

Not to be cited without
permission of the authors¹

DFO Atlantic Fisheries
Research document 94/ 61

Ne pas citer sans
autorisation des auteurs¹

MPO Pêches de l'Atlantique
Document de recherche 94/ 61

**Estimate of Gulf of St. Lawrence
spawning stock of mackerel (*Scomber
scombrus* L.) by total egg production
and batch fecundity in 1993.**

**Estimation du stock reproducteur de
maquereau (*Scomber scombrus* L.) du
golfe du Saint-Laurent par la
production totale d'oeufs et la
fécondité en lots en 1993.**

By

Par

François Grégoire

and / et

Charlyne Lévesque

Fisheries Sciences Branch
Department of Fisheries and Oceans
Maurice Lamontagne Institute
850, Route de la Mer
Mont Joli, Quebec,
G5H 3Z4

Direction des Sciences des Pêches
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
850, Route de la Mer
Mont-Joli, Québec,
G5H 3Z4

¹This series documents the scientific basis for the evaluation of fisheries resources in Atlantic 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.

¹La présente série documente les bases scientifiques des évaluations des ressources halieutiques sur la côte atlantique 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.

ABSTRACT

Daily egg production for the two 1993 mission courses was estimated at 2.7595×10^{13} and 1.1373×10^{13} eggs respectively. The corresponding spawning biomass was 1,098,636 t and 452,796 t. Mean biomass of 775,716 t represents a decrease of approximately 16,000 t over 1992. Simulations were carried out in 1993 to illustrate the batch fecundity method of calculating spawning biomass for Gulf of St. Lawrence mackerel. Various values for batch fecundity and spawning fraction were used. In all cases, the estimates obtained were higher than those calculated by the traditional method.

RÉSUMÉ

Les productions quotidiennes d'oeufs des deux trajets de la mission de 1993 ont été évaluées respectivement à 2.7595×10^{13} et 1.1373×10^{13} oeufs. Les biomasses reproductrices correspondantes ont été de 1,098,636 t et 452,796 t. La biomasse moyenne de 775,716 t représente une diminution d'environ 16,000 t par rapport à 1992. En 1993, des simulations ont été effectuées, à titre illustratif, pour calculer par la méthode de la fécondité en lots la biomasse reproductrice du maquereau du golfe du Saint-Laurent. Différentes valeurs de fécondité en lots et de fraction de fraie ont été utilisées. Dans tous les cas, les estimations obtenues ont été supérieures à ce qui a été calculé par la méthode traditionnelle.

ASSESSMENT OF SPAWNING STOCK BIOMASS

INTRODUCTION

The Atlantic mackerel is a pelagic fish and its eggs are concentrated near the surface when the water column is thermally stratified. Mackerel eggs are annually surveyed in the Gulf of St. Lawrence for biomass assessment purpose. Results of the 1993 survey are presented in the following sections.

1993 EGG SURVEY

The egg survey was carried out from June 15-29. The short time allowed for this mission and the poor weather conditions made it impossible to complete the second course. At each station, a 333-micron mesh Bongo net was used to gather plankton. A Calvet net and a pump were used at stations where the greatest egg concentrations had been found on previous missions. The Calvet net is currently used on the U.S. West Coast for gathering anchovy eggs. It was used on the egg survey to compare the results with those obtained using the Bongo net. The pump has been used since last year in an attempt to quantify vertical egg distribution. A profile of temperature in relation to depth was drawn up for each station to calculate the incubation period for eggs.

Plankton was sorted on return from the mission. The mackerel eggs were identified and their stage of development established based on the criteria normally used in the past.

CORRECTION FOR OVERSAMPLING OF EGGS AT THE SURFACE

At the end of each tow, when the net is at the surface, there is an oversampling of eggs because it is here that the highest egg concentrations are found. The length of time the Bongo net was at the surface was noted for each tow. These figures were used in the model presented by D'Amours and Grégoire (1992) to calculate a correction that reduces the bias caused by

ÉVALUATION DE LA BIOMASSE REPRODUCTRICE

INTRODUCTION

Le maquereau bleu est un poisson pélagique dont les oeufs se retrouvent près de la surface lorsqu'il y a une stratification thermique. Les oeufs de maquereau sont récoltés annuellement dans le golfe du Saint-Laurent dans le but d'évaluer la biomasse. Les résultats de la mission de 1993 sont présentés dans les sections suivantes.

MISSION DES OEUFs EN 1993

La mission des oeufs s'est déroulée entre les 15 et 29 juin. Le temps alloué à cette mission ainsi que la mauvaise température n'ont pas permis de compléter le deuxième trajet. À chacune des stations, un filet de type Bongo de 333 micron de maille a été utilisé pour la récolte du plancton. Un filet de type Calvet ainsi qu'une pompe ont été utilisés pour les stations où les concentrations d'oeufs, lors des précédentes missions, étaient les plus importantes. Le filet de type Calvet est utilisé couramment sur la côte ouest américaine pour la récolte des oeufs d'anchois. Il a été utilisé lors de la croisière des oeufs pour comparer ses résultats à ceux du filet Bongo. La pompe est utilisée depuis l'an dernier dans le but de quantifier la distribution verticale des oeufs. Un profil de la température en fonction de la profondeur a été effectué à chacune des stations pour évaluer la période d'incubation des oeufs.

Le tri du plancton a été effectué dès le retour de la mission. Les oeufs de maquereaux ont été identifiés et leur stade de développement a été établi à partir des critères habituels utilisés dans le passé.

CORRECTION POUR LE SURÉCHANTIL- LONNAGE DE LA COUCHE DE SURFACE

À la fin de chaque trait, lorsque le filet est en surface, il y a un suréchantillonnage des oeufs parce que c'est à cet endroit qu'on retrouve les plus fortes concentrations d'oeufs. La période de temps pendant laquelle le filet Bongo demeure à la surface a été notée pour chacun des traits. Ces valeurs ont été utilisées dans le modèle présenté par D'Amours et Grégoire (1992) pour

oversampling. The extinction coefficient k was set at 0.15/m for the model. This value was obtained from the literature and, for the moment, is considered as representative of what was observed for mackerel. It will be recalculated when more data have been collected by the pump. Our plans are to again use it in 1994 to complete this study on the vertical distribution of eggs.

TOTAL EGG PRODUCTION METHOD

Biomass estimate

Stations where nets were clogged (indicated by arrows on Figure 1) were not included in the biomass calculation. The mean temperature for the first ten meters (T) was used to calculate total incubation time (T_{inc}). The following equation was used (Worley 1933):

$$(1) \quad T_{inc} = (e^{(-1.87 \ln(T) + 9.67)}) \times 0.0417$$

According to this equation, total incubation time may vary from 4 days at 15°C to 14 days at 8°C. The duration of Stage 1 corresponds to 16.4% of the total incubation time, making it possible to calculate for each station the number of eggs released initially. Eggs broken during sampling were also included in these calculations. As in the past, we used the instantaneous rate of natural mortality of 0.36 proposed by Maguire (1981). This figure is comparable to the rate of 0.38 subsequently presented by Ware and Lambert (1985). When preparing abundance maps, the method proposed by Frontier (1983) was used to determine the number and size of abundance classes.

In 1993 as in previous years (Grégoire 1993), the largest concentrations of eggs were found on the Bradelle Bank and at the entrance to Chaleur Bay (Figures 2 and 3). Very few eggs were found north and east of the sampling area. As the gonadosomatic index also indicates, spawning occurred later in 1993 (Grégoire *et al.* 1994).

calculer une correction qui diminue le biais causé par ce suréchantillonnage. Le coefficient d'extinction k du modèle a été fixé à 0.15/m. Cette valeur a été tirée de la littérature et est considérée pour le moment comme étant représentative de ce qui a été observé chez le maquereau. Elle sera recalculée lorsque plus de données auront été recueillies par la pompe. Il est envisagé de l'utiliser à nouveau en 1994 pour compléter cette étude sur la distribution verticale des oeufs.

MÉTHODE DE LA PRODUCTION TOTALE D'OEUF

Estimation de la biomasse

Les stations pour lesquelles il y a eu colmatage des filets (indiquées par les flèches de la figure 1) n'ont pas été retenues pour le calcul de la biomasse. La température moyenne des dix premiers mètres (T) a été utilisée pour calculer le temps d'incubation total (T_{inc}). L'équation suivante a été utilisée (Worley 1933):

$$(1) \quad T_{inc} = (e^{(-1.87 \ln(T) + 9.67)}) \times 0.0417$$

Selon cette équation, le temps d'incubation total peut varier de 4 jours à 15 °C à 14 jours à 8 °C. La durée de développement du stade un correspond à 16.4% de la durée du temps d'incubation total de sorte qu'il est possible de calculer pour chacune des stations le nombre d'oeufs pondus au départ. Les oeufs brisés au moment de l'échantillonnage ont aussi été inclus dans ces calculs. Nous avons utilisé comme par le passé le taux instantané de mortalité naturelle de 0.36 proposé par Maguire (1981). Cette valeur est comparable à celle de 0.38 présentée par la suite par Ware et Lambert (1985). Lors de la préparation des cartes d'abondance, la méthode proposée par Frontier (1983) a été utilisée pour déterminer le nombre ainsi que l'étendue des classes d'abondance.

En 1993, comme pour les années précédentes (Grégoire 1993), les plus importantes concentrations d'oeufs ont été retrouvées sur la Banc de Bradelle et à l'entrée de la Baie des Chaleurs (Figures 2 et 3). Très peu d'oeufs ont été retrouvés au nord et à l'est de la zone d'échantillonnage. Comme l'indique aussi l'indice gonado-somatique, un retard dans la ponte s'est produit en 1993 (Grégoire *et al.* 1994).

Les productions quotidiennes totales et totales pour toute la saison de fraie ont été calculées selon un plan

Total daily and total seasonal spawning production were calculated according to a stratified random sampling plan (Grégoire 1992a). Total daily production for each course was 3.4434×10^{13} and 1.6665×10^{13} eggs respectively. These figures were in the same order of magnitude as those calculated in 1992 (Table 1). Once the correction for oversampling has been applied, the estimated figures are 2.7595×10^{13} and 1.1373×10^{13} eggs and the corresponding total production to 5.3969×10^{14} and 2.2243×10^{14} eggs (Table 2).

The number of spawning females is defined as the ratio between total egg production and the mean fecundity of mature females with Stage 5 gonads, i.e. just on the point of spawning. Fecundity was determined based on the relation presented by Pelletier (1986) between the number of oocytes larger than 140 microns in diameter and the weight of Stage 5 gonads. By proceeding in this way, i.e. by considering only the most developed oocytes as representative of actual annual fecundity, we mistakenly assume that mackerel is a determinate serial spawner. If in 1993 we had used Stage 4, the average weight of gonads would have been 43.97 g compared to 84.01 g for Stage 5, and we would thus have underestimated fecundity. Mean fecundity, calculated on the basis of Stage 5, was estimated at 571,711 eggs (Table 1) which corresponds to about 982 eggs per gram of female weight. The number of spawning females is first calculated as the ratio between total egg production and mean fecundity. Total spawning biomass is then determined by multiplying the number of spawning females by their average weight then by two, based on the hypothesis that the sex ratio is equal to 1. The mean biomass for both courses was estimated at 775,716 t, which represents a slight decrease from 1992 (Figure 4). If we had not applied the correction for oversampling of eggs, this average might have been overestimated by approximately 26%.

Use of the total production method does not consider the possible loss of eggs by atresia. In the past, neglecting these losses resulted in conservative estimates of biomass. Since the gain in oocytes by vitellogenesis is a real phenomenon in indeterminate spawners, use of total production might lead to an overestimate of the biomass.

d'échantillonnage aléatoire stratifié (Grégoire 1992a). Les productions quotidiennes totales correspondant à chaque trajet ont été de 3.4434×10^{13} et 1.6665×10^{13} oeufs. Ces valeurs sont dans le même ordre de grandeur que celles calculées en 1992 (Tableau 1). Une fois la correction pour le suréchantillonnage appliquée, ces valeurs sont estimées à 2.7595×10^{13} et 1.1373×10^{13} oeufs et les valeurs correspondantes de production totale à 5.3969×10^{14} et 2.2243×10^{14} oeufs (Tableau 2).

Le nombre de femelles reproductrices est défini comme étant le rapport entre la production totale d'oeufs et la fécondité moyenne des femelles matures dont les gonades sont de stade 5, c.a.d. qui sont juste sur le point de pondre. La fécondité a été déterminée à partir de la relation présentée par Pelletier (1986) entre le nombre d'ovocytes, dont le diamètre est supérieur à 140 micron, et le poids des gonades de stade 5. En procédant de cette façon, c.a.d. en considérant que les ovocytes les plus développés sont représentatifs de la fécondité annuelle réelle, on suppose à tort que le maquereau est un reproducteur multiple déterminé. En 1993, si nous avions utilisé le stade de maturité 4, le poids moyen des gonades aurait été de 43.97 g comparativement à 84.01 g pour le stade de maturité 5. Nous aurions alors sous-estimé la fécondité. La fécondité moyenne, calculée à partir des stades 5, a été estimée à 571,711 oeufs (Tableau 1) ce qui correspond à environ 982 oeufs par gramme de femelle. Le nombre de femelles reproductrices est d'abord calculé comme étant le rapport entre la production totale d'oeufs et la fécondité moyenne. La biomasse reproductrice totale se définit par la suite comme étant le produit du nombre de femelles reproductrices par leur poids moyen puis par deux selon l'hypothèse d'un rapport des sexes égal. La biomasse moyenne des deux trajets a été estimée à 775,716 t ce qui représente une légère diminution par rapport à 1992 (Figure 4). Sans l'application de la correction pour le suréchantillonnage des oeufs, cette valeur moyenne aurait été surestimée d'environ 26%.

L'utilisation de la méthode de la production totale ne tient pas compte de la perte possible d'oeufs par atresie. Le fait d'ignorer cette perte avait pour conséquence dans le passé de produire des estimations de biomasse conservatrices. Cependant, comme le gain d'ovocytes par vitellogénèse est un phénomène réel chez les reproducteurs indéterminés, l'utilisation de la production totale pourrait entraîner des

surestimations de biomasses.

MÉTHODE DE LA FÉCONDITÉ EN LOTS

BATCH FECUNDITY METHOD

State of research in Europe

The batch fecundity method was proposed recently to calculate anchovy biomass (Lasker 1985). An instantaneous estimate of biomass is obtained from the number of oocytes released at one time and the daily proportion of females who spawn. Batch fecundity is determined by counting the hydrated oocytes and the daily spawning fraction by histological examination of gonads.

Using batch fecundity, the spawning biomass may be defined as:

$$(2) \quad B = \frac{E_d}{F_{bw} \cdot S \cdot R}$$

where:

- B= Spawning biomass in grams
- E_d = Total daily egg production
- F_{bw} = Mean batch fecundity, expressed in eggs per gram of female weight
- S= Daily proportion of females who spawn
- R= Sex ratio, or proportion of females

Calculation of mackerel biomass by batch fecundity was first applied in Europe in 1989. With this method, the estimated biomass is approximately 15% higher than with the total egg production method. This difference is due to the probable loss of eggs which would occur in the course of the season. Using the traditional method, this loss would then have led to an underestimate of the true biomass (Priede and Watson 1993).

Spawning fraction:

Spawning in mackerel is asynchronous. Ferraro (1980), looking at mackerel in the Northwest Atlantic, and then Priede (1990) and Nichols and Warnes (1993)

État de la recherche en Europe

La méthode de la fécondité en lots a été proposée récemment dans l'évaluation de la biomasse de l'anchois (Lasker 1985). Une estimation instantanée de la biomasse est obtenue à partir du nombre d'ovocytes qui sont pondus au cours d'une ponte et de la fraction quotidienne des femelles qui pondent. La fécondité en lots se définit par le décompte des ovocytes hydratés et la fraction quotidienne de fraie par l'examen histologique des gonades.

En utilisant la fécondité en lots, la biomasse reproductrice se définit comme suit:

$$(2) \quad B = \frac{E_d}{F_{bw} \cdot S \cdot R}$$

où:

- B= Biomasse reproductrice en gramme
- E_d = Production quotidienne totale d'oeufs
- F_{bw} = Fécondité en lot moyenne, exprimée en oeufs par gramme de femelle
- S= Fraction quotidienne des femelles qui pondent
- R= Rapport des sexes, c.a.d. la proportion des femelles

L'évaluation de la biomasse du maquereau par la fécondité en lots a été appliquée pour la première fois en Europe en 1989. Avec cette méthode, une estimation de biomasse d'environ 15% plus élevée par rapport à la méthode de la production totale d'oeufs fut obtenue. Cette différence s'expliqua par une perte probable d'oeufs qui se serait produite au cours de la saison. En utilisant la méthode traditionnelle, cette perte aurait alors conduit à une sous-estimation de la biomasse réelle (Priede et Watson 1993).

Fraction de fraie:

Chez le maquereau, la fraie est asynchrone. Ferraro (1980) pour le maquereau du nord-ouest de l'Atlantique puis Priede (1990) et Nichols et Warnes (1993) pour le maquereau du nord-est de l'Atlantique ont tiré cette conclusion en rétrocalculant l'heure de

for mackerel in the Northeast Atlantic came to this conclusion by back-calculating spawning time from the time of collection of plankton samples and the incubation time of the eggs found in them. Spawning time was also calculated for Gulf of St. Lawrence mackerel using this technique for missions carried out between 1987 and 1991 (Grégoire 1992b) and 1993 (Figure 5). The results show that spawning takes place at any time during the 24-hour cycle.

Spawning fraction (S) may be measured directly when egg-laying is synchronous. If sampling is done just before or after spawning, the proportion of fish with hydrated oocytes or post-ovulatory follicles gives a direct estimate of (S). If spawning is asynchronous, i.e. occurring at any time of the day or night, spawning fraction can be determined indirectly based on the development time of an oocyte whose stage is an indicator of spawning. Spawning fraction is then calculated as follows:

$$(3) \quad S = \frac{24 \cdot S_s}{T_s}$$

where:

S_s = Proportion of females with Stage s oocytes
 T_s = Duration of Stage s (in hours)

Duration of oocyte development stages:

There are three types of oocytes associated with spawning: oocytes with a migrating nucleus, hydrated oocytes and post-ovulatory follicles (d'Auteuil and Grégoire 1992). Based on various considerations, the Europeans preferred to use the first type as an indicator of spawning fraction (Priede and Watson 1993). Duration was estimated at 24 hours, so that spawning fraction is equal to the proportion of females with oocytes in which the nucleus is migrating. There are variations of S related to latitude and results are accordingly divided into sectors. Uncertainty as to the actual duration of development of the various oocytes is the main reason why the batch fecundity method is not completely accepted in Europe for calculating

ponte à partir de l'heure de la collecte d'échantillons de plancton et du temps d'incubation des oeufs qui étaient présents. L'heure de ponte a aussi été calculée pour le maquereau du golfe du Saint-Laurent en utilisant cette même technique pour les missions effectuées entre 1987 et 1991 (Grégoire 1992b) et 1993 (Figure 5). Les résultats démontrent que la ponte s'effectue bien à n'importe quel moment au cours du cycle de 24 heures.

La fraction de fraie (S) peut être mesurée directement lorsque la ponte est synchrone. Si l'échantillonnage se produit juste avant ou après la ponte, la fraction des poissons ayant des ovocytes hydratés ou des follicules post-ovulatoires donne une estimation directe de (S). Si la fraie est asynchrone, c.a.d. si elle se produit à n'importe quel moment du jour ou de la nuit, la fraction de fraie se détermine de façon indirecte à partir de la connaissance du temps de développement d'un ovocyte dont le stade est un indicateur de la fraie. La fraction de fraie se détermine alors comme suit:

$$(3) \quad S = \frac{24 \cdot S_s}{T_s}$$

où:

S_s = Fraction des femelles ayant des ovocytes de stade s
 T_s = Durée en heure du stade s

Durée de développement des ovocytes de différents stades:

On retrouve 3 types d'ovocytes associés à la fraie: l'ovocyte dont le noyau est en migration, l'ovocyte hydraté et le follicule post-ovulatoire (d'Auteuil et Grégoire 1992). Après certaines considérations, les Européens ont choisi le premier type comme un indicateur de la fraction de fraie (Priede et Watson 1993). Sa durée a été estimée à 24 heures de sorte que la fraction de fraie est égale à la fraction des femelles ayant des ovocytes dont le noyau est en migration. Il existe des variations de S selon la latitude et c'est la raison pour laquelle les résultats ont été séparés en secteurs. L'incertitude reliée à la durée véritable du temps de développement des différents ovocytes est la principale raison expliquant pourquoi la méthode de la fécondité en lots n'est pas totalement acceptée en Europe pour l'évaluation de la biomasse du maquereau (Priede et Watson 1993).

mackerel biomass (Priede and Watson 1993).

Biomass estimate

Estimates were made in 1993, as an illustration, to calculate the spawning biomass of mackerel in the Gulf of St. Lawrence. Gonads were collected using a small fishing vessel. Based on hydrated oocyte counts carried out on a certain number of these gonads, batch fecundity F_{bw} was estimated at approximately 70 eggs per gram of female weight (Figure 6). This figure is higher than that calculated in Europe by Priede and Watson (1993). These authors noted a significant decrease in batch fecundity with latitude. Since there are variations in the estimates of S and F_{bw} presented by Priede and Watson (1993) and our F_{bw} figure is based on only a small number of gonads, simulations were carried out to calculate the spawning biomass in the Gulf of St. Lawrence. Daily production for both courses of the 1993 mission were used with values of S varying from 0.20 to 0.60 and values of F_{bw} varying from 30 to 70. The sex ratio was set at 0.5. For a given value of F_{bw} , an increase in S results in a decrease in biomass (Table 3). A decrease in the biomass estimate was also observed when, for a given value of S , F_{bw} is higher.

In all cases presented in these simulations, the biomass estimates calculated for the two courses by the batch fecundity method were higher than those presented by the traditional method. Moreover, for low values of F_{bw} and S , estimates of biomass vary considerably when small variations are applied to these two variables (Figure 7).

CONCLUSIONS

Arrival of mature fish from the 1982 year class resulted in a major increase in spawning biomass in 1985 (Figure 4). With the exception of only one year, annual biomass figures remained high and stable until 1991. Following this, the gradual decrease in this year class resulted in significantly lower biomass figures.

Estimation de la biomasse

Des estimations ont été effectuées en 1993, à titre illustratif, pour calculer la biomasse reproductrice du maquereau du golfe du Saint-Laurent. Des gonades ont été recueillies à l'aide d'un petit navire de pêche. À partir des décomptes des ovocytes hydratés effectués sur un certain nombre de ces gonades, la fécondité en lots F_{bw} a été estimée à environ 70 oeufs par gramme de femelle (Figure 6). Cette valeur est supérieure à ce qui a été calculé en Europe par Priede et Watson (1993). Ces derniers ont noté une diminution significative de la fécondité en lots selon la latitude. Comme l'on retrouve des variations dans les estimations de S et de F_{bw} présentées par Priede et Watson (1993) et que notre valeur de F_{bw} n'est basée que sur un petit nombre de gonades, des simulations ont alors été effectuées pour le calcul de la biomasse reproductrice du golfe du Saint-Laurent. Les productions quotidiennes des deux trajets de la mission de 1993 ont été utilisées avec des valeurs de S variant de 0.20 à 0.60 et des valeurs de F_{bw} variant de 30 à 70. Le rapport des sexes a été fixé à 0.5. Pour une même valeur de F_{bw} , un accroissement de S résulte en une diminution de la biomasse (Tableau 3). Une diminution de l'estimation de biomasse est aussi observée lorsque, pour une même valeur de S , F_{bw} est accrue.

Dans tous les cas présentés lors de ces simulations, les estimations de biomasse calculées pour les deux trajets par la méthode de la fécondité en lots sont supérieures aux estimations présentées par la méthode traditionnelle. De plus, pour de faibles valeurs de F_{bw} et S , les estimations de biomasses varient grandement lorsque de petites variations sont appliquées sur ces deux variables (Figure 7).

CONCLUSIONS

L'arrivée des poissons matures de la classe d'âge de 1982 s'est traduite en 1985 par une importante augmentation de la biomasse reproductrice (Figure 4). À l'exception d'une seule année, les biomasses annuelles sont demeurées élevées et stables jusqu'en 1991. Par la suite, la diminution graduelle de cette classe d'âge a résulté en des valeurs de biomasses significativement moins élevées. C'est d'ailleurs depuis ce moment que la classe d'âge de 1982 n'est plus la classe d'âge dominante dans la pêche (Grégoire

This marks the point when the 1982 year class ceased to be the dominant year class in the fishery (Grégoire *et al.* 1994).

Differences in biomass estimates with the two methods have also been observed in Europe. For the moment, it is too soon to make a detailed analysis of these differences, since the analyses of data collected over the past two years to estimate F_{bw} and S are not yet completed.

Priede and Watson (1993) observed latitudinal differences in values of F_{bw} and S , which declined gradually from south to north. They explained these differences by a gradual northward movement of mackerel during the spawning season. The largest fish are the first to arrive in the spawning grounds in the south and begin spawning first. Spawning in fish found further north is thus more advanced, hence the lower values of F_{bw} and S . Differences like these might also be observed for the Gulf of St. Lawrence. MacKay (1979), for example, observed that for Division 4X the largest fish arrive first and are the first to be found in the Gulf. This time difference in fish size was also observed in samples obtained from a fisherman in Dingwall, Cape Breton (Grégoire 1992c). It should also be noted that, in Chaleur Bay, where the gonads were collected, fishermen reduce the mesh-size of their nets during the course of the season. This practice is also an indication that there is a reduction in mackerel size between the beginning and end of the season.

ACKNOWLEDGEMENTS

We take this opportunity to extend our sincere thanks to Chantal Méthot and Alain Proulx, who sorted the plankton. Thanks also go to Marie-Noëlle Croteau for her assistance in collecting gonads and to Captain Pius Antle of the MV E.E. PRINCE for all his assistance and kindness over the past few years.

et al. 1994).

Des différences dans les estimations de biomasse des deux méthodes ont aussi été observées en Europe. Pour le moment, il serait prématuré d'analyser en profondeur ces différences tant que les analyses des données recueillies depuis deux ans pour estimer F_{bw} et S ne seront complétées.

Priede et Watson (1993) ont observé des différences latitudinales dans les valeurs de F_{bw} et de S . Ces dernières diminuent graduellement du sud vers le nord. Ils ont expliqué ces différences par le déplacement progressif vers le nord du maquereau pendant la saison de fraie. Les plus gros individus arrivent au sud sur les lieux de fraie en premier et débutent aussi la fraie en premier. La fraie chez les individus retrouvés par la suite au nord serait plus avancée d'où de plus faibles valeurs de F_{bw} et S . De telles différences pourraient aussi être observées pour le golfe du Saint-Laurent. MacKay (1979) a observé par exemple pour la division 4X que les plus gros individus arrivent en premier et sont retrouvés par la suite en premier à l'intérieur du Golfe. Cette différence temporelle dans la taille des poissons a aussi été observée à partir d'échantillons provenant d'un pêcheur de Dingwall au Cap-Breton (Grégoire 1992c). Enfin, mentionnons que dans la Baie des Chaleurs où les gonades ont été récoltées, les pêcheurs réduisent la maille de leurs filets au cours de la saison. Cette pratique est aussi une indication qu'il y a une réduction de la taille du maquereau entre le début et la fin de la saison.

REMERCIEMENTS

Nous aimerions remercier sincèrement Chantal Méthot et Alain Proulx qui ont effectué le tri du plancton. Nos remerciements vont aussi à Marie-Noëlle Croteau pour sa participation à la récolte des gonades et aussi au capitaine Pius Antle du MV E.E. PRINCE pour toute l'aide et l'amitié apportées au cours des dernières années.

REFERENCES / RÉFÉRENCES

- D'Amours, D., and F. Grégoire. 1992. Analytical correction for oversampled mackerel (*Scomber scombrus* L.) eggs collected with oblique plankton tows. Fishery Bulletin 90: 190-196.
- d'Auteuil, I., and F. Grégoire. 1992. Histological description of oocyte development in Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) in the Gulf of St. Lawrence. Can. Tech. Rep. Fish. and Aquat. Sci. No. 1912 : iv + 23 p.
- Ferraro, S.P. 1980. Daily time of spawning of 12 fishes in the Peconic Bays, New York. Fishery Bulletin 78: 455-464.
- Frontier, S. 1983. Stratégie d'échantillonnage en écologie. Presses de l'Université Laval. 494p.
- Grégoire, F. 1992a. Revue de la stratégie d'échantillonnage utilisée lors des croisières d'évaluation de la biomasse reproductrice du maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) du golfe du Saint-Laurent. CSCPCA Document de recherche 92/52, 16p.
- Grégoire, F. 1992b. Cycle de ponte, développement des ovocytes et résultats préliminaires concernant la fécondité en lots chez le maquereau (*Scomber scombrus* L.) du nord-ouest de l'Atlantique. CSCPCA Document de recherche 92/57, 45p.
- Grégoire, F. 1992c. Suivi des captures de maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) en 1991 pour les sous-régions 2 à 6 de l'OPANO et évaluation de la biomasse reproductrice du golfe du Saint-Laurent. CSCPCA Document de recherche 92/53, 39p.
- Grégoire, F. 1993. Estimate of the spawning stock of mackerel (*Scomber scombrus* L.) in the Gulf of St. Lawrence and monitoring of catches for NAFO subareas 2-6 in 1992. DFO Fisheries Research Document 93/54, 75p.
- Grégoire, F., J.J. Maguire and C. Lévesque. 1994. Mackerel (*Scomber scombrus* L.) fishery situation in NAFO subareas 2-6 in 1993. DFO Atlantic Fisheries Research document 94/ 62
- Lasker, R (ed.) 1985. An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the Northern Anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report NMFS 36.
- MacKay, K. T. 1979. Synopsis of biological data of the northern population Atlantic mackerel *Scomber scombrus*. Fish. Mar. Serv. Tech. Rep. 885, vi + 26p.
- Maguire, J.J. 1981. Maturité, fécondité, ponte et évaluation de la taille du stock reproducteur du maquereau atlantique (*Scomber scombrus*) dans le golfe du Saint-Laurent. M.Sc. Thesis, Laval University, Québec. 137p.

- Nichols, J.H., and S. Warnes. 1993. Field observation of the daily pattern of spawning in the western stock of mackerel (*Scomber scombrus* L.). ICES J. Mar. Sci. 50: 219-225p
- Ouellet, P. 1987. Mackerel (*Scomber scombrus*) egg abundance in the southern Gulf of St. Lawrence from 1979 to 1986, and the use of the estimate for stock assessment. CAFSAC Research Document 87/62. 40p.
- Pelletier, L. 1986. Fécondité du maquereau bleu, *Scomber scombrus* L., du golfe du Saint-Laurent. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1467: v + 37 p.
- Priede, I.G. 1990. Evaluation of the batch fecundity method for assessment of stocks of pelagic spawning fishes. Final report submitted to the Directorate-General for Fisheries (DGXIV) of the Commission of the European Communities. Study Contract No XIV/B/1-1989/2.
- Priede, I.G., and J.J. Watson. 1993. An evaluation of the daily egg production method for estimating biomass of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*). Bulletin of Marine Science, 53(2): 891-911 p.
- Ware, D.M., and T.C. Lambert. 1985. Early life history of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) in the southern Gulf of St. Lawrence. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 42: 577-592.
- Worley, L.G. 1933. Development of egg of the mackerel at different constant temperatures. J. Gen. Physiol., 16: 841-852.

Table 1. Annual parameters used in the spawning stock biomass for the Gulf of St. Lawrence mackerel.

Tableau 1. Paramètres annuels utilisés dans la détermination de la biomasse reproductrice du maquereau du golfe du Saint-Laurent.

ANNÉE/ YEAR	SURVEY/ CROISIÈRE	PASS/ TRAJET	DAILY PRODUCTION/ PRODUCTION QUOTIDIENNE ¹ ($\times 10^{13}$)	STANDARD DEVIATION/ ÉCART-TYPE ¹ ($\times 10^{12}$)	TOTAL PRODUCTION/ PRODUCTION ¹ TOTALE ($\times 10^{14}$)	N	MEAN WEIGHT/ POIDS MOYEN (g)	MEAN FECUNDITY/ FÉCONDITÉ MOYENNE ²	BIOMASS / BIOMASSE (t)
1979 ³	P-221	1	2.1300	3.5819	7.9810	-	-	-	-
1980 ³	P-239	1	1.0410	1.9748	1.9150	-	-	-	-
1982 ³	P-273	1	4.1630	8.6989	38.0270	-	-	-	-
		2	1.1290	2.2605	2.2360	-	-	-	-
1983	P-292	1	1.0540	2.0025	1.5230	94	792.10	645,916.77	373,540
1984	N-30	1	2.0220	2.6439	3.3680	182	658.60	533,237.56	831,960
		2	0.9630	1.6031	2.6770	182	658.60	533,237.56	661,270
1985	P-324	1	2.8130	2.6495	4.7450	244	608.71	539,576.89	1070,600
		2	2.2750	2.3000	10.7810	244	608.71	539,576.89	2432,600
1986	P-337	1	5.0530	5.0229	8.7630	103	620.86	593,852.71	1,832,300
		2	1.6830	2.0712	7.9400	103	620.86	593,852.71	1,660,200
1987	P-353	1	4.0305	7.4232	7.3170	177	569.64	486,924.84	1,712,000
		2	0.9075	-	1.9410	177	569.64	486,924.84	454,140
1988	P-369	1	6.0607	8.8117	11.1720	103	639.73	581,855.75	2,456,600
		2	1.6397	2.6845	4.9520	103	639.73	581,855.75	1,088,900
1989	P-386	1	2.1254	4.2407	3.5902	39	721.50	703,611.56	736,300
		2	0.6661	1.1758	1.7417	39	721.50	703,611.56	357,200
1990	P-400	1	3.1668	6.4535	6.7770	129	626.28	561,839.64	1,510,900
		2	3.0191	4.5998	5.6270	129	626.28	561,839.64	1,254,500
1991	P-415	1	4.7922	7.4373	8.5171	73	508.05	441,542.09	1,960,000
1992	P-430	1	3.4882	6.0721	6.3655	96	574.89	498,968.92	1,466,803
		2	1.4333	1.8900	2.8499	96	574.89	498,968.92	656,703
1993	P-445	1	3.4434	6.5793	6.7344	186	581.91	571,710.66	1,370,908
		2	1.6665	2.8884	3.2592	186	581.91	571,710.66	663,469

¹ Data from Ouellet (1987) for the 1979-1986 period/Données tirées de Ouellet (1987) pour la période de 1979-1986.² Computed from the general equation presented by Pelletier (1986)/Calculée à partir de l'équation générale de Pelletier (1986).³ Biological information not available for the moment/ Information biologique non disponible pour le moment.

Table 2. Atlantic mackerel spawning stock biomass for the Gulf of St. Lawrence corrected for the oversampled eggs.

Tableau 2. Biomasse reproductrice du maquereau du golfe du Saint-Laurent corrigée pour le sur-échantillonnage des oeufs.

YEAR/ ANNÉE ¹	SURVEY/ CROISIÈRE	PASS/ TRAJET	DAILY PRODUCTION/ PRODUCTION QUOTIDIENNE ($\times 10^{13}$)	STANDARD DEVIATION/ ÉCART- TYPE ($\times 10^{13}$)	TOTAL PRODUCTION/ PRODUCTION TOTALE ($\times 10^{14}$)	CORRECTED BIOMASS/ BIOMASSE CORRIGÉE (t)	% OF REDUCTION / % DE RÉDUCTION
83	P292	1	0.7098	1.5899	1.2734	312,319	16.3894
84	N30	1	1.6010	2.0244	2.6901	664,514	20.1267
		2	0.7269	1.1827	2.1956	542,349	17.9837
85	P324	1	2.2435	2.1774	4.0248	908,096	15.1788
		2	1.6586	2.0367	9.7714	2,204,673	9.3697
86	P337	1	3.8259	3.8412	6.7997	1,421,787	22.4042
		2	1.3277	1.5262	6.2965	1,316,570	20.6981
87	P353	1	2.9453	5.1220	4.9752	1,164,070	32.0053
		2	0.7088	--	1.7351	405,969	10.6071
88	P369	1	4.0707	5.6124	8.3014	1,825,430	25.6928
		2	1.2216	1.9477	3.9928	877,989	19.3692
89	P386	1	1.5758	3.0537	2.6618	545,890	25.8604
		2	0.5106	0.8693	1.2495	256,260	28.2587
90	P400	1	2.6298	5.3242	5.6273	1,254,545	16.9670
		2	2.4075	3.6973	4.0812	909,859	27.4724
91	P415	1	3.2545	4.8020	5.7842	1,331,091	32.0872
92	P430	1	2.6400	4.6085	4.8176	1,110,120	24.3170
		2	1.0341	1.4010	2.0561	473,787	27.8537
93	P445	1	2.7595	5.4842	5.3969	1,098,636	19.8607
		2	1.1373	1.9009	2.2243	452,796	31.7533

¹ Since 1990, the bongo surface time at the end of the tow is recorded and the correction is computed according to D'Amours et Grégoire (1992). Before 1990, eggs density at each station has been computed with linear regressions between adjusted and unadjusted eggs densities/ Depuis 1990, le temps de surface du bongo à la fin du trait est noté et la correction est calculée selon D'Amours et Grégoire (1992). Avant 1990, les densités d'oeufs à chaque station ont été corrigées à partir de régressions linéaires entre les densités corrigées et non corrigées.

Table 3. Estimation of the spawning stock biomass of the Gulf of St. Lawrence mackerel for different values of fecundity and spawning fraction.

Tableau 3. Estimation de la biomasse reproductrice de maquereau du Golfe du Saint-Laurent pour différentes valeurs de fécondité et de fraction de fraie.

FECUNDITY/ FÉCONDITÉ F_{bw}	SPAWNING FRACTION/FRACTION DE FRAIE S	SEX RATIO / RAPPORT DES SEXES r	BIOMASS FIRST PASS/ BIOMASSE PREMIER TRAJET (10^6 t)	BIOMASS SECOND PASS/BIOMASSE SECOND TRAJET (10^6 t)
30	0.20	0.50	9.1983	3.7910
30	0.40	0.50	4.5992	1.8955
30	0.60	0.50	3.0661	1.2637
40	0.20	0.50	6.8988	2.8433
40	0.40	0.50	3.3449	1.4216
40	0.60	0.50	2.2996	0.9478
50	0.20	0.50	5.5190	2.2746
50	0.40	0.50	2.7595	1.1373
50	0.60	0.50	1.8397	0.7582
60	0.20	0.50	4.5992	1.8955
60	0.40	0.50	2.2996	0.9478
60	0.60	0.50	1.5331	0.6318
70	0.20	0.50	3.9421	1.6247
70	0.40	0.50	1.9711	0.8124
70	0.60	0.50	1.3140	0.5416

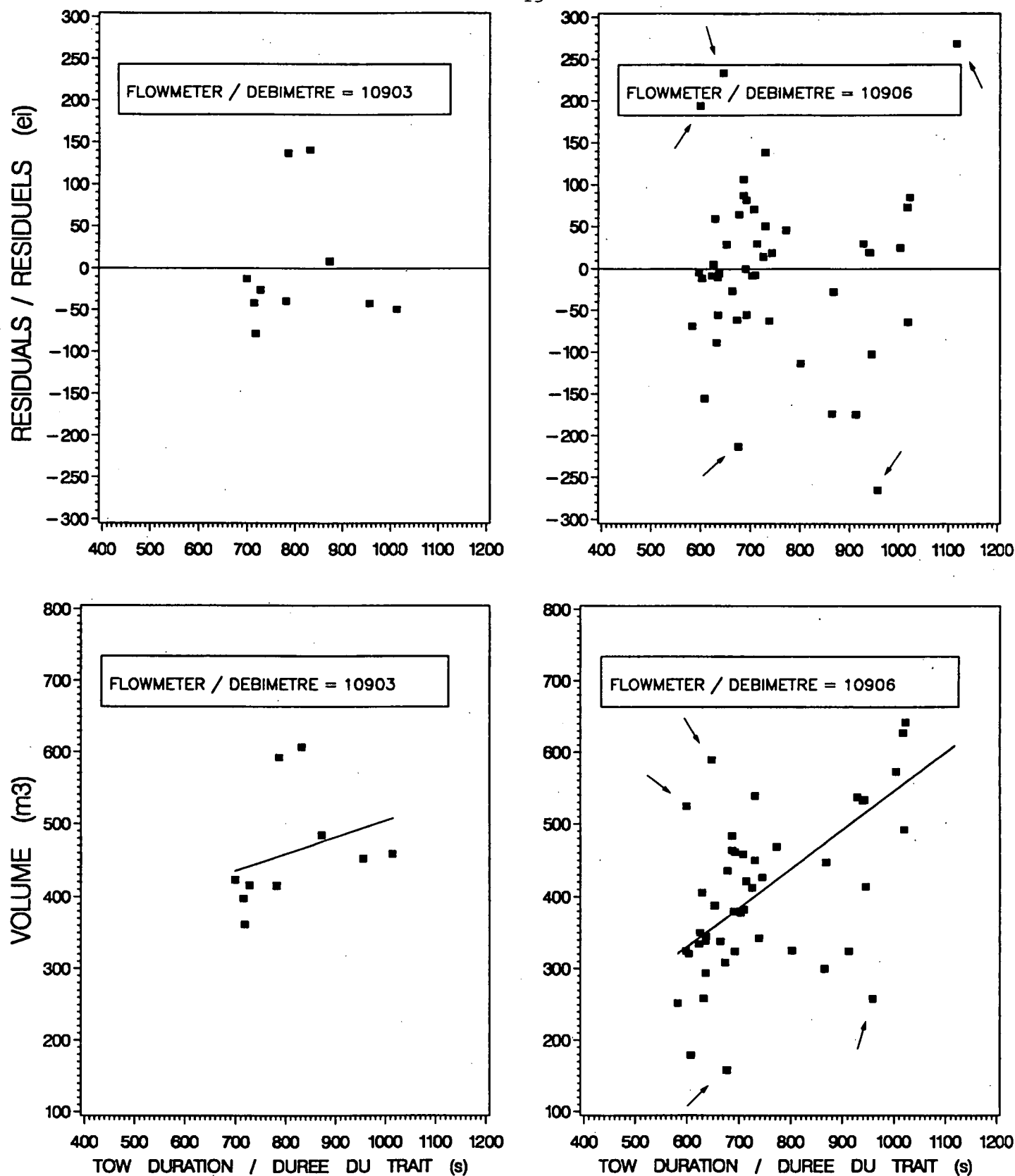


Figure 1. Relationships between the volume of water filtered and tow duration for the flowmeters used during the 1993 eggs survey / Relations entre le volume d'eau filtrée et la durée du trait pour les débitmètres utilisés lors de la croisière des oeufs en 1993.

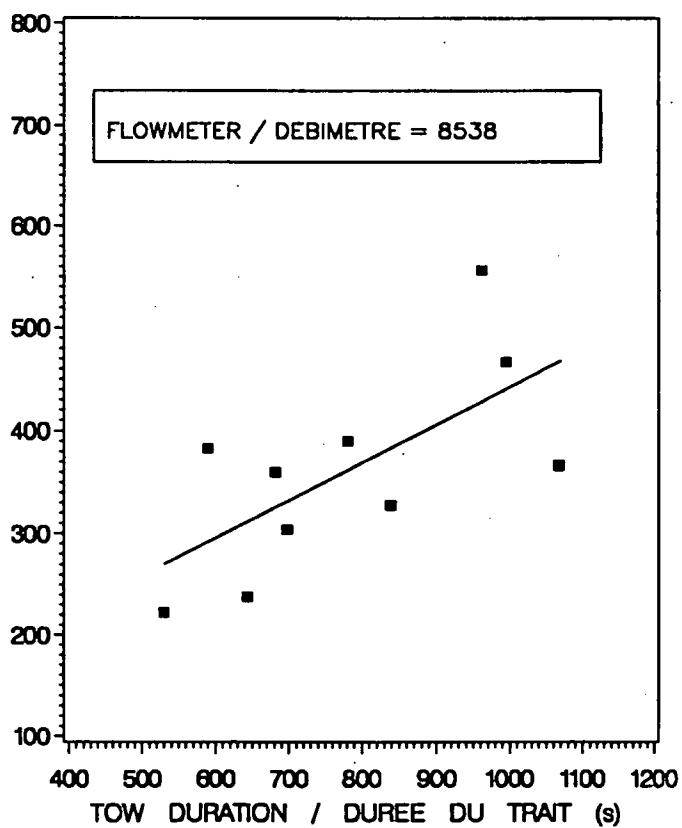
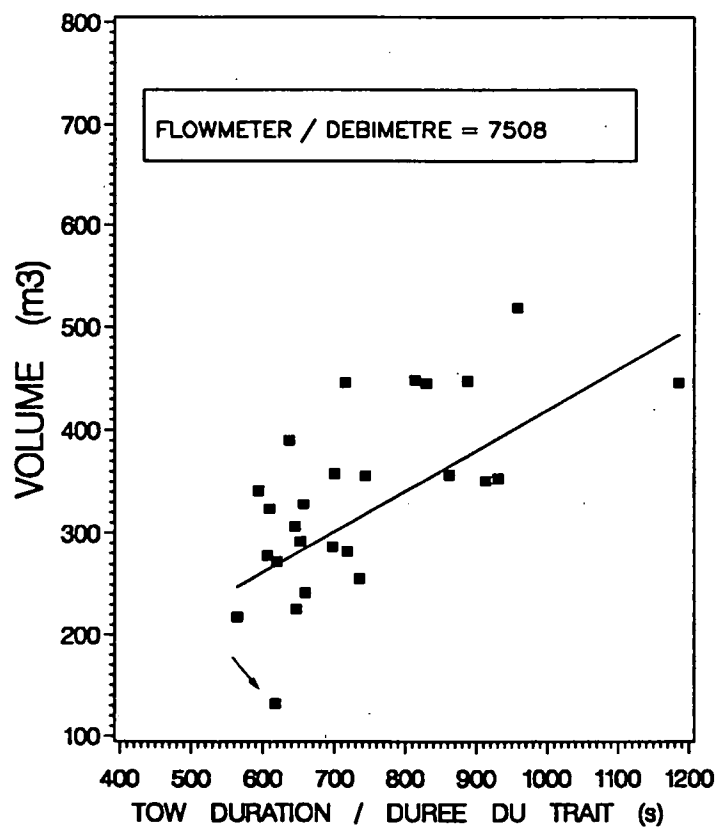
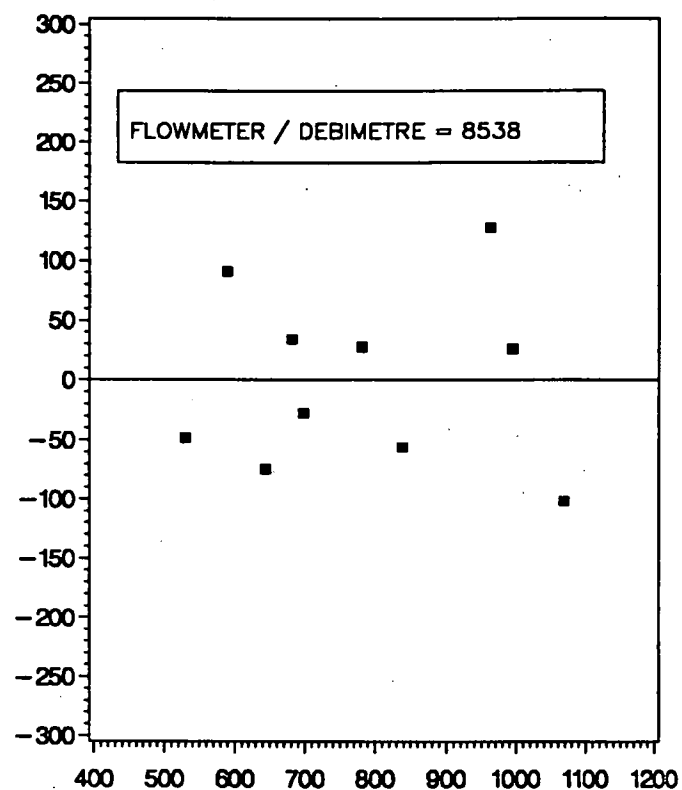
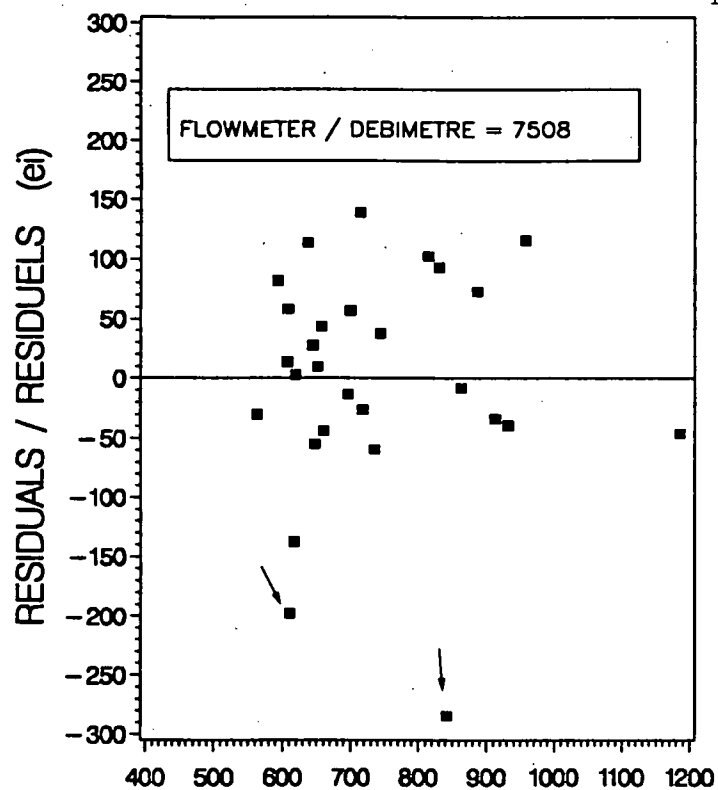


Figure 1. (Continued / Suite).

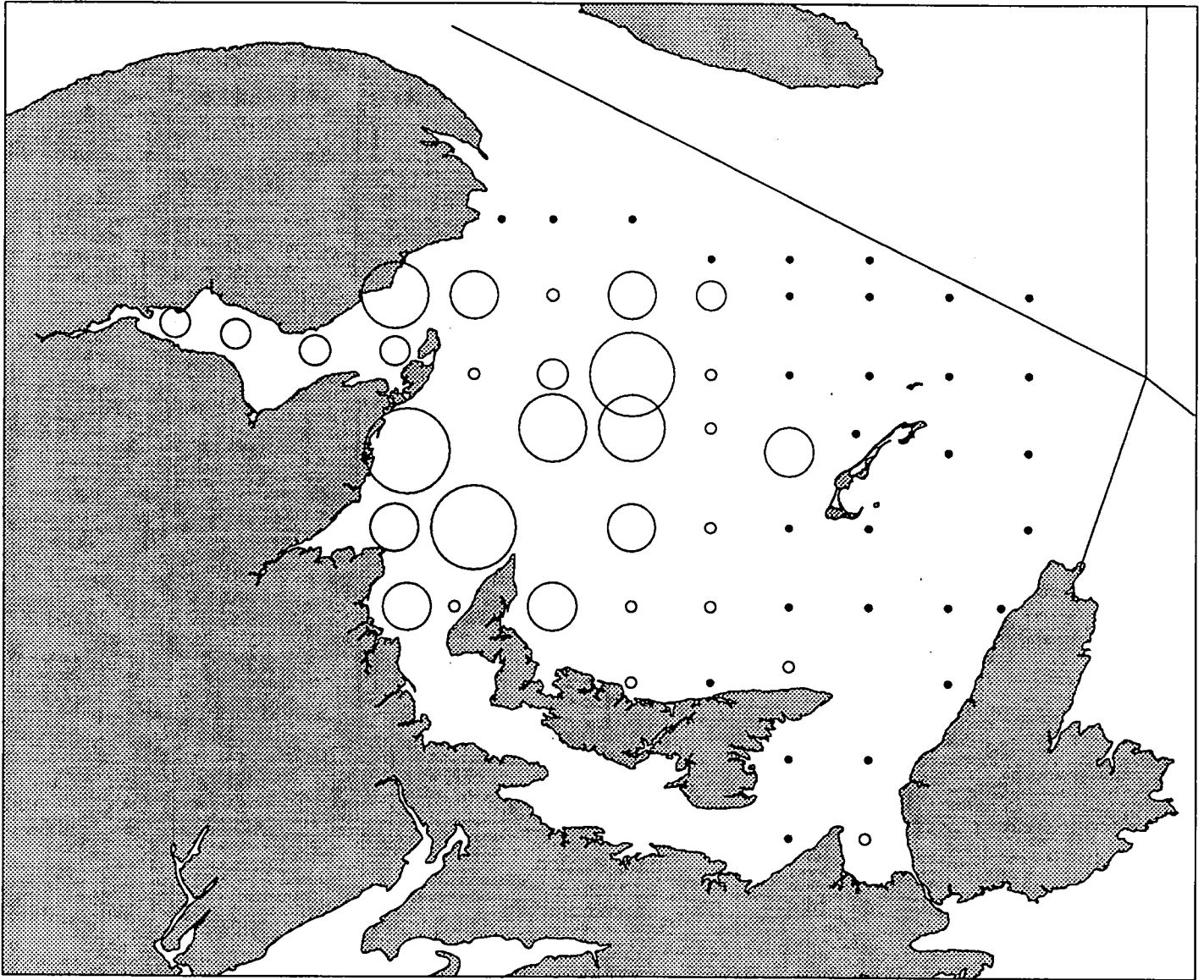
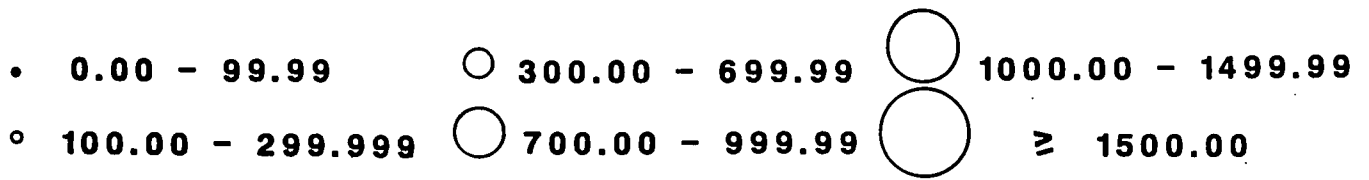


Figure 2. Eggs density (nb/m³) of stages 1 and 5 calculated for the first pass of the 1993 eggs survey /
Densités d'oeufs (nb/m³) des stades 1 et 5 calculées pour le premier trajet de la croisière des oeufs
de 1993.

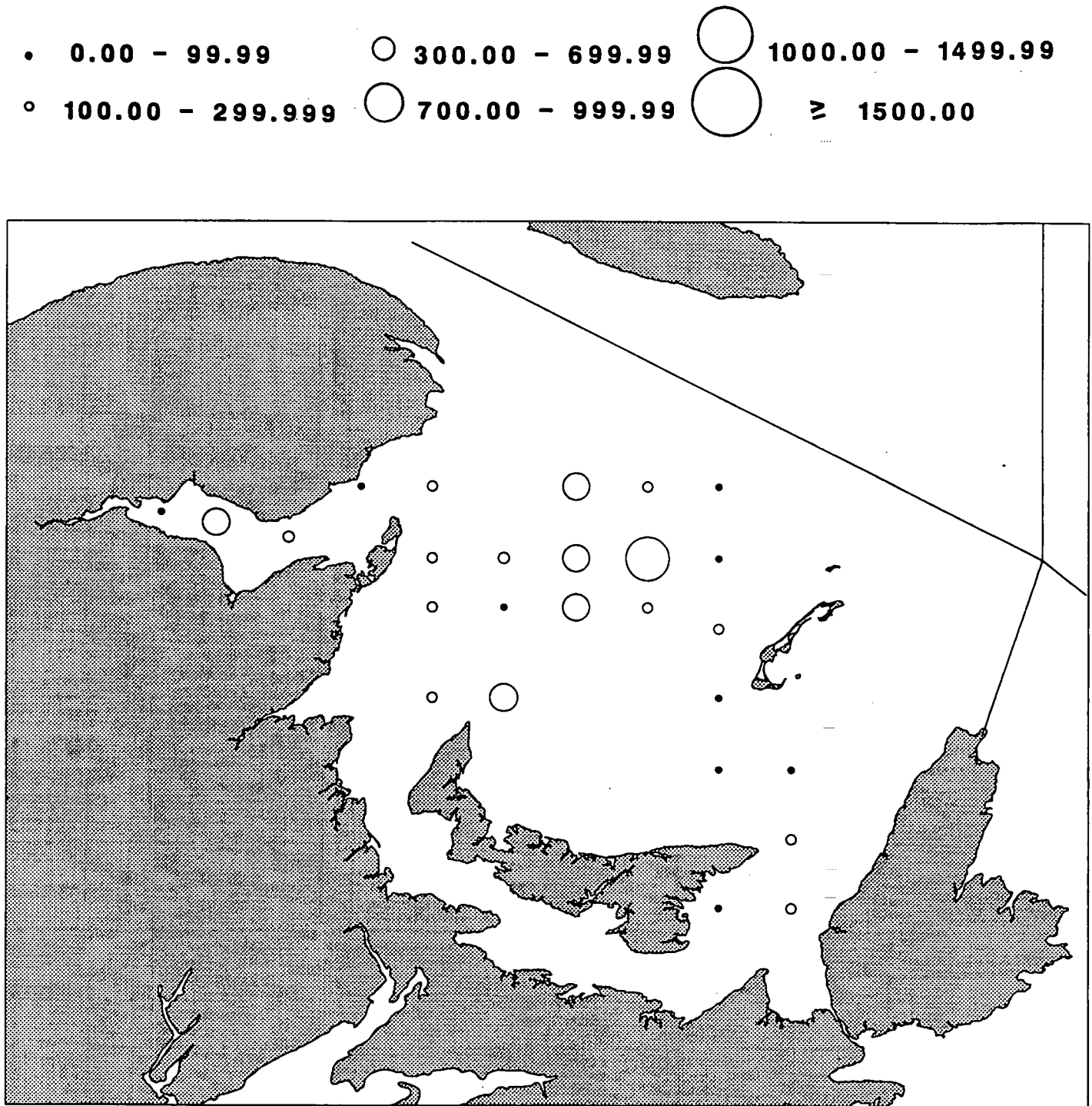


Figure 3. Eggs density (nb/m²) of stages 1 and 5 calculated for the second pass of the 1993 eggs survey/
 Densités d'oeufs (nb/m²) des stades 1 et 5 calculées pour le second trajet de la croisière des oeufs
 de 1993.

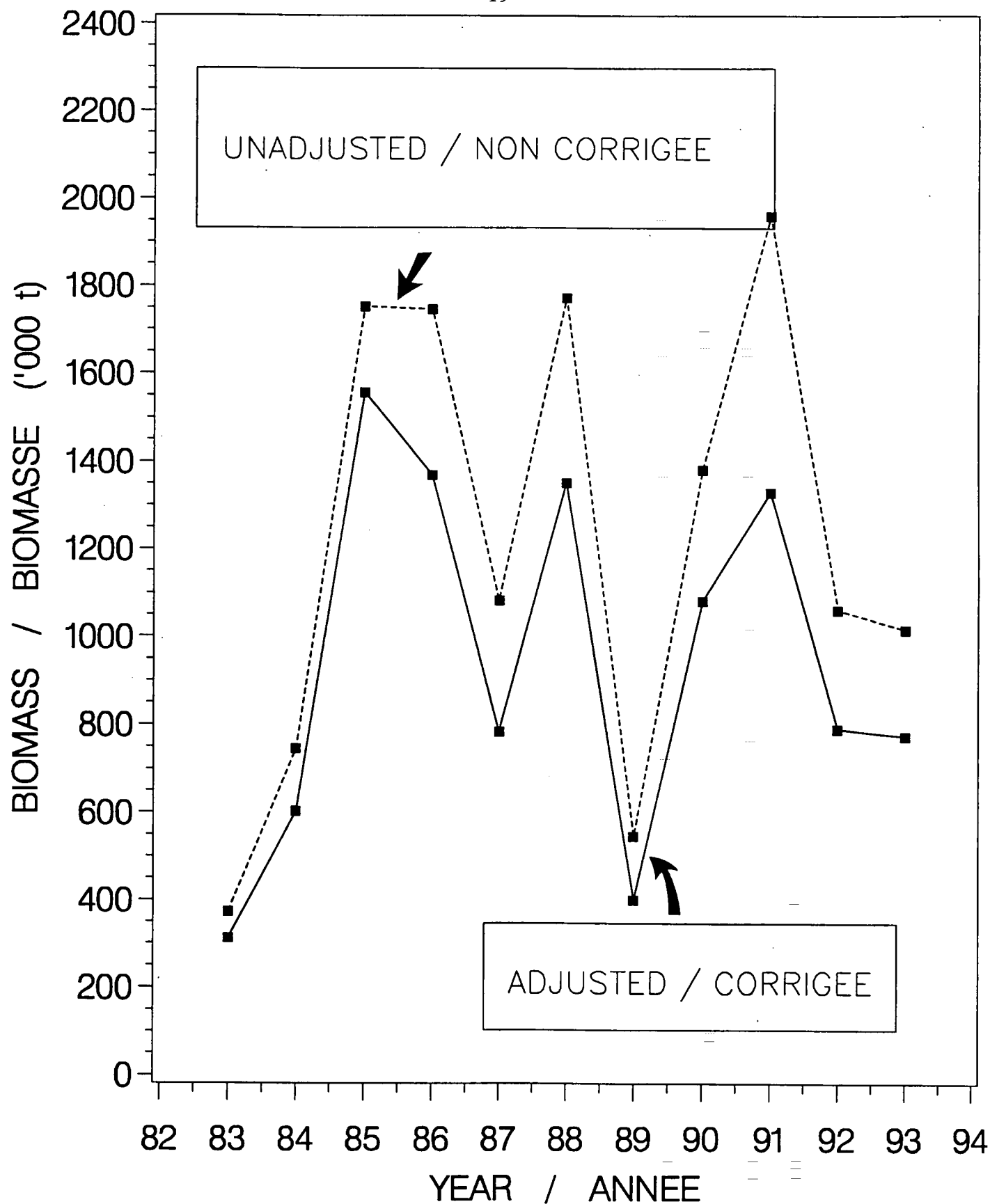


Figure 4. Spawning stock biomass of the Gulf of St. Lawrence mackerel based on unadjusted and adjusted eggs density / Biomasse reproductrice du maquereau du Golfe du Saint-Laurent basée sur les densités d'oeufs non corrigées et corrigées.

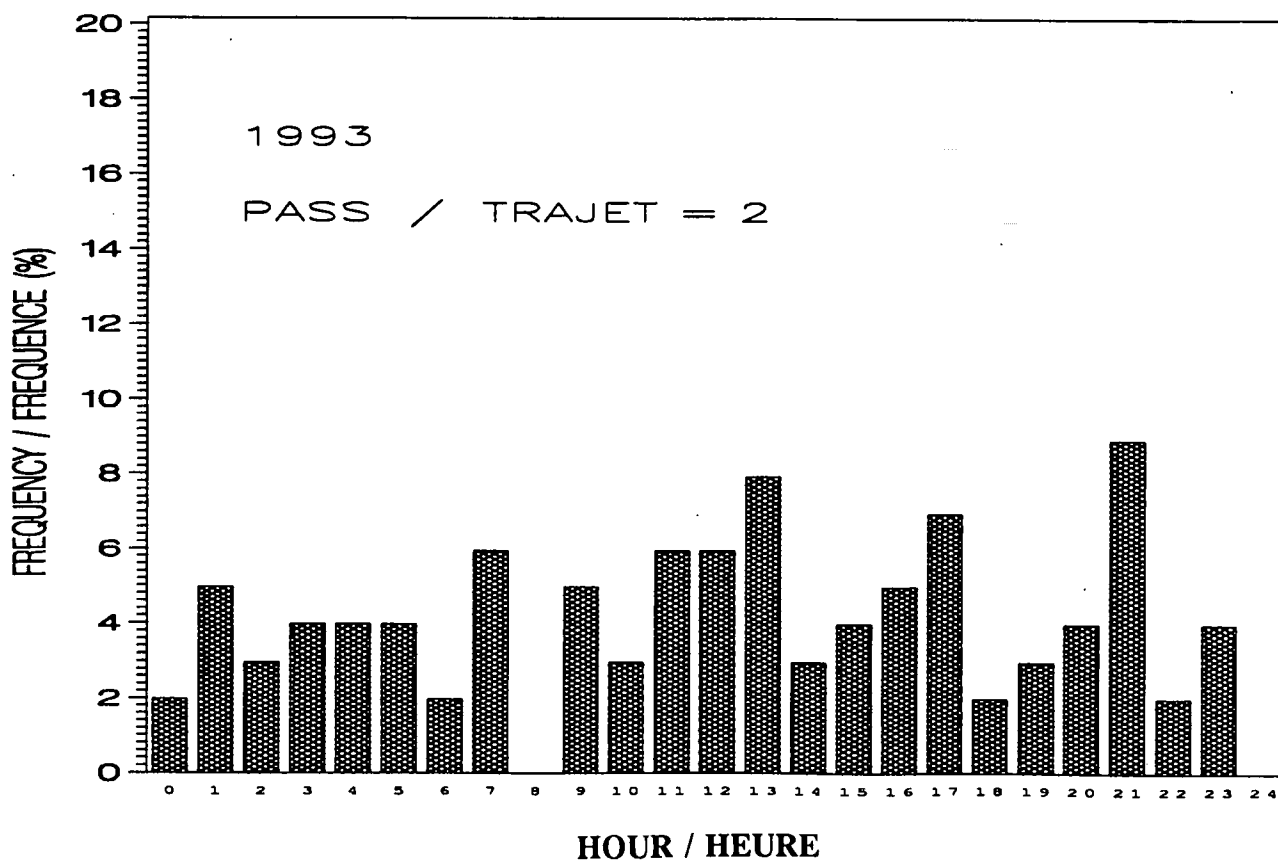
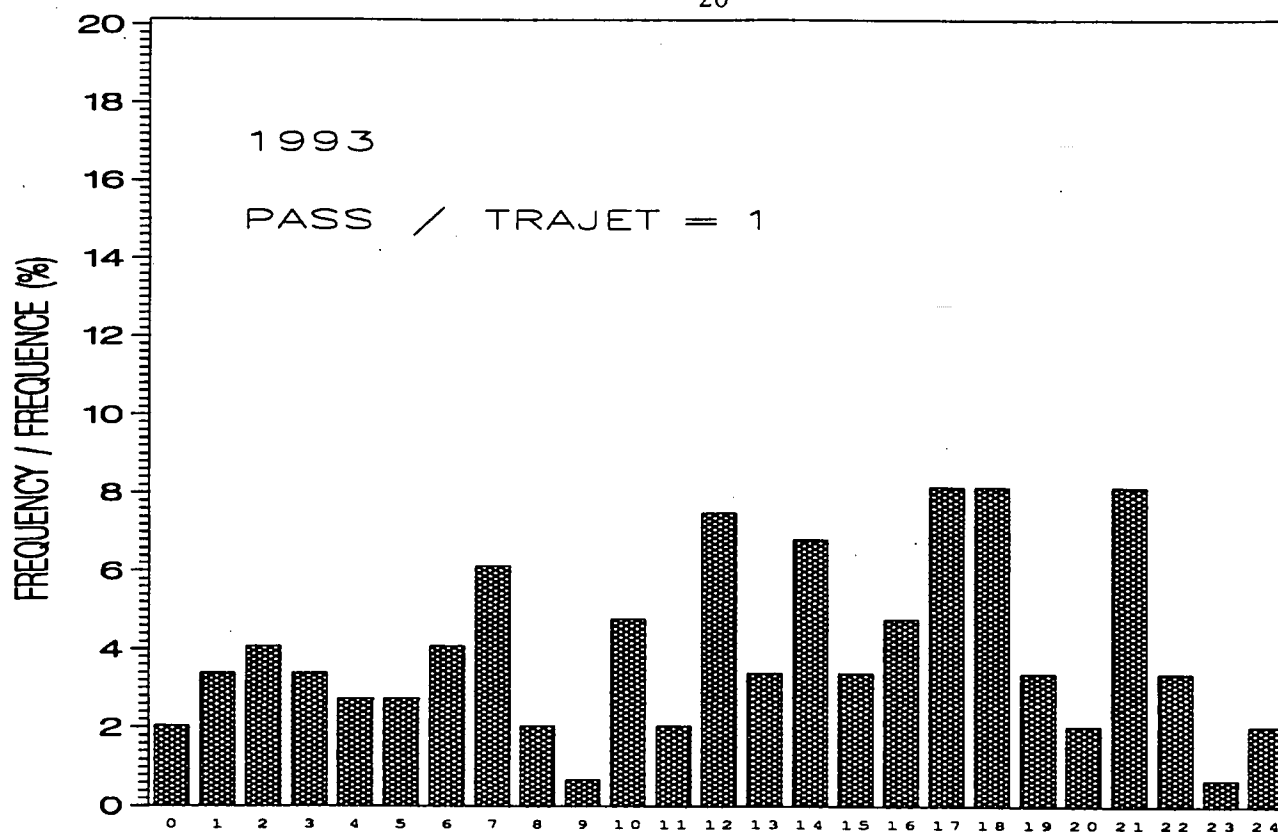


Figure 5. Backcalculated spawning hour based on the incubation time and the mean temperature of the first ten meters of water / Heure de ponte rétrocalculée basée sur le temps d'incubation et la température moyenne des dix premiers mètres d'eau.

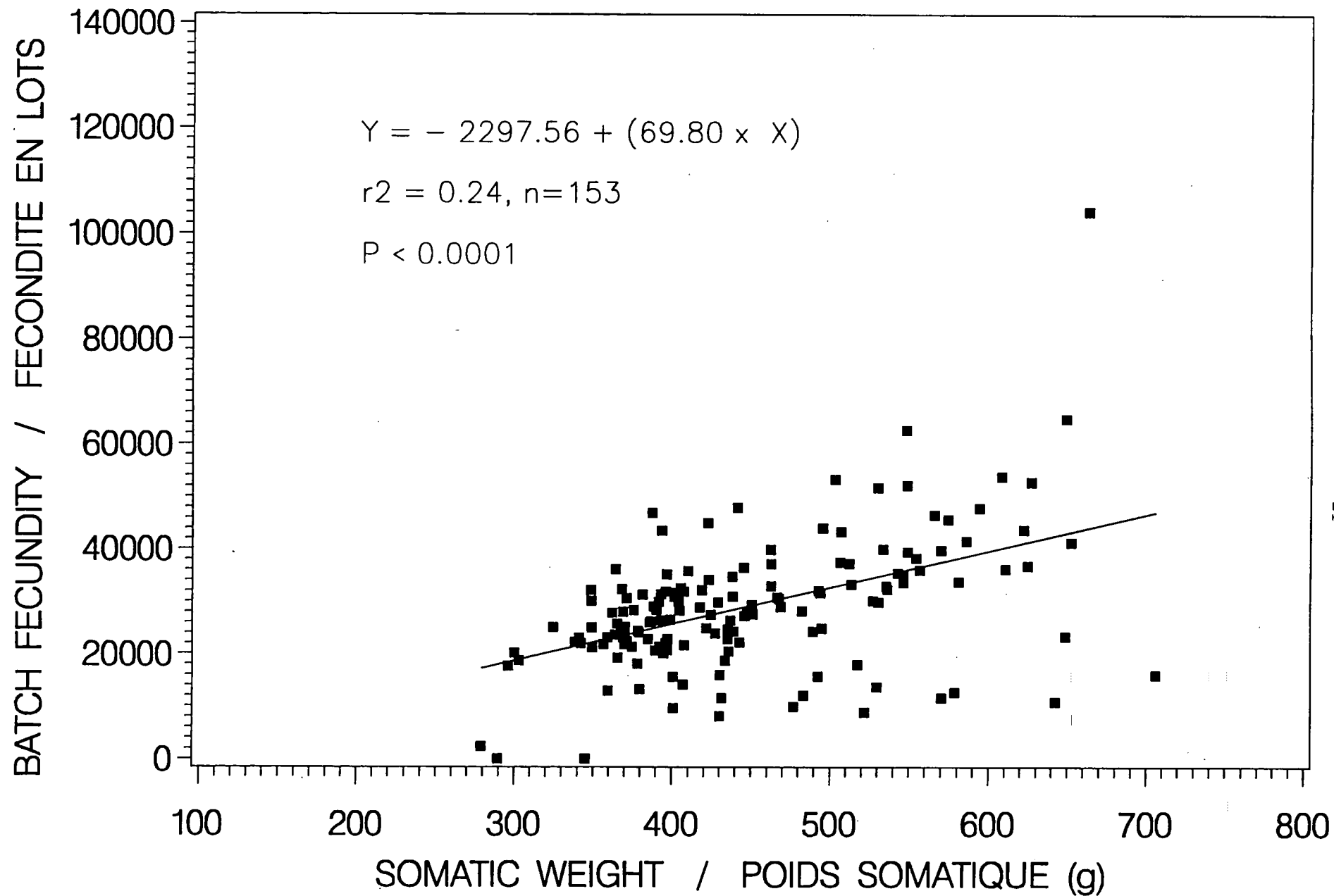


Figure 6. Batch fecundity of the Gulf of St. Lawrence mackerel based on preliminary data gathered in 1993 / Fécondité en lots chez le maquereau du golfe du Saint-Laurent basée sur des données préliminaires recueillies en 1993.

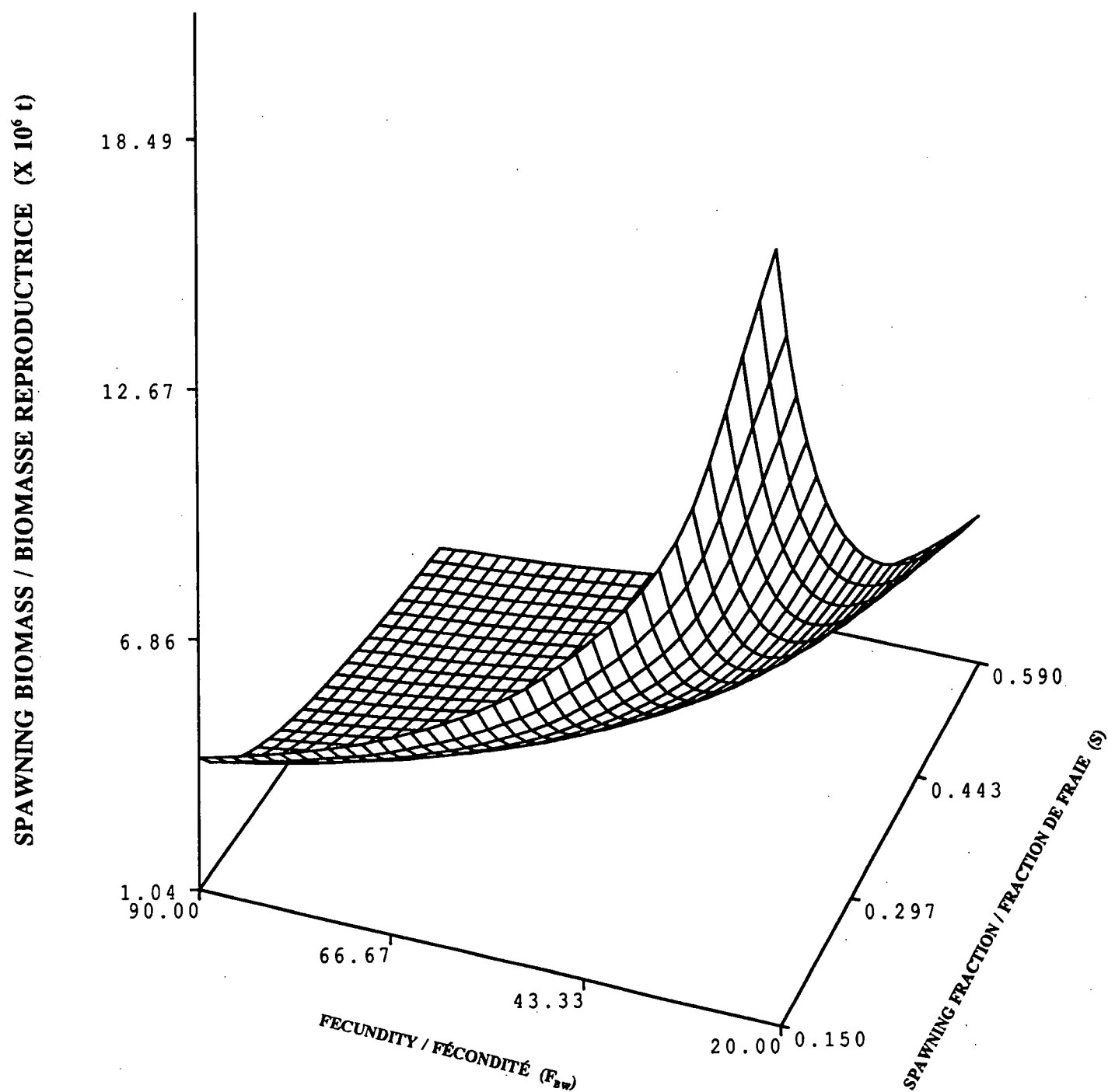


Figure 7. Relationship between fecundity, spawning fraction and spawning biomass for Atlantic mackerel / Relation entre la fécondité, la fraction de fraie et la biomasse reproductrice chez le maquereau bleu.