



Pêches et Océans  
Canada

Sciences

Fisheries and Oceans  
Canada

Science

## S C C S

Secrétariat canadien de consultation scientifique

## C S A S

Canadian Science Advisory Secretariat

Document de recherche 2010/099

Research Document 2010/099

**Points de référence et cadre stratégique  
de la pêche du hareng (*Clupea harengus  
harengus*) de la côte ouest de Terre-  
Neuve (Division 4R de l'OPANO)**

**Reference points and harvest strategy  
framework for the Atlantic herring  
(*Clupea harengus harengus*) fishery of  
the west coast of Newfoundland (NAFO  
Division 4R)**

François Grégoire<sup>1</sup> et / and Ian H. McQuinn<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Direction des Sciences halieutiques et de l'aquaculture / Fisheries and aquaculture Science Branch  
Ministère des Pêches et des Océans / Department of Fisheries and Oceans  
Institut Maurice-Lamontagne / Maurice Lamontagne Institute  
850 Route de la Mer  
Mont-Joli, Québec  
CANADA, G5H 3Z4

<sup>2</sup>Direction des Sciences Océaniques et de l'Environnement /  
Oceanic and Environmental Sciences Direction  
Ministère des Pêches et des Océans / Department of Fisheries and Oceans  
Institut Maurice-Lamontagne / Maurice Lamontagne Institute  
850, route de la Mer  
Mont-Joli, Québec  
CANADA, G5H 3Z4

La présente série documente les fondements scientifiques des évaluations des ressources et des écosystèmes aquatiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

Les documents de recherche sont publiés dans la langue officielle utilisée dans le manuscrit envoyé au Secrétariat.

Ce document est disponible sur l'Internet à:

<http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/>

This series documents the scientific basis for the evaluation of aquatic resources and ecosystems in Canada. As such, it addresses the issues of the day in the time frames required and the documents it contains are not intended as definitive statements on the subjects addressed but rather as progress reports on ongoing investigations.

Research documents are produced in the official language in which they are provided to the Secretariat.

This document is available on the Internet at:



---

## TABLE DES MATIÈRES / TABLE OF CONTENTS

<b>RÉSUMÉ .....</b>	v
<b>ABSTRACT .....</b>	v
<b>1.0 INTRODUCTION .....</b>	1
<b>2.0 MATÉRIEL ET MÉTHODES / MATERIAL AND METHODS .....</b>	2
<b>3.0 RÉSULTATS / RESULTS .....</b>	3
<b>3.1 Reproducteurs de printemps / Spring spawners.....</b>	3
3.1.1 Point de référence limite (PRL) et point de référence supérieure (PRS) / <i>Limit reference point (LRP) and upper reference point (URP)</i> .....	3
3.1.2 Taux d'exploitation limites / <i>Limit exploitation rates</i> .....	3
3.1.3 Cadre stratégique de la pêche / <i>Harvest strategy framework</i> .....	4
<b>3.2 Reproducteurs d'automne / Fall spawners.....</b>	5
3.2.1 Point de référence limite (PRL) et point de référence supérieure (PRS) / <i>Limit reference point (LRP) and upper reference point (URP)</i> .....	5
3.2.2 Taux d'exploitation limites / <i>Limit exploitation rates</i> .....	5
3.2.3 Cadre stratégique de la pêche / <i>Harvest strategy framework</i> .....	6
<b>4.0 CONCLUSION .....</b>	6
<b>5.0 REMERCIEMENTS / ACKNOWLEDGEMENTS.....</b>	7
<b>6.0 RÉFÉRENCES / REFERENCES.....</b>	8
<b>FIGURES .....</b>	9
<b>ANNEXES / APPENDICES .....</b>	18



---

**La présente publication doit être citée comme suit :**

Grégoire, F., et I. H. McQuinn 2010. Points de référence et cadre stratégique de la pêche du hareng (*Clupea harengus harengus*) de la côte ouest de Terre-Neuve (Division 4R de l'OPANO). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2010/099. vi + 31 pp.

**Correct citation for this publication:**

Grégoire, F., and I. H. McQuinn 2010. Reference points and harvest strategy framework for the Atlantic herring (*Clupea harengus harengus*) fishery of the west coast of Newfoundland (NAFO Division 4R). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2010/099. vi + 31 pp.

## RÉSUMÉ

En accord avec l'Approche de Précaution, des points de référence limite (PRL) et des points de référence supérieure (PRS) ont été définis pour les deux stocks reproducteurs de hareng (*Clupea harengus harengus*) de la côte ouest de Terre-Neuve (Division 4R de l'OPANO). L'application d'un cadre stratégique de pêche nécessite aussi le calcul des taux d'exploitation limites. La présente étude a eu pour objectif de calculer ces taux d'exploitation pour les deux stocks reproducteurs de hareng de la côte ouest de Terre-Neuve à partir des résultats des plus récentes évaluations analytiques. Pour le stock des reproducteurs de printemps,  $F_{med}$  (0,03) et  $F_{0.1}$  (0,16) ont été proposés comme taux d'exploitation limites. Pour le stock des reproducteurs d'automne, le choix s'est porté sur  $F_{high}$  (0,19) et  $F_{0.1}$  (0,22). Les cadres stratégiques définis pour ces deux stocks sont caractérisés par une zone de prudence étroite. Pour augmenter l'étendue des biomasses de cette zone, il est suggéré de redéfinir les points de référence supérieure de façon à ce qu'ils soient plus élevés que les valeurs actuelles. Ainsi, des mesures de gestion correctrices pourraient être appliquées plus rapidement afin de réduire les risques de voir passer l'état de ces stocks dans la zone critique de leurs cadres stratégiques. Les deux cadres stratégiques définis au cours de la présente étude pourront être mis à jour suite à la reprise du relevé acoustique et des évaluations analytiques.

## ABSTRACT

In compliance with the Precautionary Approach, limit reference points (LRP) and upper reference points (URP) have been established for the two herring (*Clupea harengus harengus*) spawning stocks of the west coast of Newfoundland (NAFO Division 4R). The application of a harvest strategy framework for a fishery also requires calculating limit exploitation rates. The objective of this study was to calculate the exploitation rates of the two herring spawning stocks off the west coast of Newfoundland from the results of the most recent analytical assessments. For the spring spawning stock,  $F_{med}$  (0.03) and  $F_{0.1}$  (0.16) were proposed as limit exploitation rates, and  $F_{high}$  (0.19) and  $F_{0.1}$  (0.22) for the fall spawning stock. The harvest strategy frameworks established for these two stocks are characterized by a narrow cautious zone. To increase the biomass range of this zone, it was suggested that the upper reference points should be higher than their current values. Thus, corrective management measures could be applied more rapidly in order to reduce the risks that these stocks end up in the critical zone of their harvest strategy frameworks. The two harvest strategy frameworks defined in this study could be updated following the return of the acoustic survey and analytical assessments.



---

## 1.0 INTRODUCTION

## 1.0 INTRODUCTION

La pêche au hareng de l'Atlantique (*Clupea harengus*) contribue grandement à l'économie de la côte ouest de Terre-Neuve (Division 4R de l'OPANO). Depuis plusieurs années, cette espèce y est exploitée par une flotte de grands (> 65' ou 19,8 m) et de petits (< 65') senneurs et par un grand nombre de pêcheurs de filets maillants. La pêche des deux stocks reproducteurs de hareng est gérée par un Total Admissible des Captures (TAC) fixé à 20 000 t. Ce TAC est divisé en trois allocations, soit : (1) 11 000 t (55 % du TAC) pour les grands senneurs, (2) 4 400 t (22 %) pour les petits senneurs, et (3) 4 600 t (23 %) pour les engins fixes. La pêche des grands senneurs est administrée selon un régime de quotas individuels transférables (QIT) et celle des petits senneurs par un régime de quotas individuels (QI). La pêche aux engins fixes est compétitive avec un quota qui est appliqué à toute la Division 4R.

The Atlantic herring (*Clupea harengus*) fishery contributes significantly to the west coast of Newfoundland economy (NAFO Division 4R). For several years, this species has been exploited by a fleet of large (> 65' or 19.8 m) and small (< 65') seiners and by a great number of gillnet fishermen. The fishery on the two herring spawning stocks is managed by a Total Allowable Catch (TAC) which is set at 20,000 t. This TAC is divided between three metiers: (1) 11,000 t (55% of the TAC) for large seiners, (2) 4,400 t (22%) for small seiners, and (3) 4,600 t (23%) for fixed gears. The large seiner fishery is managed under an Individual Transferable Quota (ITQ) system, and the small seiner fishery under an Individual Quota (IQ) system. The fixed gear fishery is competitive with a quota applied for the entire Division 4R.

L'abondance du stock des reproducteurs de printemps a fait l'objet d'évaluations analytiques à l'aide de l'analyse séquentielle de populations (ASP). Deux indices d'abondance étaient alors utilisés pour le calibrage de cette analyse, soit : (1) les prises par unité d'effort de pêcheur-repères (1985-2004), et (2) les nombres à l'âge provenant d'un relevé acoustique qui fut réalisé à six reprises entre 1991 et 2002. Les résultats du relevé servaient aussi à calculer l'abondance des reproducteurs d'automne.

The spring spawning stock abundance has been the subject of analytical assessments using sequential population analysis (SPA). Two abundance indices were then used to calibrate this analysis: (1) the catches per unit effort from index fishermen (1985-2004), and (2) numbers at age from an acoustic survey conducted six times between 1991 and 2002. The survey results were also used to calculate the abundance of the fall spawning stock.

Dans le cadre de l'Approche de Précaution (AP), les résultats des ASP ont été utilisés, entre autres, pour calculer des points de référence limite. Ces points ont été définis de la façon suivante (McQuinn *et al.* 1999) : (1)  $B_{lim}$  qui correspond à 20 % de la biomasse reproductrice maximale de toute la série, et (2)  $B_{buf}$  la biomasse reproductrice ( $>B_{lim}$ ) qui a produit la dernière classe d'âge abondante. Jusqu'à l'annulation du relevé acoustique (le dernier ayant eu lieu à l'automne 2002), les ASP et les analyses de risque étaient réalisées en tenant compte de ces points de référence (Grégoire *et al.* 2004a, 2004b).

Within the framework of the Precautionary Approach (PA), the SPA results were used, among other things, to calculate limit reference points. These points were defined as follows (McQuinn *et al.* 1999): (1)  $B_{lim}$  which corresponds to 20% of the maximum spawning biomass from the entire series, and (2)  $B_{buf}$  the spawning biomass ( $>B_{lim}$ ) that produced the last abundant year-class. The SPA and the risk analyses were conducted considering these reference points until the acoustic survey was cancelled (the last one was conducted in the fall of 2002) (Grégoire *et al.* 2004a, 2004b).

---

L'application d'un cadre AP pour une pêche donnée nécessite aussi le calcul des taux d'exploitation limites (MPO, 2006). Ces derniers n'avaient pas encore été définis pour les deux stocks reproducteurs de hareng de la côte ouest de Terre-Neuve. L'objectif de la présente étude a donc été de calculer ces taux d'exploitation utilisant les résultats des plus récentes évaluations analytiques associées à chaque stock reproducteur.

The application of a PA framework for a given fishery also requires calculating limit exploitation rates (DFO, 2006). The latter had not been defined yet for the two spawning stocks of herring of the west coast of Newfoundland. Therefore, the objective of this study was to calculate these exploitation rates by using results from the most recent analytical assessments for each stock.

## 2.0 MATÉRIEL ET MÉTHODES

## 2.0 MATERIAL AND METHODS

Cinq taux d'exploitation limites ont été calculés, soit : (1)  $F_{low}$ , (2)  $F_{med}$ , (3)  $F_{high}$ , (4)  $F_{0.1}$ , et (5)  $F_{35\%SPR}$  (Annexe 1). Les trois premiers sont couramment utilisés pour la gestion des stocks européens de poissons de fond. Leur calcul a été réalisé en suivant l'approche de Jakobsen (Jakobsen, 1993) et résumée graphiquement à l'Annexe 2. Brièvement, trois lignes droites passant par l'origine ont été tracées à l'intérieur de la plage des observations d'une relation entre les recrues et les biomasses reproductrices (relation "stock-recrutement"). La première ligne a été tracée de façon à ce que 90 % des observations soient situées au-dessus d'elle. La pente de cette ligne correspond au rapport entre les recrues (R) et les biomasses reproductrices (SSB) (Annexe 2). La valeur inverse de cette pente, c'est-à-dire SSB/R, a été positionnée sur la courbe représentant le déclin de la biomasse reproductrice par recrue (SSB/R) en fonction des taux instantanés de mortalité par la pêche (F) (moyennes des âges 4 à 8). La valeur F correspondante à cette ligne représente le taux d'exploitation  $F_{low}$ . Les deux autres lignes ont été tracées de façon à ce qu'il y ait respectivement 50 % et 10 % des données au-dessus de chacune d'elles. Les pentes correspondantes ont permis de calculer  $F_{med}$  et  $F_{high}$ . Les valeurs SSB/R définies précédemment ont été insérées dans le logiciel MFYPR (Multifleet Yield Per Recruit) (Anon, 1999). Ce dernier a produit les relations SSB/R par recrue et rendement par recrue en fonction de F et calculé  $F_{low}$ ,  $F_{med}$ ,  $F_{high}$  de même que  $F_{0.1}$  et  $F_{35\%SPR}$ .

Five limit exploitation rates were calculated: (1)  $F_{low}$ , (2)  $F_{med}$ , (3)  $F_{high}$ , (4)  $F_{0.1}$ , and (5)  $F_{35\%SPR}$  (Appendix 1). The first three are commonly used for managing European groundfish stocks. Their calculation was done using the Jakobsen's approach (Jakobsen, 1993) and presented graphically in Appendix 2. In short, three straight lines passing through the origin were traced within the range of observations of a relationship between recruits and spawning biomasses (stock-recruitment relationship). The first line was traced so that 90% of the 90 % of the observations would be above it. The slope of this line corresponds to the ratio between recruits (R) and spawning biomass (SSB) (Appendix 2). The opposite value of this slope, i.e. SSB/R, was positioned on the curve that represents the decline of spawning biomass per recruit (SSB/R) in function to the instantaneous rates of fishing mortality (F) (average ages 4 to 8). The F value that corresponds to this line represents the exploitation rate  $F_{low}$ . The two other lines were traced so that 50% and 10% of the data respectively were above each of them. The corresponding slopes provided the calculation of  $F_{med}$  and  $F_{high}$ . The SSB/R values as previously defined were added to the MFYPR (Multifleet Yield Per Recruit) software (Anon, 1999). The latter produced the SSB/R relationships per recruit and yield per recruit in function to F and calculated  $F_{low}$ ,  $F_{med}$ ,  $F_{high}$  as well as  $F_{0.1}$  and  $F_{35\%SPR}$ .

Les calculs précédents ont nécessité les données suivantes : (1) capture à l'âge, (2) poids de la capture à l'âge (kg), (3) poids de la population à l'âge (kg), (4) mortalité naturelle (M) (fixée à 0.2), (5) ogive de maturité, (6) proportion de F complétée avant la ponte (fixée à 0), (7) proportion de M complétée avant la ponte (fixée à 0), et (8) les nombres et les mortalités à l'âge provenant des dernières évaluations analytiques (Grégoire et al. 2004a, 2004b). Toutes ces données dans leur format de lecture pour MFYPR sont présentées à l'Annexe 3 pour le stock de printemps et à l'Annexe 4 pour celui d'automne.

The previous calculations required the following data: (1) catch at age, (2) weight at age (kg), (3) population weight at age (kg), (4) natural mortality (M) (set at 0.2), (5) maturity ogive, (6) proportion of F completed before spawning (set at 0), (7) proportion of M completed before spawning (set at 0), and (8) numbers and mortalities at age from previous analytical assessments (Grégoire et al. 2004a, 2004b). All this data are presented in Appendix 3 for the spring stock and Appendix 4 for the fall stock.

## 3.0 RÉSULTATS

### 3.1 Reproducteurs de printemps

#### 3.1.1 Point de référence limite (PRL) et point de référence supérieure (PRS)

Selon la terminologie de l'Approche de Précaution, les termes  $B_{lim}$  et  $B_{buf}$  se nomment désormais point de référence limite (PRL) et point de référence supérieure (PRS). Le point de référence limite pour le stock des reproducteurs de printemps a été fixé à 37 384 t (McQuinn et al. 1999). La biomasse du stock n'a été inférieure à ce point de référence qu'à trois reprises entre 1996 et 1998 (Figure 1A). La biomasse du stock s'est retrouvée sous le point de référence supérieure, fixé à 57 468 t (McQuinn et al. 1999), en 1965, 1966, 1983 et entre 1994 et 2000. La relation "stock-recrutement" est caractérisée par un grand nombre de biomasses élevées qui ont produit peu de recrues (âge 2) (Figure 1B). En fait, trois des quatre classes d'âge les plus abondantes (1968, 1982, et 1969) ont été produites par des biomasses relativement peu élevées.

#### 3.1.2 Taux d'exploitation limites

Les trois lignes utilisées pour le calcul des taux d'exploitation  $F_{low}$ ,  $F_{med}$ , et  $F_{high}$  sont présentées à la Figure 2A.  $F_{low}$  n'a pu être calculé par MFYPR car la pente (R/SSB) de la ligne correspondante était très faible ce qui a résulté en une valeur de SSB/R (6,25) située à

## 3.0 RESULTS

### 3.1 Spring spawners

#### 3.1.1 Limit reference point (LRP) and upper reference point (URP)

According to Precautionary Approach Precaution, the terms  $B_{lim}$  and  $B_{buf}$  now carry the limit reference point (LRP) and upper reference point (URP) designation. The limit reference point for the spring spawning stock was set at 37,384 t (McQuinn et al. 1999). The stock biomass fell below this reference point only three times between 1996 and 1998 (Figure 1A). The stock biomass was below the upper reference point, set at 57,468 t (McQuinn et al. 1999), in 1965, 1966, 1983 and between 1994 and 2000. The "stock-recruitment" relationship is characterized by a large number of high biomasses which produced few recruits (age 2) (Figure 1B), while three of the four most abundant year-classes (1968, 1982, and 1969) were produced by relatively low biomasses.

#### 3.1.2 Limit exploitation rates

The three lines used for calculating the exploitation rates  $F_{low}$ ,  $F_{med}$ , and  $F_{high}$  are presented in Figure 2A.  $F_{low}$  could not be calculated by MFYPR because the slope of the corresponding line was too low and resulted in a SSB/R value (6.25) that

l'extérieur de la relation entre SSB/R et F was outside the SSB/R and F relationship (Figure 2B). Les taux d'exploitation  $F_{med}$ ,  $F_{35\%SPR}$  et  $F_{high}$  ont été estimés respectivement à 0,03, 0,43 et 1,84 par rapport à 0,16 pour  $F_{0,1}$  (Figure 2C). Les taux  $F_{35\%SPR}$  et  $F_{high}$  ont été exclus du choix des taux d'exploitation limites puisqu'ils se situent bien au-delà des mortalités par la pêche calculées par SPA (Figure 3A). Les deux autres taux d'exploitation, soit  $F_{med}$  et  $F_{0,1}$ , sont proposés comme taux d'exploitation limites associés à ce stock.

### 3.1.3 Cadre stratégique de la pêche

Selon la Figure 3B, lorsque la biomasse du stock des reproducteurs de printemps est dans la zone saine,  $F_{0,1}$  (0,16) doit correspondre au taux d'exploitation qu'il ne faut pas dépasser (il l'a été à deux reprises).  $F_{0,1}$  n'est pas une cible mais une limite maximale. Dans la zone de prudence, les mesures de gestion devraient favoriser un rétablissement du stock en abaissant progressivement le taux d'exploitation de  $F_{0,1}$  à  $F_{med}$ . La Figure 3B présente une réduction proportionnelle du taux d'exploitation par rapport à la taille du stock. Lorsque le stock se situe dans la zone critique, les mesures de gestion doivent favoriser la croissance du stock. Le taux d'exploitation doit alors être maintenu au plus bas niveau possible et même à des valeurs inférieures à  $F_{med}$ . Pour les zones de prudence et critique, cinq valeurs de F se sont retrouvées au-delà des limites proposées.

La Figure 4 représente les points de référence précédents appliqués au cadre de gestion utilisé par le Conseil International pour l'Exploration de la Mer (CIEM). Par rapport au cadre canadien, les axes sont inversés et d'autres points de référence peuvent être utilisés. De plus, aucune stratégie de réduction du taux d'exploitation n'est proposée lorsque la taille du stock passe sous le point de référence supérieure. Selon le cadre employé par le CIEM, cinq zones définissant l'état d'un stock sont définis, soit : (1) cible (vert), (2) tampon (jaune), (3) surpêche surpêchée (rouge). Le stock des reproducteurs de printemps s'est situé dans les zones de surpêche et à très haut risque au milieu des années 1980 et lors de la seconde moitié des

(Figure 2B). The exploitation rates  $F_{med}$ ,  $F_{35\%SPR}$  and  $F_{high}$  were estimated respectively at 0.03, 0.43 and 1.84 compared to 0.16 for  $F_{0,1}$  (Figure 2C). The  $F_{35\%SPR}$  and  $F_{high}$  rates were excluded from the choice of limit exploitation rates because they were well above the fishing mortality calculated by SPA (Figure 3A). The two other exploitation rates,  $F_{med}$  and  $F_{0,1}$ , were proposed as limit exploitation rates associated with this stock.

### 3.1.3 Harvest strategy framework

According to Figure 3B, when the biomass of the spring spawners stock is in the healthy zone,  $F_{0,1}$  (0.16) must correspond to the exploitation rate that should not be exceeded (it was exceeded twice).  $F_{0,1}$  is not a target but a maximum limit. In the cautious zone, management measures should promote stock recovery by gradually decreasing the exploitation rate from  $F_{0,1}$  to  $F_{med}$ . Figure 3B presents a proportionate reduction of the exploitation rate compared with the stock's size. When the stock is within the critical zone, management measures should promote stock growth. Exploitation rates must then be maintained at the lowest level and even at values below  $F_{med}$ . In the cautious and critical zones, five F values exceeded the proposed limits.

Figure 4 represents the previous reference points applied to the management framework used by the International Council for the Exploration of the Sea (ICES). Compared to the Canadian framework, the axes are inverted and other reference points may be used. In addition, there has been no proposal in terms of exploitation rate reduction when stock size drops below the upper reference point. Based on the framework used by the ICES, five zones defining stock status are provided: (1) target (green), (2) buffer (yellow), (3) overfishing (red), (4) at high risk (red), and (5) overfished (red). The spring spawning stock was in the overfishing and high risk zones in the mid-1980s and during the second half of the

---

années 1990. Au moment de la dernière évaluation (2003), le stock se situait dans la zone tampon.

Entre 1965 et 1974, 60 % des observations se situait dans la zone cible contre 40 % dans la zone tampon (Figure 5). Entre 1975 et 1984, seulement 10 % des observations se situait dans la zone cible contre 60 % pour la zone tampon et 30 % pour les zones à éviter (rouge). La situation s'est améliorée entre 1985 et 1994 avec 90 % des observations dans la zone tampon par rapport à 55 % pour la période 1995-2003. Le plus grand pourcentage d'observations (45 %) dans les zones à éviter a aussi été observé pour cette période et plus particulièrement pour la fin des années 1990 (Figure 4).

### 3.2 Reproducteurs d'automne

#### 3.2.1 Point de référence limite (PRL) et point de référence supérieure (PRS)

Pour le stock des reproducteurs d'automne, les points de référence limite (PRL) et supérieure (PRS) ont été fixés respectivement à 47 953 t et 61 074 t (McQuinn *et al.* 1999). L'abondance de ce stock n'a été inférieure à PRL qu'à quatre reprises, soit entre 1978 et 1981 (Figure 6A). Par contre, l'abondance du stock a été inférieure à PRS entre 1976 et 1982 et entre 1997 et 2002. La relation "stock-recrutement" est caractérisée par des biomasses élevées qui ont produit de faibles recrues (Figure 6B). En fait, la classe d'âge la plus abondante (1979) a été produite par l'une des plus faibles biomasses.

#### 3.2.2 Taux d'exploitation limites

Les trois lignes permettant le calcul de  $F_{low}$ ,  $F_{med}$ , et  $F_{high}$  sont présentées à la Figure 7A.  $F_{low}$  et  $F_{med}$  n'ont pu être calculés par MFYPR car les pentes (R/SSB) des lignes correspondantes étaient peu élevées ce qui a produit des valeurs SSB/R (7,58 et 1,56) situées à l'extérieur de la relation entre SSB/R et F (Figure 7B). Les taux d'exploitation  $F_{high}$  et  $F_{35\%SPR}$  ont été estimés respectivement à 0,19 et 0,34 (Figure 7B) par rapport à 0,22 pour  $F_{0.1}$  (Figure 7C).  $F_{35\%SPR}$  a

Between 1965 and 1974, 60% of the observations were in the target zone versus 40% in the buffer zone (Figure 5). Between 1975 and 1984, only 10% of the observations were in the target zone and 60% in the buffer zone, while 30% were in the zones to be avoided (red). The situation improved between 1985 and 1994 with 90% of the observations in the buffer zone compared to 55% during the 1995-2003 period. The highest percentage of observations (45%) in zones to be avoided was also reported during this period and more specifically at the end of the 1990s (Figure 4).

### 3.2 Fall spawners

#### 3.2.1 Limit reference point (LRP) and upper reference point (URP)

For the fall spawning stock, the limit reference point (LRP) and upper reference point (URP) were set at 47,953 t and 61,074 t respectively (McQuinn *et al.* 1999). This stock's abundance was below the LRP only four times, between 1978 and 1981 (Figure 6A). However, the stock's abundance was below the URP between 1976 and 1982 and between 1997 and 2002. The "stock-recruitment" relationship was characterized by high biomasses that produced low recruits (Figure 6B). In fact, the most abundant year-class (1979) was produced by one of the lowest biomasses.

#### 3.2.2 Limit exploitation rates

The three lines for calculating  $F_{low}$ ,  $F_{med}$ , and  $F_{high}$  are presented in Figure 7A.  $F_{low}$  and  $F_{med}$  could not be calculated by MFYPR because the slopes (R/SSB) of the corresponding lines were low and resulted in SSB/R values (7.58 and 1.56) that were outside the SSB/R and F relationship (Figure 7B). The exploitation rates  $F_{high}$  and  $F_{35\%SPR}$  were estimated respectively at 0.19 and 0.34 (Figure 7B) compared to 0.22 for  $F_{0.1}$ .

---

été exclu du choix des taux d'exploitation limites (Figure 7C).  $F_{35\%SPR}$  was excluded from the choice of limit exploitation rates because it puisqu'il se situe bien au-delà des mortalités par la pêche calculées par ASP (Figure 8A).  $F_{high}$  et  $F_{0.1}$  sont proposés comme taux d'exploitation limites associés à ce stock reproducteur.

choice of limit exploitation rates because it was well above the fishing mortality calculated by SPA (Figure 8A).  $F_{high}$  and  $F_{0.1}$  were proposed as limit exploitation rates associated with this spawning stock.

### 3.2.3 Cadre stratégique de la pêche

Le cadre stratégique associé à ce stock reproducteur est présenté à la Figure 8B. Toutes les valeurs observées se situent en-deçà des taux d'exploitation limites ce qui inclus les plus faibles biomasses. Ce stock ne s'est jamais retrouvé dans les zones surpêche et à très haut risque (Figure 9). Il a été présent dans la zone surpêchée mais à trois reprises seulement, soit entre 1979 et 1981. Au moment de la dernière évaluation (2002), le stock se situait dans la zone tampon. Entre 1965 et 1974, 100 % des observations se sont retrouvées dans la zone cible (Figure 10). Entre 1975 et 1984, seulement 30 % des observations se situait dans cette zone par rapport à 30 % pour la zone tampon et 40 % pour les zones à éviter. Au cours de la décennie suivante, 100 % des observations se sont retrouvées dans la zone cible comparativement à 20 % entre 1995 et 2002. Lors de cette dernière période, 80 % des observations se situait dans la zone tampon.

### 3.2.3 Harvest strategy framework

The strategic framework associated with this spawning stock is presented in Figure 8B. All the values observed were below the limit exploitation rates which include the lowest biomasses. This stock was never found in overfishing and high risk zones (Figure 9). It was found in the overfished zone only three times, between 1979 and 1981. During the last assessment (2002), the stock was in the buffer zone. Between 1965 and 1974, 100% of the observations were in the target zone (Figure 10). Between 1975 and 1984, only 30% of the observations were in this zone compared to 30% in the buffer zone and 40% in zones to be avoided. During the following decade, 100% of the observations were in the target zone compared to 20% between 1995 and 2002. During the latter period, 80% of the observations were in the buffer zone.

## 4.0 CONCLUSION

La principale caractéristique des relations "stock-recrutement" des deux stocks reproducteurs de hareng de la côte ouest de Terre-Neuve est la production de très faibles classes d'âge lorsque les stocks sont à des niveaux d'abondance très élevés. En fait, les classes d'âge abondantes ont été produites lorsque l'abondance de ces stocks était faible.

## 4.0 CONCLUSION

The main characteristics of "stock-recruitment" relationships of the two herring spawning stocks of the west coast of Newfoundland is the production of very weak year-classes when stocks are at very high abundance levels. In fact, the abundant year-classes were produced when the abundance of these stocks was low.

Les cadres stratégiques de pêche qui ont été définis pour ces deux stocks de hareng sont caractérisés par des zones de prudence étroites. Il est suggéré de redéfinir les points de référence supérieure de façon à ce qu'ils soient plus élevés que les valeurs actuelles. Ainsi, des baisses d'abondance pourraient être détectées plus rapidement. De plus, des mesures de

The harvest strategy frameworks that have been defined for these two stocks are characterized by narrow cautious zones. It was suggested that the upper reference points be redefined so that they are higher than the current values. Thus, decreases in abundance could be spotted more rapidly. In addition, corrective management measures

---

gestion correctrices pourraient être appliquées could be applied to reduce the risks that en vue de réduire les risques de voir passer ces these stocks end up in the critical zone. stocks dans la zone critique.

La réduction des taux d'exploitation proposée The proposed exploitation rate decrease for pour la zone tampon est de type proportionnel. the buffer zone is proportional. Other types of D'autres types de réduction, comme en palier reduction, in stages for instance, could be par exemple, pourraient être discutés avec discussed with industry. l'Industrie.

L'examen du cadre stratégique défini pour les The assessment of the harvest strategy reproducteurs d'automne indique que ce stock framework for fall spawners indicated that ne présentait pas de problèmes inquiétants. this stock did not show any serious Toutes les valeurs de F calculées par ASP sont problems. All the F values calculated by SPA en-deçà des taux d'exploitation limites. Comme are below the limit exploitation rates. As l'indique la Figure 11, ce stock a subi beaucoup shown in Figure 11, this stock has moins de pression de pêche que le stock des experienced far less fishing pressure than reproducteurs de printemps. Le stock d'automne the spring spawners stock. The fall stock is est aussi caractérisé par une plus faible also characterized by a lower productivity. productivité. Par exemple, seulement deux For example, only two significant year-classes d'âge importantes (1979 et 1990) ont classes (1979 and 1990) were produced été produites au cours de la période 1965-2002. during the 1965-2002 period.

Les deux cadres stratégiques définis au cours The two harvest strategy frameworks defined de la présente étude seront mis à jour après le during this study would be updated after the retour du relevé acoustique et des évaluations return of the acoustic survey and the analytiques. Pour ce faire, il faudra attendre analytical assessments. For this, it will be d'avoir les résultats d'au moins quatre relevés. necessary to wait for the results of at least Entre temps, les résultats de ces relevés four surveys. Until then, the results of these pourront être comparés à ceux réalisés entre surveys could be compared with those 1991 et 2002.

## 5.0 REMERCIEMENTS

De très sincères remerciements sont exprimés à We would like to thank Dr. Daniel Duplisea l'égard du Dr. Daniel Duplisea et de M. Mathieu and M. Mathieu Desgagnés for reviewing the Desgagnés pour la révision du document.

## 5.0 ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank Dr. Daniel Duplisea and M. Mathieu Desgagnés for reviewing the document.

---

## **6.0 RÉFÉRENCES / REFERENCES**

- Anon, 1999. Report of the ICES workshop on Standard Assessment Tools for Working Groups. Aberdeen. 3<sup>rd</sup> – 5<sup>th</sup> March 1999.
- DFO, 2006. A Harvest Strategy Compliant with the Precautionary Approach. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2006/023.
- Grégoire, F., L. Lefebvre and J. Lavers. 2004a. Analytical assessment and risk analyses for the herring (*Clupea harengus harengus* L.) stocks of the west coast of Newfoundland (NAFO Division 4R) in 2002. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2004/060. 89pp.
- Grégoire, F., L. Lefebvre and J. Lavers. 2004b. Analytical assessment and risk analyses for the spring spawning herring (*Clupea harengus harengus* L.) stock of the west coast of Newfoundland (NAFO Division 4R) in 2003. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2004/090. 66pp.
- Jakobsen, T. 1993. The behaviour of  $F_{low}$ ,  $F_{med}$  and  $F_{high}$  in response to variation in parameters used for their estimation. p.119-125. In: S. J. Smith, J. J. Hunt and D. Rivard [ed.] Risk evaluation and biological reference points for fisheries management. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 120. 442pp.
- McQuinn, I. H., M. Hammil, and L. Lefebvre. 1999. An assessment and risk projections of the west coast of Newfoundland (NAFO Division 4R) herring stocks (1965 to 2000). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 99/119, 94pp.
- MPO, 2006. Stratégie de pêche en conformité avec l'approche de précaution. Secr. Can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2006/023.

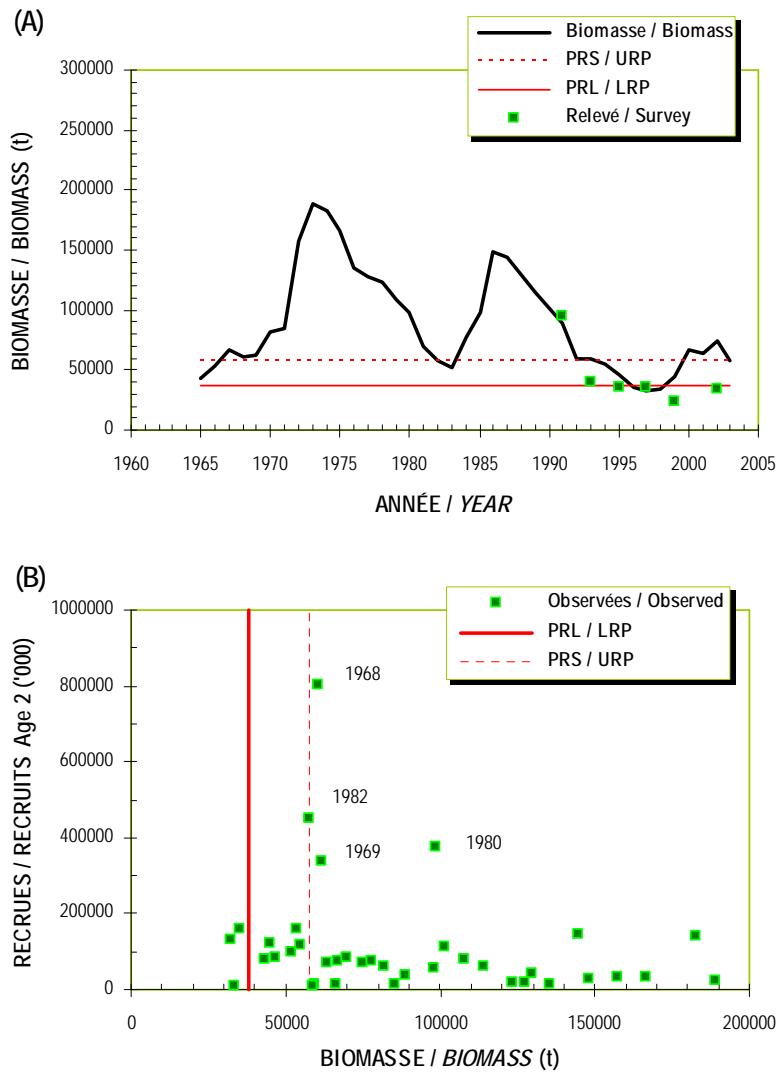


Figure 1. Biomasse reproductrice (t) du stock des reproducteurs de printemps évaluée par SPA pour la période de 1965 à 2003 (A) et relation stock-recrutement (B). Les points de référence limite (PRL : 37 384 t) et supérieure (PRS : 57 468 t) sont indiqués de même que les quatre plus abondantes classes d'âge / Spawning biomass (t) of the spring spawning stock assessed by SPA for the 1965-2003 period (A) and stock-recruitment relationship (B). Limit (LRP: 37,384 t) and upper (URP: 57,468 t) reference points are indicated as the four most abundant year-classes.

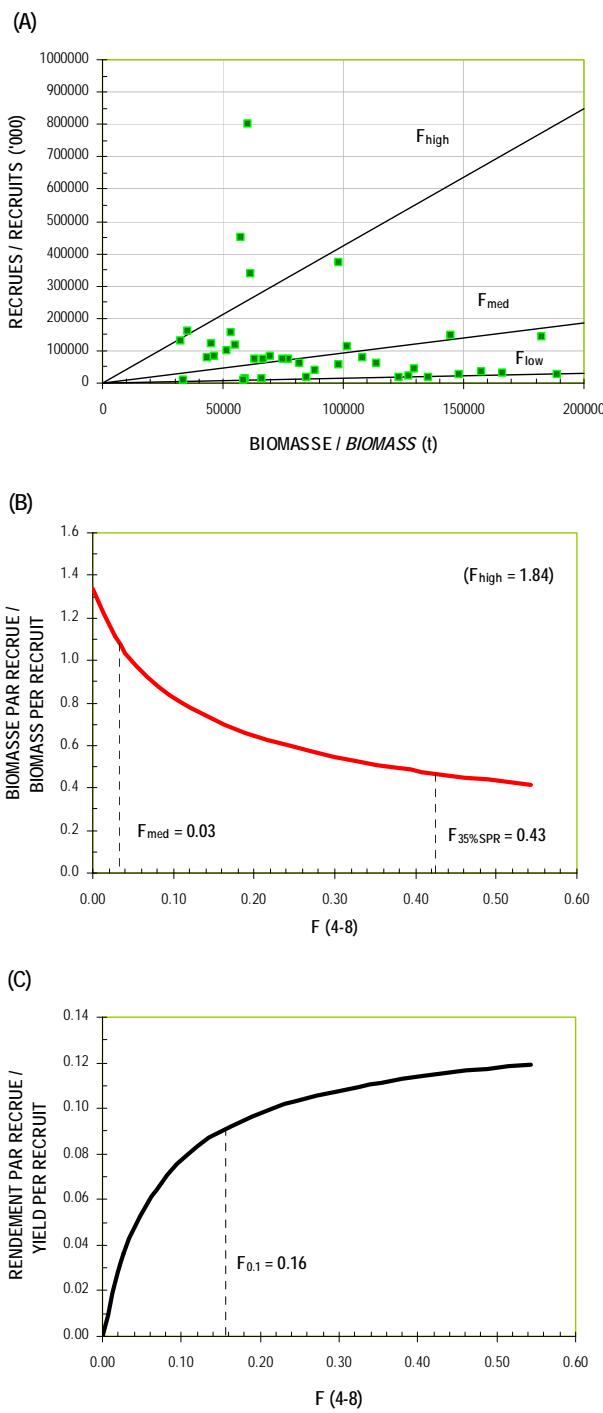


Figure 2. Relation stock-recrutement et lignes droites associées à des taux d'exploitation limite (A), biomasse reproductrice par recrue (B) et rendement par recrue (C) en fonction de la mortalité par la pêche (moyenne des âges 4 à 8) pour le stock des reproducteurs de printemps / Stock-recruitment relationship with straight lines associated with exploitation limit rates (A), spawning biomass per recruit (B) and yield per recruit (C) in function to the fishing mortality (average ages 4 to 8) for the spring spawning stock.

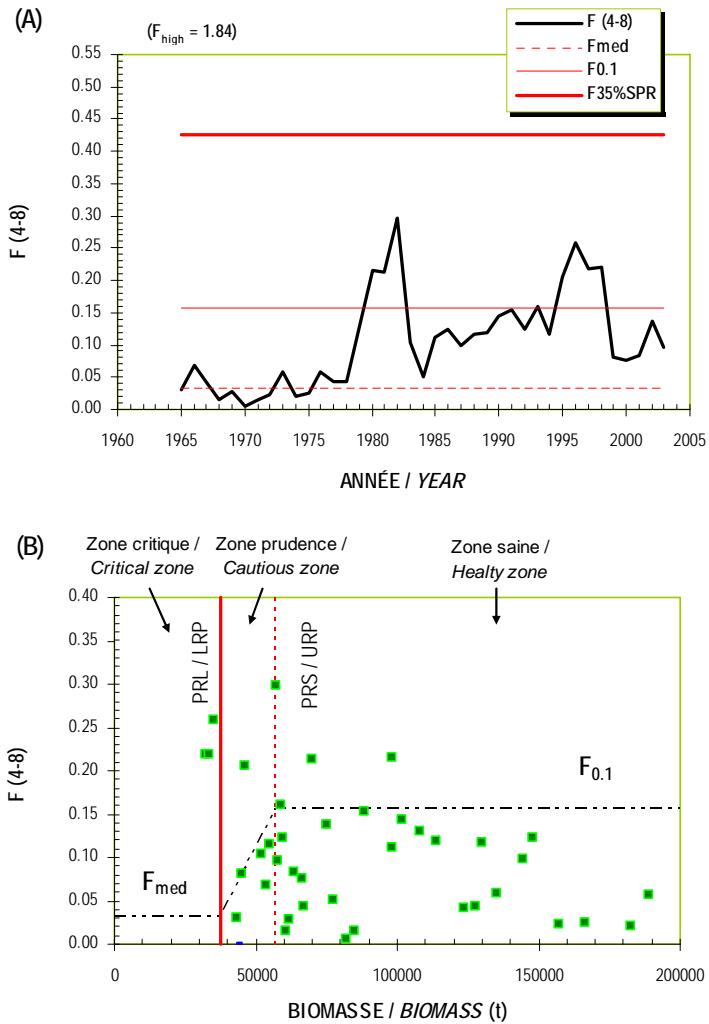


Figure 3. Mortalité par la pêche (moyenne des âges 4 à 8) et taux d'exploitation (A) et cadre stratégique de la pêche (B) du stock des reproducteurs de printemps (les points de référence limite et supérieure et les taux d'exploitation limite  $F_{0.1}$  et  $F_{\text{med}}$  sont indiqués) / Fishing mortality (average ages 4 to 8) and rates of exploitation (A) and harvest strategy framework (B) for the spring spawning stock (limit and upper reference points and exploitation limit rates  $F_{0.1}$  and  $F_{\text{med}}$  are indicated).

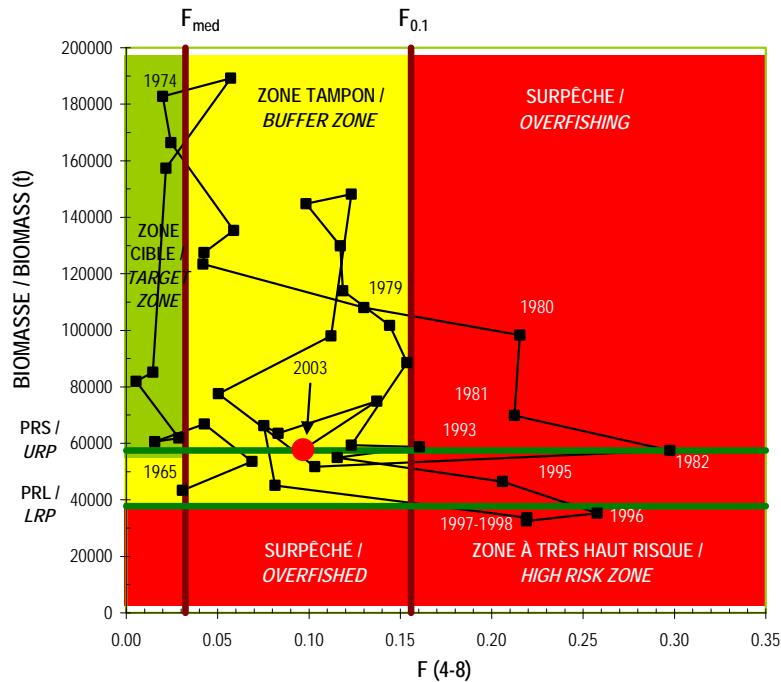


Figure 4. Cadre stratégique de la pêche du stock des reproducteurs de printemps de la côte ouest de Terre-Neuve selon l'approche du CIEM / *Harvest strategy framework for the spring spawning stock of the west coast of Newfoundland according to the ICES approach.*

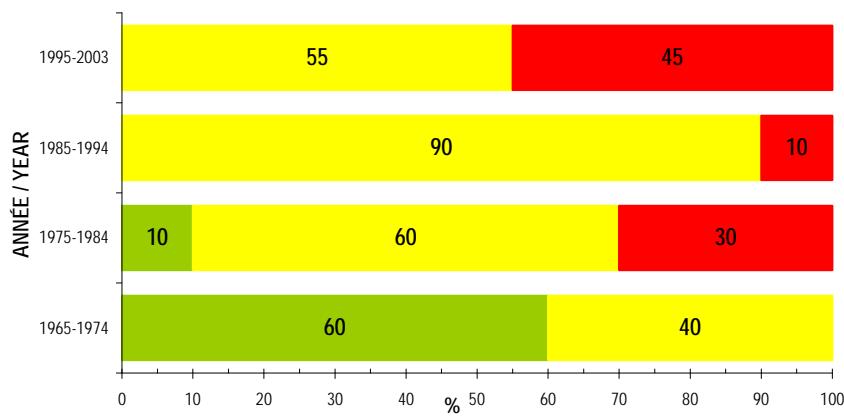


Figure 5. Trajectoire de la mortalité par la pêche (moyenne des âges 4-8) pour le stock des reproducteurs de printemps de la côte ouest de Terre-Neuve / *Trajectory of the fishing mortality (average ages 4 to 8) for the spring spawning stock of the west coast of Newfoundland.*

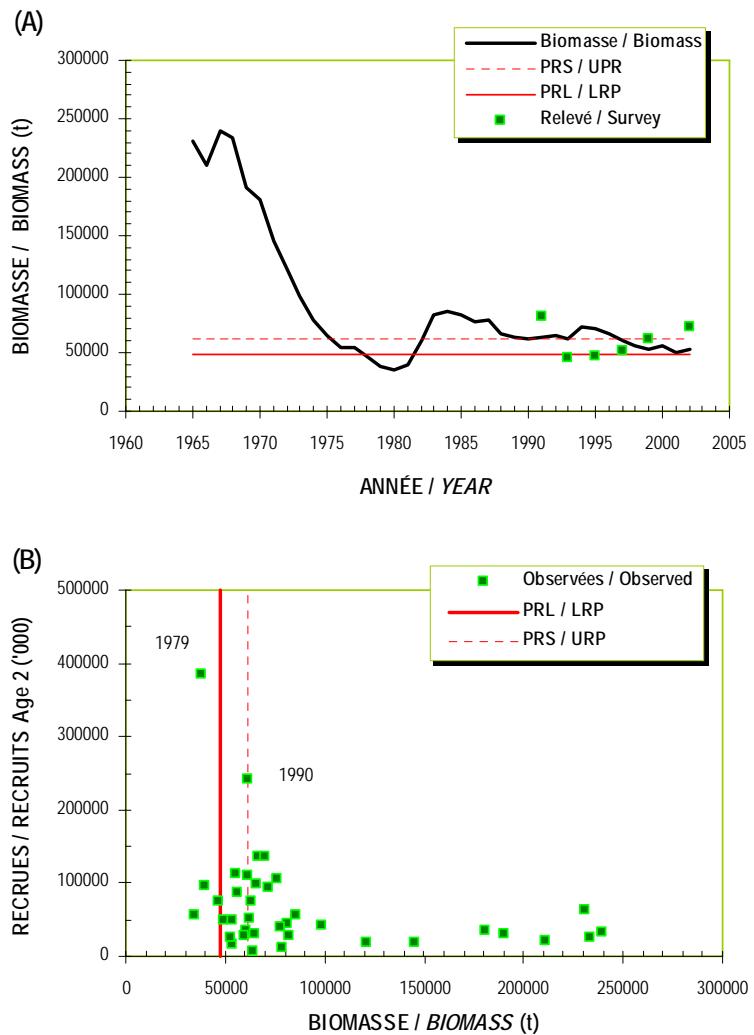


Figure 6. Biomasse reproductrice (t) du stock des reproducteurs d'automne évaluée par ASP pour la période de 1965 à 2002 (A) et relation stock-recrutement (B). Les points de référence limite (PRL : 47 953 t) et supérieure (PRS : 61 074 t) sont indiqués de même que les deux plus abondantes classes d'âge / *Spawning biomass (t) of the fall spawning stock assessed by SPA for the 1965-2002 period (A) and stock- recruitment relationship (B). Limit (LRP: 47,953 t) and upper (URP: 61,074 t) reference points are indicated as the two most abundant year-classes.*

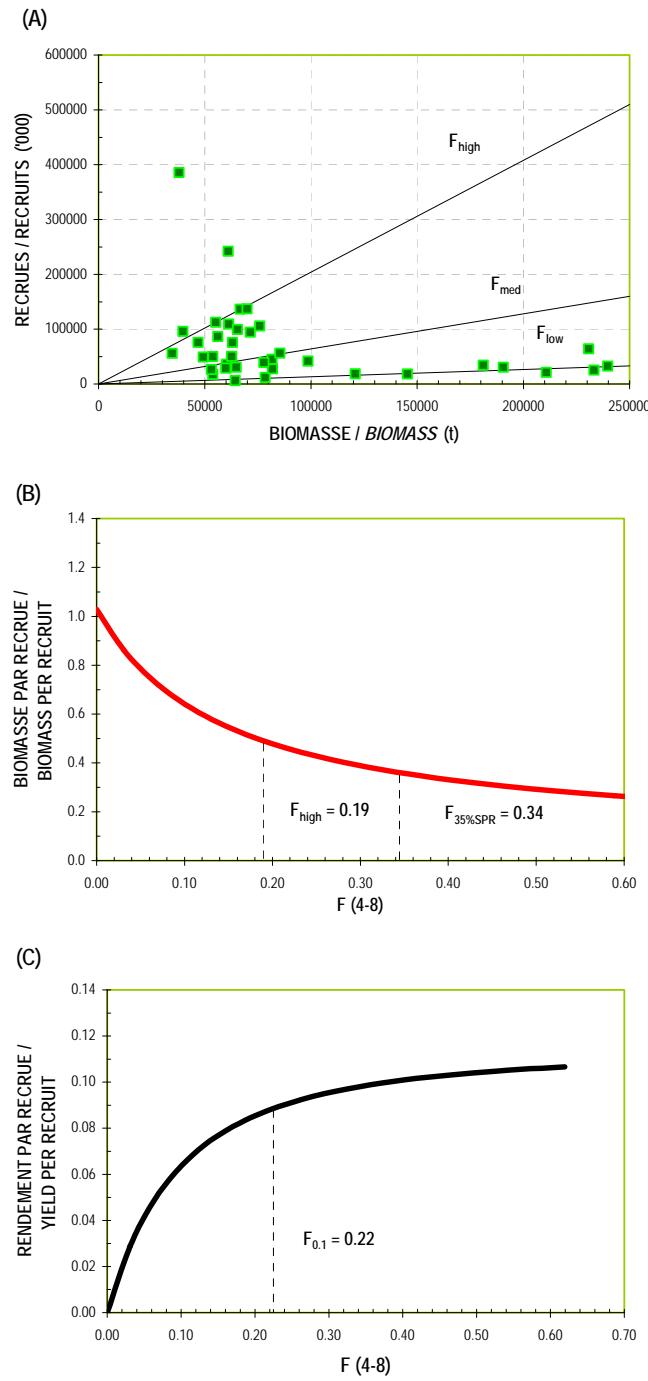


Figure 7. Relation stock-recrutement et lignes droites associées à des taux d'exploitation limite (A), biomasse reproductrice par recrue (B) et rendement par recrue (C) en fonction de la mortalité par la pêche (moyenne des âges 4 à 8) pour le stock des reproducteurs d'automne / Stock-recruitment relationship with straight lines associated with exploitation limit rates (A), spawning biomass per recruit (B) and yield per recruit (C) in function to the fishing mortality (average ages 4 to 8) for the fall spawning stock.

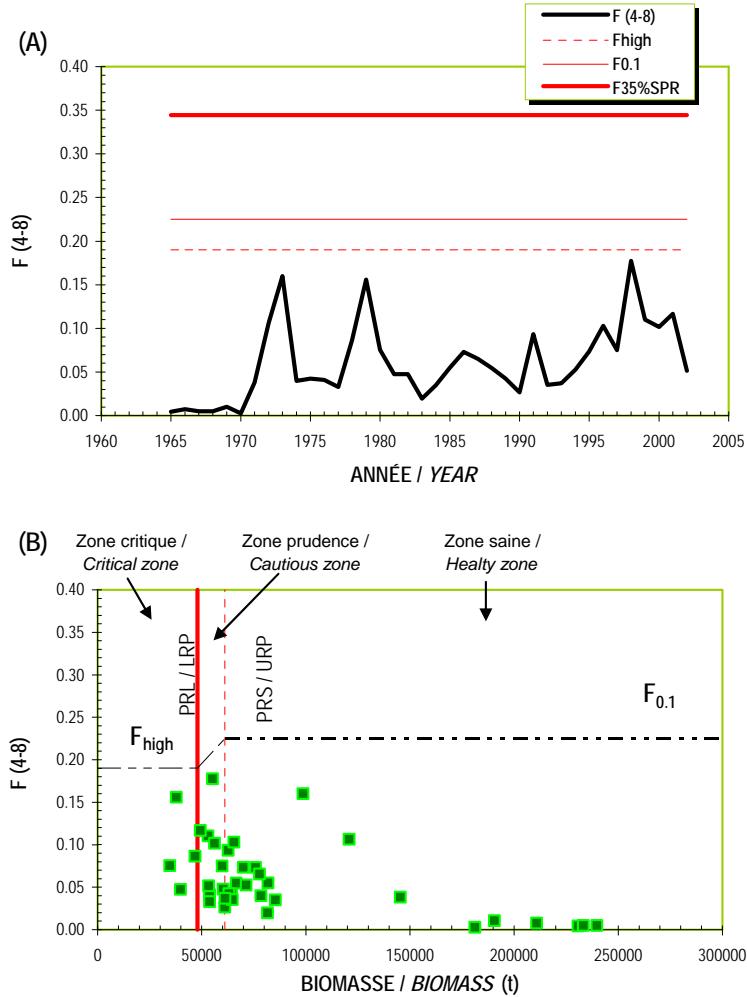


Figure 8. Mortalité par la pêche (moyenne des âges 4 à 8) et taux d'exploitation (A) et cadre stratégique de la pêche (B) du stock des reproducteurs d'automne (les points de référence limite et supérieure et les taux d'exploitation limite  $F_{0.1}$  et  $F_{high}$  sont indiqués) / Fishing mortality (average ages 4 to 8) and rates of exploitation (A) and harvest strategy framework (B) for the fall spawning stock (limit and upper reference points and exploitation limit rates  $F_{0.1}$  and  $F_{high}$  are indicated).

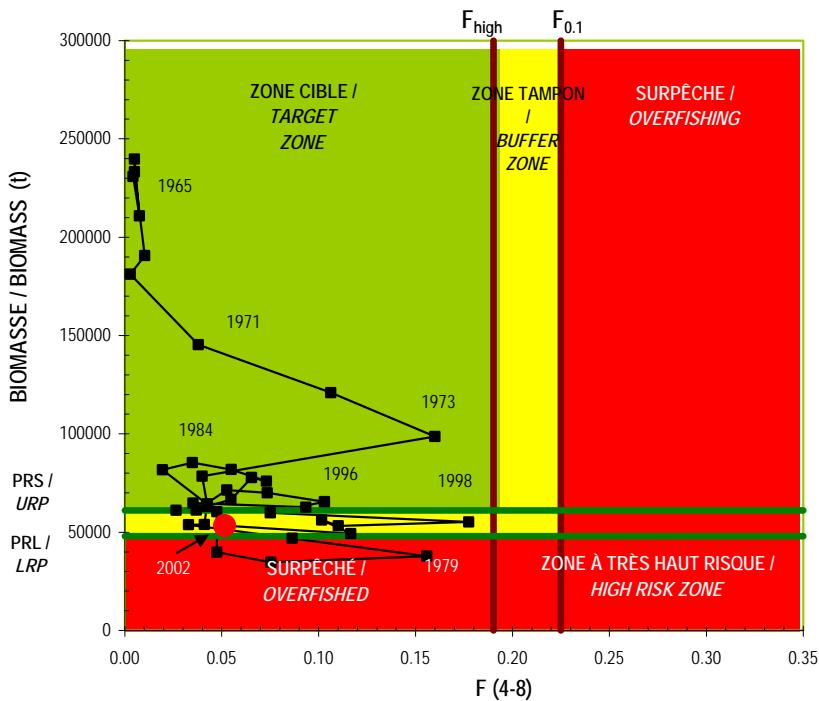


Figure 9. Cadre stratégique de la pêche du stock des reproducteurs d'automne de la côte ouest de Terre-Neuve selon l'approche du CIEM / *Harvest strategy framework for the fall spawning stock of the west coast of Newfoundland according to the ICES approach.*

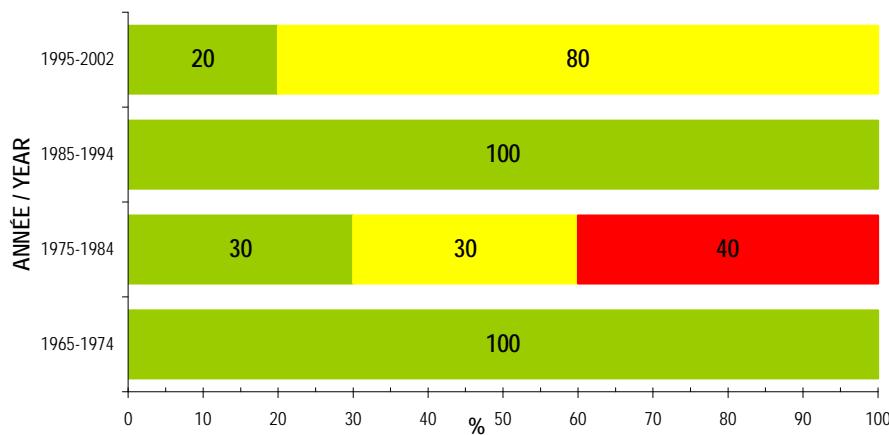


Figure 10. Trajectoire de la mortalité par la pêche (moyenne des âges 4-8) pour le stock des reproducteurs d'automne de la côte ouest de Terre-Neuve / *Trajectory of the fishing mortality (average ages 4 to 8) for the fall spawning stock of the west coast of Newfoundland.*

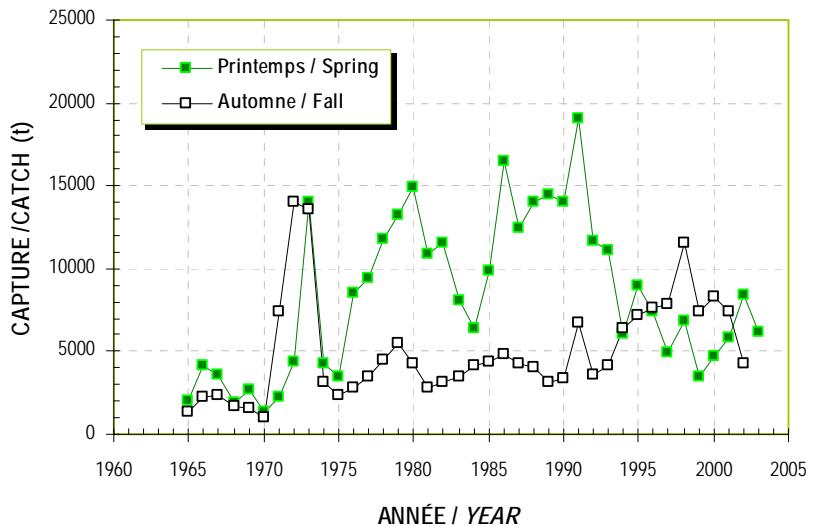


Figure 11. Capture (t) des reproducteurs de printemps et d'automne de la côte ouest de Terre-Neuve pour la période de 1965 à 2003 / Catches (t) of the Spring and Fall spawners of the west coast of Newfoundland for the 1965-2003 period.

---

Annexe 1. Définition des taux d'exploitation limite.

$F_{low}$ : la mortalité par la pêche qui correspond au 90<sup>iè</sup> percentile de la relation historique entre biomasse reproductrice et recrue (SSB/R)

$F_{med}$ : la mortalité par la pêche qui correspond au 50<sup>iè</sup> percentile de la relation historique entre biomasse reproductrice et recrue (SSB/R)

$F_{high}$ : la mortalité par la pêche qui correspond au 10<sup>iè</sup> percentile de la relation historique entre biomasse reproductrice et recrue (SSB/R)

$F_{0.1}$ : la mortalité par la pêche pour laquelle la pente de la courbe de rendement par recrue est de 0.1 la valeur de la pente à l'origine

$F_{35\%SPR}$ : la mortalité par la pêche pour laquelle le rapport des reproducteurs par recrue est de 35 % de la valeur lorsque la mortalité par la pêche est 0

Appendix 1. Definition of the limit exploitation rates

$F_{low}$ : the fishing mortality corresponding to the 90<sup>th</sup> percentile of historical spawner per recruit relationship (SSB/R)

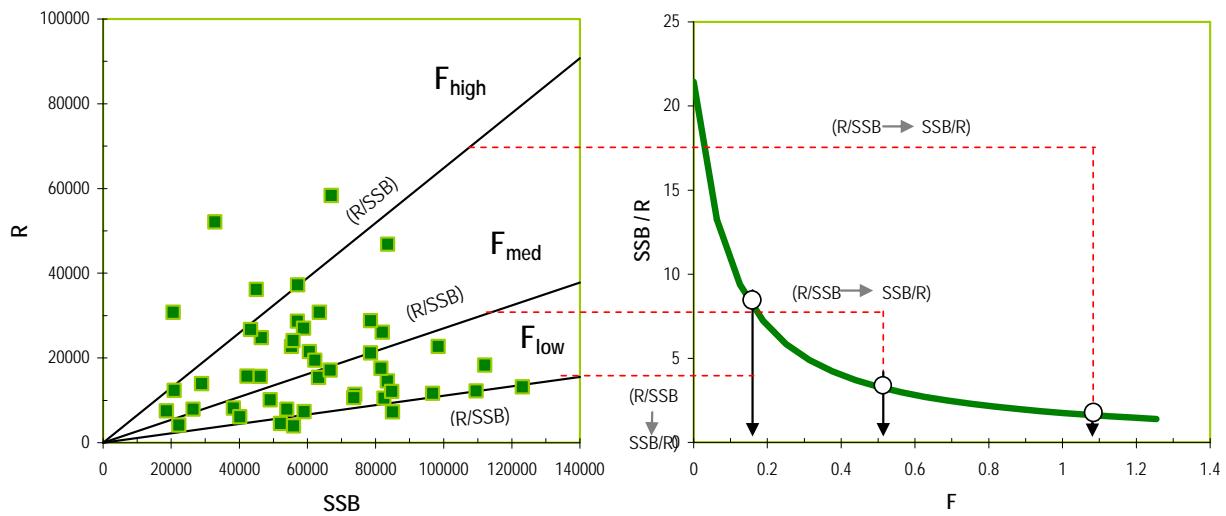
$F_{med}$ : the fishing mortality corresponding to the 50<sup>th</sup> percentile of historical spawner per recruit relationship (SSB/R)

$F_{high}$ : the fishing mortality corresponding to the 10<sup>th</sup> percentile of historical spawner per recruit relationship (SSB/R)

$F_{0.1}$ : the fishing mortality at which the slope of the yield per recruit curve is 0.1 times its slope at the origin

$F_{35\%SPR}$ : the fishing mortality at which spawner per recruit is 35% of the spawner per recruit when fishing mortality is zero

Annexe 2. Représentation graphique de l'estimation de  $F_{low}$ ,  $F_{med}$  et  $F_{high}$ .  
 Appendix 2. Graphic representation of the estimation of  $F_{low}$ ,  $F_{med}$  and  $F_{high}$ .



---

Annexe 3. Données d'entrée de MFYPR pour l'estimation des taux d'exploitation du stock des reproducteurs de printemps.

*Appendix 3. MFYPR input data for the estimation of the spring spawning stock exploitation rates.*

(1) Fichier projection / *Projection file*

Titre / Title

1

D:\HER\HERCN.DAT

D:\HER\HERCW.DAT

D:\HER\HERSW.DAT

D:\HER\HERNM.DAT ---> fixée à 0.2 / *fixed to 0.2*

D:\HER\HERMO.DAT

D:\HER\HERPF.DAT ---> fixée à 0 / *fixed to 0*

D:\HER\HERPM.DAT ---> fixée à 0 / *fixed to 0*

D:\HER\HERF.DAT

D:\HER\HERN.DAT

D:\HER\CONTROL.DAT ---> fichier dummy / *dummy file*

(2) Capture à l'âge ('000) / *Catch at age ('000)*

Titre / Title

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1965	2003								
2	11								
1									
630	73	13	693	1602	1293	651	461	305	509
115	283	276	520	1822	4176	2090	1652	382	638
0	18	459	139	318	3403	2745	1265	742	847
84	163	302	549	203	569	1120	2049	420	358
366	1730	2778	1026	500	264	703	1259	1185	117
1067	570	297	435	182	75	116	565	1615	61
0	2527	303	841	720	651	340	350	2412	255
284	220	8189	1308	1461	1245	1115	1377	1034	2013
1833	435	1063	27872	2570	3222	3232	2598	4789	5696
141	261	130	371	9445	318	851	774	490	2175
57	996	420	100	1063	8431	317	336	244	665
484	680	846	201	350	2802	15567	759	3136	3588
10	534	541	409	304	348	4362	15959	1694	6003
0	47	1987	207	679	241	2162	8208	15260	5062
167	25	214	10828	617	1075	547	2772	7404	14032
300	854	106	355	13872	407	1344	247	1427	20574
40	417	2114	129	354	8872	188	515	283	13181
594	2374	693	2452	421	2153	6488	704	950	12863
34	2965	3562	1131	1091	293	713	2990	798	7975
198	433	7773	3809	595	814	209	672	755	4226
362	4587	787	21642	3993	445	381	255	380	1764
323	2348	13762	3349	28781	5241	465	167	260	1661
455	329	2781	15257	3507	12952	1736	182	37	806
702	539	402	2461	15064	3677	13616	2527	423	2060
305	574	763	461	3036	18704	3072	10910	779	1380
114	2136	670	405	997	5010	16296	3773	6432	2187
577	2233	9849	1285	768	3018	6955	21327	2366	6579
90	1243	1707	8538	998	998	2781	2168	11879	3902
79	1592	3802	3409	6784	1509	2102	2727	2800	8804
14	332	2597	3183	3762	3434	1642	1589	1757	1945
12	247	1219	5750	5807	2152	7126	185	3083	4577
1347	248	1156	4056	7712	4211	551	3291	419	1597
36	1006	131	259	1303	6598	1684	580	2554	1588
80	859	7836	393	579	2143	7683	1146	994	3174
152	1815	3501	4583	202	156	749	1532	378	943
0	3106	7182	2207	3971	108	248	765	857	773
189	184	3627	6440	4045	3794	146	338	766	1651
0	6545	515	6643	8770	3672	3525	179	411	869
0	1016	5576	1367	5085	6021	1924	931	204	569

---

**Annexe 3. (Suite).**

**Appendix 3. (Continued).**

**(3) Poids de la capture à l'âge (kg) / Catch weight at age (kg)**

Titre 1 1965 2 1	/ 3 2003 11	Title							
0.128	0.166	0.266	0.312	0.327	0.348	0.361	0.387	0.425	0.425
0.128	0.166	0.266	0.312	0.327	0.348	0.361	0.387	0.425	0.425
0.128	0.166	0.266	0.312	0.327	0.348	0.361	0.387	0.425	0.425
0.128	0.169	0.244	0.288	0.304	0.328	0.338	0.357	0.381	0.370
0.145	0.191	0.233	0.259	0.287	0.309	0.323	0.357	0.371	0.370
0.106	0.189	0.259	0.280	0.296	0.353	0.375	0.380	0.377	0.370
0.102	0.159	0.229	0.257	0.271	0.289	0.308	0.332	0.339	0.376
0.098	0.139	0.178	0.203	0.250	0.279	0.305	0.310	0.313	0.372
0.101	0.158	0.224	0.222	0.268	0.303	0.322	0.333	0.350	0.367
0.129	0.172	0.223	0.236	0.262	0.300	0.324	0.351	0.335	0.384
0.077	0.156	0.197	0.242	0.243	0.279	0.301	0.335	0.350	0.382
0.069	0.122	0.193	0.241	0.252	0.269	0.299	0.315	0.334	0.382
0.064	0.156	0.208	0.247	0.278	0.262	0.290	0.313	0.332	0.353
0.103	0.184	0.228	0.275	0.305	0.313	0.318	0.340	0.362	0.393
0.115	0.121	0.234	0.268	0.319	0.343	0.357	0.366	0.373	0.409
0.117	0.201	0.247	0.298	0.321	0.354	0.380	0.398	0.389	0.430
0.085	0.196	0.262	0.327	0.344	0.385	0.415	0.430	0.429	0.472
0.095	0.216	0.263	0.290	0.357	0.386	0.395	0.423	0.434	0.454
0.142	0.190	0.263	0.305	0.337	0.385	0.424	0.434	0.492	0.475
0.134	0.206	0.239	0.297	0.348	0.379	0.406	0.431	0.437	0.485
0.109	0.168	0.247	0.283	0.329	0.373	0.404	0.434	0.425	0.477
0.142	0.171	0.230	0.268	0.315	0.338	0.413	0.415	0.449	0.459
0.165	0.235	0.250	0.289	0.349	0.370	0.390	0.428	0.422	0.515
0.153	0.192	0.223	0.261	0.302	0.338	0.371	0.385	0.457	0.490
0.149	0.193	0.233	0.301	0.307	0.350	0.384	0.399	0.408	0.488
0.120	0.180	0.257	0.270	0.301	0.343	0.373	0.409	0.417	0.461
0.154	0.159	0.203	0.276	0.318	0.332	0.374	0.401	0.408	0.440
0.103	0.115	0.214	0.246	0.276	0.366	0.368	0.399	0.411	0.422
0.115	0.149	0.194	0.251	0.277	0.323	0.383	0.401	0.420	0.434
0.112	0.158	0.192	0.223	0.273	0.320	0.354	0.380	0.390	0.412
0.106	0.174	0.179	0.216	0.258	0.272	0.326	0.336	0.377	0.406
0.107	0.149	0.217	0.244	0.284	0.326	0.335	0.389	0.413	0.469
0.107	0.173	0.153	0.233	0.277	0.296	0.329	0.347	0.370	0.428
0.082	0.141	0.171	0.222	0.275	0.283	0.315	0.363	0.376	0.412
0.094	0.158	0.195	0.216	0.266	0.298	0.333	0.357	0.415	0.428
0.109	0.183	0.200	0.239	0.267	0.328	0.324	0.385	0.362	0.443
0.121	0.213	0.226	0.240	0.278	0.295	0.350	0.356	0.382	0.418
0.098	0.184	0.211	0.251	0.282	0.318	0.329	0.375	0.419	0.453
0.101	0.166	0.210	0.234	0.277	0.301	0.333	0.394	0.409	0.435

---

**Annexe 3. (Suite).**  
**Appendix 3. (Continued).**

**(4) Poids du stock à l'âge (kg) / Stock weight at age (kg)**

Titre 1 1965 2 1	/ 4 2003 11	Title							
0.128	0.166	0.266	0.312	0.327	0.348	0.361	0.387	0.425	0.425
0.128	0.166	0.266	0.312	0.327	0.348	0.361	0.387	0.425	0.425
0.128	0.166	0.266	0.312	0.327	0.348	0.361	0.387	0.425	0.425
0.128	0.166	0.244	0.292	0.308	0.333	0.340	0.358	0.384	0.390
0.148	0.190	0.237	0.265	0.287	0.315	0.323	0.357	0.370	0.390
0.106	0.165	0.255	0.276	0.292	0.358	0.387	0.388	0.380	0.390
0.123	0.144	0.205	0.252	0.258	0.287	0.291	0.315	0.339	0.390
0.139	0.176	0.205	0.248	0.295	0.323	0.316	0.357	0.399	0.390
0.118	0.191	0.206	0.238	0.263	0.311	0.347	0.343	0.349	0.390
0.148	0.169	0.223	0.241	0.281	0.320	0.336	0.357	0.374	0.392
0.133	0.180	0.215	0.239	0.272	0.315	0.341	0.350	0.362	0.391
0.138	0.209	0.229	0.252	0.270	0.280	0.306	0.340	0.327	0.345
0.142	0.206	0.229	0.293	0.294	0.331	0.329	0.356	0.374	0.394
0.142	0.226	0.244	0.307	0.333	0.354	0.359	0.376	0.395	0.428
0.145	0.227	0.253	0.295	0.336	0.365	0.365	0.403	0.396	0.434
0.184	0.229	0.291	0.334	0.382	0.411	0.445	0.463	0.458	0.506
0.157	0.225	0.273	0.358	0.372	0.411	0.445	0.442	0.453	0.477
0.130	0.198	0.283	0.329	0.400	0.415	0.417	0.469	0.463	0.482
0.148	0.187	0.280	0.328	0.368	0.399	0.433	0.437	0.462	0.486
0.118	0.190	0.252	0.310	0.353	0.400	0.442	0.437	0.445	0.485
0.107	0.187	0.261	0.300	0.346	0.381	0.406	0.471	0.447	0.472
0.142	0.173	0.241	0.283	0.328	0.351	0.433	0.445	0.458	0.455
0.137	0.215	0.253	0.301	0.358	0.388	0.388	0.475	0.479	0.526
0.144	0.205	0.268	0.288	0.334	0.373	0.396	0.402	0.524	0.498
0.137	0.214	0.252	0.304	0.340	0.384	0.406	0.430	0.451	0.512
0.122	0.183	0.268	0.307	0.347	0.351	0.396	0.409	0.459	0.459
0.163	0.191	0.250	0.293	0.360	0.369	0.426	0.434	0.416	0.483
0.103	0.155	0.231	0.272	0.311	0.369	0.394	0.425	0.431	0.460
0.115	0.173	0.213	0.256	0.299	0.314	0.391	0.431	0.438	0.478
0.111	0.149	0.211	0.237	0.299	0.386	0.385	0.435	0.431	0.504
0.111	0.168	0.182	0.241	0.293	0.332	0.383	0.424	0.459	0.493
0.107	0.142	0.224	0.255	0.300	0.345	0.364	0.412	0.418	0.500
0.107	0.185	0.211	0.236	0.283	0.309	0.344	0.346	0.382	0.406
0.101	0.141	0.173	0.205	0.263	0.257	0.323	0.392	0.419	0.432
0.094	0.150	0.191	0.224	0.285	0.311	0.350	0.385	0.463	0.458
0.101	0.196	0.214	0.251	0.280	0.322	0.328	0.333	0.385	0.453
0.101	0.216	0.237	0.249	0.281	0.307	0.338	0.408	0.406	0.436
0.101	0.196	0.301	0.276	0.309	0.346	0.338	0.373	0.431	0.479
0.099	0.166	0.215	0.266	0.300	0.320	0.337	0.358	0.408	0.429

---

**Annexe 3. (Suite).**  
**Appendix 3. (Continued).**

**(5) Maturité à l'âge / Maturity at age**

Titre 1 1965 2 1	/ 6 2003 11	Title	0.000	0.802	0.986	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.802	0.986	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.802	0.986	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.802	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.802	0.986	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.802	0.714	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.500	0.778	0.936	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.802	0.986	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.016	0.808	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.143	0.667	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.143	0.900	0.938	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.350	0.571	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.278	0.727	0.917	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.114	0.913	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.862	0.706	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.862	0.986	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.837	0.909	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.053	0.898	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.625	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.130	0.940	0.968	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.167	0.706	0.961	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.052	0.875	0.996	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.500	0.918	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.286	0.813	0.991	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.429	0.857	0.962	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.862	0.986	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.667	0.818	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.429	0.844	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.300	0.583	0.818	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.438	0.938	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.652	0.929	0.991	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.714	0.905	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.947	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.546	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.667	0.911	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.185	0.587	0.944	0.990	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.774	0.976	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.643	1.000	0.991	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.961	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
			0.000	0.524	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

---

**Annexe 3. (Suite).**  
**Appendix 3. (Continued).**

(6) Taux instantané de mortalité par la pêche à l'âge / *Instantaneous rates of fishing mortality at age*

Titre 1 1965 2 1	/ 12 2003 11	Title								
0.0060	0.0020	0.0000	0.0270	0.0960	0.2180	0.1730	0.3540	0.3710	0.3710	
0.0020	0.0030	0.0070	0.0070	0.0920	0.3860	0.6500	0.8670	0.5590	0.5590	
0.0000	0.0000	0.0060	0.0040	0.0050	0.2470	0.4740	1.1140	1.3870	1.3870	
0.0010	0.0030	0.0090	0.0090	0.0080	0.0110	0.1200	0.7980	1.7290	1.7290	
0.0050	0.0150	0.0600	0.0380	0.0100	0.0130	0.0170	0.1910	1.8910	1.8910	
0.0010	0.0100	0.0030	0.0120	0.0090	0.0020	0.0070	0.0170	0.4000	0.4000	
0.0000	0.0040	0.0070	0.0110	0.0250	0.0380	0.0110	0.0260	0.0960	0.0960	
0.0050	0.0010	0.0170	0.0370	0.0240	0.0540	0.0850	0.0540	0.0980	0.0980	
0.1340	0.0100	0.0050	0.0740	0.0940	0.0670	0.1930	0.2890	0.2660	0.2660	
0.0040	0.0250	0.0040	0.0020	0.0320	0.0150	0.0230	0.0640	0.0810	0.0810	
0.0020	0.0400	0.0510	0.0030	0.0080	0.0360	0.0190	0.0110	0.0260	0.0260	
0.0040	0.0370	0.0430	0.0310	0.0140	0.0260	0.0870	0.0560	0.1350	0.1350	
0.0000	0.0050	0.0370	0.0260	0.0610	0.0180	0.0510	0.1210	0.1720	0.1720	
0.0000	0.0020	0.0230	0.0180	0.0550	0.0620	0.1470	0.1270	0.1630	0.1630	
0.0090	0.0020	0.0110	0.1710	0.0680	0.1160	0.1960	0.2830	0.1620	0.1620	
0.0170	0.0610	0.0110	0.0230	0.3440	0.0590	0.2080	0.1280	0.2310	0.2310	
0.0010	0.0300	0.2100	0.0170	0.0290	0.3860	0.0350	0.1150	0.2110	0.2110	
0.0020	0.0410	0.0640	0.4000	0.0710	0.2440	0.5440	0.1760	0.3190	0.3190	
0.0000	0.0110	0.0800	0.1410	0.3110	0.0640	0.1190	0.5230	0.3090	0.3090	
0.0000	0.0070	0.0350	0.1140	0.1020	0.4040	0.0600	0.1570	0.2390	0.2390	
0.0040	0.0140	0.0160	0.1300	0.1680	0.1030	0.3350	0.0960	0.1250	0.1250	
0.0050	0.0330	0.0520	0.0850	0.2540	0.3470	0.1500	0.2400	0.1340	0.1340	
0.0090	0.0060	0.0500	0.0750	0.1210	0.1740	0.1840	0.0800	0.0770	0.0770	
0.0280	0.0130	0.0090	0.0570	0.0990	0.1790	0.2790	0.4430	0.2700	0.2700	
0.0020	0.0290	0.0230	0.0130	0.0920	0.1720	0.2230	0.3770	0.2370	0.2370	
0.0030	0.0200	0.0430	0.0150	0.0350	0.2150	0.2230	0.4680	0.3990	0.3990	
0.0100	0.0700	0.1210	0.1080	0.0360	0.1400	0.5190	0.5060	0.6090	0.6090	
0.0010	0.0280	0.0710	0.1460	0.1150	0.0610	0.1840	0.3010	0.5920	0.5920	
0.0020	0.0200	0.1120	0.1960	0.1660	0.2540	0.1750	0.2770	0.7960	0.7960	
0.0010	0.0120	0.0400	0.1300	0.3440	0.1190	0.4840	0.1940	0.2890	0.2890	
0.0010	0.0220	0.0560	0.1170	0.3670	0.3390	0.3820	0.0900	0.7000	0.7000	
0.0120	0.0380	0.1370	0.2680	0.2280	0.4980	0.1350	0.3050	0.3010	0.3010	
0.0000	0.0110	0.0250	0.0410	0.1290	0.3100	0.3800	0.2060	0.4110	0.4110	
0.0010	0.0130	0.1150	0.0990	0.1210	0.3210	0.7210	0.4820	0.6430	0.6430	
0.0010	0.0140	0.0680	0.0900	0.0670	0.0430	0.1770	0.2990	0.2880	0.2880	
0.0000	0.0290	0.0720	0.0550	0.1050	0.0460	0.0900	0.2750	0.2720	0.2720	
0.0010	0.0250	0.0430	0.0850	0.1340	0.1360	0.0810	0.1690	0.4840	0.4840	
0.0000	0.0560	0.0880	0.1010	0.1560	0.1680	0.1760	0.1350	0.3150	0.3150	
0.0000	0.0000	0.0590	0.2660	0.1000	0.1410	0.1120	0.0620	0.2200	0.2200	

De / From: Grégoire et al. 2004b

---

**Annexe 3. (Suite).**  
**Appendix 3. (Continued).**

(7) Population à l'âge ('000) / Population at age ('000)

Titre	/	Title								
1	13									
1965	2004									
2	11									
1										
123252	52975	101966	28731	19232	7252	4503	1696	1080	1802	
55245	100342	43306	83471	22897	14301	4774	3101	975	1628	
78404	45127	81897	35207	67871	17104	7961	2040	1067	1218	
157488	64192	36931	66637	28699	55281	10942	4057	548	467	
74526	128864	52408	29964	54062	23314	44746	7949	1495	148	
802298	60686	103943	40401	23606	43811	18849	36000	5374	203	
335921	655902	49170	84833	32685	19162	35801	15328	28964	3062	
61137	275028	534725	39984	68696	26110	15101	29005	12233	23816	
16137	49798	224976	430400	31555	54924	20254	11358	22504	26766	
34684	11560	40378	183234	327235	23517	42061	13672	6964	30910	
25189	28269	9229	32942	149684	259390	18967	33668	10495	28604	
142657	20571	22246	7177	26880	121591	204759	15243	27262	31191	
31724	116360	16228	17450	5694	21691	97020	153601	11795	41796	
15566	25964	94785	12798	13917	4388	17445	75497	111371	36944	
19661	12744	21215	75810	10291	10782	3375	12335	54413	103122	
19325	15946	10412	17176	52314	7869	7858	2271	7606	109667	
79839	15551	12285	8429	13742	30371	6075	5224	1636	76217	
374155	65330	12356	8155	6784	10932	16903	4804	3813	51621	
84252	305795	51345	9491	4476	5175	7013	8031	3299	32974	
450432	68949	247686	38824	6751	2684	3972	5099	3897	21814	
97912	368604	56059	195771	28352	4991	1467	3064	3569	16569	
74183	79836	297645	45187	140776	19616	3685	859	2278	14555	
56008	60444	63245	231270	33975	89368	11353	2598	553	12050	
27736	45445	49191	49270	175583	24655	61502	7732	1963	9558	
145072	22074	36720	39911	38118	130170	16874	38111	4064	7200	
44288	118499	17555	29375	32260	28470	89726	11050	21409	7279	
61033	36157	95090	13768	23684	25512	18800	58796	5665	15753	
110651	49449	27588	68974	10113	18698	18168	9163	29033	9537	
37043	90512	39363	21047	48777	7380	14408	12370	5553	17461	
15016	30257	72668	28800	14162	33824	4685	9903	7675	8497	
8727	12282	24472	57151	20710	8216	24597	2364	6677	9913	
116520	7134	9832	18936	41607	11742	4794	13742	1769	6742	
84289	94182	5617	7008	11856	27125	5841	3428	8293	5156	
158409	68978	76201	4481	5504	8532	16278	3270	2285	7295	
130428	129622	55698	55323	3314	3984	5060	6469	1651	4118	
8533	106648	104486	42443	41161	2531	3121	3468	3920	3535	
122135	6986	84512	79066	32758	30119	1975	2332	2152	4638	
13698	99825	5554	65918	58925	23174	21240	1485	1605	3393	
71764	11215	75823	4082	47979	40342	15665	14215	1055	2941	
71764	58755	8264	57047	2113	34696	27603	11091	10798	2576	

De / From: Grégoire et al. 2004b

---

Annexe 4. Données d'entrée de MFYPR pour l'estimation des taux d'exploitation du stock des reproducteurs d'automne.

*Appendix 4. MFYPR input data for the estimation of the fall spawning stock exploitation rates.*

(1) Fichier projection / *Projection file*

Titre / Title

1

D:\HER\FHERCN.DAT  
D:\HER\FHERCW.DAT  
D:\HER\FHERSW.DAT  
D:\HER\FHERNM.DAT ---> fixée à 0.2 / *fixed to 0.2*  
D:\HER\FHERMO.DAT  
D:\HER\FHERPF.DAT ---> fixée à 0 / *fixed to 0*  
D:\HER\FHERPM.DAT ---> fixée à 0 / *fixed to 0*  
D:\HER\FHERF.DAT  
D:\HER\FHERN.DAT  
D:\HER\FCONTROL.DAT ---> fichier dummy / *dummy file*

(2) Capture à l'âge ('000) / *Catch at age ('000)*

Titre / Title

1	2
---	---

1965	2002
------	------

2	11
---	----

1	
---	--

17	655	476	235	271	303	1010	653	355	722
44	76	682	318	348	232	1181	931	845	2517
0	112	181	790	369	124	433	934	1011	3108
0	170	108	209	935	223	174	284	998	1913
34	299	711	364	876	736	200	142	214	1859
0	466	187	33	51	251	90	71	89	1688
40	0	112	440	638	2150	3485	2071	1073	14138
10	96	115	1310	1345	2852	2165	3577	2173	28342
0	1798	1180	1114	2626	1527	2631	3830	8265	17653
0	20	393	530	325	592	258	308	313	5610
0	19	40	865	925	107	157	147	218	3371
0	48	272	290	422	561	325	253	88	4818
0	3	169	134	404	721	405	342	293	6646
0	10	27	545	393	1108	1689	503	341	6051
0	7	116	345	2689	520	1287	1847	468	6286
15	181	136	86	176	1729	250	675	308	5243
0	33	524	245	90	295	1234	153	124	3369
101	567	1824	956	509	140	377	972	315	2609
15	83	2330	1356	1309	506	159	467	618	2824
0	55	668	6259	1147	908	220	146	268	3091
15	235	1340	1907	9678	902	622	115	36	468
35	426	1431	2671	2292	8421	794	384	66	227
0	156	487	1354	2009	1728	5927	474	163	196
484	207	511	481	1240	1740	1667	4165	705	777
43	599	539	923	807	749	828	961	2873	983
27	530	1568	424	306	429	384	839	481	4718
73	832	1278	5763	674	1501	919	649	2144	7124
0	337	1446	1448	1236	775	543	779	390	3928
21	210	672	1957	1015	1661	558	911	877	4608
0	61	994	2777	4032	3104	2435	1630	1179	3999
65	91	1419	6159	3512	3905	1211	3189	411	4246
0	1969	1358	2531	8573	2304	3927	828	1968	3130
0	593	1726	877	1086	7649	2193	4949	562	4200
0	597	4802	8820	2995	2029	13268	1251	4289	4493
0	989	10785	4245	4103	1178	858	4238	1096	2222
572	359	3154	10673	3175	2854	998	352	5329	3807
83	2503	589	4829	9608	3647	2607	532	546	2265
0	216	6476	831	2147	3660	958	502	110	1305

---

**Annexe 4. (Suite).**  
**Appendix 4. (Continued).**

(3) Poids de la capture à l'âge (kg) / *Catch weight at age (kg)*

Titre 1 1965 2 1	/ 3 2002 11	Title							
0.124	0.179	0.223	0.260	0.258	0.264	0.281	0.318	0.293	0.364
0.115	0.167	0.223	0.260	0.258	0.264	0.281	0.318	0.293	0.364
0.124	0.160	0.190	0.265	0.268	0.268	0.321	0.324	0.337	0.379
0.124	0.179	0.227	0.256	0.280	0.297	0.295	0.319	0.350	0.371
0.124	0.170	0.198	0.223	0.254	0.278	0.301	0.301	0.312	0.346
0.109	0.173	0.198	0.233	0.283	0.293	0.339	0.347	0.306	0.399
0.095	0.176	0.187	0.210	0.230	0.262	0.275	0.286	0.308	0.336
0.112	0.178	0.200	0.187	0.249	0.279	0.295	0.303	0.325	0.359
0.100	0.105	0.156	0.231	0.274	0.297	0.329	0.334	0.346	0.382
0.122	0.171	0.218	0.259	0.265	0.284	0.307	0.355	0.378	0.422
0.122	0.120	0.188	0.266	0.297	0.352	0.323	0.370	0.391	0.465
0.122	0.107	0.155	0.282	0.271	0.287	0.277	0.308	0.426	0.454
0.122	0.250	0.229	0.250	0.255	0.301	0.321	0.308	0.330	0.421
0.122	0.161	0.238	0.282	0.316	0.345	0.367	0.366	0.390	0.471
0.122	0.218	0.216	0.281	0.308	0.355	0.381	0.405	0.408	0.458
0.122	0.222	0.242	0.360	0.341	0.404	0.419	0.461	0.468	0.534
0.144	0.204	0.280	0.328	0.358	0.406	0.436	0.485	0.498	0.515
0.166	0.150	0.252	0.306	0.328	0.449	0.441	0.444	0.485	0.507
0.105	0.205	0.218	0.268	0.309	0.338	0.374	0.430	0.462	0.503
0.078	0.164	0.209	0.249	0.293	0.343	0.359	0.429	0.450	0.494
0.050	0.155	0.202	0.258	0.292	0.326	0.347	0.374	0.444	0.432
0.105	0.157	0.214	0.240	0.280	0.317	0.340	0.356	0.363	0.465
0.110	0.187	0.235	0.272	0.319	0.334	0.363	0.364	0.392	0.513
0.115	0.139	0.216	0.259	0.281	0.310	0.354	0.377	0.398	0.428
0.115	0.139	0.216	0.259	0.281	0.310	0.354	0.377	0.398	0.428
0.088	0.161	0.200	0.231	0.282	0.313	0.356	0.377	0.400	0.432
0.068	0.104	0.220	0.204	0.299	0.322	0.363	0.381	0.415	0.426
0.070	0.158	0.189	0.227	0.276	0.295	0.346	0.384	0.420	0.442
0.072	0.121	0.188	0.197	0.252	0.296	0.324	0.369	0.410	0.433
0.080	0.124	0.174	0.210	0.254	0.305	0.349	0.385	0.402	0.438
0.089	0.127	0.197	0.207	0.242	0.303	0.331	0.355	0.397	0.439
0.089	0.116	0.164	0.221	0.253	0.289	0.320	0.377	0.377	0.456
0.089	0.143	0.193	0.217	0.269	0.303	0.318	0.374	0.430	0.450
0.089	0.131	0.176	0.195	0.227	0.251	0.302	0.302	0.340	0.426
0.089	0.134	0.173	0.222	0.244	0.295	0.314	0.360	0.358	0.415
0.076	0.125	0.174	0.207	0.262	0.276	0.301	0.360	0.346	0.416
0.086	0.143	0.187	0.225	0.262	0.302	0.320	0.353	0.392	0.422
0.085	0.151	0.200	0.238	0.268	0.290	0.339	0.341	0.416	0.446

---

**Annexe 4. (Suite).**  
**Appendix 4. (Continued).**

**(4) Poids du stock à l'âge (kg) / Stock weight at age (kg)**

Titre 1 1965 2 1	/ 4 2002 11	Title							
0.124	0.179	0.201	0.238	0.232	0.237	0.240	0.266	0.287	0.345
0.124	0.179	0.201	0.238	0.232	0.237	0.240	0.266	0.287	0.345
0.124	0.179	0.226	0.269	0.277	0.262	0.329	0.328	0.349	0.388
0.124	0.179	0.226	0.256	0.283	0.297	0.294	0.317	0.348	0.371
0.124	0.163	0.201	0.225	0.252	0.278	0.303	0.301	0.315	0.351
0.109	0.173	0.196	0.235	0.281	0.276	0.316	0.335	0.307	0.370
0.095	0.168	0.193	0.234	0.280	0.294	0.280	0.299	0.328	0.338
0.112	0.163	0.190	0.232	0.315	0.285	0.298	0.301	0.334	0.345
0.112	0.163	0.203	0.224	0.267	0.278	0.330	0.303	0.331	0.377
0.112	0.161	0.216	0.234	0.257	0.267	0.267	0.345	0.339	0.385
0.112	0.179	0.219	0.230	0.257	0.267	0.272	0.312	0.294	0.371
0.112	0.197	0.221	0.225	0.259	0.267	0.277	0.278	0.294	0.357
0.112	0.179	0.196	0.244	0.279	0.331	0.314	0.315	0.294	0.408
0.112	0.161	0.242	0.263	0.301	0.335	0.345	0.355	0.337	0.419
0.122	0.218	0.238	0.262	0.292	0.351	0.360	0.332	0.382	0.431
0.122	0.217	0.236	0.276	0.343	0.367	0.460	0.424	0.455	0.486
0.122	0.215	0.275	0.288	0.342	0.395	0.411	0.401	0.480	0.483
0.091	0.173	0.233	0.297	0.335	0.367	0.422	0.414	0.440	0.473
0.091	0.172	0.226	0.272	0.305	0.320	0.331	0.408	0.414	0.474
0.084	0.151	0.223	0.257	0.306	0.330	0.348	0.361	0.439	0.483
0.057	0.154	0.216	0.258	0.293	0.318	0.344	0.361	0.377	0.441
0.105	0.156	0.215	0.239	0.281	0.312	0.333	0.349	0.367	0.428
0.100	0.180	0.228	0.257	0.311	0.333	0.361	0.384	0.403	0.499
0.095	0.127	0.214	0.257	0.281	0.325	0.357	0.378	0.406	0.425
0.089	0.169	0.212	0.249	0.303	0.332	0.372	0.391	0.416	0.456
0.088	0.164	0.199	0.226	0.259	0.324	0.362	0.382	0.391	0.431
0.068	0.166	0.214	0.243	0.289	0.336	0.375	0.398	0.416	0.441
0.070	0.160	0.189	0.228	0.275	0.303	0.357	0.378	0.435	0.434
0.072	0.127	0.174	0.201	0.258	0.295	0.315	0.361	0.363	0.415
0.083	0.120	0.154	0.199	0.245	0.291	0.353	0.372	0.388	0.420
0.094	0.125	0.174	0.193	0.225	0.276	0.299	0.330	0.370	0.421
0.085	0.119	0.167	0.219	0.241	0.271	0.308	0.364	0.355	0.436
0.076	0.127	0.159	0.190	0.225	0.262	0.286	0.326	0.349	0.391
0.076	0.131	0.169	0.187	0.209	0.239	0.285	0.282	0.310	0.402
0.076	0.128	0.157	0.214	0.228	0.265	0.297	0.317	0.339	0.399
0.081	0.153	0.186	0.207	0.248	0.250	0.279	0.313	0.325	0.386
0.079	0.141	0.171	0.207	0.254	0.275	0.303	0.332	0.356	0.370
0.078	0.143	0.205	0.236	0.268	0.268	0.325	0.313	0.404	0.418

---

**Annexe 4. (Suite).**  
**Appendix 4. (Continued).**

**(5) Maturité à l'âge / Maturity at age**

Titre	/	Title								
1	6									
1965	2002									
2	11									
1										
0.000	0.000	0.222	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.429	0.857	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.278	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.278	0.875	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.182	0.769	0.857	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.091	0.143	0.800	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.143	0.800	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.105	0.889	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.308	0.850	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.500	0.882	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.714	0.932	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.893	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.914	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.914	0.973	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.914	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.108	0.871	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.400	0.972	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.400	0.969	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.048	0.867	0.990	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.154	0.732	0.979	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.543	0.990	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.649	0.985	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.143	0.867	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.563	0.938	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.047	0.682	0.857	0.974	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.048	0.727	0.667	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.069	0.880	0.944	0.941	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.325	0.824	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.077	0.947	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.500	0.694	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.500	0.884	0.959	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.208	0.810	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.273	0.778	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.025	0.878	0.953	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.086	0.639	0.958	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.400	0.667	0.980	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.750	0.985	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.000	0.000	0.828	0.947	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

---

**Annexe 4. (Suite).**  
**Appendix 4. (Continued).**

(6) Taux instantané de mortalité par la pêche à l'âge / *Instantaneous rates of fishing mortality at age*

Titre 1 1965 2 1	/	Title								
0.0000	0.0090	0.0080	0.0060	0.0040	0.0010	0.0090	0.0080	0.0040	0.0040	0.0040
0.0010	0.0000	0.0120	0.0070	0.0110	0.0040	0.0070	0.0110	0.0130	0.0130	0.0130
0.0000	0.0020	0.0010	0.0170	0.0100	0.0050	0.0090	0.0060	0.0150	0.0150	0.0150
0.0000	0.0040	0.0020	0.0010	0.0260	0.0070	0.0080	0.0070	0.0080	0.0080	0.0080
0.0010	0.0190	0.0180	0.0100	0.0060	0.0250	0.0080	0.0080	0.0070	0.0070	0.0070
0.0000	0.0200	0.0150	0.0010	0.0020	0.0020	0.0040	0.0030	0.0070	0.0070	0.0070
0.0010	0.0000	0.0060	0.0440	0.0250	0.0900	0.0340	0.1140	0.0660	0.0660	0.0660
0.0000	0.0040	0.0070	0.0870	0.1860	0.1500	0.1230	0.0450	0.1680	0.1680	0.1680
0.0000	0.0730	0.0660	0.0930	0.2500	0.3310	0.2010	0.3310	0.1390	0.1390	0.1390
0.0000	0.0010	0.0200	0.0380	0.0350	0.0820	0.0850	0.0320	0.0400	0.0400	0.0400
0.0000	0.0010	0.0040	0.0570	0.0860	0.0150	0.0280	0.0640	0.0290	0.0290	0.0290
0.0000	0.0020	0.0240	0.0330	0.0360	0.0690	0.0560	0.0570	0.0490	0.0490	0.0490
0.0000	0.0000	0.0070	0.0150	0.0580	0.0790	0.0650	0.0770	0.0870	0.0870	0.0870
0.0000	0.0020	0.0040	0.0270	0.0560	0.2230	0.2670	0.1080	0.1020	0.1020	0.1020
0.0000	0.0010	0.0310	0.0600	0.1780	0.0970	0.4350	0.5220	0.1380	0.1380	0.1380
0.0000	0.0050	0.0130	0.0290	0.0390	0.1660	0.0620	0.4300	0.1510	0.1510	0.1510
0.0000	0.0010	0.0170	0.0290	0.0380	0.0850	0.1710	0.0490	0.1290	0.1290	0.1290
0.0020	0.0020	0.0400	0.0400	0.0770	0.0770	0.1490	0.1970	0.1340	0.1340	0.1340
0.0000	0.0020	0.0100	0.0380	0.0710	0.1030	0.1180	0.2770	0.1860	0.1860	0.1860
0.0000	0.0010	0.0200	0.0340	0.0410	0.0640	0.0590	0.1510	0.2530	0.2530	0.2530
0.0000	0.0090	0.0230	0.0730	0.0660	0.0410	0.0570	0.0400	0.0500	0.0500	0.0500
0.0010	0.0130	0.0680	0.0590	0.1170	0.0760	0.0460	0.0450	0.0290	0.0290	0.0290
0.0000	0.0040	0.0180	0.0850	0.0570	0.1220	0.0700	0.0350	0.0240	0.0240	0.0240
0.0050	0.0100	0.0150	0.0220	0.1040	0.0640	0.1650	0.0640	0.0670	0.0670	0.0670
0.0010	0.0080	0.0330	0.0340	0.0470	0.0840	0.0390	0.1350	0.0580	0.0580	0.0580
0.0000	0.0180	0.0250	0.0330	0.0140	0.0320	0.0570	0.0510	0.0930	0.0930	0.0930
0.0010	0.0080	0.0560	0.1190	0.0660	0.0890	0.0890	0.1280	0.1770	0.1770	0.1770
0.0000	0.0060	0.0180	0.0820	0.0340	0.1010	0.0420	0.1010	0.1060	0.1060	0.1060
0.0000	0.0010	0.0140	0.0300	0.0760	0.0580	0.0980	0.0920	0.1570	0.1570	0.1570
0.0000	0.0020	0.0070	0.0760	0.0790	0.3500	0.1130	0.4560	0.1640	0.1640	0.1640
0.0010	0.0040	0.0440	0.0510	0.1300	0.1020	0.2220	0.2120	0.1960	0.1960	0.1960
0.0000	0.0220	0.0740	0.1030	0.0940	0.1170	0.1400	0.2320	0.1950	0.1950	0.1950
0.0000	0.0070	0.0240	0.0630	0.0580	0.1130	0.1550	0.2620	0.2430	0.2430	0.2430
0.0000	0.0050	0.0760	0.1620	0.3120	0.1450	0.2880	0.1240	0.3760	0.3760	0.3760
0.0000	0.0100	0.1220	0.0880	0.1020	0.1910	0.0830	0.1380	0.1500	0.1500	0.1500
0.0030	0.0110	0.0400	0.1660	0.0860	0.0930	0.2400	0.0430	0.2490	0.2490	0.2490
0.0010	0.0160	0.0220	0.0750	0.2050	0.1270	0.1070	0.1860	0.0860	0.0860	0.0860
0.0000	0.0040	0.0480	0.0380	0.0400	0.0910	0.0410	0.0240	0.0500	0.0500	0.0500

De / From: Grégoire et al. 2004a

---

**Annexe 4. (Suite).**  
**Appendix 4. (Continued).**

(7) Population à l'âge ('000) / Population at age ('000)

Titre 1 1965 2 1	/ 13 2003 11	Title							
380544	77102	64265	42517	82473	245445	117881	91110	89140	181293
76031	311548	62534	52186	34597	67278	200679	95600	74005	220439
64319	62209	255005	50582	42439	28012	54873	163236	77430	238034
21033	52660	50832	208617	40700	34413	22822	44535	132802	254560
32518	17221	42961	41520	170612	32478	27973	18528	36206	314516
25426	26592	13829	34531	33665	138894	25926	22722	15041	285275
30628	20817	21351	11153	28242	27516	113490	21145	18539	244273
34316	25040	17044	17380	8734	22547	20589	89772	15445	201447
18236	28086	20414	13850	13048	5940	15890	14905	70270	150088
18517	14931	21373	15649	10335	8320	3491	10641	8763	157055
41887	15160	12206	17144	12334	8168	6278	2626	8434	130414
12032	34295	12395	9957	13255	9264	6591	4998	2017	110438
6244	9851	28035	9903	7891	10472	7078	5103	3864	87642
17463	5112	8063	22800	7986	6096	7923	5430	3869	68660
50112	14297	4176	6577	18175	6184	3994	4968	3992	53618
75673	41028	11699	3315	5073	12459	4594	2115	2413	41080
385586	61942	33427	9456	2636	3995	8643	3536	1127	30607
55836	315691	50684	26895	7520	2077	3005	5964	2757	22833
96201	45623	257954	39850	21157	5698	1574	2120	4008	18316
36034	78749	37278	209090	31402	16141	4209	1146	1316	15177
45130	29503	64425	29918	165538	24675	12395	3247	806	10482
56345	36936	23942	51536	22774	126798	19388	9587	2555	8787
27686	46099	29856	18311	39784	16579	96216	15157	7503	9022
105976	22667	37602	24004	13771	30759	12016	73427	11981	13205
39429	86329	18371	30325	19219	10156	23614	8336	56359	19283
136600	32243	70139	14554	23994	15006	7640	18586	5959	58451
75896	111814	25920	56009	11533	19369	11899	5908	14459	48045
242097	62073	90794	20068	40661	8835	14504	8913	4252	42827
50595	198212	50516	73030	15124	32174	6534	11384	6595	34651
30449	41404	162092	40752	58025	11467	24843	4847	8499	28828
109173	24929	33844	131812	30860	43869	6600	18144	2507	25896
94158	89325	20328	26428	102360	22100	32396	4314	11985	19061
136866	77090	71355	15418	19355	76073	16017	22984	2787	20828
99398	112056	62580	56862	11832	14867	55387	11138	14367	15050
28803	81381	91204	46904	38609	6996	10343	33419	7991	16201
112490	23582	65736	64949	34573	27910	4667	7694	23541	16817
26315	91582	18983	50973	43561	25442	20277	2923	5982	24824
86284	21470	72721	15010	37376	27016	17542	14250	1913	22687
49287	70643	17383	53694	11539	28663	18818	13498	11214	18863

De / From: Grégoire et al. 2004a