des séries de l'IMROP et de l'IEO

Il est fort probable qu'il y ait un problème dans les valeurs d'effort consignées, et à cette suspicion il faut ajouter les problèmes que l'IEO a rencontré ces dernières années pour obtenir des données fiables et complètes de l'effort de pêche. Il a été essayé de construire une nouvelle série de CPUE avec les données de capture fournies par l'IEO et les données d'effort fournies par l'IMROP. La série de CPUE obtenue pourrait être plus logique au vu de l'évolution de la pêcherie, et serait une autre option d'étude valable dont il faudra tenir compte (Fig. 12).

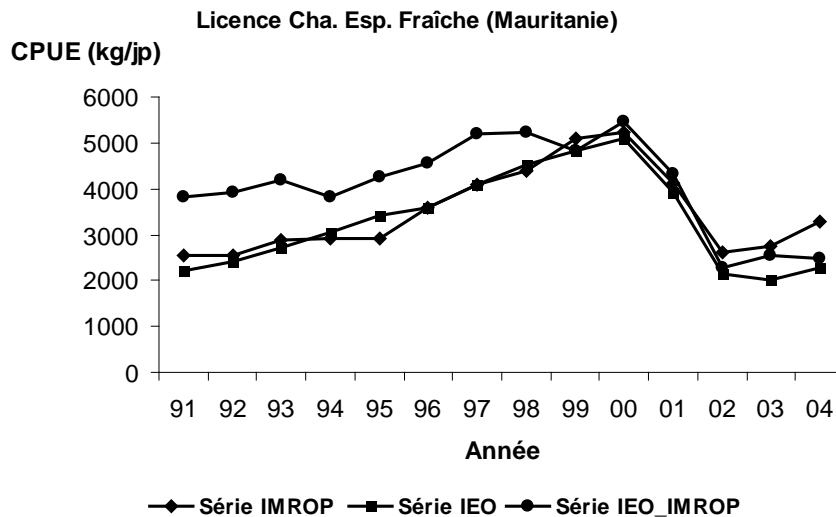


Figure 12. Capture par unité d'effort (CPUE), avec la série combinée IEO\_IMROP

#### 4.1.3 Evolution CPUE navires types

L'évolution significative des rendements de cette flottille pendant ces années a pu être confirmée par la comparaison des données de l'IEO et de l'IMROP.

Malgré ceci, et dans le but d'écartier des doutes éventuels sur les séries, le groupe a décidé de choisir un nombre restreint de navires afin de limiter les sources de variation et d'incertitude des données. Ainsi, ce sont quatre bateaux qui ont été choisis au sein de cette flotte par leur pérennité dans la pêche et par la bonne connaissance de son activité au frais (Fig. 13). Effectivement, leur évolution suit la même tendance que celle de l'ensemble des bateaux de la flotte merlutière ciblée par le groupe de travail.

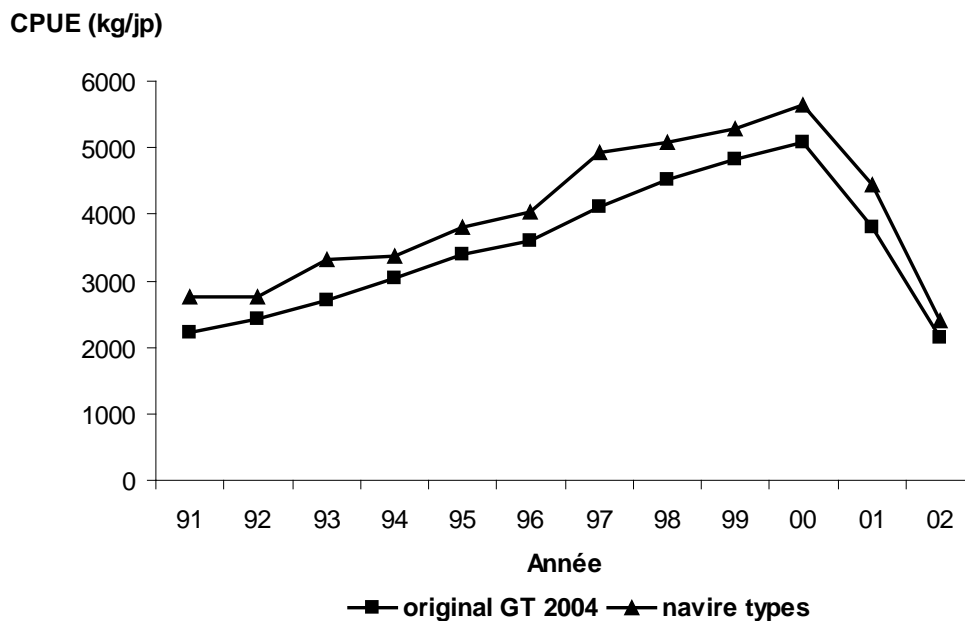


Figure 13. Capture par unité d'effort (CPUE), calculée pour les chalutiers espagnols de pêche fraîche de merlus noirs; comparaison de la série de l'IEO avec les quatre bateaux type

#### 4.1.4 Changements dans la stratégie de pêche

Avec l'entrée progressive, depuis l'an 2000, de nouveaux bateaux dans la pêche, cette flotte a montré une tendance à effectuer des marées plus courtes (Fig. 10), non seulement à cause d'une stratégie commerciale d'amélioration du produit frais mais surtout à cause de la capacité de stockage des cales de ces nouveaux bateaux. Le changement qui a eu lieu en l'an 2000 est visible dans la figure 14, qui montre que la diminution du TJB moyen tout au long de la série historique de données (les bateaux sont plus petits).

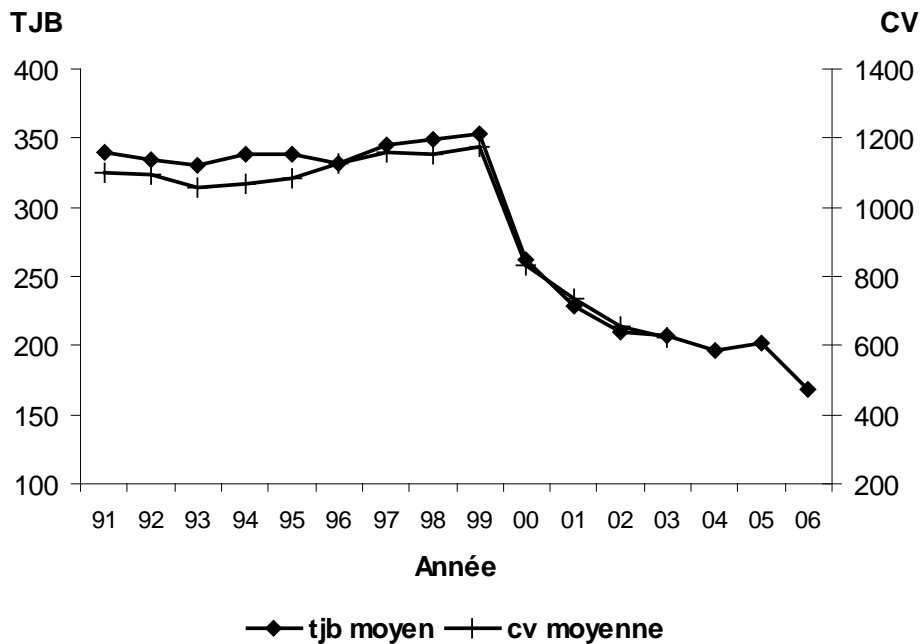


Figure 14. Evolution du tonnage (TJB) et de la puissance (CV) moyens de la flottille de chalutiers espagnols dans la série des données de l'IEO

Malgré la diminution du nombre de bateaux (Fig. 8, les changements opérés dans la stratégie commerciale font que la diminution de l'effort ne soit pas du même ordre de grandeur (Fig. 7) les bateaux passent maintenant tout le mois en pêche sur la zone, exception faite des jours employés pour transborder à Las Palmas ou à Nouadhibou même, effectuant donc plus d'une marée par mois. Avant ces changements, les navires restaient environ 15 jours en pêche sur la zone, naviguaient 10 jours pour atteindre le port de Cádiz et consacraient les jours restants du mois au repos de l'équipage, ce qui permettait d'effectuer seulement une marée par mois. Les nouvelles stratégies ont provoqué l'abaissement des coûts de navigation (transport), ce qui a entraîné une amélioration du rendement des bateaux, qui maintenant restent opérationnels pendant presque toute l'année.

#### 4.2 Autres flottilles

L'analyse de la flottille de congélateurs démersaux montre que les données ne sont pas cohérentes, à cause de l'impossibilité d'obtenir l' IEO des données de capture fiables pour ces bateaux dans leurs divers points de débarquement. À ceci, il faut ajouter les problèmes rencontrés pour obtenir les journaux de bord de ces navires, qui auraient permis de contraster les données qu'ils contiennent avec les données de débarquements réels.

C'est pour cette raison que, après clarification des différentes catégories de conservation des différents bateaux considérés dans les bases de données de l'IMROP, le groupe de validation a décidé d'utiliser cette base de données comme source d'informations pour cette flottille. En effet, l'IMROP mécanise l'information contenue dans les journaux de pêche qui reste, jusqu'à présent, la seule source d'information disponible concernant cette flottille.

La flottille de palangre est incluse dans la même catégorie de licence que la flottille de chalutiers au frais, c'est à dire la n.º 2: «Chalutiers (1) et palangriers de fond de pêche au



merlus noirs». Cette circonstance peut également provoquer des erreurs si, lors de la saisie informatique, l'information des journaux de bord concernant l'engin de pêche n'est pas bien prise en compte. Dans la série de l'IEO, ces bateaux sont connus et leur modalité de pêche peut être confirmée en consultant les bases de données espagnoles officielles. Etant donné que leurs débarquements sont aussi contrôlés en criée, les données dont dispose l'IEO seront celles considérées pour cette flottille.

La Table IV recueille la série temporelle des valeurs les plus fiables des captures, depuis 1991. Cette table reflète aussi la source d'information de chaque série, après révision des bases de données.

Table IV. Captures (tonnes) de merlu noir par flottille dans les eaux mauritaniennes.

Source	IEO	IMROP	IMROP	IEO	IEO	IMROP	IMROP	IMROP	
Année	Chalut fraîche Espagnol	Chalut demersal	Chalut congélateur Espagnol	Palangre congelat. Espagnol	Palangre fraîche Espagnol	Chalut Mauritan	Autres merluttier	Autres chalut	Total
1991	8841		122					656	9259
1992	8719		4331	71				430	13551
1993	8860	712	4824	155	377		173	696	15797
1994	9405	1559	1794	179	211		40	186	13374
1995	10503	1026	2750	242			89	211	14820
1996	8813	147	1012	407			50	1618	12047
1997	9275	24			734			1177	11269
1998	7218	176			1112	59		1080	10399
1999	6885	161			1498	813		1666	11225
2000	8939	20			1446	1015		1387	13337
2001	9508	565			1610	1545		3103	16104
2002	7093	1832			1184	1318	399	3866	15189
2003	5672	706			615	815	422	1630	9446
2004	4592	3			432	401	758	1671	7857

Après les corrections effectuées pour les données des captures fournies lors du dernier Groupe de Travail d'Évaluation, en septembre de 2004, les captures augmentent entre 1991 et 1996 (Fig. 15).

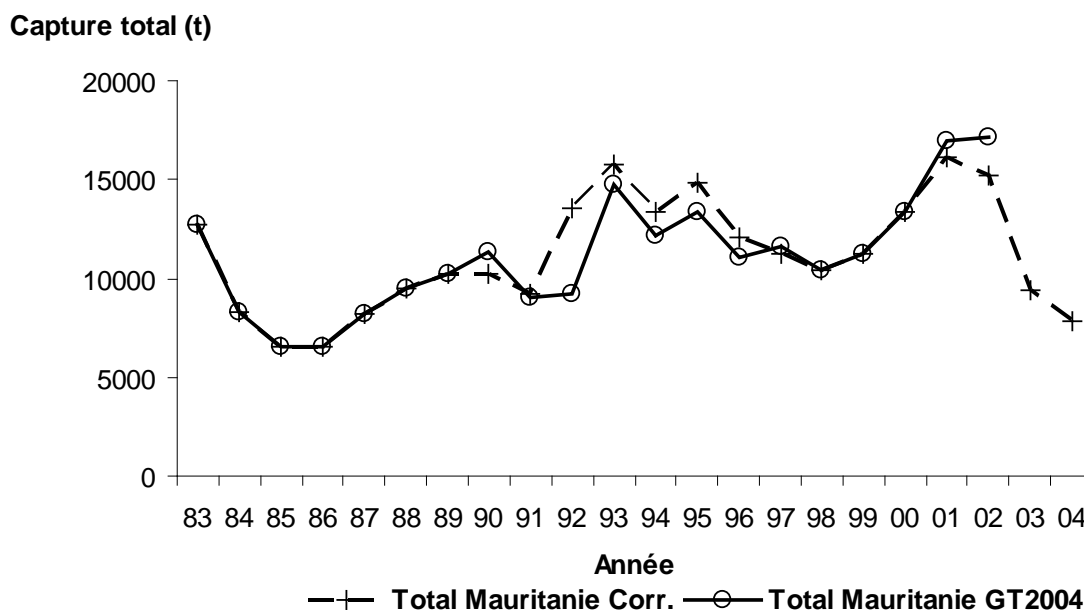


Figure 15. Comparaison des captures du GT 2004 avec les captures obtenues pendant ce Groupe de validation de bases de données

## 5. RESULTATS DU CROISEMENT DES BASES DE DONNÉES CRODT-IEO

Le croisement des bases de données CRODT-IEO n'a pas pu être réalisé dans les mêmes termes que celui des bases de données IMPROP-IEO, étant donné que le Sénégal ne disposait que des captures cumulées par bateau et par an et non pas par marées. Le Sénégal ne disposait pas non plus des données d'effort, raison pour laquelle il n'a pas été possible de comparer celles-ci avec les CPUE.

Les séries de données de l'IEO et du CRODT correspondantes à la flottille de chalutiers glaciers ont été comparées. Dans la base de données du CRODT il a fallu corriger deux bateaux qui figuraient comme chalutiers de pêche fraîche mais qui sont passés à la modalité de congélateurs. Ces bateaux sont le "CANTÓN DE CORA" (qui pêcha seulement en 1992) et le "PLAYA DE RODAS", qui a pêché en 1992 et 1993.

La série de captures et d'efforts de l'IEO a également été légèrement modifiée par rapport à celle du GT de 2004, avec l'inclusion dans celle-ci des données de nouveaux journaux de bord correspondants aux années 1992, 1998, 2000 et 2002.

La comparaison des deux séries de captures annuelles de la flottille de pêche fraîche n'a pas montré l'existence de tendances équivalentes ou convergentes, et il est seulement possible d'observer quelques coïncidences ponctuelles pour certaines années, comme 1994 et 1997, sans qu'aucun modèle logique puisse expliquer les différences (Fig. 16).

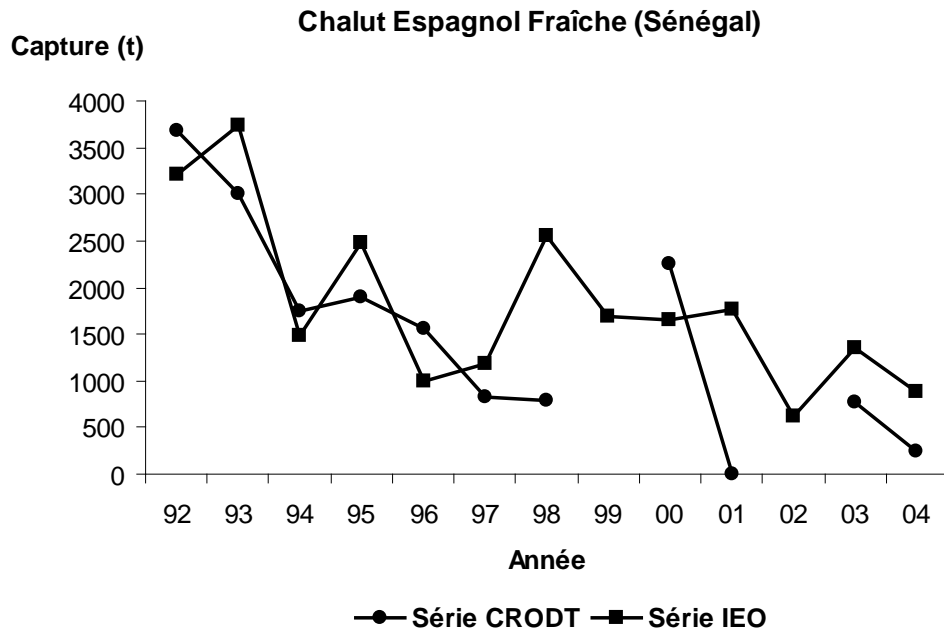


Figure 16. Tendances des captures des chalutiers espagnols de pêche fraîche de merlus noirs, comparaison des séries du CRODT et de l'IEO Sénégal

La série des captures de merlu noir des chalutiers glacières issues de la base de données du CRODT est assez irrégulière et ses valeurs ne peuvent pas être considérées comme fiables, puisqu'elles sont, bien anormalement basses et erronées pour certaines années (comme en 1998, 2001 et 2004), ou bien inexistantes (comme en 1999 et 2002). Pour ces années, la base de données de l'IEO offre des valeurs de capture beaucoup plus élevées, obtenues aussi bien en criée lors du débarquement que des journaux de pêche, ce qui signifie qu'il s'agit de captures réellement effectuées (Table V).

Table V. Comparaison des séries CRODT et IEO de captures (tonnes) de merlu noir de la flottille de chalutiers de pêche fraîche dans les eaux sénégalaises. Différences entre les deux

Année	CRODT	IEO	Différences CRODT-IEO
1992	3676	3216	460
1993	2999	3735	-736
1994	1746	1487	259
1995	1896	2488	-592
1996	1565	998	566
1997	827	1176	-349
1998	793	2563	-1770
1999		1682	-1682
2000	2246	1645	601
2001	7	1812	-1805
2002		684	-684
2003	761	1348	-587
2004	251	876	-625
Total	16768	23712	-6944

Après modification des valeurs IEO et CRODT, l'analyse détaillée des captures de 1992, année d'origine du problème de ces données pour la zone de pêche sénégalaise, montre que les différences entre les deux séries s'atténuent pour atteindre seulement 460 t (Table V). Au vu des anomalies décelées dans la base de données du CRODT, il est possible rejeter cette différence puisque d'autres années la balance en faveur des captures de l'IEO est beaucoup plus élevée. En fait, le total des captures des chalutiers de pêche fraîche de la série de l'IEO pour toute la période, est supérieure en 6.944 tonnes par rapport à celles de la série CRODT. Et même en considérant l'ensemble des captures fraîches et congelées (Table VI), les valeurs de la série de l'IEO continuent d'être supérieures à celles du CRDOT en 2.432 t.

Au vu de ces résultats, la série de l'IEO est considérée comme plus fiable, puisque les erreurs qu'elle contient sont toujours des sous-estimations en tout cas moins importantes que pour la série du CRODT. Une fois établie la modalité de conservation et la nationalité de chaque bateau, il serait possible d'utiliser les données correspondantes à la flottille de congélateurs de la base de données du CRODT. Il convient de noter que deux bateaux de nationalité et type de conservation inconnus ont été inclus comme espagnols et congélateurs dans les bases de données du CRODT correspondantes aux années 1995 et 1997. Malgré l'augmentation entraînée par cette dernière modification, la série de la flottille de congélateurs ne fournit pas un total de captures annuelles très élevé par rapport à celle des chalutiers de pêche fraîche (Table VI et Figure 17).

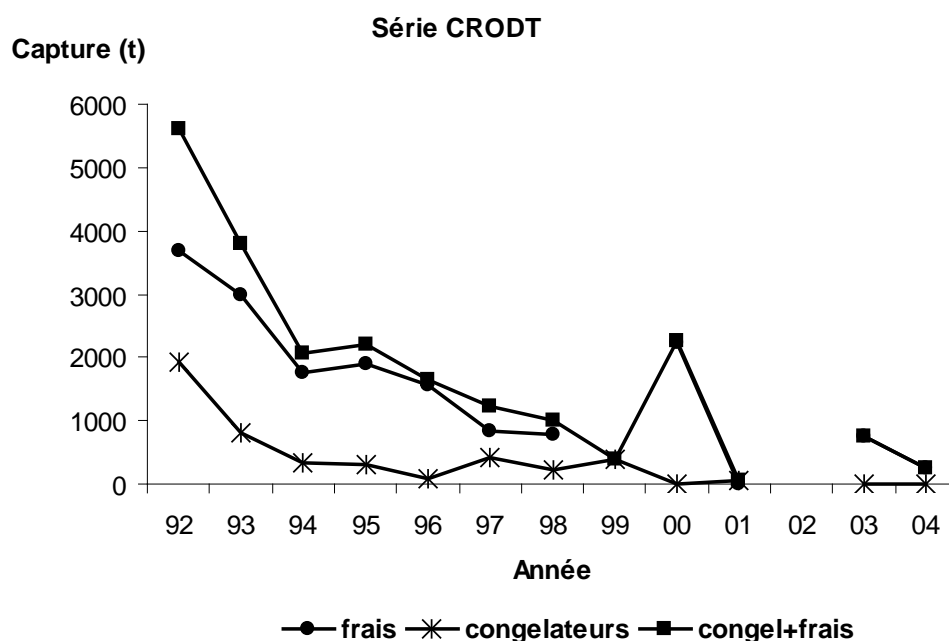


Figure 17.Évolution des captures de merlus noirs des chalutiers espagnols, par type de conservation. Données de la série du CRODT

Tabla VI. Captures (tonnes) de merlu noir par type de conservation dans les eaux sénégalaises, série CRODT

Année	Frais	Congelé	Total
1992	3676	1934	5610
1993	2999	796	3795
1994	1746	330	2076
1995	1896	301	2196
1996	1565	71	1636
1997	827	408	1235
1998	793	209	1003
1999		400	400
2000	2246	5	2251
2001	7	56	63
2002			
2003	761		761
2004	251	2	253
Total	16768	4512	21280

**CONCLUSION:**

Malgré tous les considérations que nous avons fait pour les différentes métiers après le révision et les sources d'information pour chaque série que nous avons considéré comme fiable, le groupe a décidé de tester la corrélation de la variabilité climatologique (phénomène NAO) et les captures de merlus noirs dans les eaux senegalo-mauritanienne avec la finalité de trouver tous les possibles causes qui puissent expliquer les fluctuations observées dans les données des pêcheries.

**Annexe: Liste des participants**

<b>Prénoms</b>	<b>Nom</b>	<b>Institution</b>
Lourdes	Fernández Peralta	IEO/Espagne
Ana	Ramos Martos	IEO/Espagne
Francisca	Salmerón	IEO/Espagne
César	Meiners	IEO/Espagne
Beyah	Ould Meissa	IMROP/Mauritanie
Djiga	Thiao	CRODT/Sénégal

The first meeting of the FAO/CECAF Working Group on the Assessment of Demersal Resources - Subgroup North, was organized in Saly, Senegal, from 14 to 23 September 2004. The second meeting of Subgroup North was organized in Banjul, the Gambia, from 6 to 14 November 2007. The overall objective of the Group is to contribute to the improvement of the management of demersal resources in Northwest Africa through assessment of the state of stocks and fisheries to ensure the best sustainable use of the resources for the benefit of coastal countries. The study zone for the Working Group is the CECAF zone of the Central-East Atlantic Ocean between Cap Spartel and the south of Senegal. For reasons of heterogeneity, the species and stocks of the demersal Working Group were divided into four groups: hake, demersal fish, shrimps and cephalopods. For each of these groups, information is provided on the fisheries: sampling schemes and sampling intensity, biological characteristics, stock identity, trends (catch, effort, biological data and abundance indices), assessment, management recommendations and future research. Approximately 24 different stocks-units were analysed and the results discussed. The quality and trends in basic data (catch, effort, length distribution) collected by each different country and the sampling system, represented some of the main discussion topics of the last 2007 meeting of this Working Group. The results of the assessments confirm the conclusion reached at the last meeting in 2004 that most of the stocks assessed are overexploited. A summary of the assessments and management measures is given at the end of this report.

La première réunion du Groupe de travail FAO/COPACE sur l'évaluation des ressources démersales – Sous-groupe Nord, a été organisée à Saly au Sénégal du 14 au 23 septembre 2004. La deuxième réunion du Sous-groupe Nord a été organisée à Banjul, Gambie, du 6 au 14 novembre 2007. L'objectif général du Groupe est de contribuer à l'amélioration de l'aménagement des ressources démersales en Afrique du nord-ouest par l'évaluation de l'état des stocks et des pêcheries afin d'assurer la meilleure utilisation durable de ces ressources pour le bénéfice des pays côtiers. La zone d'étude pour le groupe de travail est la zone COPACE de l'océan Atlantique centre-est, entre le Cap Spartel et le sud du Sénégal. En raison de l'hétérogénéité des espèces et des stocks, le Groupe de travail sur les démersaux a été divisé en quatre groupes: merlus, démersaux, crevettes et céphalopodes. Pour chacun de ces groupes, des informations sont données sur les pêcheries: système et intensité d'échantillonnage, caractéristiques biologiques, identité du stock, tendances (capture, effort, données biologiques et indices d'abondance), évaluation, recommandations d'aménagement et de recherche future. Environ 24 stocks-unités différents ont été analysés et les résultats ont été discutés. La qualité et les tendances des données de base (captures, effort et distribution de taille) collectées par chaque pays et le système d'échantillonnage étaient parmi les principaux thèmes de discussion de la dernière réunion en 2007 de ce Groupe de travail. Les résultats des évaluations confirment les conclusions de la réunion 2004, à savoir que la plupart des stocks évalués sont surexploités. Le résumé des évaluations et des mesures de gestion est présenté dans les tableaux à la fin de ce rapport.