

Ne pas citer sans
autorisation des auteurs¹

Not to be cited without
permission of the authors¹

MPO Pêches de l'Atlantique
Document de recherche 95/ 118

DFO Atlantic Fisheries
Research document 95/ 118

**Estimation de la biomasse
reproductrice du stock de
maquereau (*Scomber scombrus* L.)
du golfe du Saint-Laurent pour
1994**

**Estimation of the Gulf of St.
Lawrence spawning stock biomass
of mackerel (*Scomber scombrus* L.)
for 1994**

Par

By

François Grégoire, Denis D'Amours², Charlyne Lévesque
et / and
Daniel Thibeault

Division des poissons et des mammifères marins
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
850, Route de la Mer
Mont-Joli, Québec
G5H 3Z4

Fish and Marine Mammals Division
Department of Fisheries and Oceans
Maurice Lamontagne Institute
850, Route de la Mer
Mont Joli, Quebec
G5H 3Z4

² Ministère des Pêches et des Océans
200, Rue Kent
Ottawa, Ontario
K1A 0E6

² Department of Fisheries and Oceans
200, Kent Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E6

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.

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.

Les Documents de recherche sont publiés dans la langue officielle utilisée dans le manuscrit envoyé au secrétariat.

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

RÉSUMÉ

L'estimation de la biomasse reproductrice de maquereau, dont la fraie s'effectue dans le golfe du Saint-Laurent, a été évaluée en 1994 à 800,676 t. Cette valeur est légèrement supérieure aux estimations de 1993 et 1992 qui étaient de 775,716 t et 791,953 t respectivement. L'échantillonnage des oeufs à l'aide d'une pompe a permis d'estimer à 0.17 le coefficient k décrivant, à l'aide d'un modèle exponentiel, la distribution verticale des oeufs. Une valeur de 0.15, tirée de la littérature, avait jusqu'à présent été utilisée dans un modèle apportant une correction au suréchantillonnage des oeufs qui se produit à la fin de chaque trait. Aucune relation n'a été observée entre la vitesse du vent et k . Cette absence de relation pourrait s'expliquer par le faible nombre de stations échantillonnées et aussi par le temps de réponse, au moment de l'échantillonnage, de la masse d'eau aux changements dans la vitesse du vent.

ABSTRACT

The spawning biomass of mackerel, which spawn in the Gulf of St. Lawrence, was estimated at 800,676 t in 1994. This figure is slightly higher than the 1993 and 1992 estimates of 775,716 t and 791,953 t respectively. Egg samples taken with a pump were used to calculate a rate constant k of 0.17; this estimate was utilized in an exponential model to describe the vertical distribution of eggs. Until this point, a rate constant k of 0.15, extracted from the literature, had been used in a model to correct for the oversampling of eggs that occurs at the end of each tow. No relationship was observed between wind speed and k . This may be due to the small number of stations sampled and the response time of the water mass to changes in wind speed during sampling.

INTRODUCTION

Dans le nord-ouest de l'Atlantique, la biomasse reproductrice de maquereau de la population nord se calcule présentement à partir de sa production d'oeufs (Grégoire 1992a; Maguire 1981; Ouellet 1987). Ces derniers sont récoltés lors d'une mission d'ichtyoplancton qui se déroule dans le sud du golfe du Saint-Laurent, région qui est généralement reconnue comme étant la principale aire de fraie de cette population (Arnold 1970; MacKay 1967, 1979; Sette 1943). Les principaux résultats de la mission d'évaluation de 1994 ainsi que ceux concernant une étude entreprise il y a trois ans sur la distribution verticale des oeufs sont présentés dans les sections suivantes. L'étude concernant la distribution verticale des oeufs avait comme objectif principal le calcul d'une correction à apporter pour le suréchantillonnage des oeufs qui se produit à la fin de chaque trait (D'Amours et Grégoire 1992).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

ÉCHANTILLONNAGE:

La mission des oeufs s'est déroulée du 14 au 27 juin 1994. Le temps alloué ainsi que la rapidité du navire FRV *Alfred Needler* ont permis de visiter à deux reprises toutes les stations permanentes. Vers la fin de la mission, une même station a été échantillonnée pendant 20 heures consécutives dans le but de vérifier à nouveau le synchronisme de la fraie chez le maquereau (Grégoire 1992b; Grégoire et Lévesque 1994). La récolte des oeufs a été effectuée à l'aide d'un échantillonneur Bongo (Posgay et Marak 1980) ayant un diamètre de 61 cm et des filets ayant des mailles de 333 microns. Chaque filet était muni d'un

INTRODUCTION

In the northwest Atlantic, the spawning biomass of the northern mackerel population is currently calculated on the basis of its egg production (Grégoire 1992a; Maguire 1981; Ouellet 1987). Eggs are collected during an ichthyoplankton survey in the southern Gulf of St. Lawrence, which is recognized as the main spawning area of this population (Arnold 1970; MacKay 1967, 1979; Sette 1943). The main findings of the 1994 assessment survey, together with the results of a study conducted three years ago on the vertical distribution of eggs, are presented below. The main objective of the vertical distribution research was to calculate a correction for the oversampling of eggs that occurs at the end of each tow (D'Amours and Grégoire 1992).

MATERIAL AND METHODS

SAMPLING:

The egg survey was carried out from June 14 to 27, 1994. Thanks to the allotted time and the speed of the FRV *Alfred Needler*, all the permanent stations were visited twice. Toward the end of the survey, 20 consecutive hours of sampling were done at one station in order to reassess the synchronism of spawning by mackerel (Grégoire 1992b; Grégoire and Lévesque 1994). Eggs were collected in a 61-cm-diameter Bongo sampler (Posgay and Marak 1980) with 333-micron mesh nets. Each net was fitted with a flowmeter designed to calculate the volume of water filtered. The eggs kept for use in estimating the biomass

débimètre permettant le calcul du volume d'eau filtré. Les oeufs, qui ont été conservés pour le calcul de la biomasse, provenaient en alternance de l'un des deux filets. Les traits, d'une durée minimale de 10 minutes, ont été effectués en dents de scie (Hempel 1973). Lors de chaque trait, la vitesse du navire a été réduite à 3.5 noeuds. La vitesse de descente des filets a été plus rapide que la vitesse de remontée. L'angle et la vitesse de remontée ont été maintenus le plus possible à près de 45 degrés et constants de façon à échantillonner également toute la colonne d'eau (Smith et Richardson 1977). Une sonde STD a été fixée près des filets de façon à fournir le profil de la température de l'eau en fonction de la profondeur et la profondeur réelle atteinte par les filets. La durée exacte de chaque trait a été notée de même que la période pendant laquelle, à la fin du trait, les filets sont près de la surface.

Ces deux dernières valeurs ont été utilisées dans le modèle présenté par D'Amours et Grégoire (1992) pour calculer une correction pour le suréchantillonnage des oeufs qui se produit près de la surface à la fin de chaque trait. Le coefficient k , décrivant la distribution verticale des oeufs à partir d'un modèle exponentiel, est l'un des paramètres utilisés dans la correction. Ce paramètre a été fixé jusqu'à maintenant à 0.15 pour toutes les stations. Cette valeur a été tirée de la littérature (D'Amours et Grégoire 1992). Une pompe a été utilisée au cours des trois dernières années dans le but de recueillir des oeufs à différentes profondeurs de façon à calculer une valeur de k pour chaque station. En raison du temps de navire accordé et de la disponibilité de la pompe, cette dernière n'a pu être utilisée à toutes les stations régulières de la mission d'évaluation. Par exemple, en 1992, une

were taken from one of the two nets on an alternating basis. The tows, lasting at least 10 minutes, were conducted in a sawtooth pattern (Hempel 1973). During each tow, the vessel's operating speed was reduced to 3.5 knots. The nets were lowered into the water at a faster speed than they were retrieved. They were raised at an angle as close as possible to 45 degrees and at a constant speed so as to sample equally the entire water column (Smith and Richardson 1977). A STD probe was mounted near the nets to obtain the profile of water temperature relative to depth and the actual depth attained by the nets. The exact duration of each tow was recorded, along with the amount of time the nets spent near the surface at the end of each tow.

The latter two values were used in the model presented by D'Amours and Grégoire (1992) to calculate a correction for the oversampling of eggs that occurs in the surface layer at the end of each tow. The rate constant k , which is utilized in an exponential model to describe the vertical distribution of the eggs, is one of the parameters used in the correction. Until this study, a constant of 0.15 had been used for all stations based on the value cited in the literature (D'Amours and Grégoire 1992). Over the past three years, a pump has been used to collect eggs at different depths so that a rate constant k could be calculated for each station. Owing to the allotted ship time and the availability of the pump, this instrument could not be used for all the regular stations of the assessment survey. For example, in 1992, only one station was sampled. Once the STD profile was completed, however, egg

seule station a été échantillonnée. Une fois le profil STD complété, les oeufs ont cependant été échantillonnés à plusieurs reprises pendant une période d'environ 10 heures. Dans le cas des deux années suivantes, un profil STD a été effectué à la plupart des stations où la pompe a été utilisée. Les strates de profondeur ont été définies par tranche de cinq mètres sauf en 1992 où la première strate se situait entre 0 et 2 mètres et la seconde entre 2 et 5 mètres. Ces strates n'ont pas été retenues par la suite parce qu'il s'avérait difficile de respecter leurs limites exactes lorsqu'il y avait du mauvais temps. En 1993, les strates de cinq mètres n'ont été respectées que lors des premières stations. En raison d'un bris dans la sonde de profondeur de la pompe, les strates réelles ont été recalculées pour les autres stations au retour de la mission (D. Thibeault, comm. pers.)

Le nombre d'oeufs par unité de volume $N_{(z)}$ pour une profondeur donnée se calcule au moyen du modèle exponentiel suivant:

$$(1) \quad N_{(z)} = N_0 e^{(-k z)}$$

où N_0 est la concentration des oeufs à la surface, k la constante qui décrit la distribution verticale des oeufs et Z la profondeur. Le modèle linéaire généralisé correspondant est:

$$(2) \quad \text{LOG}(N_{(z)}) = A - (k z)$$

où A est l'ordonnée à l'origine égale à $\text{LOG}(N_0)$. La procédure GENMOD de SAS (procédure expérimentale dans la version 6.08 de SAS sous VMS) a été utilisée pour

samples were taken repeatedly over a period of roughly 10 hours. During the following two years, a STD profile was performed at most of the stations where the pump was used. The depth strata were defined by five-metre intervals, except in 1992 when the first stratum was from 0 to 2 metres and the second from 2 to 5 metres. These strata were not used in later research because of the difficulty of staying within their exact depth ranges in bad weather. In 1993, the five-metre strata were complied with only at the initial stations because the pump's depth probe stopped working correctly. As a result, for the other stations, the actual strata had to be recalculated after the survey (D. Thibeault, pers. comm.).

The number of eggs per unit volume $N_{(z)}$ for a given depth is calculated using the following exponential model:

$$(1) \quad N_{(z)} = N_0 e^{(-k z)}$$

where N_0 is the concentration of eggs at the surface, k is the constant describing the vertical distribution of eggs, and Z is the depth. The corresponding generalized linear model is:

$$(2) \quad \text{LOG}(N_{(z)}) = A - (k z)$$

where A is the intercept equal to $\text{LOG}(N_0)$. The GENMOD procedure was used with the SAS software (experimental procedure in version 6.08 of SAS on VMS) to calculate

calculer les valeurs de k à partir du nombre d'oeufs recueillis par la pompe à différentes profondeurs. Le volume d'eau filtré par strate de profondeur a été de 3 ou 4 mètres cube. Les stations où tous les oeufs étaient en surface n'ont pas été retenues pour le calcul de k . Une analyse préliminaire avec $N_{(z)}$ obéissant à une distribution de Poisson n'a pas donné un bon ajustement du modèle, la variance augmentant trop rapidement par rapport à la moyenne (Pierre Gagnon, statisticien au MPO, comm. pers.). Le modèle a alors été utilisé avec une loi gamma. Les valeurs de k ainsi calculées ont été comparées avec certaines variables physiques comme la vitesse du vent. Une relation entre cette variable, élevée au carré, et k a déjà été calculée pour le maquereau par Sunby (1983). Comme la vitesse du vent est enregistrée à chaque station, une telle relation pourrait être utilisée pour calculer k et le nombre réel d'oeufs pondus par station pour les missions qui ont été effectuées avant 1992, c'est-à-dire avant l'utilisation de la pompe.

Des oeufs ont aussi été récoltés, à certaines stations, à l'aide d'un filet de type CalVET (Smith *et al.* 1985). Ce filet est utilisé pour la récolte des oeufs d'anchois (*Engraulis mordax*) sur la côte ouest des États-Unis. La biomasse de cette espèce est calculée par la méthode de la fécondité en lots. Le filet CalVET a été utilisé depuis 1991 à titre comparatif. Le temps de remontée des traits verticaux, la lecture des débitmètres ainsi que la longueur de câble déroulée lors de la descente des filets ont été notés dans le but de calculer le volume d'eau filtré. La profondeur atteinte par le filet a été déterminée au moment de l'échantillonnage à partir de la longueur de câble déroulée (en supposant que chaque trait était réellement vertical) et comparée par la suite avec la

k values based on the number of eggs collected with the pump at different depths. The volume of water filtered per depth stratum was 3 or 4 cubic metres. Stations where all the eggs were at the surface were not used in computing k . A preliminary analysis with $N_{(z)}$ obeying a Poisson distribution showed poor fitness of the model, since variance increased too quickly compared to the mean (Pierre Gagnon, statistician at DFO, pers. comm.). After that, the model was used with a gamma distribution, and the k values thus obtained were compared with certain physical variables such as wind speed. Sunby (1983) had previously calculated a relationship between this variable squared and k , for mackerel. Since wind speed is recorded at each station, such a relationship could be used to compute k and the actual number of eggs released per station for the surveys conducted prior to 1992, that is, before the pump was used.

At some stations, eggs were also collected with a CalVET net (Smith *et al.* 1985). This type of net is used to collect anchovy (*Engraulis mordax*) eggs on the west coast of the United States. The biomass of this species is calculated by the batch fecundity method. The CalVET net has been used since 1991 for comparison purposes. Recovery time for vertical tows, flowmeter readings and the length of wire used in lowering the nets were recorded in order to calculate the volume of water filtered. The depth attained by the net was checked during sampling from the length of towing wire used (assuming that each tow was truly vertical) and then verified against the depth calculated from the flowmeter readings. From this last estimate, the egg densities

profondeur déterminée par la lecture des débimètres. Cette dernière a été utilisée pour calculer les densités d'oeufs du filet CalVET qui ont été comparées aux densités calculées aux mêmes stations par le filet Bongo.

CALCUL DE LA BIOMASSE:

Les stations où il y a eu colmatage des filets par des débris n'ont pas été retenues pour le calcul de la biomasse. À l'aide d'une régression entre le volume filtré et la durée des traits, les stations rejetées ont été celles dont les valeurs de ces deux variables se situaient à l'extérieur des intervalles de confiance à 95%. La température moyenne de l'eau (T) des dix premiers mètres a été utilisée pour calculer le temps d'incubation total ($T_{(inc)}$) à partir d'une équation qui a été ajustée aux données de Worley (1933). L'équation utilisée à la forme suivante:

$$(3) T_{(inc)} = (e^{[-1.87Ln(T) + 9.67]})$$

La durée de développement des oeufs de stade 1 ou T_1 correspond à 16.4% de la durée du temps d'incubation total (Ouellet 1987). Le nombre d'oeufs de stade 1, de même que ceux qui sont morts ou qui ont été brisés, ont été utilisés avec la valeur T_1 pour calculer le nombre d'oeufs pondus au départ. L'équation suivante a alors été utilisée:

$$(4) O_{(0)} = O_{(1)} e^{(-M T_{(1)})}$$

où :

$O_{(0)}$ est le nombre d'oeufs pondus au départ,
 $O_{(1)}$ le nombre d'oeufs récoltés de stade 1 et

were calculated for the CalVET net and compared with those obtained at the same stations with the Bongo net.

CALCULATION OF BIOMASS:

Stations where the nets became clogged with debris were not included in calculating the biomass. Based on a regression of volume filtered against tow duration, stations whose values for these two variables fell outside the 95% confidence intervals were rejected. Mean water temperature (T) for the first 10 metres was used to calculate total incubation time ($T_{(inc)}$) in an equation adjusted according to Worley's data (1933), as follows:

$$(3) T_{(inc)} = (e^{[-1.87Ln(T) + 9.67]})$$

The development duration of Stage 1 eggs, or T_1 , corresponds to 16.4% of the total incubation time (Ouellet 1987). The number of Stage 1 eggs and dead or broken eggs was used with the value T_1 to calculate the number of eggs released initially. The following equation was used:

$$(4) O_{(0)} = O_{(1)} e^{(-M T_{(1)})}$$

where:

$O_{(0)}$ is the number of eggs released initially,
 $O_{(1)}$ the number of Stage 1 and broken eggs

brisés et M le taux de mortalité naturelle fixé à 0.36 (Maguire 1981).

La production quotidienne totale d'oeufs pour chaque trajet a été calculée à partir des valeurs $O_{(0)}$ calculées à chaque station et des équations associées à un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié (Grégoire 1992a), et la production totale annuelle selon le modèle présenté par Maguire (1981). La production totale a été convertie en biomasse à partir de l'estimation de la fécondité moyenne par femelle calculée à partir de l'équation de Pelletier (1986).

RÉSULTATS

DISTRIBUTION VERTICALE DES OEUFES

En 1992, la plupart des oeufs échantillonnés à la station 6.6 (Figure 1) ont été retrouvés dans les dix premiers mètres d'eau (Tableau 1). La température de l'eau dans cette couche était d'environ 11° C (Figure 2). Moins de 5% des oeufs se trouvaient dans la dernière strate de profondeur. Entre le 18 et le 29 juin 1993, 22 stations ont été échantillonnées avec la pompe. Ces stations se situaient au large de la Baie des Chaleurs et entre l'Île-du-Prince-Édouard et le Cap-Breton (Figure 3). À partir de ces stations, les strates réelles de profondeur ont été recalculées à partir des relations de la figure 4. La plupart des oeufs se trouvaient dans les premiers 20 mètres d'eau (Tableau 2), au-dessus de la thermocline (Figure 5). La position de cette dernière était différente d'une station à l'autre et était même inexistante à la station 4.2, où la température de l'eau était à peu près la même dans toute la colonne d'eau. Cette décroissance rapide du nombre d'oeufs de la surface vers le fond a aussi été observée en 1994 (Tableau 3). Dans la plupart des 14 stations

collected, and M the natural mortality rate set at 0.36 (Maguire 1981).

Total daily egg production for each course was calculated from the $O_{(0)}$ values obtained at each station and equations linked to a stratified random sampling design (Grégoire 1992a), and total annual production was computed using the model proposed by Maguire (1981). Total production was converted to a biomass value based on mean fecundity per female determined using the equation of Pelletier (1986).

RESULTS

VERTICAL DISTRIBUTION OF EGGS

In 1992, most of the eggs sampled at station 6.6 (Figure 1) were from the first 10 metres of water (Table 1). Water temperature in this layer was about 11° C (Figure 2). Less than 5% of the eggs came from the deepest stratum. Between June 18 and 29, 1993, 22 stations were sampled using the pump. They were located off Chaleur Bay and between Prince Edward Island and Cape Breton (Figure 3). From these stations, the actual depth strata were recalculated based on the relationships in Figure 4. Most of the eggs were found in the first 20 metres of water (Table 2), above the thermocline (Figure 5). The position of the thermocline varied from one station to the next and was even nonexistent at station 4.2, where water temperature was nearly the same throughout the water column. This sharp decrease in the number of eggs from the surface downward was also observed in 1994 (Table 3). At most of the 14 stations sampled (Figure 6), the eggs were also situated above the thermocline (Figure 7). Small quantities were found in the 40-45-metre stratum of

échantillonnées (Figure 6), les oeufs se retrouvaient aussi au-dessus de la thermocline (Figure 7). De faibles quantités ont été retrouvées dans la strate de 40-45 mètres de la station 7.3.

Les valeurs de k calculées par le modèle linéaire généralisé ont varié entre 0.02 et 0.41 (Tableau 4). La valeur moyenne a été estimée à 0.17 et l'erreur standard à 0.019 (Figure 8). Une relation linéaire entre k et la vitesse du vent au carré a été calculée. La valeur du coefficient de détermination n'a été que de 0.28. De plus, le coefficient devient presque nul si on enlève le point situé le plus à droite sur le graphique (Figure 8). Aucune relation n'a été trouvée entre k et la profondeur du trait.

MISSION DES OEUFS EN 1994

Les relations entre le volume filtré et la durée des traits pour chaque débitmètre (Figures 9 et 10) ont permis de déceler du colmatage des filets par des débris aux stations 2.3 et 4.9 (Figure 11) échantillonnées lors du second trajet. Comme au cours des années précédentes (Annexe 1), les plus importantes concentrations d'oeufs ont été observées sur le Banc de Bradelle (Figure 12). Lors du premier trajet, des températures d'eau inhabituellement froides ont été retrouvées dans toute la partie est du Golfe. Des températures inférieures à 5 ° C ont même été observées à l'est des Iles-de-la-Madeleine (Figure 12). Lors du deuxième trajet, des concentrations d'oeufs plus élevées qu'à l'habitude ont aussi été observées.

Les productions quotidiennes totales d'oeufs ont été évaluées pour chaque trajet à 2.26×10^{13} et 2.06×10^{13} oeufs. La valeur moyenne de 2.16×10^{13} est inférieure aux valeurs

station 7.3.

The k values calculated using the generalized linear model ranged from 0.02 to 0.41 (Table 4). The mean value was estimated at 0.17 and standard error at 0.019 (Figure 8). A linear relationship between k and wind speed squared was calculated; however, the coefficient of determination was only 0.28. Furthermore, the coefficient would drop to nearly zero if the point farthest to the right on the graph were removed (Figure 8). No relationship was found between k and tow depth.

1994 EGG SURVEY

Based on the relationship between the volume filtered and tow duration for each flowmeter (Figures 9 and 10), clogging of nets with debris was detected at stations 2.3 and 4.9 (Figure 11) sampled on the second course. As in previous years (Annex 1), the largest concentrations of eggs were found on Bradelle Bank (Figure 12). During the first course, unusually cold water temperatures were observed in the entire eastern portion of the Gulf. Temperatures below 5 ° C were even found to the east of the Magdalen Islands (Figure 12). During the second course, larger egg concentrations than normal were also observed.

Total daily egg production for the two courses was estimated at 2.26×10^{13} and 2.06×10^{13} eggs. The mean value of 2.16×10^{13} is lower than the 1992 and 1993 mean

moyennes de 2.46×10^{13} et 2.55×10^{13} calculées en 1992 et 1993 (Tableau 5). Les productions totales annuelles calculées lors des deux trajets de la mission de 1994 ont été de 5.15×10^{14} et 3.46×10^{14} oeufs. Le poids moyen des femelles, dont les gonades étaient du stade de maturité cinq, a été de 492.82 g comparativement à 574.89 g et 581.91 g pour 1992 et 1993 (Tableau 5). La fécondité moyenne par femelle a été évaluée à 440,566 oeufs. Même si cette valeur est la plus faible de toute la série, la fécondité a peu varié au cours des dernières années (Figure 13). La fécondité chez le maquereau augmente assez rapidement jusque vers l'âge de dix ans et se stabilise par la suite. Le calcul de la fécondité peut donc être influencé par la structure d'âge échantillonnée. Par exemple, les classes d'âge récentes sont constituées de jeunes groupes d'âge et c'est ce qui explique que les valeurs moyennes de fécondité calculées pour ces dernières ne sont pas élevées (Figure 13).

Les estimations de biomasse reproductrice pour les deux trajets ont été de 1,151,986 t et 773,606 t respectivement (Tableau 5). Une fois la correction pour le suréchantillonnage appliquée, ces valeurs passent à 929,808 t et 671,544 t pour une valeur moyenne de 800,676 t (Tableau 6). L'examen de la figure 14 indique que la biomasse du maquereau du golfe du Saint-Laurent est relativement stable depuis les trois dernières années.

LES FILETS CalVET

Il n'y a pas vraiment de relation entre la durée de remontée du filet CalVET et la profondeur à laquelle il a été envoyé. C'est que la vitesse de remontée n'a pas été gardée constante d'un trait à l'autre. Il n'y a pas de

values of 2.46×10^{13} and 2.55×10^{13} (Table 5). For the two courses of the 1994 survey, annual total production was calculated as 5.15×10^{14} and 3.46×10^{14} eggs. The mean weight of females, whose gonads were at maturity Stage 5, was 492.82 g, compared to 574.89 g and 581.91 g for 1992 and 1993 (Table 5). Mean fecundity per female was estimated at 440,566 eggs. Even though this is the lowest value in the entire series, fecundity varied little during the last few years (Figure 13). Fecundity in mackerel increases fairly rapidly until about age 10, and then stabilizes. The calculation of the fecundity could depend on the age structure that is present at the time of sampling. For example, recent year-classes are made up of young age groups, which explains why the mean fecundity values obtained for them are not high (Figure 13).

The estimates of spawning biomass for the two courses were 1,151,986 t and 773,606 t respectively (Table 5). After the correction for oversampling was applied, these values fell to 929,808 t and 671,544 t, for a mean value of 800,676 t (Table 6). Figure 14 shows that the biomass of Gulf of St. Lawrence mackerel has been relatively stable for the last three years.

CalVET NETS

There is no real relationship between the recovery time for the CalVET net and the depth to which it was lowered. This is because retrieval speed is not kept constant from one tow to the next. Nor is there a

relation non plus entre la profondeur donnée par la poulie compteuse et celle calculée à partir de la lecture des débimètres (Figure 15). Cela pourrait s'expliquer en raison des problèmes de fonctionnement des poulies, des débimètres ou par le fait que les traits n'étaient pas parfaitement verticaux. Lors du calcul de la densité d'oeufs, certaines stations ont été enlevées en raison de colmatage par des débris ou du non déploiement du filet lors de la remontée (Figure 16). À l'exception de 1994, on retrouve des relations significatives entre les densités d'oeufs calculées par les filets Bongo et CalVET (Figure 17). Les coefficients de détermination de certaines relations deviennent plus élevés lorsque l'on tient compte des strates de densité d'oeufs (Figure 18) mais ils ne sont pas plus élevés pour les strates ayant par exemple les plus importantes concentrations d'oeufs.

CYCLE DE FRAIE

Les oeufs des stades 1 et 5 ont été les plus abondants dans les échantillons recueillis à toutes les heures à une même station (Figure 19). Comme en 1991, cela indique que la ponte est asynchrone chez le maquereau. Cependant en 1994, l'écart dans l'abondance entre les oeufs de stades 1 et 5 et les autres stades est beaucoup moins prononcé qu'en 1991. La station de 1991 a été échantillonnée en début de ponte contrairement à celle de 1994. L'arrêt ou la fin de la ponte pourrait être responsable de l'augmentation relative des oeufs de stades plus âgés par rapport aux jeunes stades.

CONCLUSIONS

La valeur de k tirée de la littérature et employée jusqu'ici pour corriger le calcul de

relationship between the depth recorded by the counting block and that determined from flowmeter readings (Figure 15). This may be due to problems with meter blocks, flowmeters or to the fact that the tows were not perfectly vertical. In calculating egg density, some stations were not included owing to clogging with debris or failure of the nets to open while being raised (Figure 16). With the exception of the 1994 results, significant relationships were found between the egg densities calculated by the Bongo and CalVET nets (Figure 17). Coefficients of determination of some relationships become higher when egg density strata are taken into account (Figure 18) but they are not higher for the strata for example with the largest concentrations of eggs.

SPAWNING CYCLE

Stage 1 and 5 eggs were the most abundant ones in the samples taken every hour at a given station (Figure 19). As in 1991, this indicates that mackerel are asynchronous spawners. In 1994, however, the difference in abundance between Stage 1 and 5 eggs and the other stages was much less pronounced than in 1991. The 1991 station was sampled at the start of spawning, which was not the case in 1994. The termination of spawning could be the cause of the relative increase in the number of eggs at more mature stages compared with younger stages.

CONCLUSIONS

The rate constant k taken from the literature and used until now to correct the calculation

la densité d'oeufs est similaire à celle obtenue au cours de la présente étude. En théorie, les valeurs de k sont inversement reliées à la vitesse du vent au carré. Par exemple, une augmentation de la vitesse du vent devrait entraîner une diminution de la valeur de k de sorte que les oeufs vont se retrouver dans toute la colonne d'eau. L'absence ici d'une telle relation pourrait s'expliquer par le faible nombre de stations échantillonnées et possiblement par le temps de réponse de la masse d'eau à l'augmentation ou à la diminution de la vitesse du vent.

L'arrivée à maturité de la forte classe d'âge de 1982 est responsable de l'augmentation de biomasse perçue en 1985 à partir du calcul de la production d'oeufs. Malgré certaines fluctuations annuelles, la taille du stock semble s'être maintenue à un niveau élevé jusqu'à tout récemment. Une baisse importante a été observée en 1991 et depuis, la biomasse est demeurée stable à environ 800,000 t. Cette stabilité des trois dernières années n'est pas perçue par l'indice d'abondance américain qui présente plutôt une augmentation (Grégoire et Maguire 1995). Cet indice provient d'un relevé printanier au chalut de fond (Brodziak 1995) et est utilisé comme un indicateur de l'abondance des populations américaines et canadiennes. L'abondance relative des deux populations pourrait être vérifiée par une mission d'évaluation conjointe qui couvrirait les deux sites de fraie respectifs.

of egg density is similar to that obtained in this study. In theory, k values are inversely related to wind speed squared. For example, an increase in wind speed should cause a decrease in k value, such that eggs will be distributed throughout the water column. The absence of such a relationship here might be due to the small number of stations sampled and possibly the response time of the water mass to an increase or decrease in wind speed.

The fact that the strong 1982 year-class reached maturity is what caused the increase in biomass noted in 1985 based on the calculation of egg production. Despite some year-to-year fluctuations, the size of the stock appears to have been high until very recently. A large decrease was noted in 1991, but since then the biomass has held steady at some 800,000 t. The stability of the past three years is not observed within the U.S. abundance index, which has instead shown an increase (Grégoire and Maguire 1995). This index is derived from a spring bottom trawl survey (Brodziak 1995) and is used as an indicator of the abundance of the U.S. and Canadian populations. The relative abundance of the two populations could be verified through a joint assessment cruise covering the two corresponding spawning areas.

RÉFÉRENCES / REFERENCES

- Arnold, P.W. 1970. Spawning and aspects of the early life history of the Atlantic mackerel, *Scomber scombrus* L. in the Gulf of St. Lawrence. Thèse de B. Sc. Université Acadia.

- Brodziak, J.K.T. 1995. Assessment update for the Atlantic mackerel stock in the Northwest Atlantic, 1995. SARC 20, Coastal / Pelagic Subcommittee, Working Paper C1, 79p.
- 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.
- 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., et C. Lévesque. 1994. Estimate of Gulf of St. Lawrence spawning stock of mackerel (*Scomber scombrus* L.) by total egg production and batch fecundity in 1993. DFO Atlantic Fisheries Research document 94/61. 22p.
- Grégoire, F., et J.-J. Maguire. 1995. Description of the 1994 Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) fishery and trial application of ICA. DFO Atlantic Fisheries Research Document 95/111. 115 p. (Impression).
- Hempel, G. 1973. Fish egg and larval surveys. FAO Fisheries Technical Paper No. 122. 82p.
- MacKay, K.T. 1967. An ecological study of mackerel *Scomber scombrus* in the coastal waters of Canada. Fish. Res. Board. Can. Tech. Rep. 31, 127p.
- MacKay, K.T. 1979. Synopsis of biological data on the northern population Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*). Fish. Mar. Serv. Tech. Rep. No. 885. 26p.
- Maguire, J.J. 1981. Maturité, fécondité, ponte et évaluation de la taille du stock reproducteur de maquereau atlantique (*Scomber scombrus*) dans le golfe du Saint-Laurent. M. Sc. Thesis, Laval University, Québec. 137p.

- 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.
- Posgay, J.A., and R.R. Marak. 1980. The MARMAP Bongo zooplankton samplers. J. Northwest Atl. Fish. Sci. 1:91-99.
- Sette, O.E. 1943. Biology of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) of North America. Part 1. Early life history, including growth, drift, and mortality of the egg and larvae populations. U.S. Fish. Wild. Serv., Fish. Bull. 38(50): 149-237.
- Smith, P.E., and S.L. Richardson 1977. Standard techniques for pelagic fish egg and larva surveys. FAO. Fish. Tech. Pap. 175, 100p.
- Smith, P.E., W. Flerx., and R.P. Hewitt. 1985. The CalCOFI vertical egg tow (CalVET) net. In Lasker, R. (ed.), An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS 36.
- Sundby, S. 1983. A one-dimensional model for the vertical distribution of pelagic fish eggs in the mixed layer. Deep-Sea Res. 30: 645-661.
- Worley, L.G. 1933. Development of egg of mackerel at different constant temperatures. J. Gen. Physiol., 16:841-852.

Table 1. Number of eggs sorted by depth stratum for the pump stations in 1992.
 Tableau 1. Nombre d'oeufs triés par strate de profondeur pour les stations pompe en 1992.

STATION	DEPTH / PROFONDEUR (M)	FILTERED VOLUME / VOLUME FILTRE (M ³)	EGGS SORTED / OEUFS TRIÉS	EGGS PER M ³ / OEUFS PAR M ³ (%)
6.6 B	0-2	4	1704	50.70
	2-5	4	1272	37.85
	5-10	4	301	8.96
	10-15	4	73	2.17
	15-20	4	11	0.33
6.6 C	0-2	4	1272	30.41
	2-5	4	664	15.87
	5-10	4	2176	52.02
	10-15	4	53	1.27
	15-20	4	18	0.43
6.6 D	0-2	4	1808	65.37
	2-5	4	652	23.57
	5-10	4	205	7.41
	10-15	4	72	2.60
	15-20	4	29	1.05
6.6 E	0-2	4	692	32.60
	2-5	4	752	35.42
	5-10	4	440	20.73
	10-15	4	179	8.43
	15-20	4	60	2.83

Table 1. (Continued).

Tableau 1. (Suite).

STATION	DEPTH / PROFONDEUR (M)	FILTERED VOLUME / VOLUME FILTRE (M ³)	EGGS SORTED / OEUFS TRIÉS	EGGS PER M ³ / OEUFS PAR M ³ (%)
6.6 F	0-2	4	492	29.53
	2-5	4	504	30.25
	5-10	4	540	32.41
	10-15	4	75	4.50
	15-20	4	55	3.30
6.6 G	0-2	3	388	41.01
	2-5	3	340	35.94
	5-10	3	146	15.43
	10-15	3	36	3.81
	15-20	3	36	3.81
6.6 H	0-2	3	588	45.90
	2-5	3	544	42.47
	5-10	3	86	6.71
	10-15	3	47	3.67
	15-20	3	16	1.25
6.6 I	0-2	3	1104	60.39
	2-5	3	624	34.14
	5-10	3	72	3.94
	10-15	3	15	0.82
	15-20	3	13	0.71

Table 1. (Continued).

Tableau 1. (Suite).

STATION	DEPTH / PROFONDEUR (M)	FILTERED VOLUME / VOLUME FILTRE (M ³)	EGGS SORTED / OEUFs TRIÉS	EGGS PER M ³ / OEUFs PAR M ³ (%)
6.6 J	0-2	3	132	50.38
	2-5	3	94	35.87
	5-10	3	14	5.35
	10-15	3	11	4.20
	15-20	3	11	4.20
6.6 K	0-2	3	290	37.96
	2-5	3	310	40.57
	5-10	3	153	20.03
	10-15	3	6	0.79
	15-20	3	5	0.66
6.6 L	0-2	3	436	69.76
	2-5	3	153	24.48
	5-10	3	27	4.32
	10-15	3	4	0.64
	15-20	3	5	0.80

Table 2. Number of eggs sorted by depth stratum for the pump stations in 1993.

Tableau 2. Nombre d'oeufs triés par strate de profondeur pour les stations pompe en 1993.

STATION	DEPTH / PROFONDEUR (M)	FILTERED VOLUME / VOLUME FILTRE (M ³)	EGGS SORTED / OEUFs TRIÉS	EGGS PER M ³ / OEUFs PAR M ³ (%)
9.5 A	0-5	3	34	89.47
	5-10	3	1	2.63
	10-15	3	3	7.89
	15-20	3	0	0
	20-25	3	0	0
	25-30	3	0	0
	30-35	--	--	--
	35-40	--	--	--
	40-45	--	--	--
	10.1	0-5	3	0
5-10		3	3	75.00
10-15		3	1	25.00
15-20		3	0	0
20-25		3	0	0
25-30		--	--	--
30-35		--	--	--
35-40		--	--	--
40-45		--	--	--
4.20		0-5	3	0
	5-10	3	0	0
	10-15	3	0	0
	15-20	3	0	0
	20-25	--	--	--
	25-30	--	--	--
	30-35	--	--	--
	35-40	--	--	--
	40-45	--	--	--

Table 2. (Continued).

Tableau 2. (Suite).

STATION	DEPTH / PROFONDEUR (M)	FILTERED VOLUME / VOLUME FILTRE (M ³)	EGGS SORTED / OEUFS TRIÉS	EGGS PER M ³ / OEUFS PAR M ³ (%)
4.21	0-5	3	2	100.00
	5-10	3	0	0
	10-15	3	0	0
	15-20	3	0	0
	20-25	--	--	--
	25-30	--	--	--
	30-35	--	--	--
	35-40	--	--	--
	40-45	--	--	--
4.22	0-5	3	2	100.00
	5-10	3	0	0
	10-15	3	0	0
	15-20	3	0	0
	20-25	--	--	--
	25-30	--	--	--
	30-35	--	--	--
	35-40	--	--	--
	40-45	--	--	--
7.5	0-10.2	4	0	0
	10.2-20.4	4	1	100.00
	20.4-30.6	4	0	0
	30.6-40.8	--	--	--
	40.8-51.0	--	--	--
	51.0-61.2	--	--	--

Table 2. (Continued).

Tableau 2. (Suite).

STATION	DEPTH / PROFONDEUR (M)	FILTERED VOLUME / VOLUME FILTRE (M ³)	EGGS SORTED / OEUFS TRIÉS	EGGS PER M ³ / OEUFS PAR M ³ (‰)
7.51	0-10.2	4	6	85.71
	10.2-20.4	4	0	0
	20.4-30.6	4	0	0
	30.6-40.8	4	1	14.29
	40.8-51.0	--	--	--
	51.0-61.2	--	--	--
9.51	0-10.2	4	9	69.23
	10.2-20.4	4	4	30.77
	20.4-30.6	4	0	0
	30.6-40.8	4	0	0
	40.8-51.0	--	--	--
	51.0-61.2	--	--	--
9.52	0-10.2	4	25	89.29
	10.2-20.4	4	3	10.71
	20.4-30.6	--	--	--
	30.6-40.8	--	--	--
	40.8-51.0	--	--	--
	51.0-61.2	--	--	--

Table 2. (Continued).

Tableau 2. (Suite).

STATION	DEPTH / PROFONDEUR (M)	FILTERED VOLUME / VOLUME FILTRE (M ³)	EGGS SORTED / OEUFS TRIÉS	EGGS PER M ³ / OEUFS PAR M ³ (%)
9.41	0-10.2	4	36	92.31
	10.2-20.4	4	1	2.56
	20.4-30.6	4	1	2.56
	30.6-40.8	4	1	2.56
	40.8-51.0	4	0	0
	51.0-61.2	--	--	--
9.4	0-10.2	4	39	78.00
	10.2-20.4	4	8	16.00
	20.4-30.6	4	1	2.00
	30.6-40.8	4	2	4.00
	40.8-51.0	4	0	0
	51.0-61.2	--	--	--
8.41	0-10.2	4	70	90.91
	10.2-20.4	4	7	9.09
	20.4-30.6	--	--	--
	30.6-40.8	--	--	--
	40.8-51.0	--	--	--
	51.0-61.2	--	--	--

Table 2. (Continued).

Tableau 2. (Suite).

STATION	DEPTH / PROFONDEUR (M)	FILTERED VOLUME / VOLUME FILTRE (M ³)	EGGS SORTED / OEUFS TRIÉS	EGGS PER M ³ / OEUFS PAR M ³ (%)
8.5	0-10.2	4	75	94.94
	10.2-20.4	4	1	1.27
	20.4-30.6	4	3	3.80
	30.6-40.8	4	0	0
	40.8-51.0	--	--	--
	51.0-61.2	--	--	--
9.53	0-10.2	4	5	35.71
	10.2-20.4	4	4	28.57
	20.4-30.6	4	2	14.23
	30.6-40.8	4	3	21.43
	40.8-51.0	4	0	0
	51.0-61.2	4	0	0
5.41	0-10.2	4	201	98.53
	10.2-20.4	4	3	1.47
	20.4-30.6	4	0	0
	30.6-40.8	4	0	0
	40.8-49.0	4	0	0
	51.0-61.2	--	--	--

Table 2. (Continued).

Tableau 2. (Suite).

STATION	DEPTH / PROFONDEUR (M)	FILTERED VOLUME / VOLUME FILTRE (M ³)	EGGS SORTED / OEUFS TRIÉS	EGGS PER M ³ / OEUFS PAR M ³ (%)
6.4	0-10.2	4	112	92.56
	10.2-20.4	4	8	6.61
	20.4-30.6	4	0	0
	30.6-40.8	4	1	0.83
	40.8-51.0	4	0	0
	51.0-61.2	4	0	0
6.41	0-10.2	4	79	78.22
	10.2-20.4	4	14	13.86
	20.4-30.6	4	1	0.99
	30.6-40.8	4	7	6.93
	40.8-51.0	4	0	0
	51.0-61.2	--	--	--
7.31	0-10.2	4	24	96.00
	10.2-20.4	4	1	4.00
	20.4-30.6	4	0	0
	30.6-40.8	4	0	0
	40.8-51.0	4	0	0
	51.0-61.2	--	--	--

Table 2. (Continued).

Tableau 2. (Suite).

STATION	DEPTH / PROFONDEUR (M)	FILTERED VOLUME / VOLUME FILTRE (M ³)	EGGS SORTED / OEUFS TRIÉS	EGGS PER M ³ / OEUFS PAR M ³ (%)
7.41	0-10.2	4	10	100.00
	10.2-20.4	4	0	0
	20.4-30.6	4	0	0
	30.6-40.8	4	0	0
	40.8-51.0	4	0	0
	51.0-61.2	--	--	--
8.3	0-10.2	4	25	78.13
	10.2-20.4	4	5	15.63
	20.4-30.6	4	2	6.25
	30.6-40.8	4	0	0
	40.8-51.0	4	0	0
	51.0-61.2	--	--	--
8.31	0-10.2	4	26	81.25
	10.2-20.4	4	3	9.38
	20.4-30.6	4	3	9.38
	30.6-40.8	4	0	0
	40.8-51.0	--	--	--
	51.0-61.2	--	--	--

Table 2. (Continued).

Tableau 2. (Suite).

STATION	DEPTH / PROFONDEUR (M)	FILTERED VOLUME / VOLUME FILTRE (M ³)	EGGS SORTED / OEUFS TRIÉS	EGGS PER M ³ / OEUFS PAR M ³ (%)
8.32	0-10.2	4	51	73.91
	10.2-20.4	4	17	24.64
	20.4-30.6	4	1	1.45
	30.6-40.8	4	0	0
	40.8-51.0	--	--	--
	51.0-61.2	--	--	--

Table 3. Number of eggs sorted by depth stratum for the pump stations in 1994.

Tableau 3. Nombre d'oeufs triés par strate de profondeur pour les stations pompe en 1994.

STATION	DEPTH / PROFONDEUR (M)	FILTERED VOLUME / VOLUME FILTRE (M ³)	EGGS SORTED / OEUFS TRIÉS	EGGS PER M ³ / OEUFS PAR M ³ (%)
5.1	0-5	4	42	64.62
	5-10	4	12	18.46
	10-15	4	6	9.23
	15-20	4	5	7.69
	20-25	4	0	0
	25-30	4	0	0
	30-35	--	--	--
	35-40	--	--	--
	40-45	--	--	--
	5.2	0-5	4	6
5-10		4	9	40.91
10-15		4	3	13.64
15-20		4	2	9.09
20-25		4	0	0
25-30		4	0	0
30-35		4	2	9.09
35-40		4	0	0
40-45		--	--	--
6.1		0-5	4	106
	5-10	4	41	23.98
	10-15	4	16	9.36
	15-20	4	7	4.09
	20-25	4	1	0.58
	25-30	--	--	--
	30-35	--	--	--
	35-40	--	--	--
	40-45	--	--	--

Table 3. (Continued).

Tableau 3. (Suite).

STATION	DEPTH / PROFONDEUR (M)	FILTERED VOLUME / VOLUME FILTRE (M ³)	EGGS SORTED / OEUFs TRIÉS	EGGS PER M ³ / OEUFs PAR M ³ (%)
7.3	0-5	4	177	55.84
	5-10	4	107	33.75
	10-15	4	14	4.42
	15-20	4	1	0.32
	20-25	4	10	3.15
	25-30	4	3	0.95
	30-35	4	3	0.95
	35-40	4	1	0.32
	40-45	4	1	0.32
8.2	0-5	5.4	149	40.29
	5-10	4	82	38.25
	10-15	4	23	10.73
	15-20	4	8	3.73
	20-25	4	1	0.47
	25-30	4	11	5.13
	30-35	4	3	1.40
	35-40	--	--	--
	40-45	--	--	--
9.1	0-5	4	64	67.37
	5-10	4	22	23.16
	10-15	4	6	6.32
	15-20	4	3	3.16
	20-25	--	--	--
	25-30	--	--	--
	30-35	--	--	--
	35-40	--	--	--
	40-45	--	--	--

Table 3. (Continued).

Tableau 3. (Suite).

STATION	DEPTH / PROFONDEUR (M)	FILTERED VOLUME / VOLUME FILTRE (M ³)	EGGS SORTED / OEUFS TRIÉS	EGGS PER M ³ / OEUFS PAR M ³ (%)
9.2	0-5	4	52	52.53
	5-10	4	36	36.36
	10-15	4	11	11.11
	15-20	4	0	0
	20-25	--	--	--
	25-30	--	--	--
	30-35	--	--	--
	35-40	--	--	--
	40-45	--	--	--
6.5	0-5	4	76	85.39
	5-10	4	5	5.62
	10-15	4	5	5.62
	15-20	4	1	1.12
	20-25	4	1	1.12
	25-30	4	0	0
	30-35	4	1	1.12
	35-40	--	--	--
	40-45	--	--	--
5.6	0-5	4	1	50.00
	5-10	4	1	50.00
	10-15	4	0	0
	15-20	4	0	0
	20-25	--	--	--
	25-30	--	--	--
	30-35	--	--	--
	35-40	--	--	--
	40-45	--	--	--

Table 3. (Continued).

Tableau 3. (Suite).

STATION	DEPTH / PROFONDEUR (M)	FILTERED VOLUME / VOLUME FILTRE (M ³)	EGGS SORTED / OEUFs TRIÉS	EGGS PER M ³ / OEUFs PAR M ³ (%)
7.5	0-5	4	175	52.08
	5-10	4	125	37.20
	10-15	4	6	1.79
	15-20	4	29	8.63
	20-25	4	0	0
	25-30	4	1	0.30
	30-35	4	0	0
	35-40	--	--	--
	40-45	--	--	--
	12.1	0-5	4	136
5-10		4	11	7.43
10-15		4	0	0
15-20		4	1	0.68
20-25		--	--	--
25-30		--	--	--
30-35		--	--	--
35-40		--	--	--
40-45		--	--	--
11.1		0-5	4	161
	5-10	4	32	16.08
	10-15	4	3	1.51
	15-20	4	1	0.50
	20-25	4	1	0.50
	25-30	4	1	0.50
	30-35	--	--	--
	35-40	--	--	--
	40-45	--	--	--

Table 3. (Continued).

Tableau 3. (Suite).

STATION	DEPTH / PROFONDEUR (M)	FILTERED VOLUME / VOLUME FILTRE (M ³)	EGGS SORTED / OEUFs TRIÉS	EGGS PER M ³ / OEUFs PAR M ³ (%)
9.4	0-5	4	27	56.25
	5-10	4	16	33.33
	10-15	4	4	8.33
	15-20	4	1	2.08
	20-25	--	--	--
	25-30	--	--	--
	30-35	--	--	--
	35-40	--	--	--
	40-45	--	--	--
8.6	0-5	4	13	38.24
	5-10	4	15	44.12
	10-15	4	4	11.76
	15-20	4	2	5.88
	20-25	4	0	0
	25-30	4	0	0
	30-35	4	0	0
	35-40	4	0	0
	40-45	--	--	--

Table 4. Wind speed, depth reached by the bongos (ZMAX), percentage of time spent by the bongos at the surface at the end of a tow (LD) and numerical constant (K) of the exponential model describing the vertical egg distribution in the water column.

Tableau 4. Vitesse du vent, profondeur atteinte par les bongos (ZMAX), pourcentage de temps que les bongos sont restés à la surface à la fin d'un trait (LD) et valeur de la constante numérique (K) utilisée dans le modèle exponentiel décrivant la distribution verticale des oeufs dans la colonne d'eau.

YEAR / ANNEE	SURVEY / MISSION	STATION	WIND SPEED / VITESSE VENT (KNOT/ NOEUD)	MEAN BOTTOM DEPTH / PROFONDEUR MOYENNE AU FOND (M)	STD DEPTH / PROFONDEUR STD (M) = ZMAX	LD	K
1992	P-430	6.6B	16	57.0	51.51	1.8182	0.3126
1993	P-445	9.41	14	78.5	----	7.5691	0.1149
		8.5	14	40.0	32.44	7.0175	0.1578
		9.53	10	86.5	----	6.3291	0.0206
		5.41	20	48.5	53.46	7.3836	0.4122
		6.4	15	79.0	70.01	9.6519	0.1495
		6.41	12	75.0	----	----	0.0827
		8.3	16	57.5	49.31	2.6159	0.1238
		8.31	15	41.0	----	----	0.1059
		8.32	15	58.0	----	----	0.1927

Table 4. (Continued).
 Tableau 4. (Suite).

YEAR / ANNEE	SURVEY / MISSION	STATION	WIND SPEED / VITESSE VENT (KNOT/ NOEUD)	MEAN BOTTOM DEPTH / PROFONDEUR MOYENNE AU FOND (M)	STD DEPTH / PROFONDEUR STD (M) = ZMAX	LD	K
1994	N-209	5.1	12	28.0	20.61	4.5045	0.1417
		5.2	10	56.5	44.42	1.6492	0.0474
		6.1	----	28.5	23.71	3.0928	0.2167
		7.3	12	70.0	56.14	2.6966	0.1311
		8.2	17	41.0	32.76	1.6847	0.1220
		9.1	15	25.0	23.20	1.6641	0.2087
		6.5	11	81.0	59.07	7.3702	0.1379
		7.5	9	104.0	73.90	1.2487	0.1944
		12.1	11	21.5	21.65	0.8013	0.3190
		11.1	----	32.0	32.74	2.1307	0.2072
		9.4	14	38.5	17.14	1.0811	0.2281
		8.6	14	108.0	62.49	5.3628	0.1451

Table 5. Annual parameters used in the spawning stock biomass calculation for the Gulf of St. Lawrence mackerel.

Tableau 5. Paramètres annuels utilisés dans la détermination de la biomasse reproductrice du maquereau du golfe du Saint-Laurent.

YEAR/ ANNÉE	SURVEY/ MISSION	PASS/ TRAJET	DAILY PRODUCTION/ PRODUCTION QUOTIDIENNE ¹ (x 10 ¹²)	STANDARD DEVIATION/ ÉCART- TYPE ¹ (x 10 ¹²)	TOTAL PRODUCTION/ PRODUCTION ¹ TOTALE (x 10 ¹²)	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 P-275	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
1994	N-209	1	2.2606	5.6912	5.1492	59	492.82	440,565.87	1,151,986
		2	2.0579	3.3015	3.4579	59	492.82	440,565.87	773,606

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

Tableau 6. Biomasse reproductrice du maquereau du golfe du Saint-Laurent corrigée pour le sur-échantillonnage des oeufs.

YEAR/ ANNÉE ¹	SURVEY/ MISSION	PASS/ TRAJET	DAILY PRODUCTION/ PRODUCTION QUOTIDIENNE (x 10 ³)	STANDARD DEVIATION / ÉCART- TYPE (x 10 ³)	TOTAL PRODUCTION/ PRODUCTION TOTALE (x 10 ³)	CORRECTED BIOMASS/ BIOMASSE CORRIGÉE (t)	% OF REDUCTION / % DE RÉDUCTION
1983	P-292	1	0.7098	1.5899	1.2734	312,319	16.3894
1984	N-030	1	1.6010	2.0244	2.6901	664,514	20.1267
		2	0.7269	1.1827	2.1956	542,349	17.9837
1985	P-324	1	2.2435	2.1774	4.0248	908,096	15.1788
		2	1.6586	2.0367	9.7714	2,204,673	9.3697
1986	P-337	1	3.8259	3.8412	6.7997	1,421,787	22.4042
		2	1.3277	1.5262	6.2965	1,316,570	20.6981
1987	P-353	1	2.9453	5.1220	4.9752	1,164,070	32.0053
		2	0.7088	--	1.7351	405,969	10.6071
1988	P-369	1	4.0707	5.6124	8.3014	1,825,430	25.6928
		2	1.2216	1.9477	3.9928	877,989	19.3692
1989	P-386	1	1.5758	3.0537	2.6618	545,890	25.8604
		2	0.5106	0.8693	1.2495	256,260	28.2587
1990	P-400	1	2.6298	5.3242	5.6273	1,254,545	16.9670
		2	2.4075	3.6973	4.0812	909,859	27.4724
1991	P-415	1	3.2545	4.8020	5.7842	1,331,091	32.0872
1992	P-430	1	2.6400	4.6085	4.8176	1,110,120	24.3170
		2	1.0341	1.4010	2.0561	473,787	27.8537
1993	P-445	1	2.7595	5.4842	5.3969	1,098,636	19.8607
		2	1.1373	1.9009	2.2243	452,796	31.7533
1994	N-209	1	1.8246	4.3377	4.1561	929,808	19.2865
		2	1.7864	2.9076	3.0017	671,544	13.1930

¹Since 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.

Gulf of St. Lawrence / Golfe du Saint-Laurent

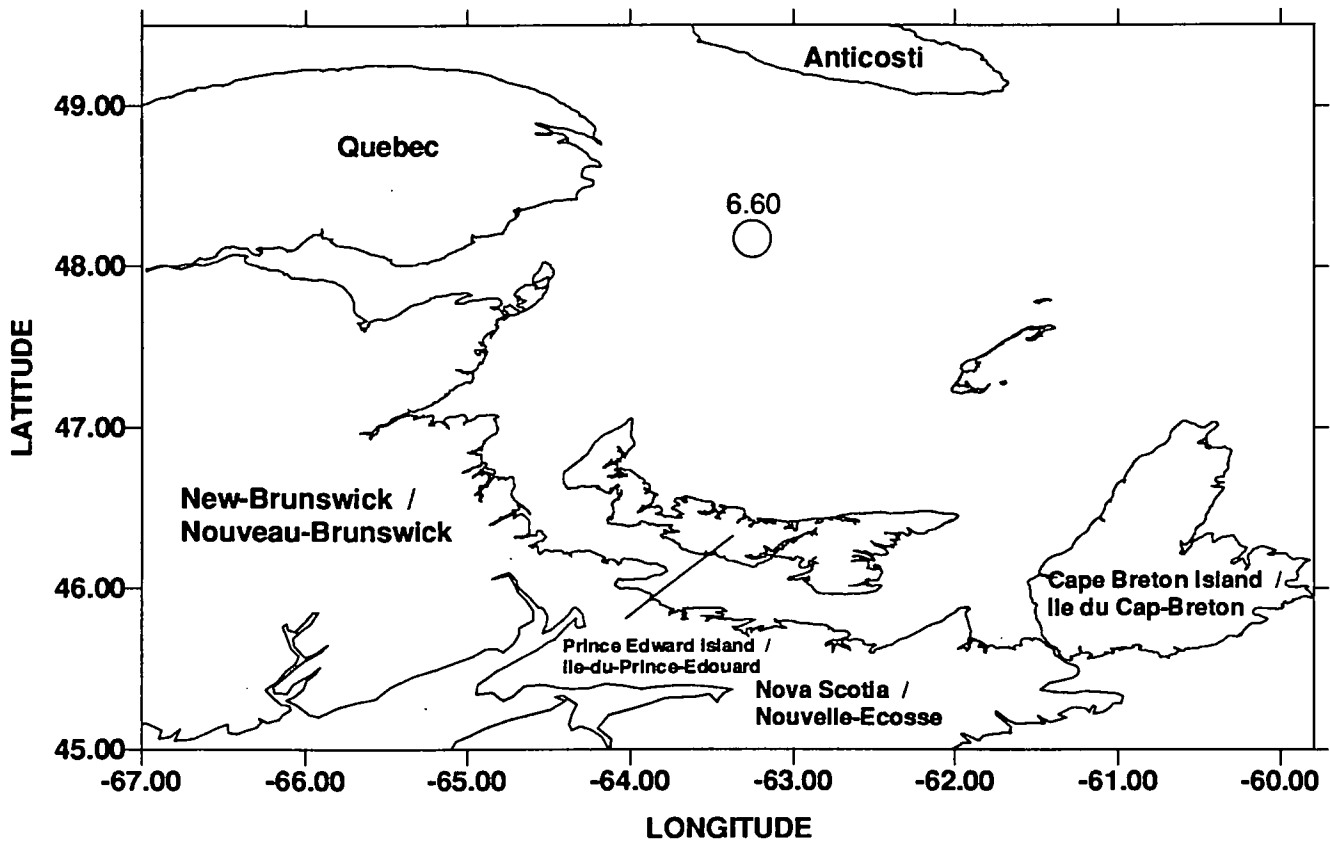


Figure 1. Map of the region where the pump was used in 1992 to study the vertical eggs distribution /
Carte de la région où une pompe a été utilisée en 1992 pour étudier la distribution verticale des oeufs.

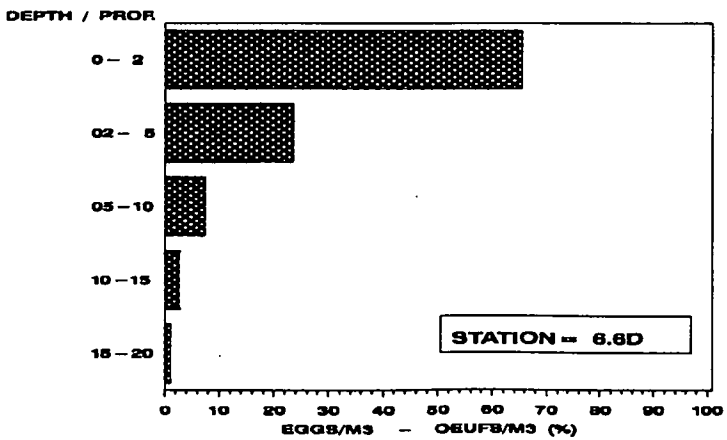
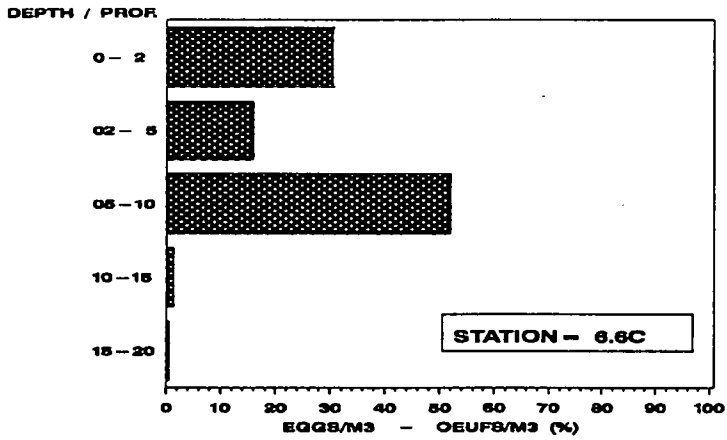
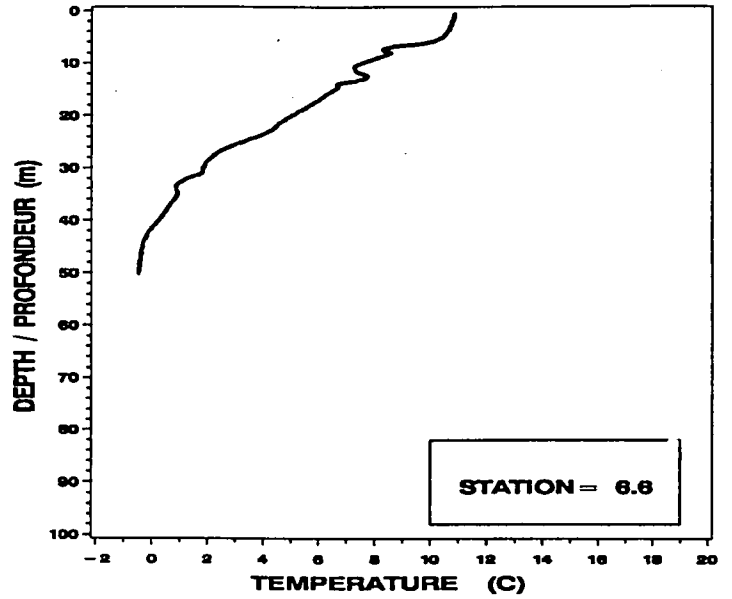
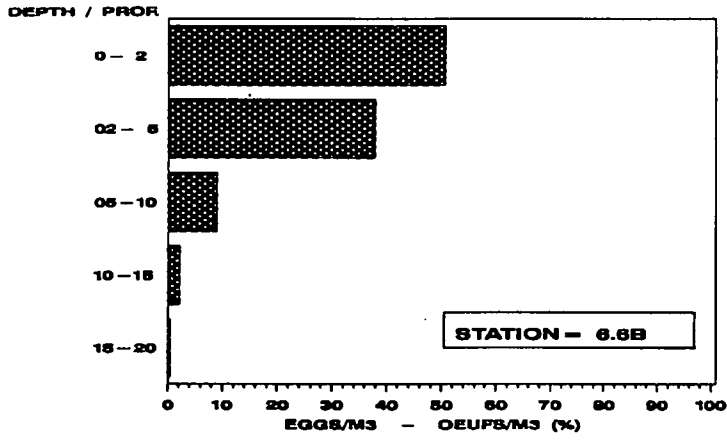


Figure 2. Eggs concentration and temperature recorded by depth stratum for the stations sampled in 1992 / Concentration des oeufs et température enregistrées par strate de profondeur pour les stations échantillonnées en 1992.

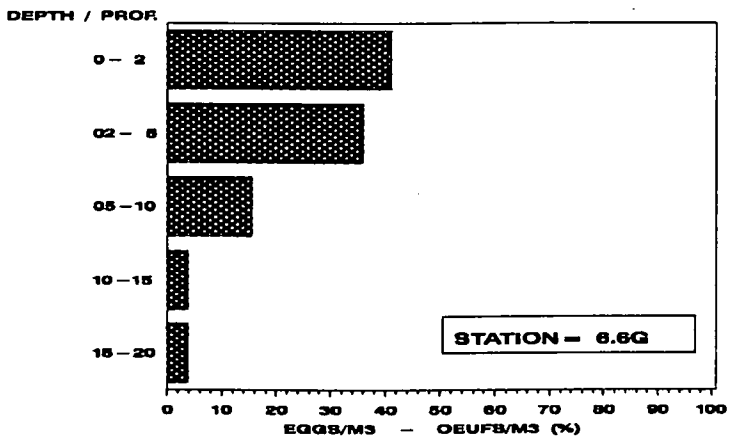
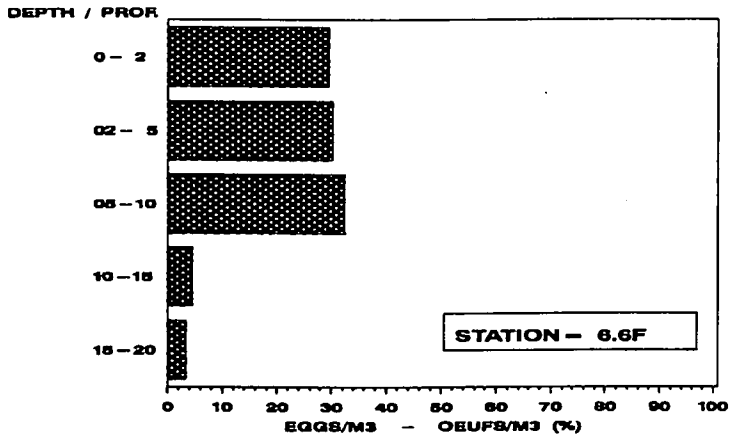
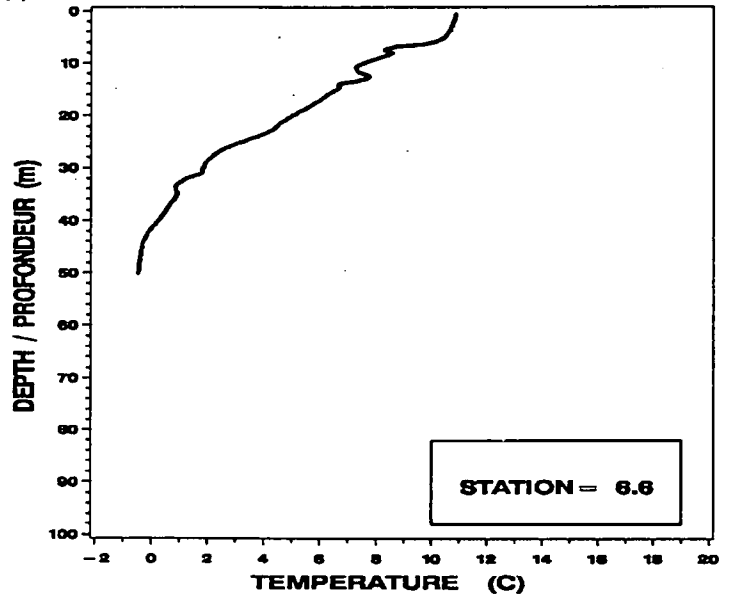
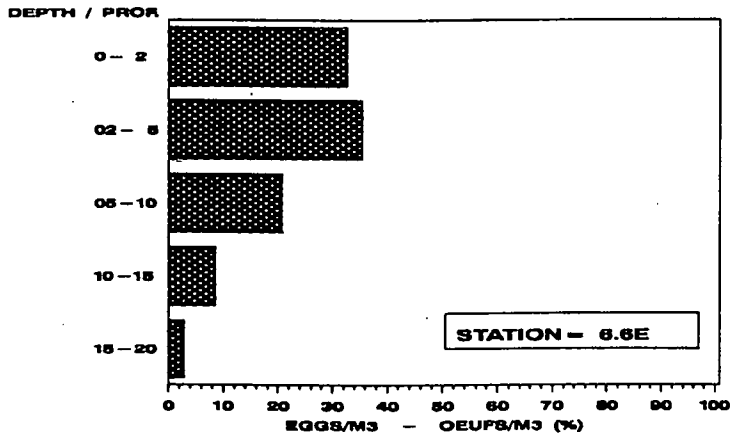


Figure 2. (Continued) / (Suite).

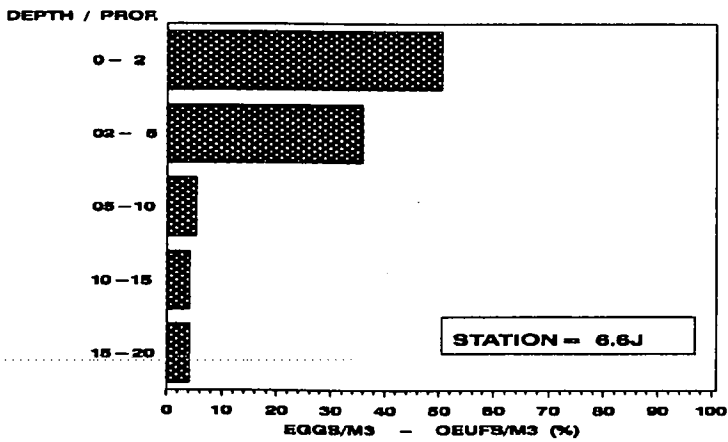
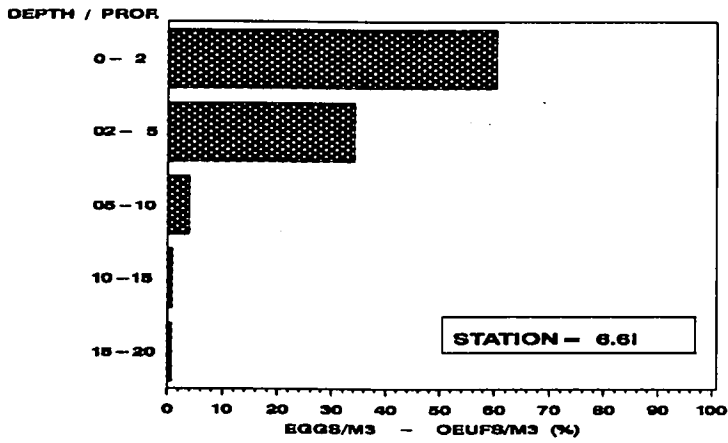
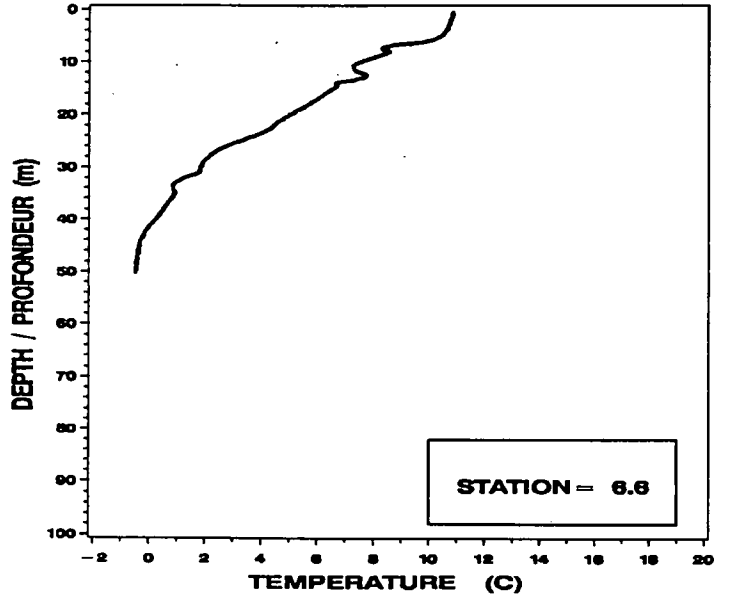
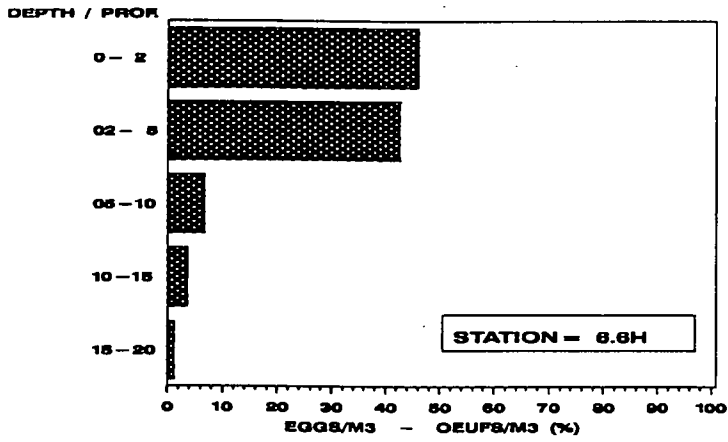


Figure 2. (Continued) / (Suite).

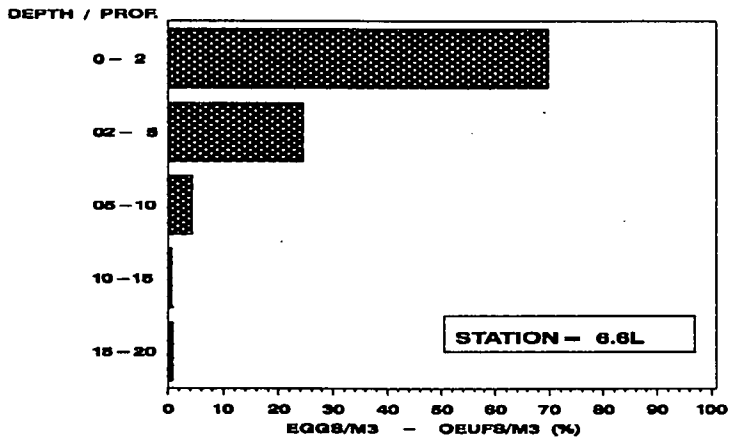
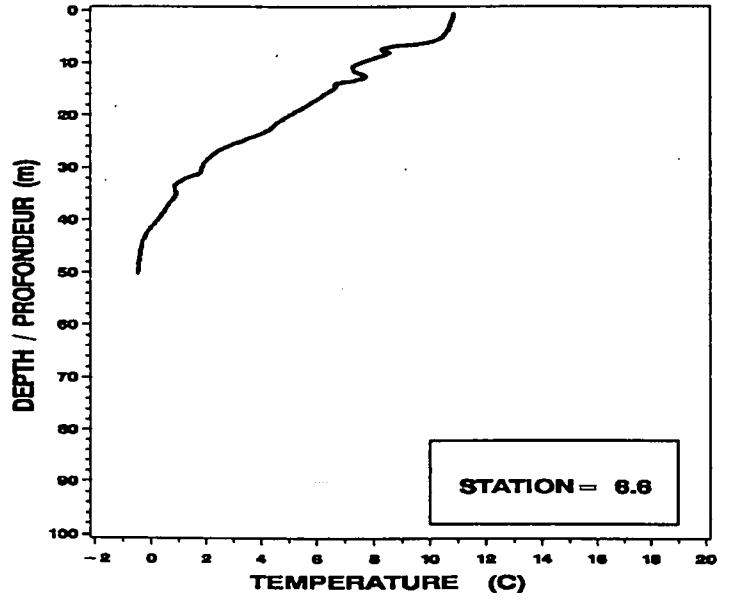
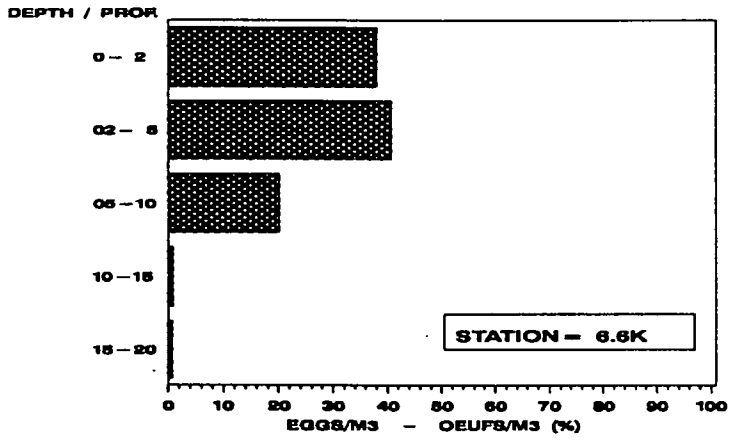


Figure 2. (Continued) / (Suite).

Gulf of St. Lawrence / Golfe du Saint-Laurent

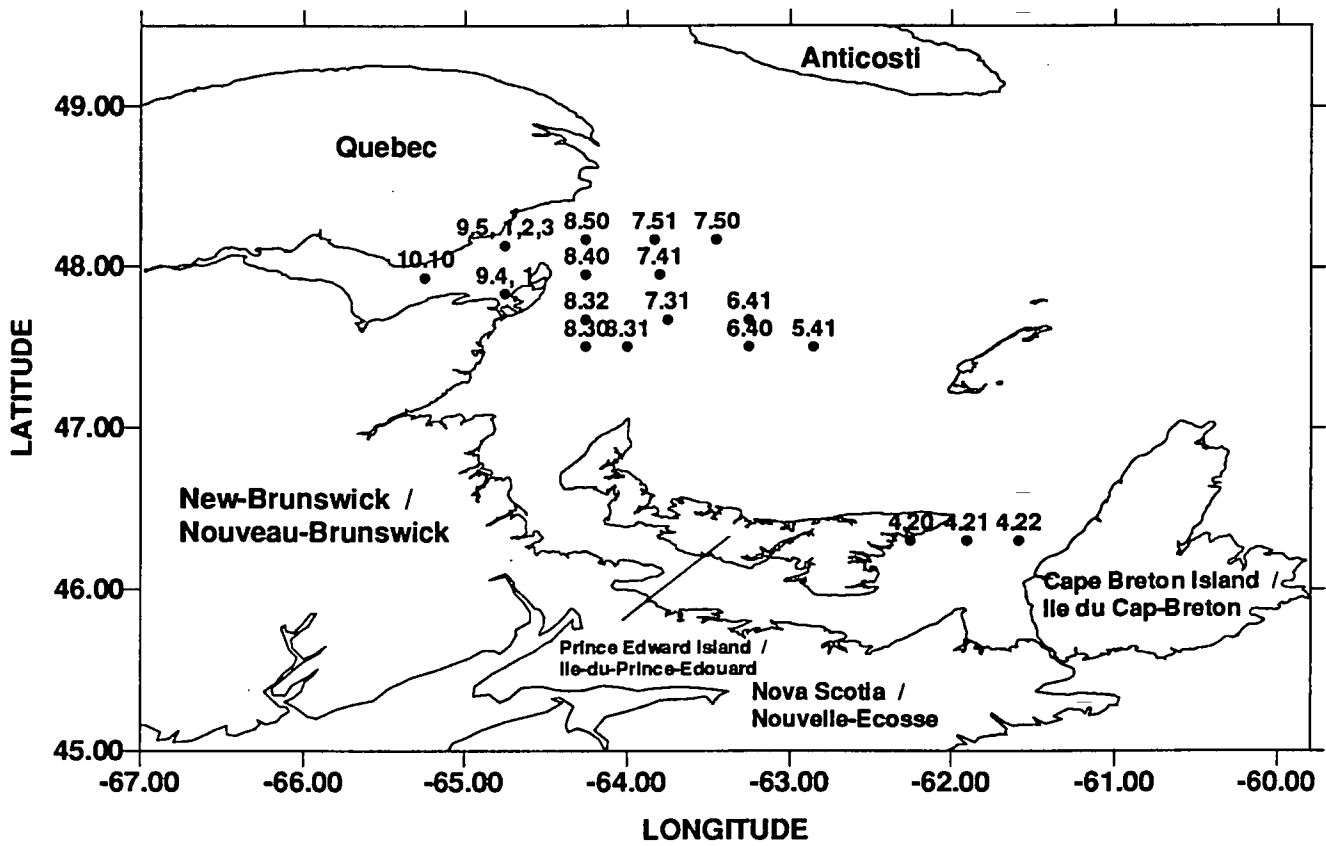


Figure 3. Map of the stations where the pump was used in 1993 to study the vertical eggs distribution /
 Carte des stations où une pompe a été utilisée en 1993 pour étudier la distribution verticale des oeufs.

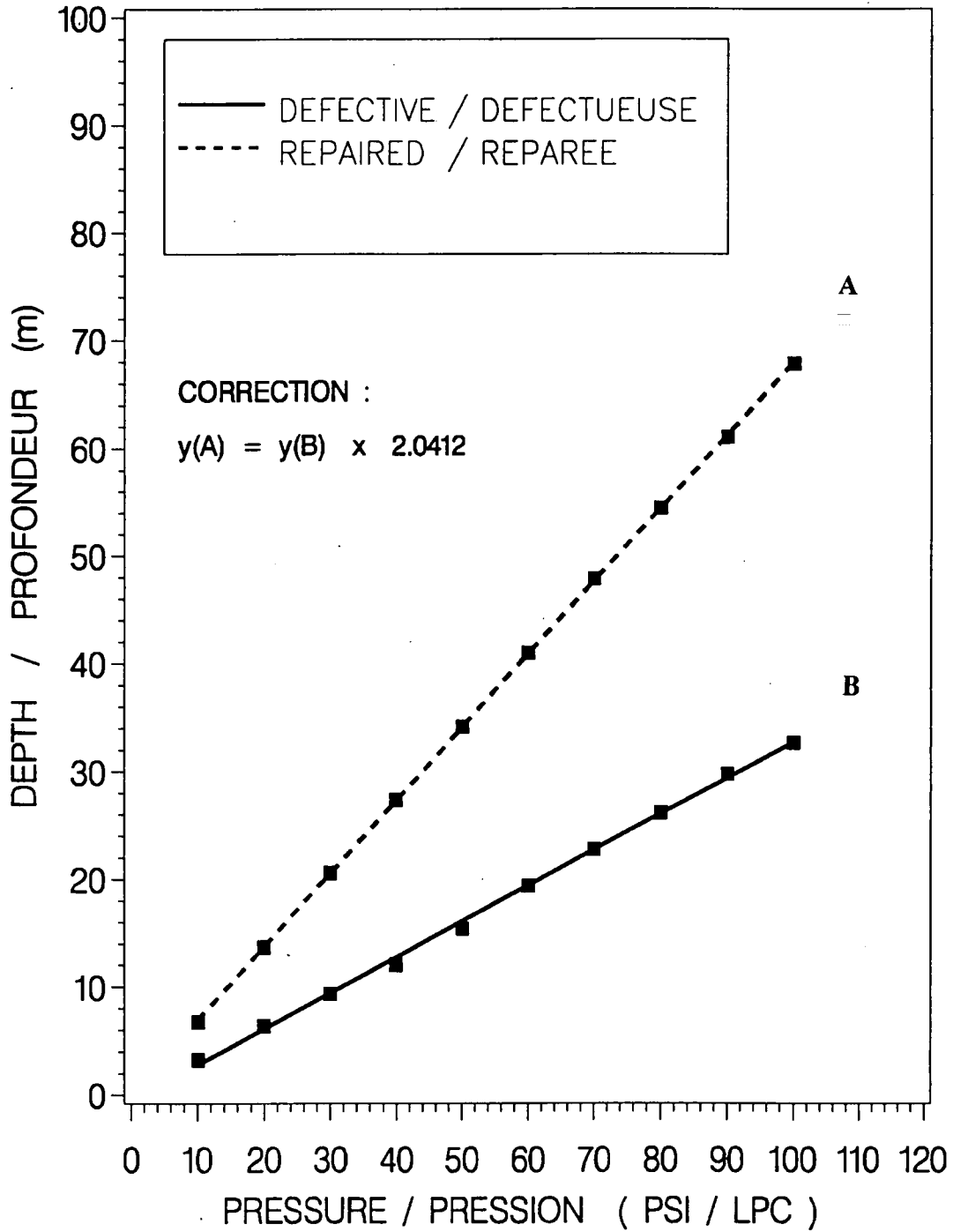


Figure 4. Correction factor applied to the defective depth probe of the pump and calculated from the relationships between depth and pressure / Facteur de correction appliqué à la sonde de profondeur défectueuse de la pompe et calculé à partir des relations entre la profondeur et la pression.

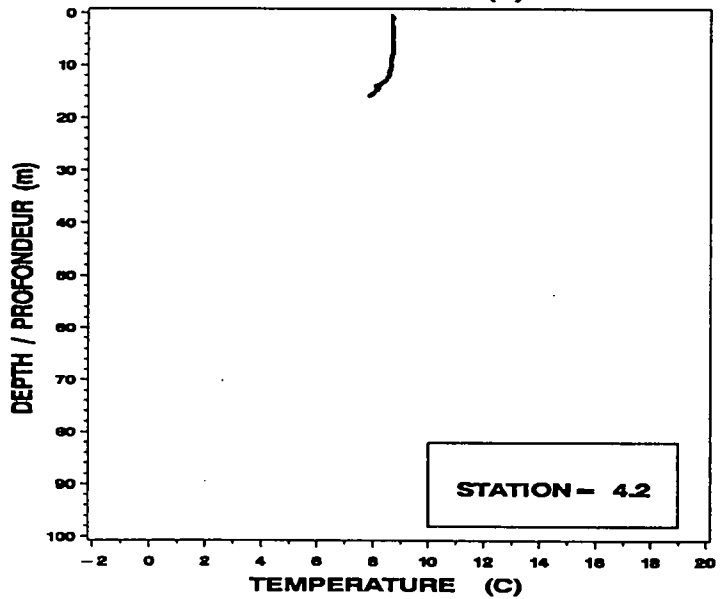
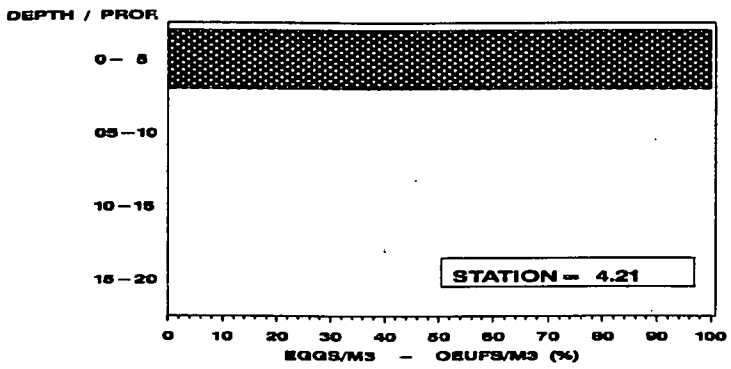
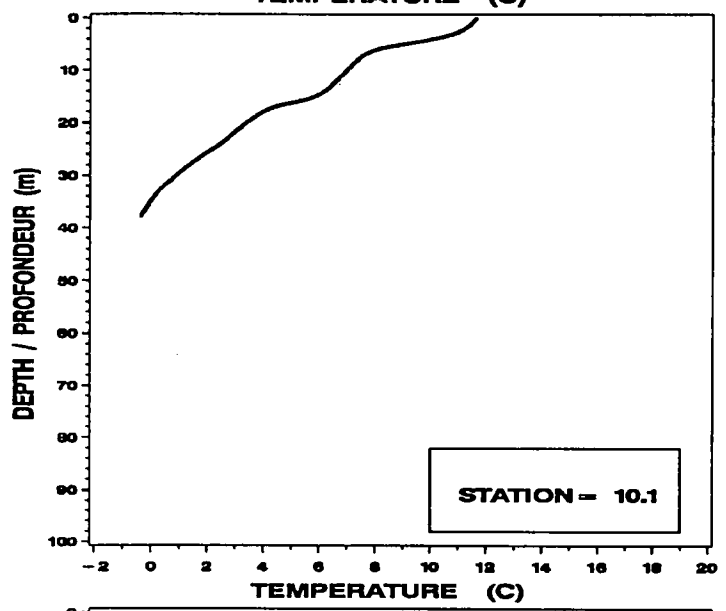
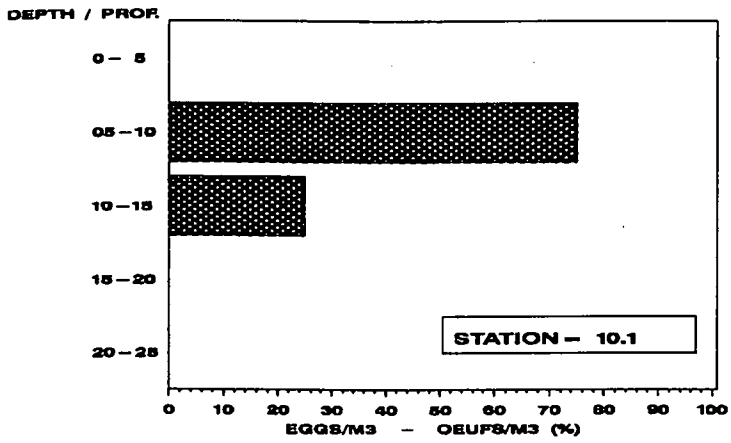
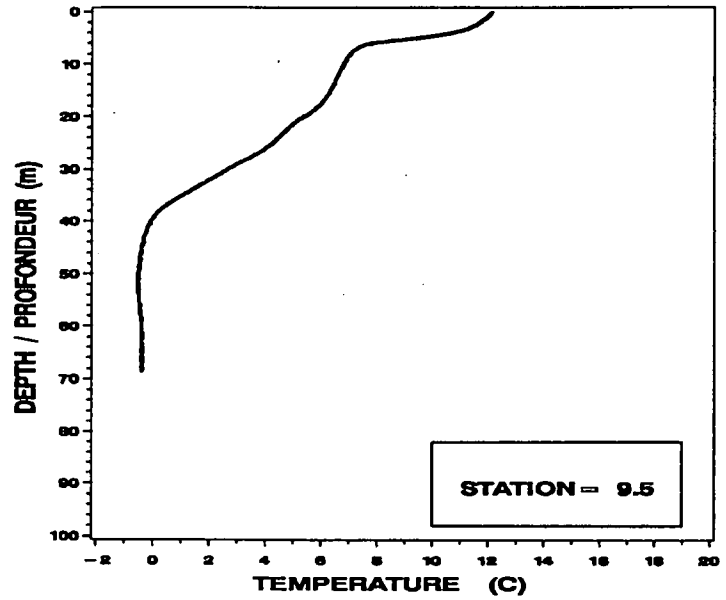
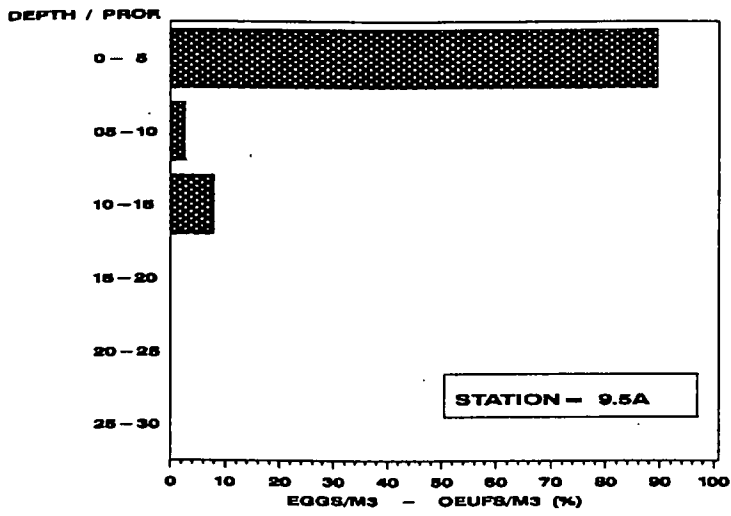


Figure 5. Eggs concentration and temperature recorded by depth stratum for the stations sampled in 1993 / Concentration des oeufs et température enregistrées par strate de profondeur pour les stations échantillonnées en 1993.

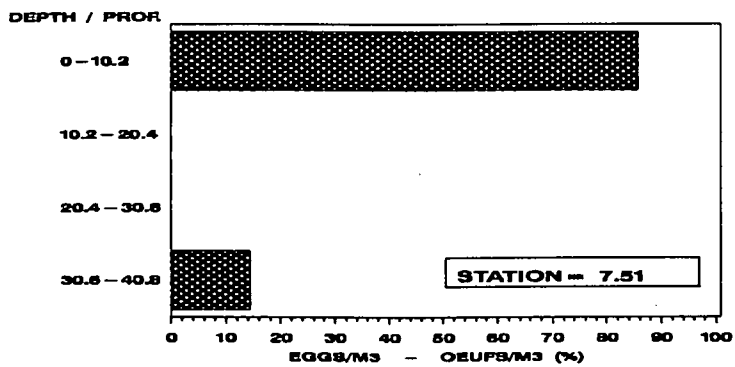
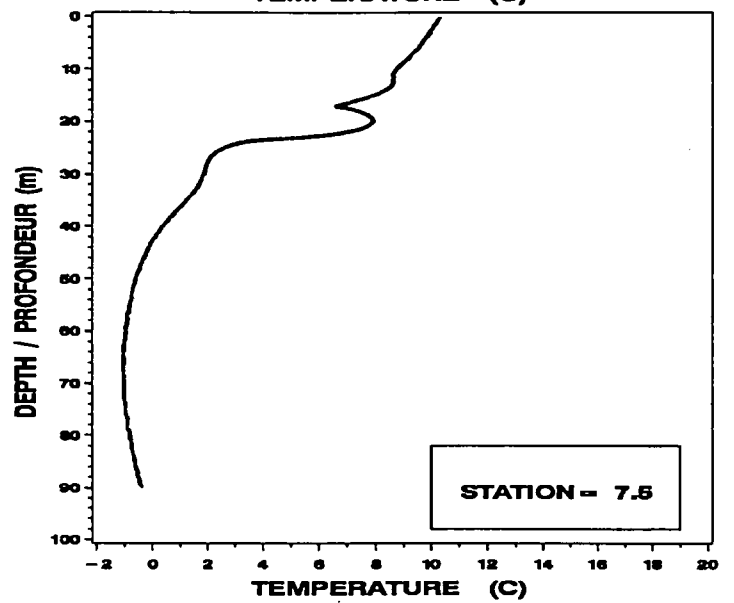
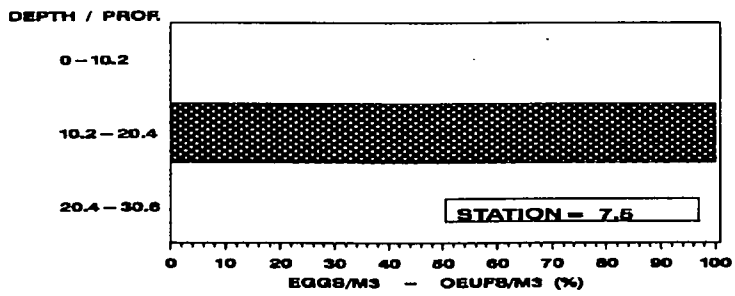
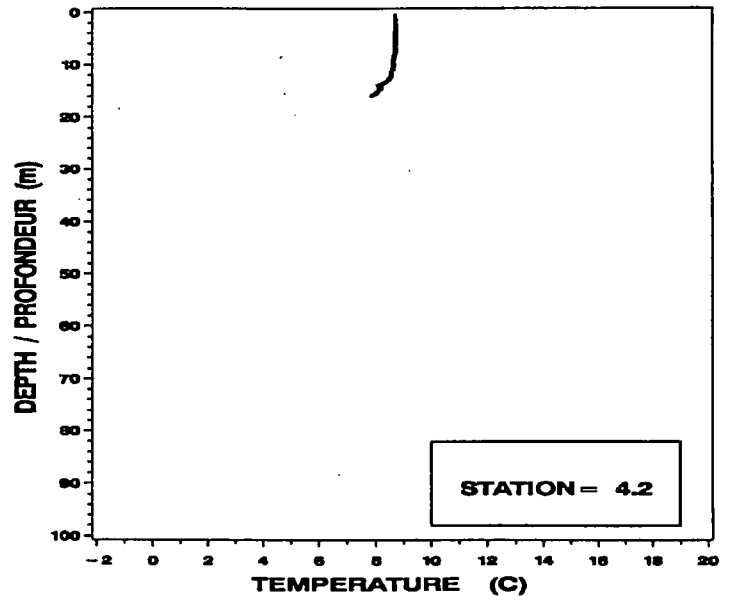
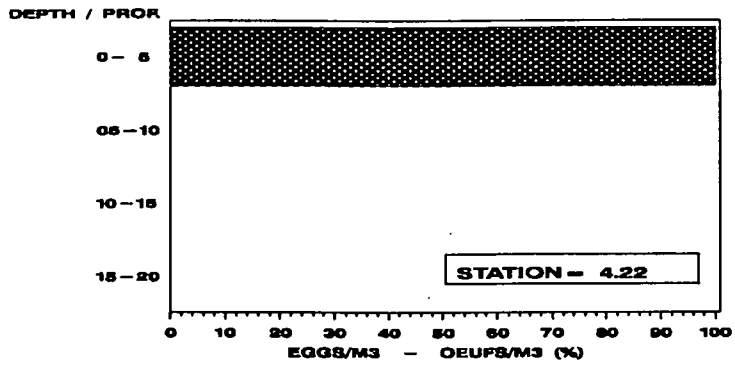


Figure 5. (Continued) / (Suite).

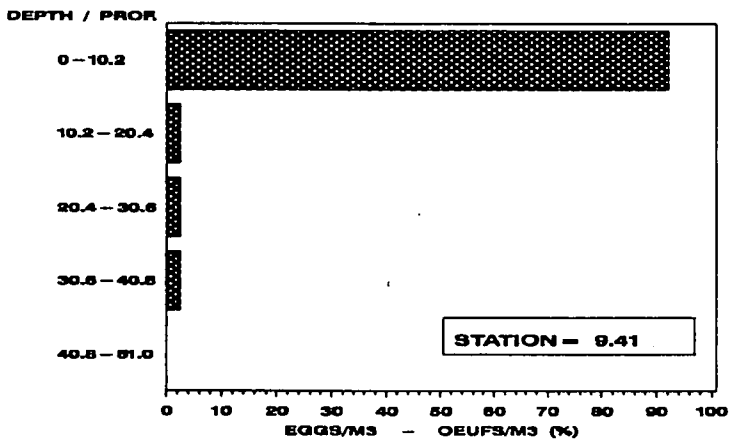
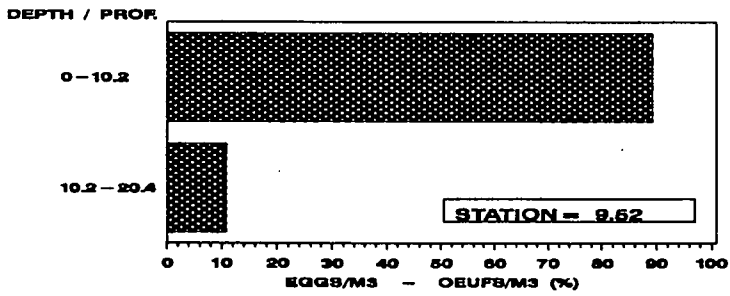
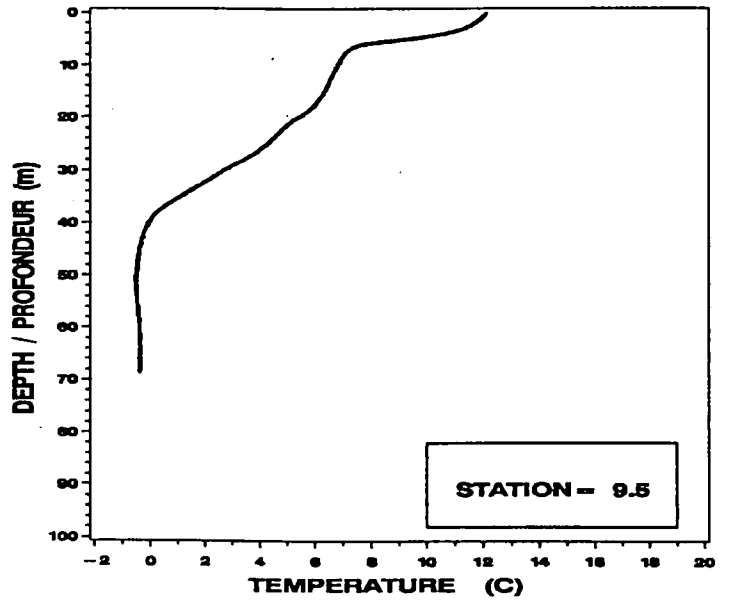
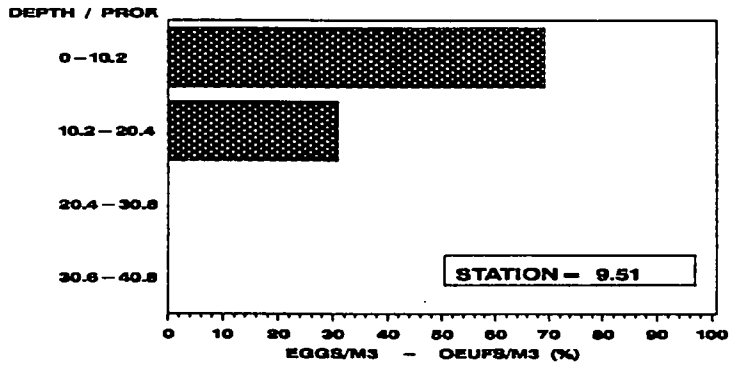


Figure 5. (Continued) / (Suite).

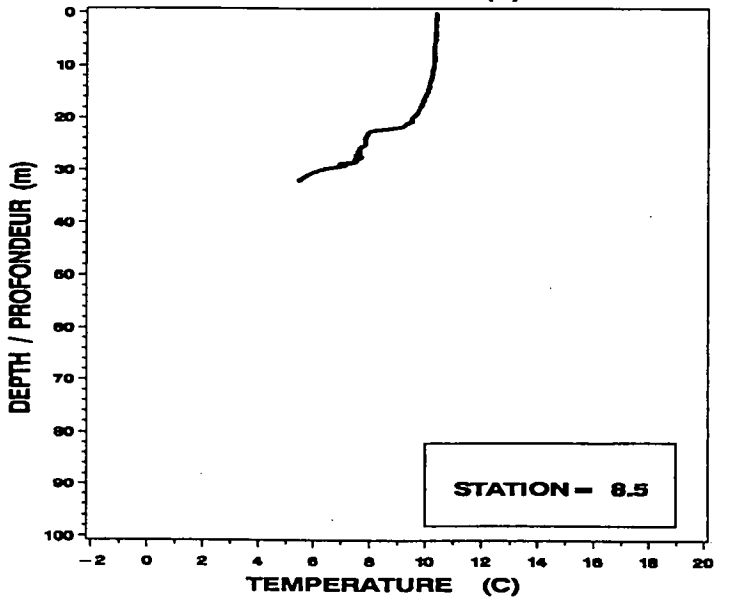
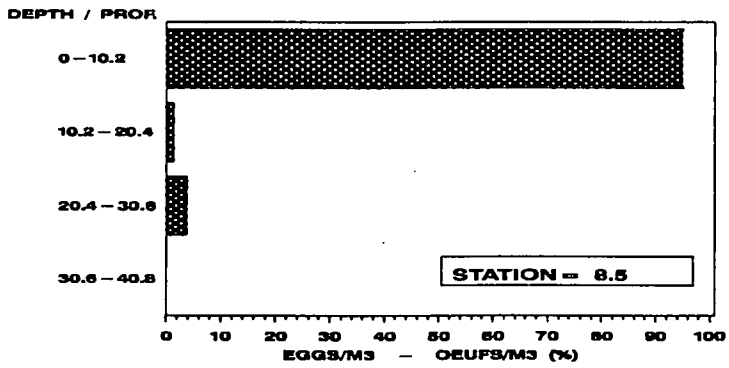
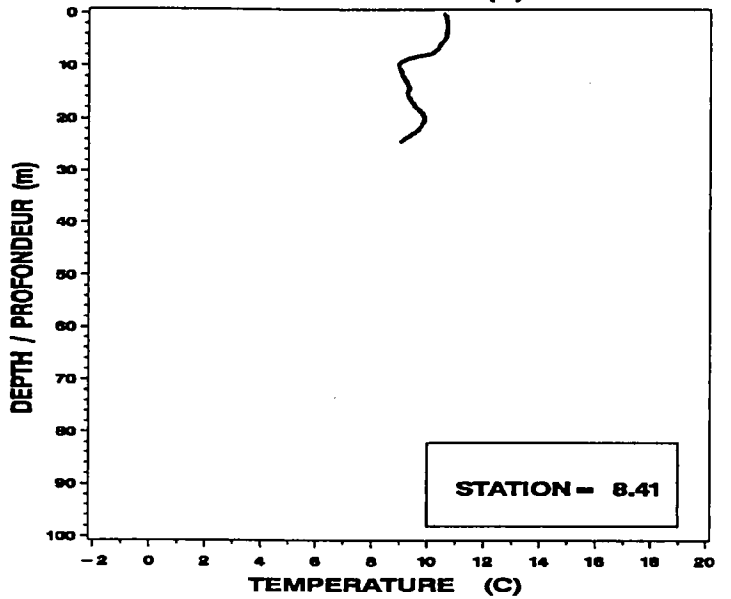
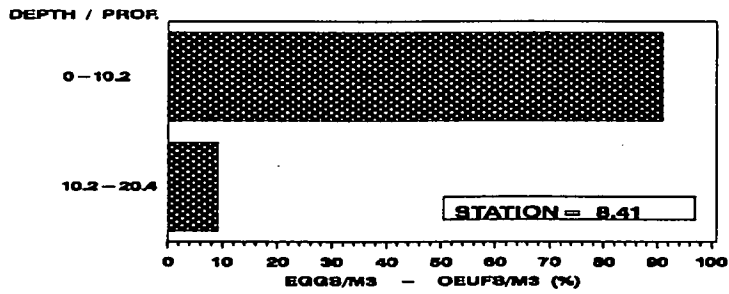
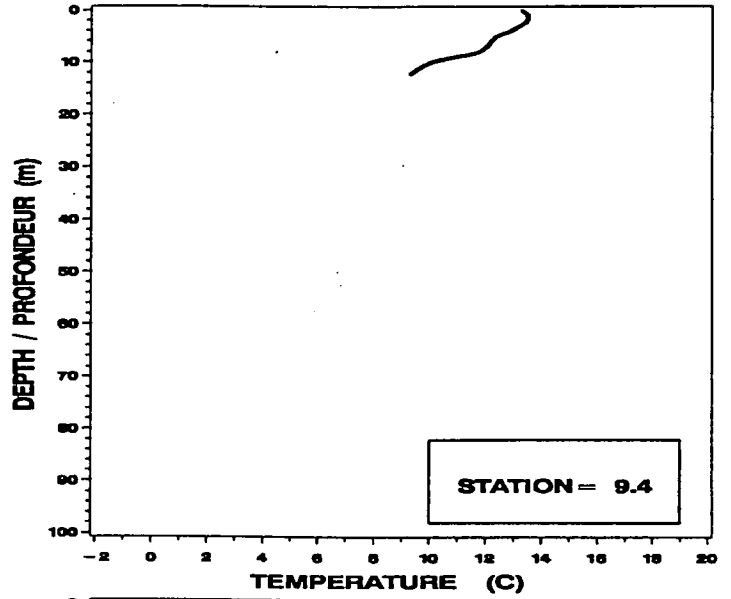
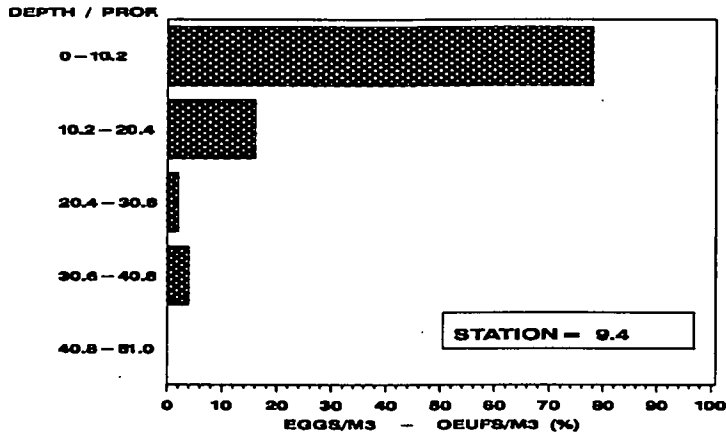


Figure 5. (Continued) / (Suite).

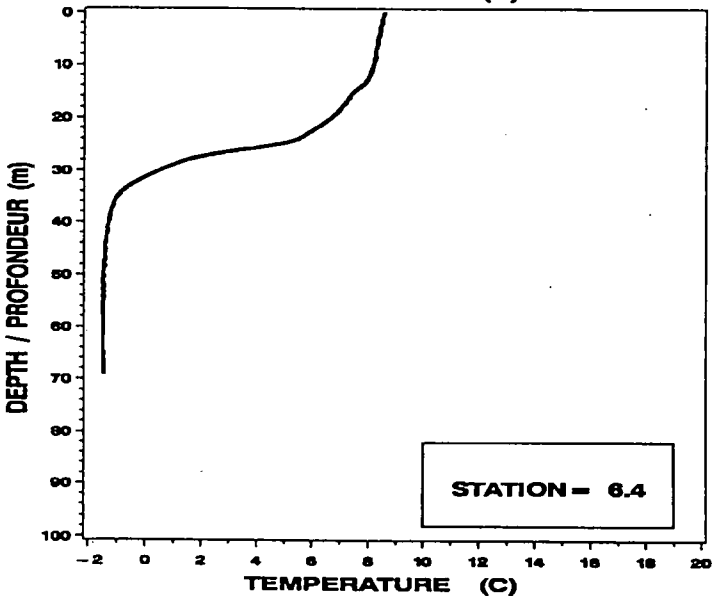
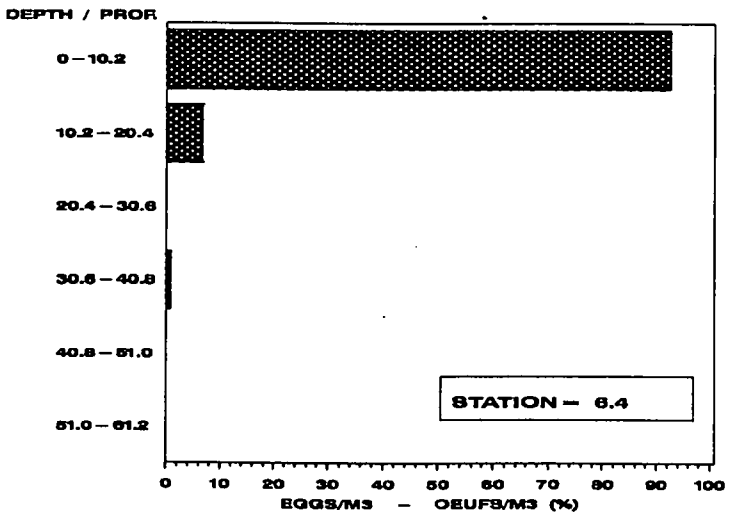
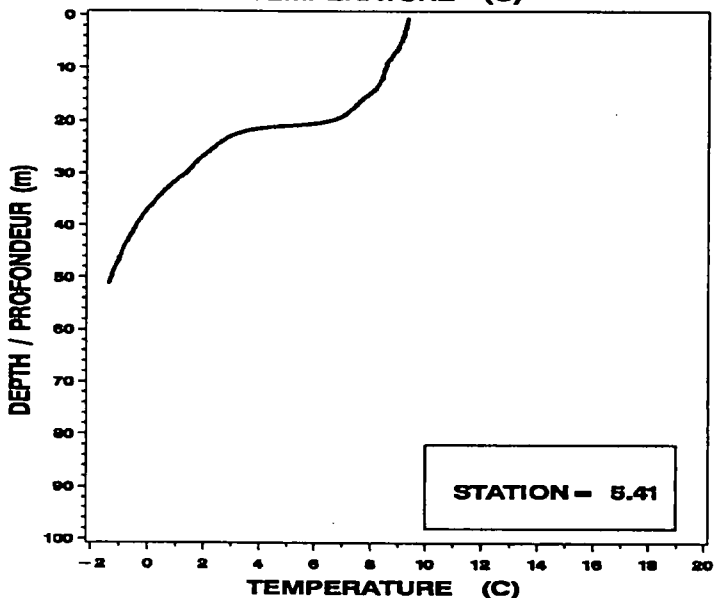
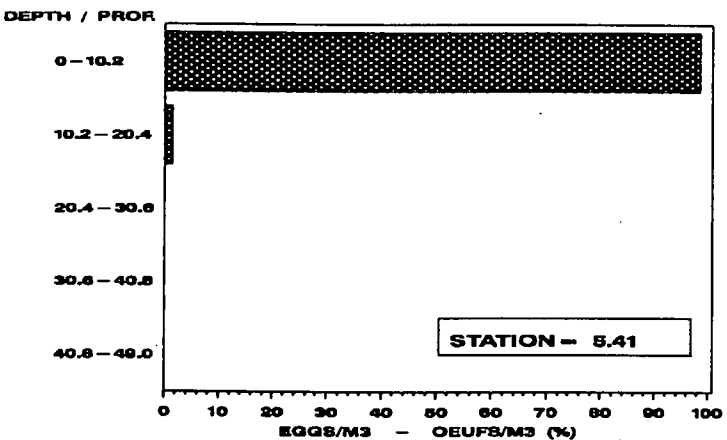
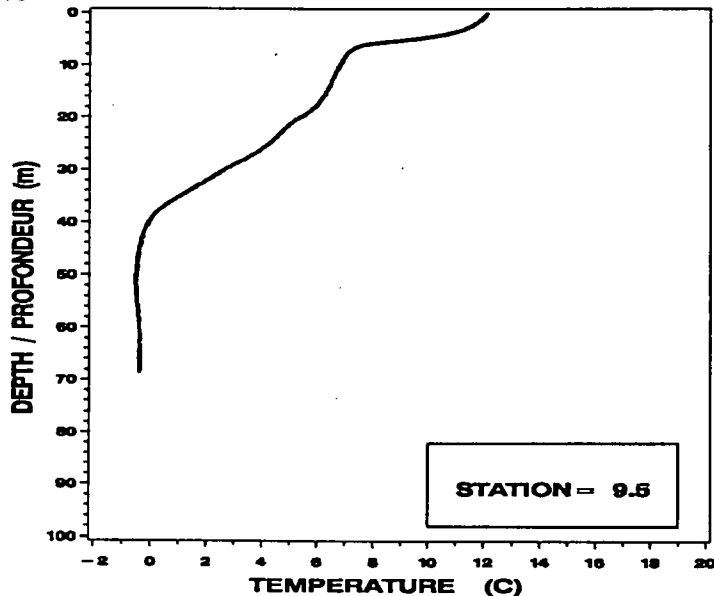
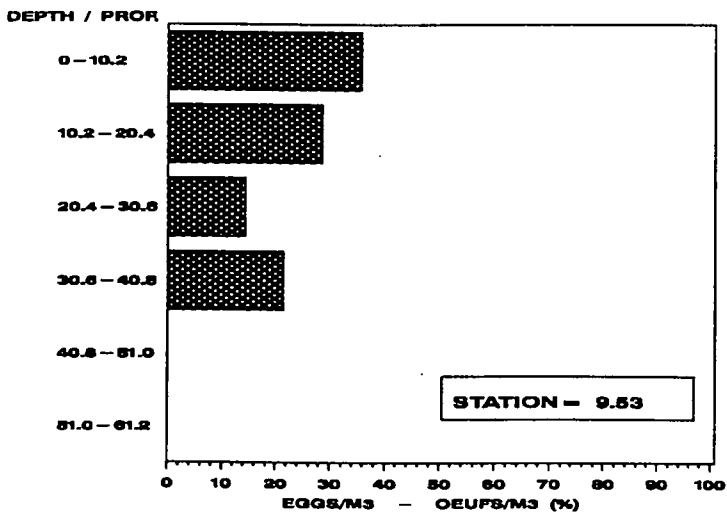


Figure 5. (Continued) / (Suite).

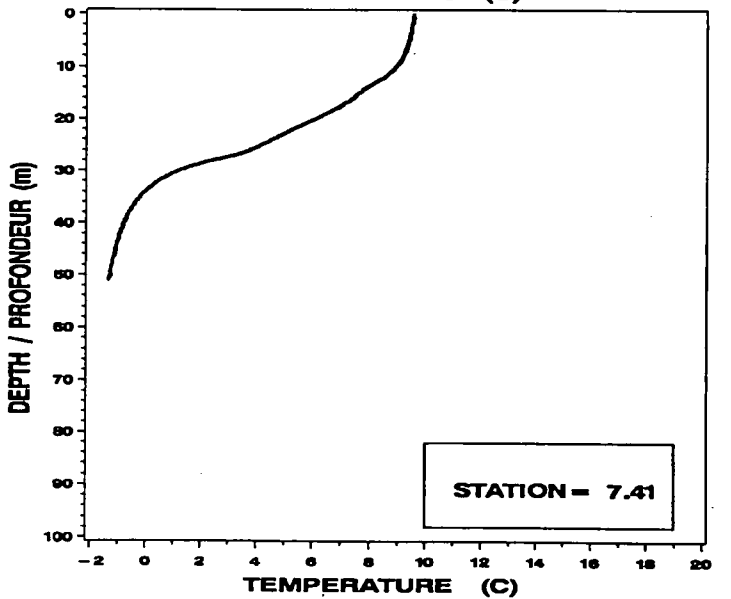
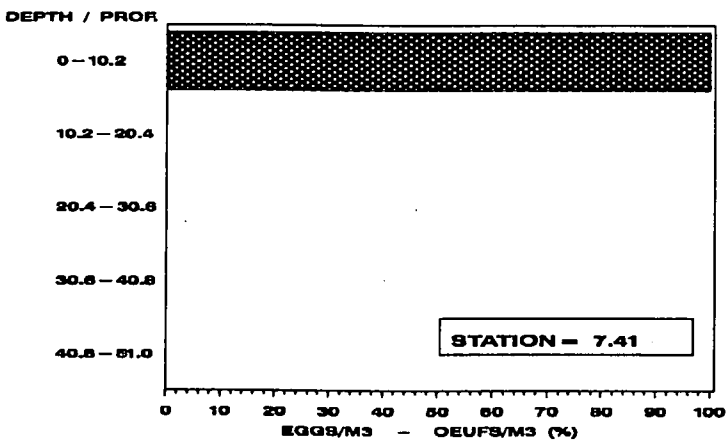
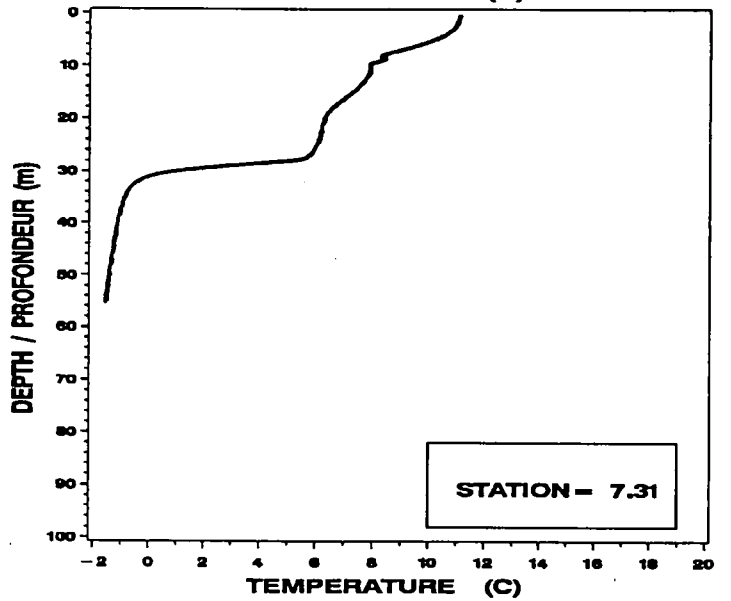
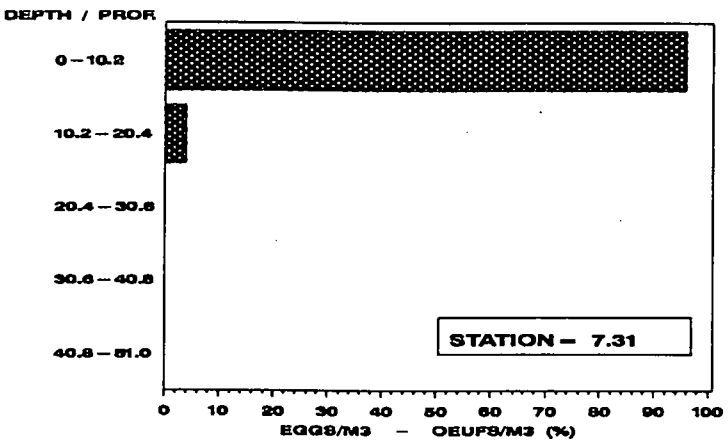
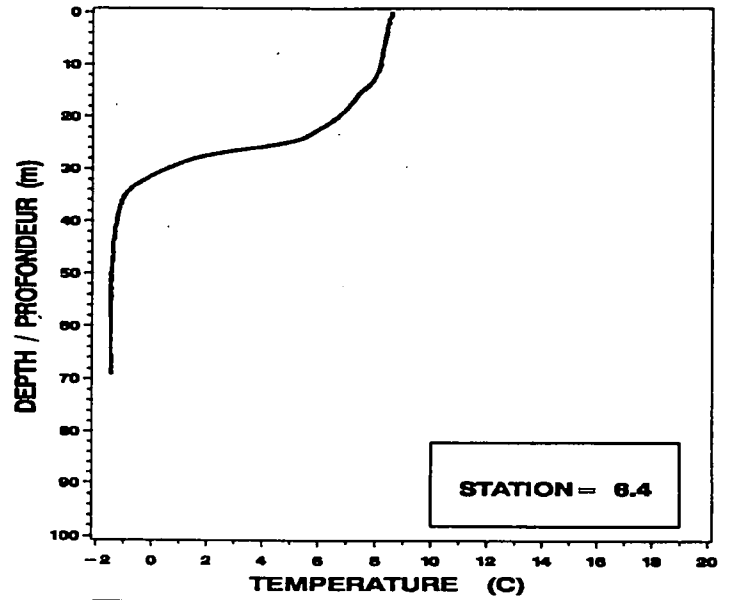
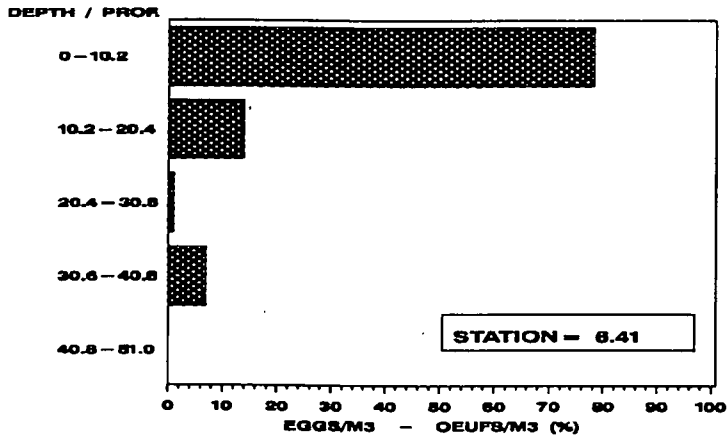


Figure 5. (Continued) / (Suite).

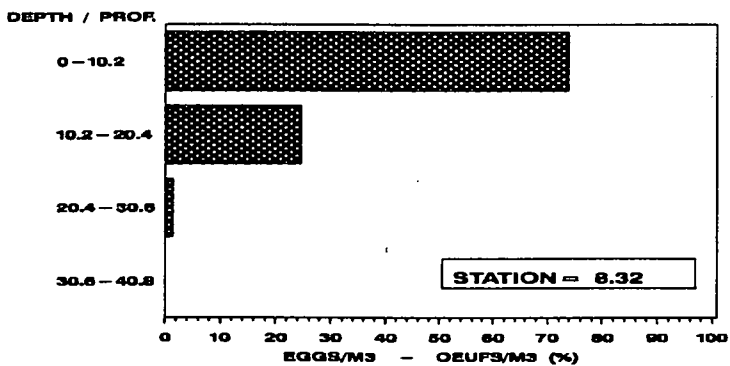
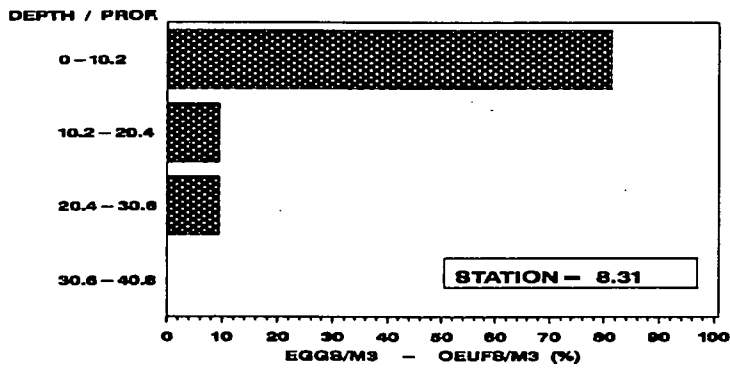
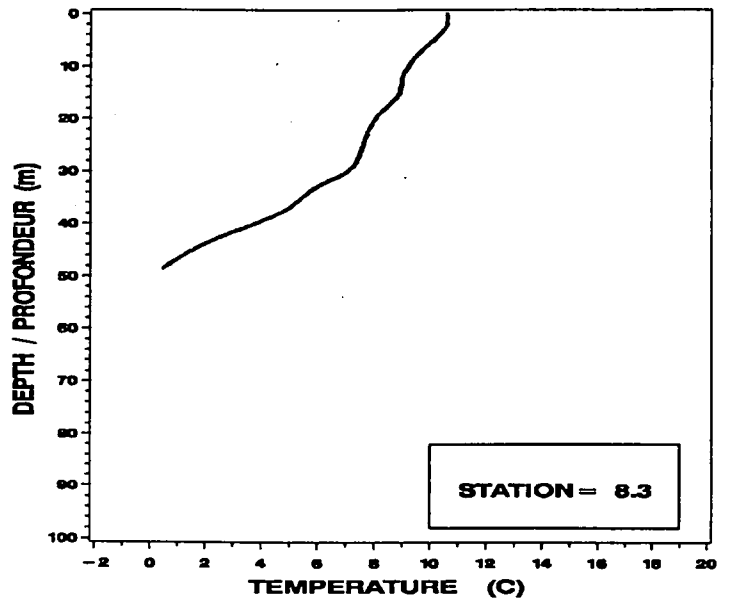
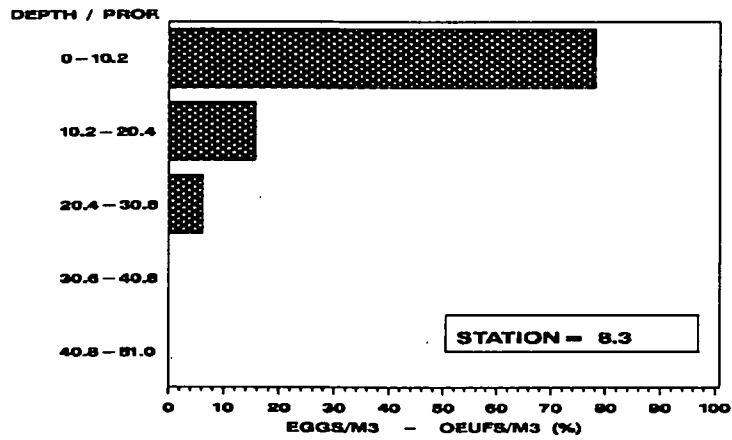


Figure 5. (Continued) / (Suite).

Gulf of St. Lawrence / Golfe du Saint-Laurent

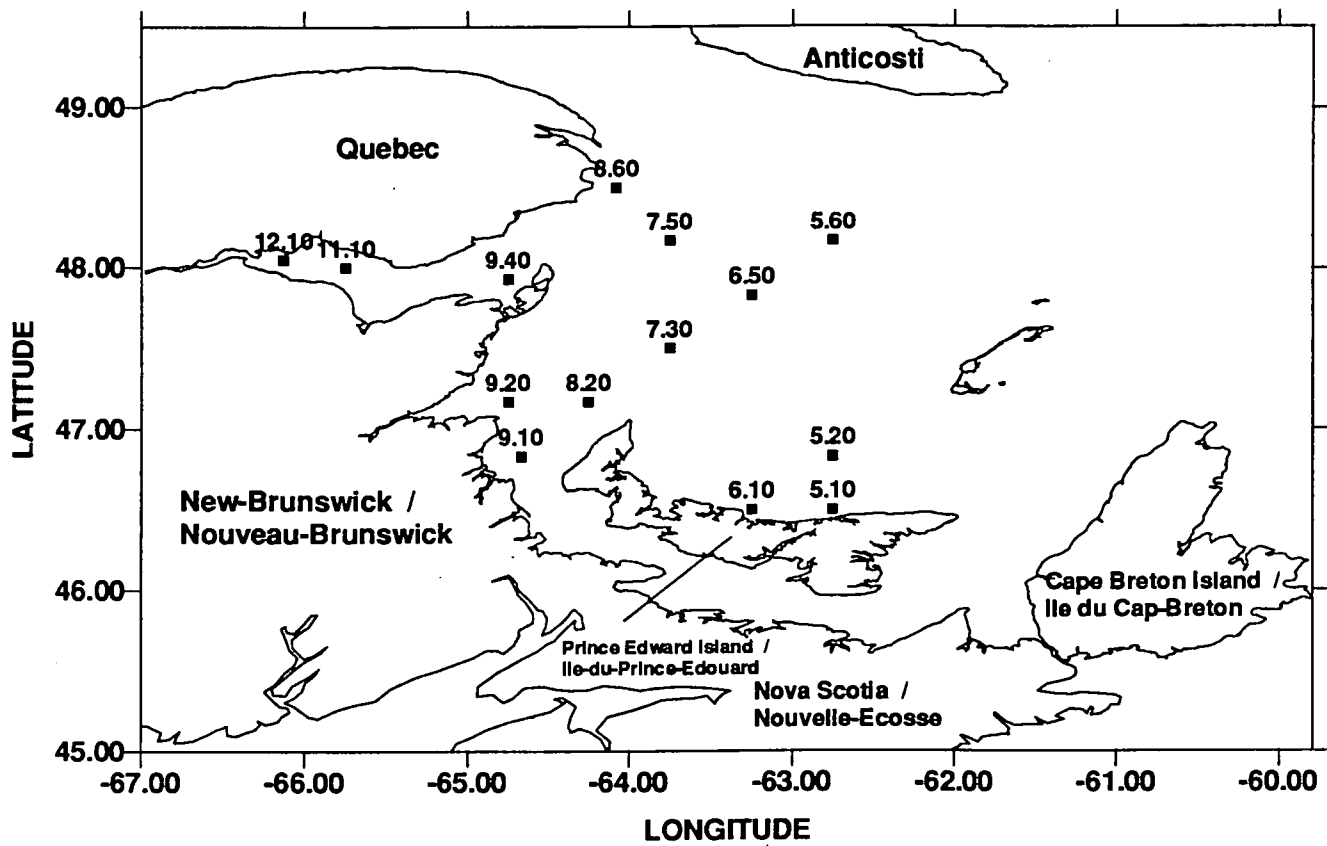


Figure 6. Map of the stations where the pump was used in 1994 to study the vertical eggs distribution /
 Carte des stations où une pompe a été utilisée en 1994 pour étudier la distribution verticale des oeufs.

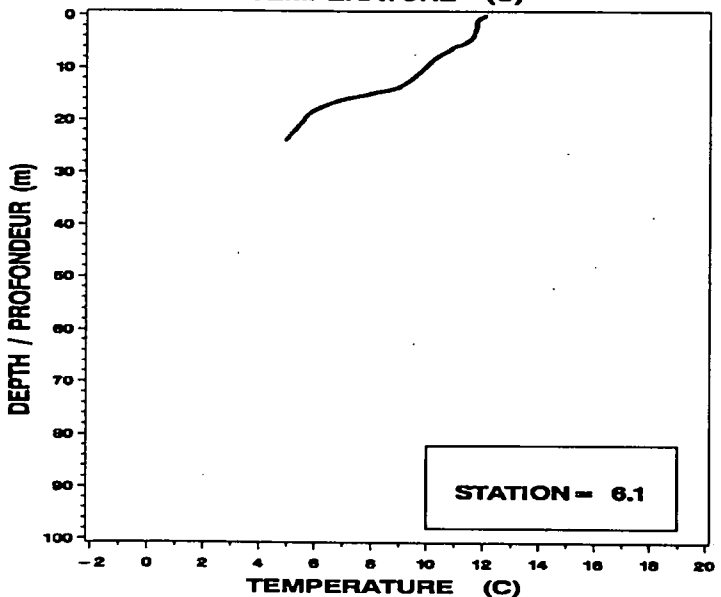
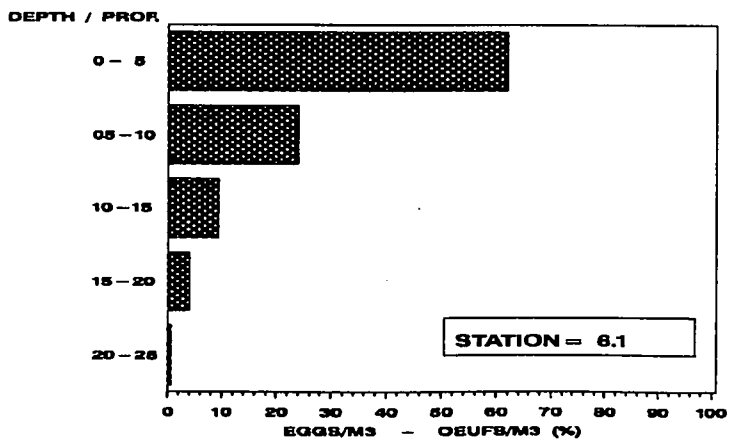
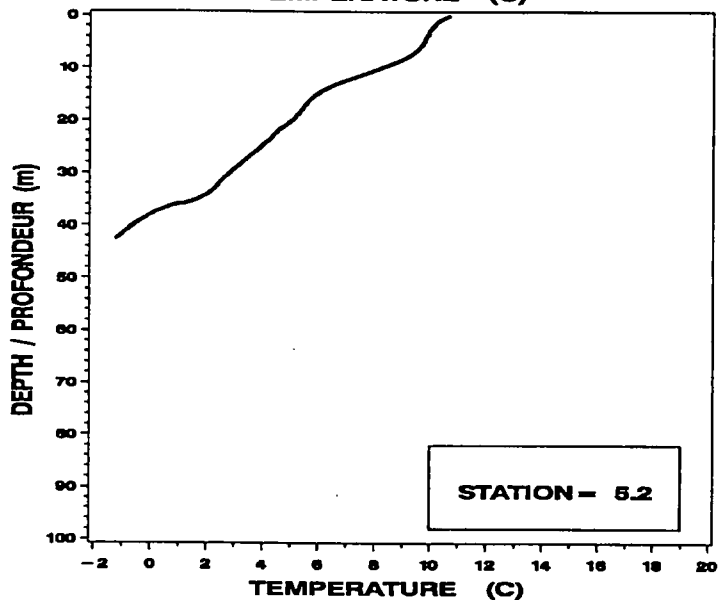
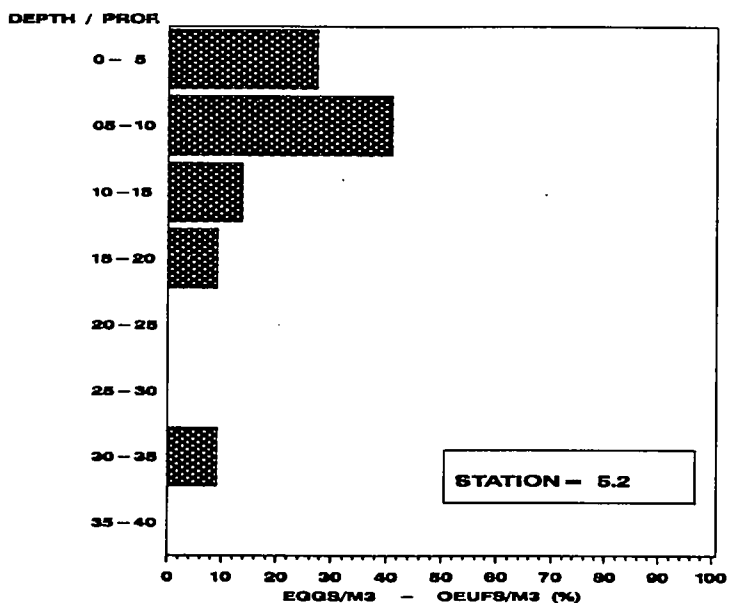
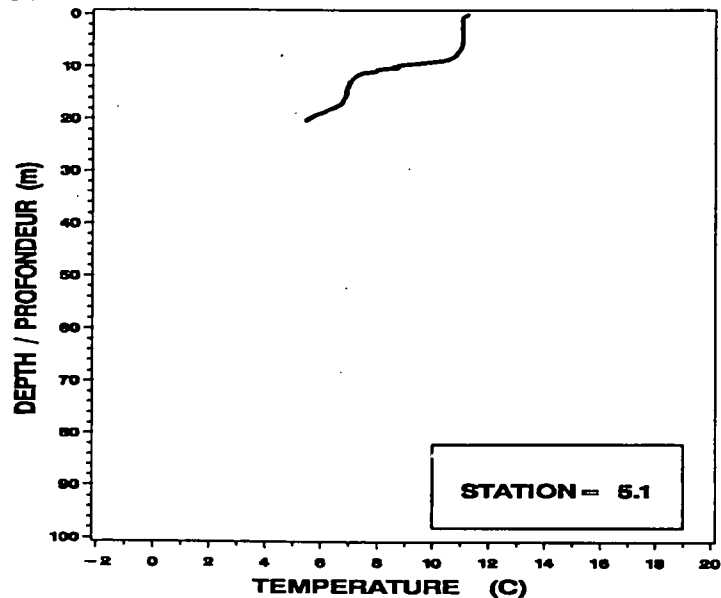
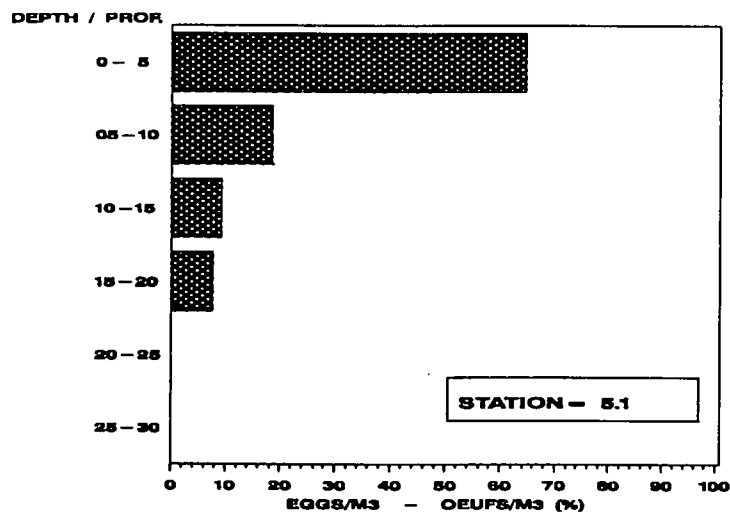


Figure 7. Eggs concentration and temperature recorded by depth stratum for the stations sampled in 1994 / Concentration des oeufs et température enregistrées par strate de profondeur pour les stations échantillonnées en 1994.

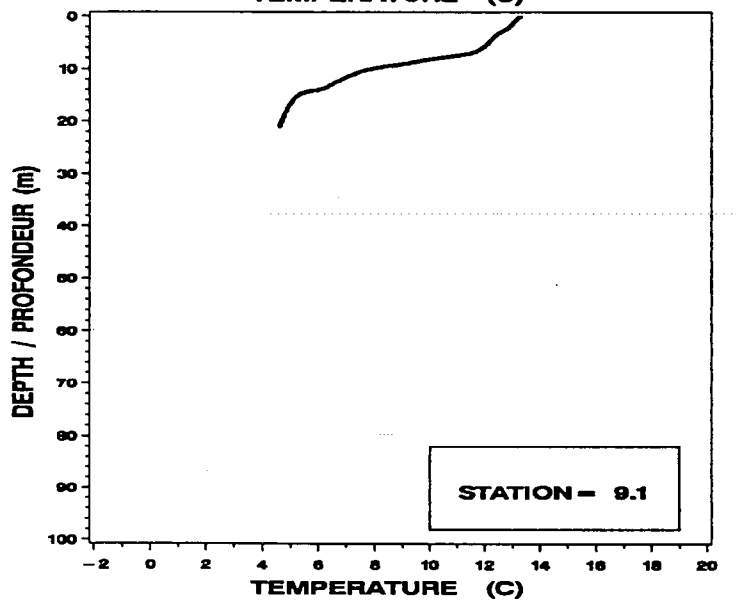
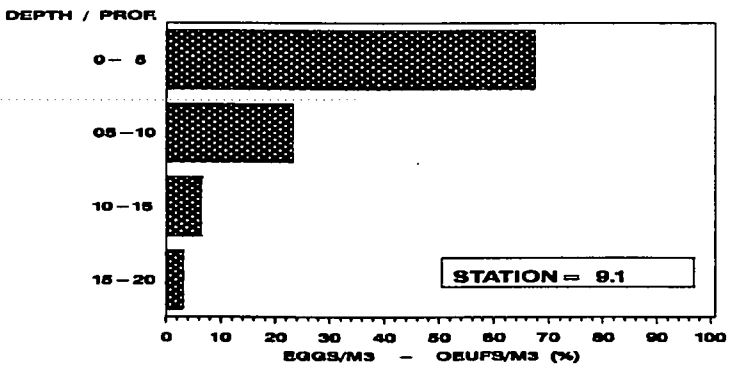
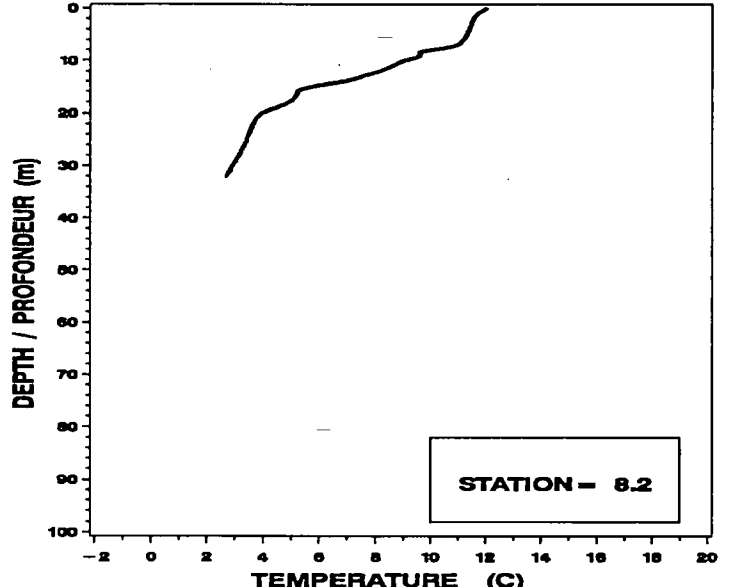
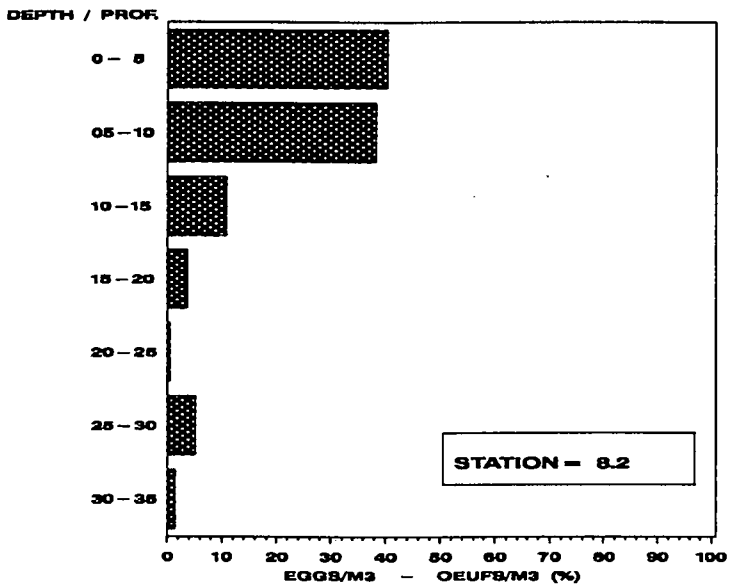
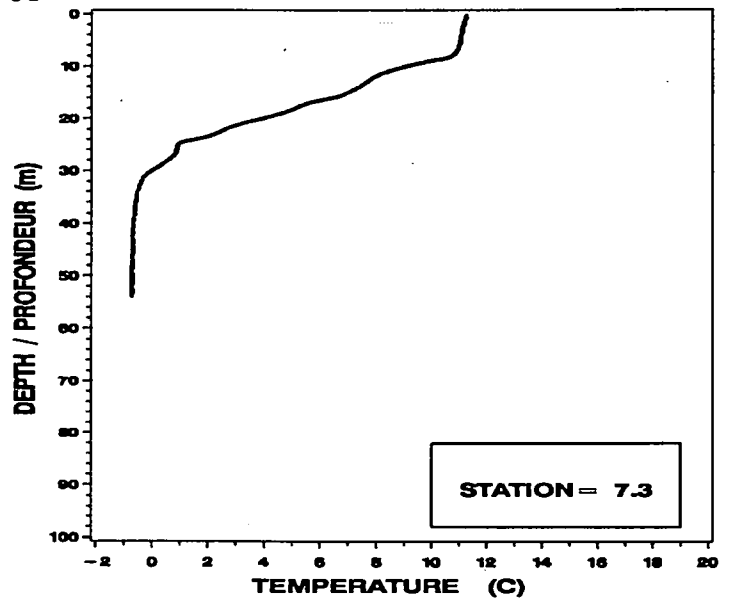
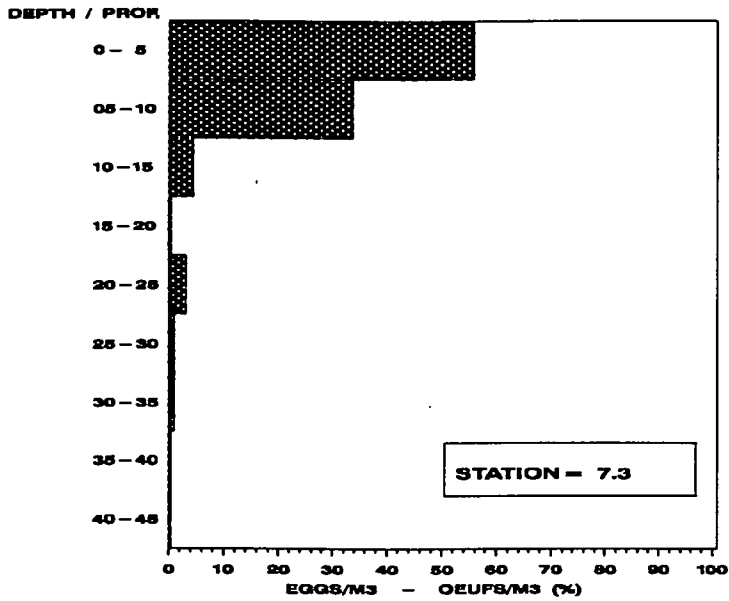


Figure 7. (Continued) / (Suite).

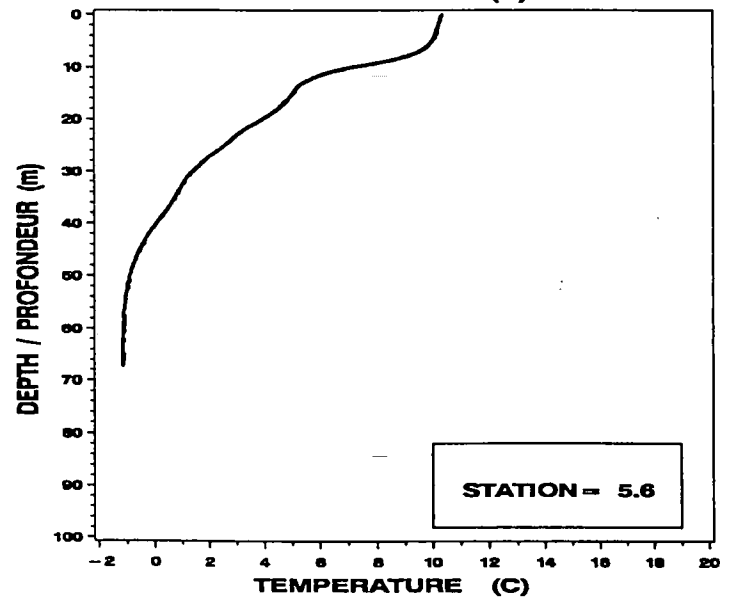
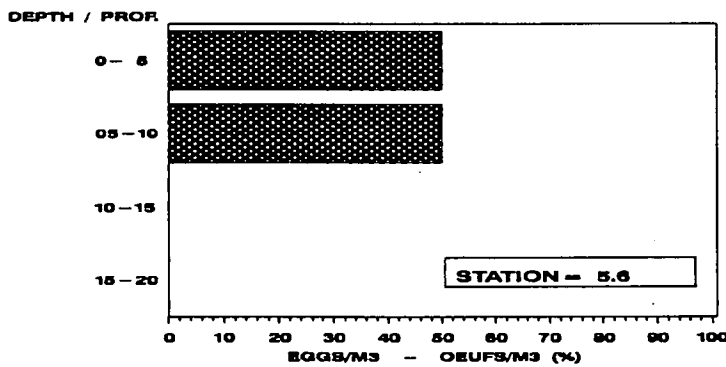
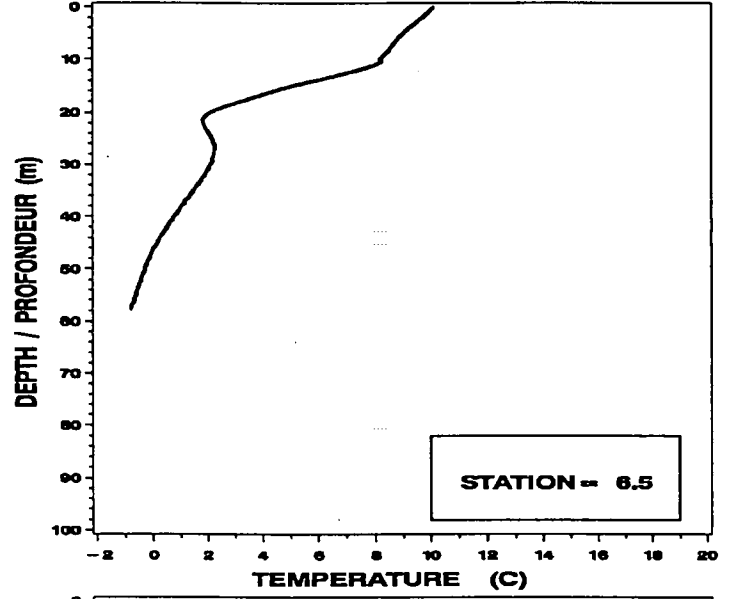
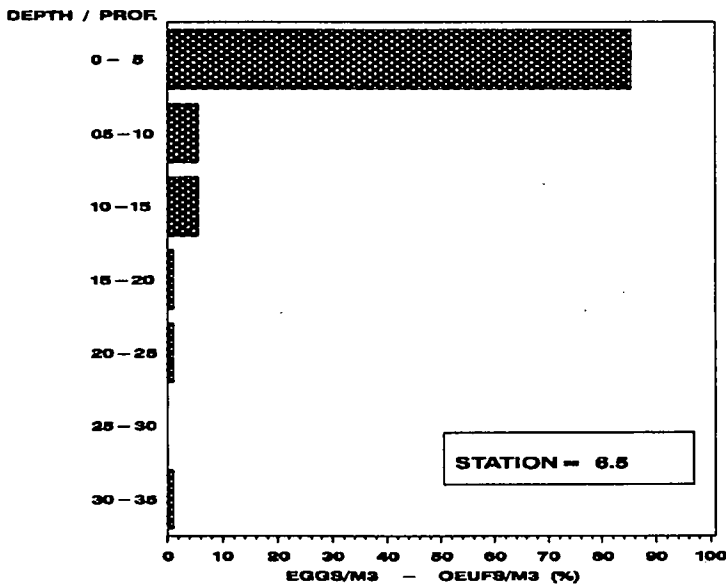
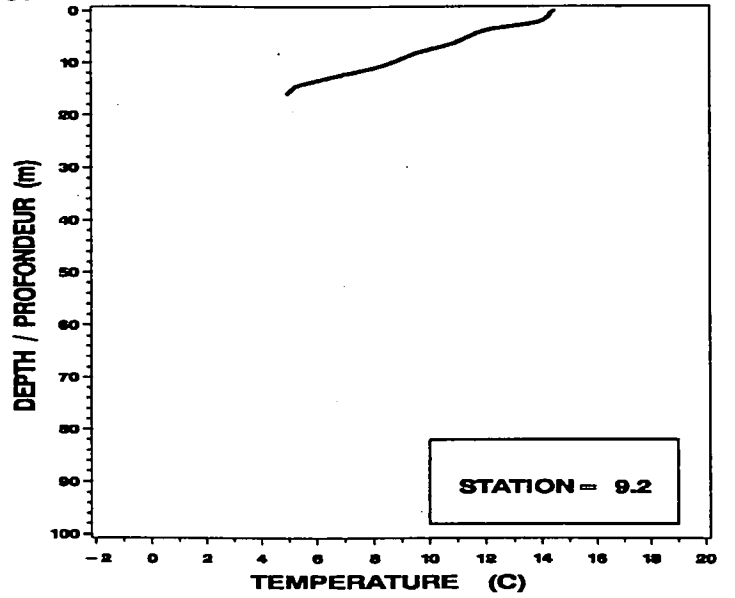
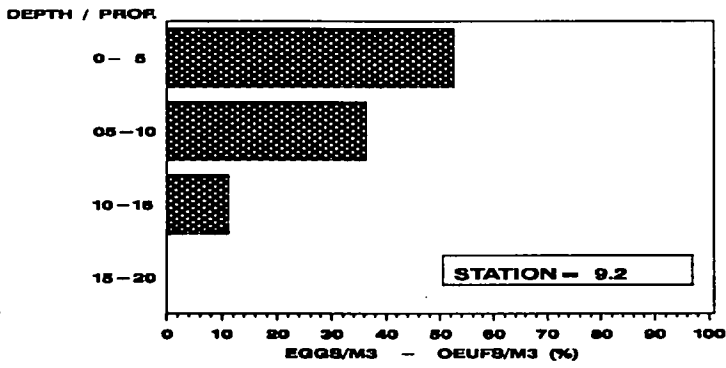


Figure 7. (Continued) / (Suite).

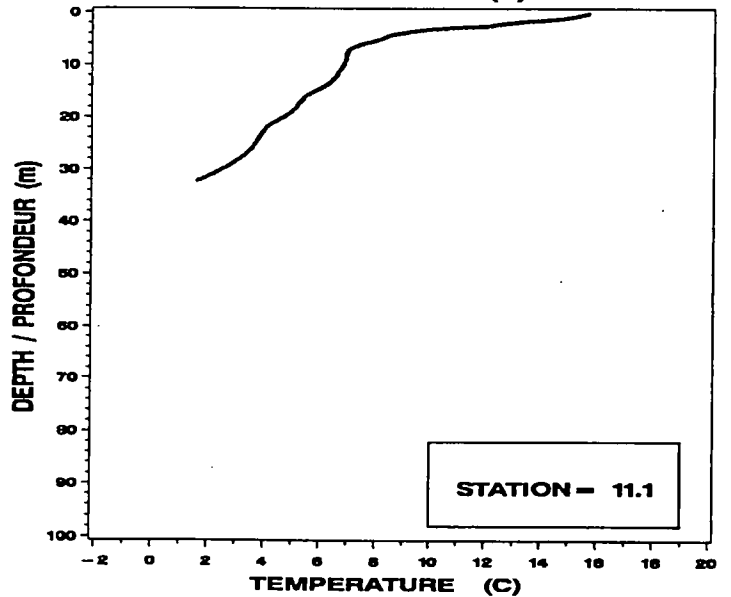
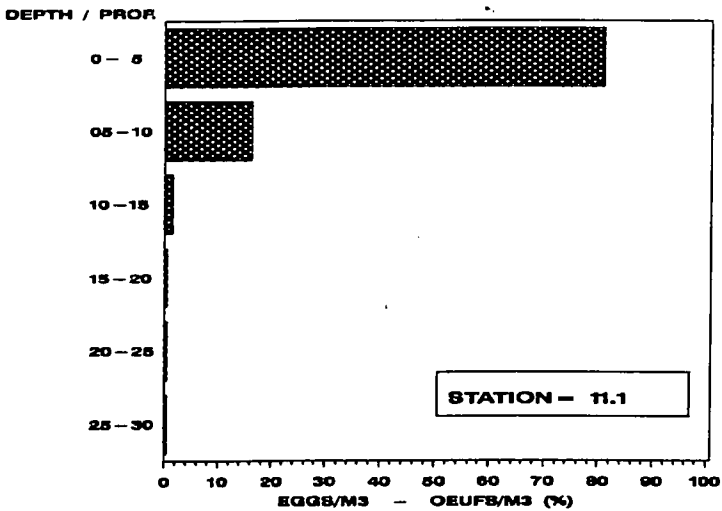
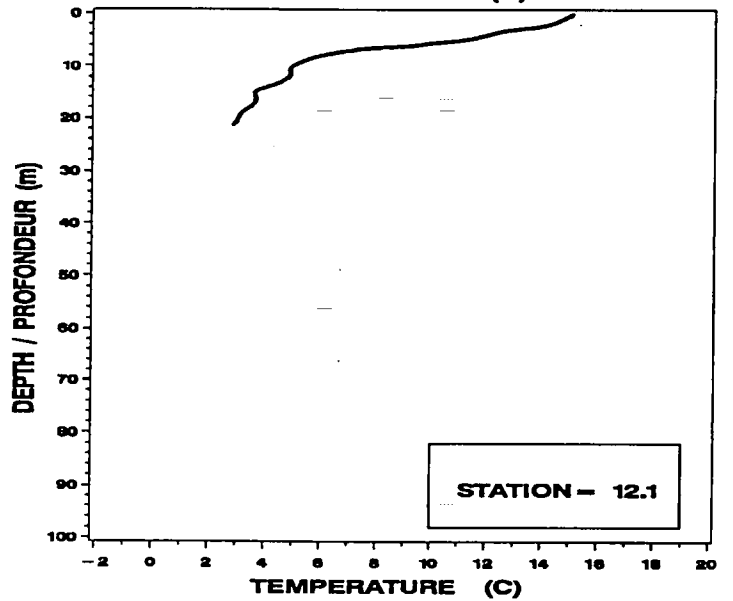
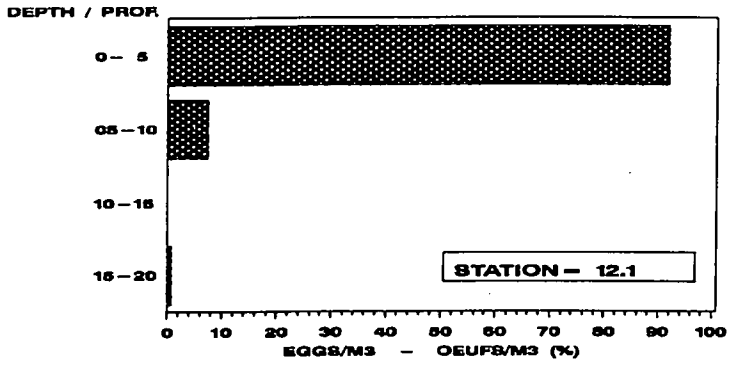
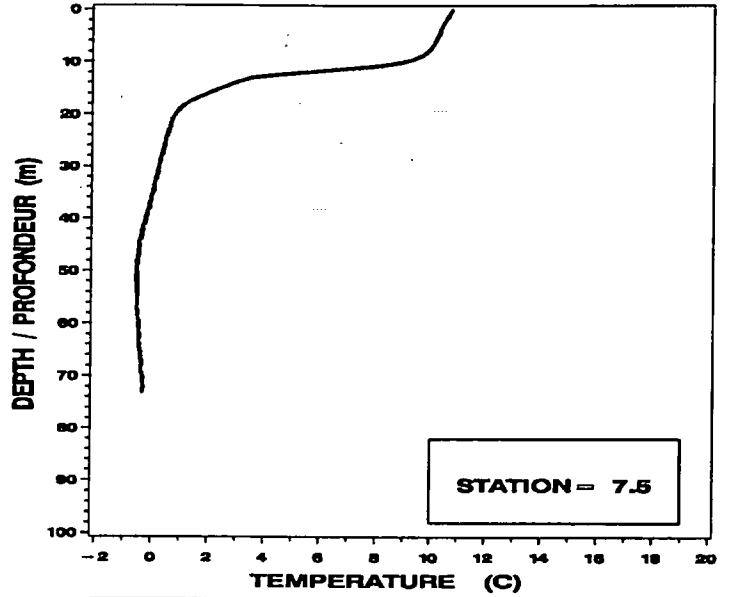
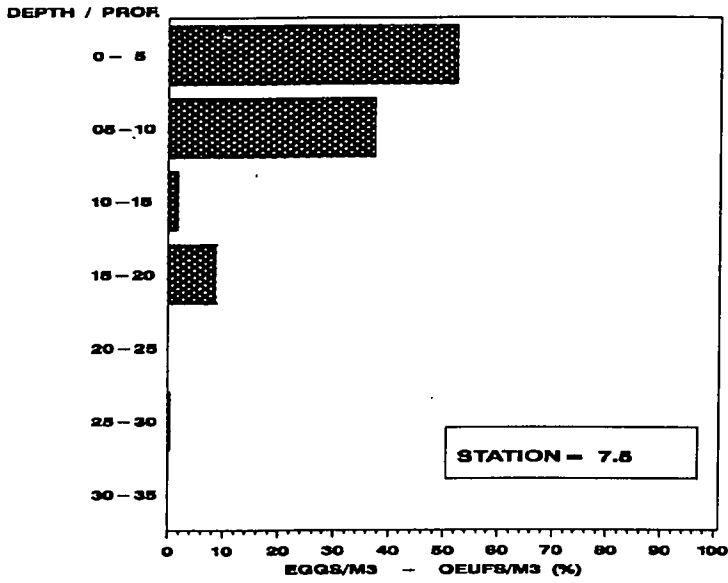


Figure 7. (Continued) / (Suite).

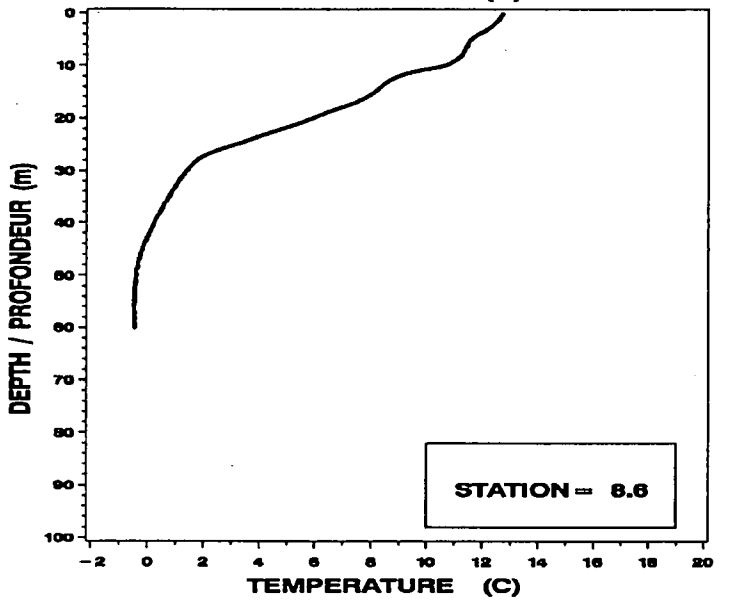
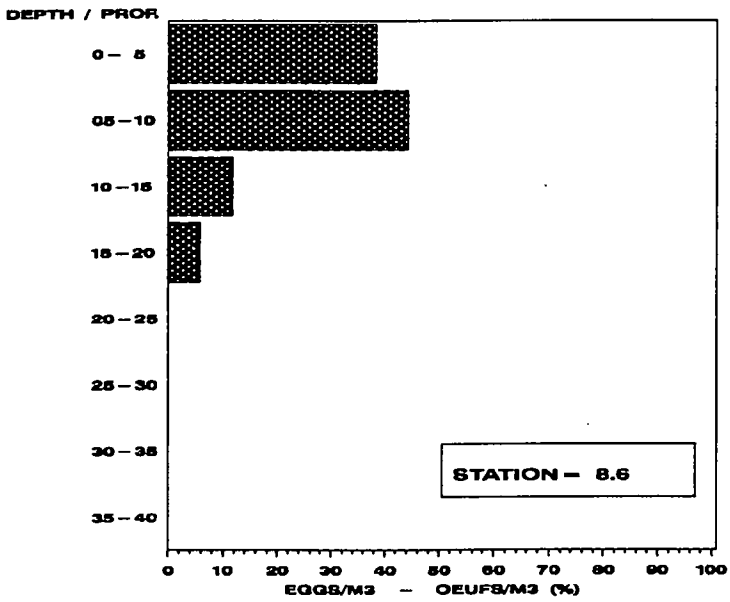
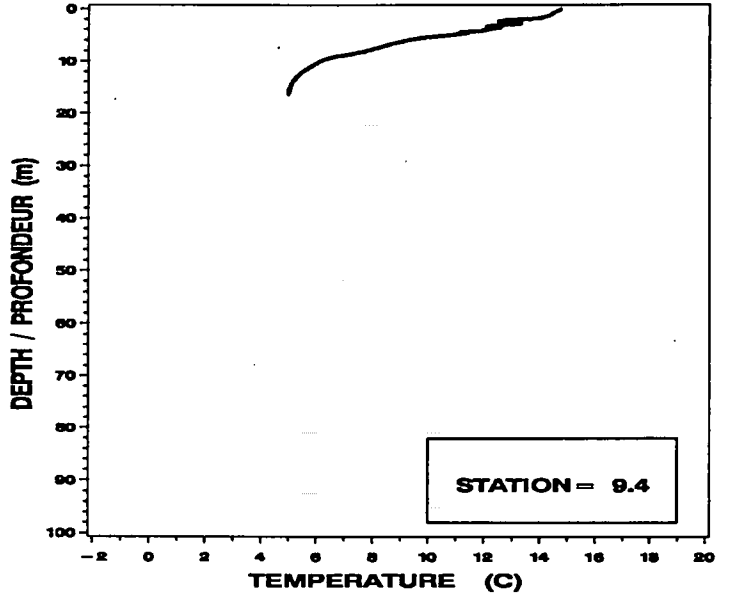
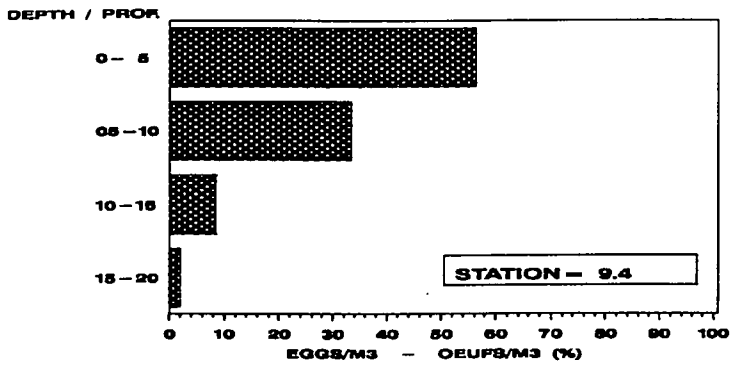


Figure 7. (Continued) / (Suite).

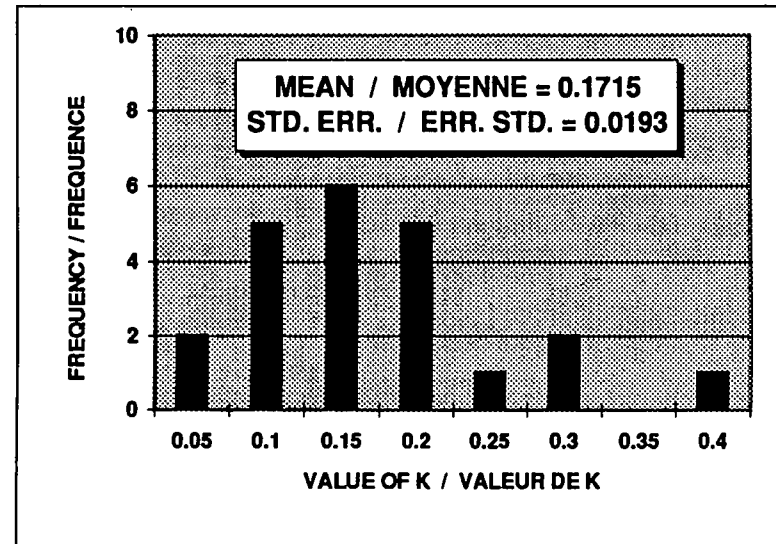
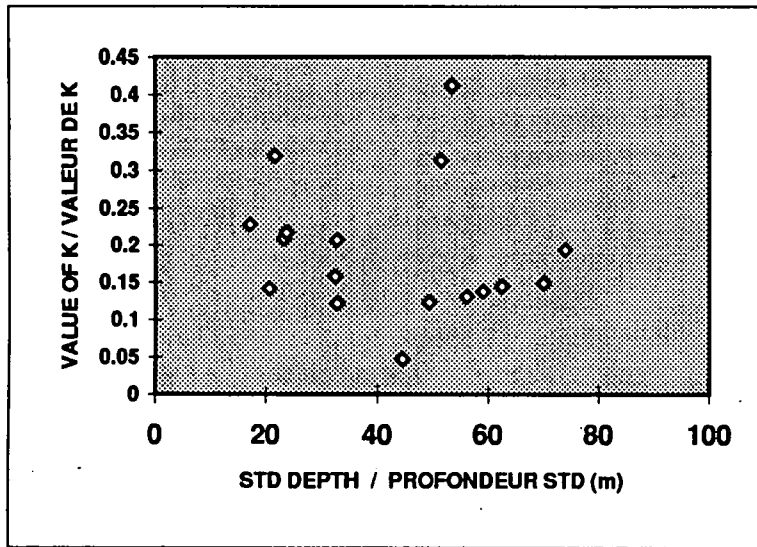
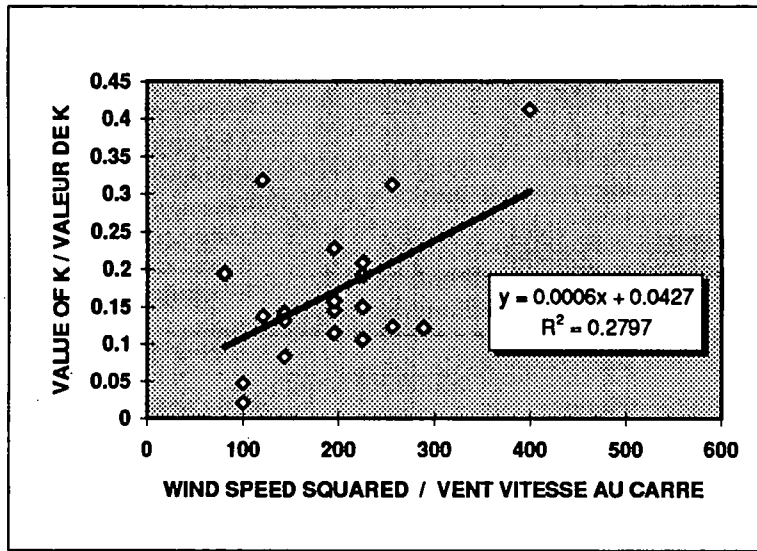


Figure 8. Values of the rate constant k and relationships with maximal towing depth (m) and wind speed (knot) / Valeurs du taux constant k et relations avec la profondeur maximale (m) du trait et la vitesse du vent (noeud).

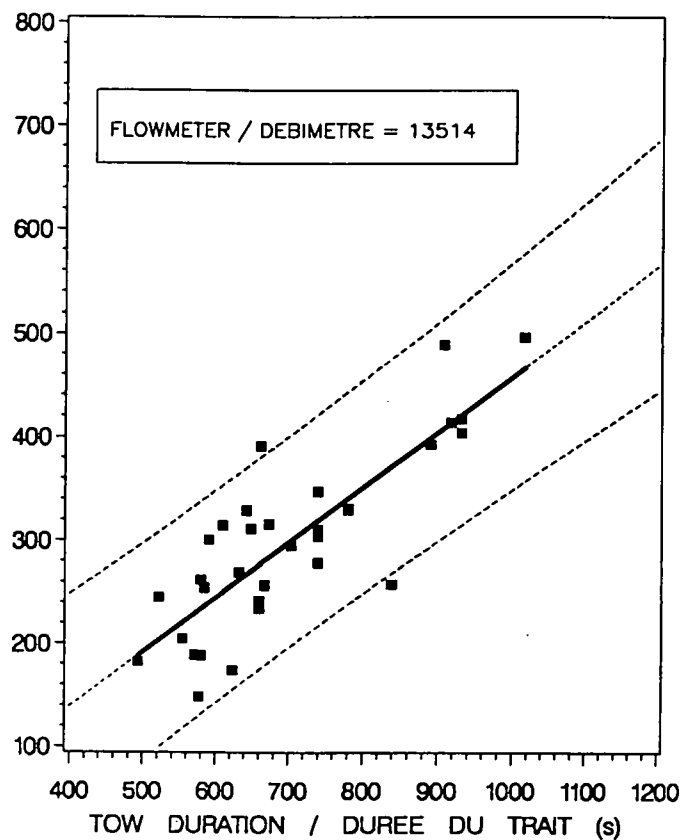
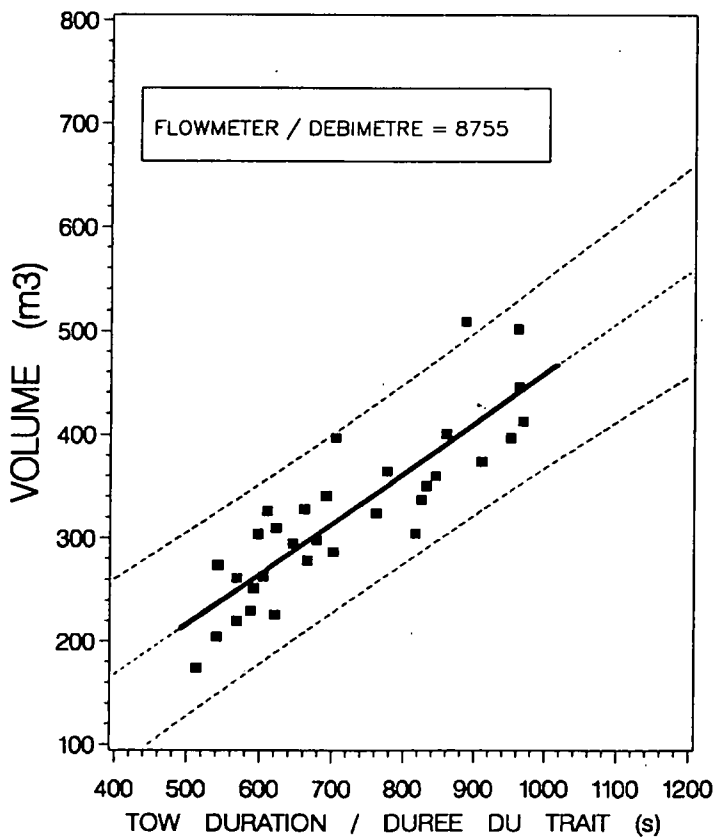
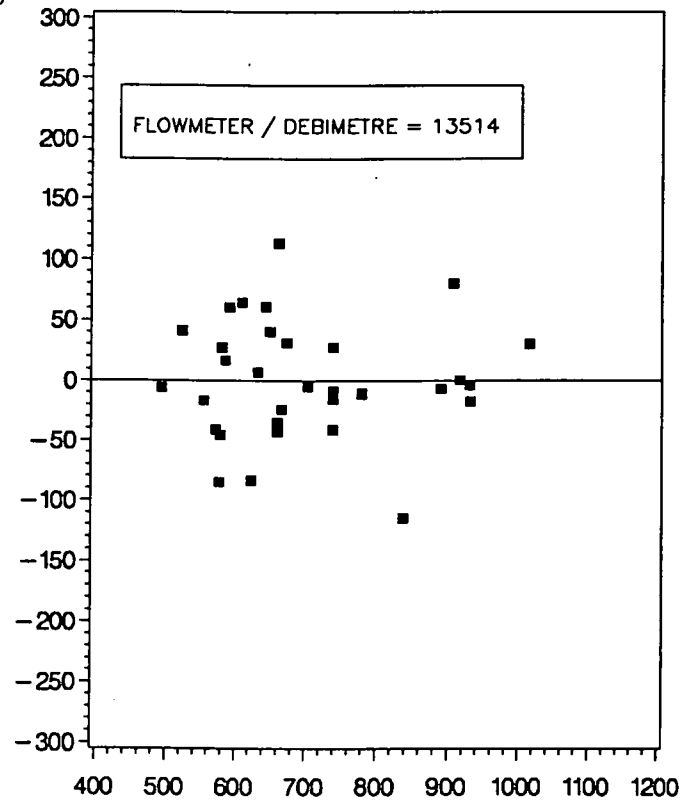
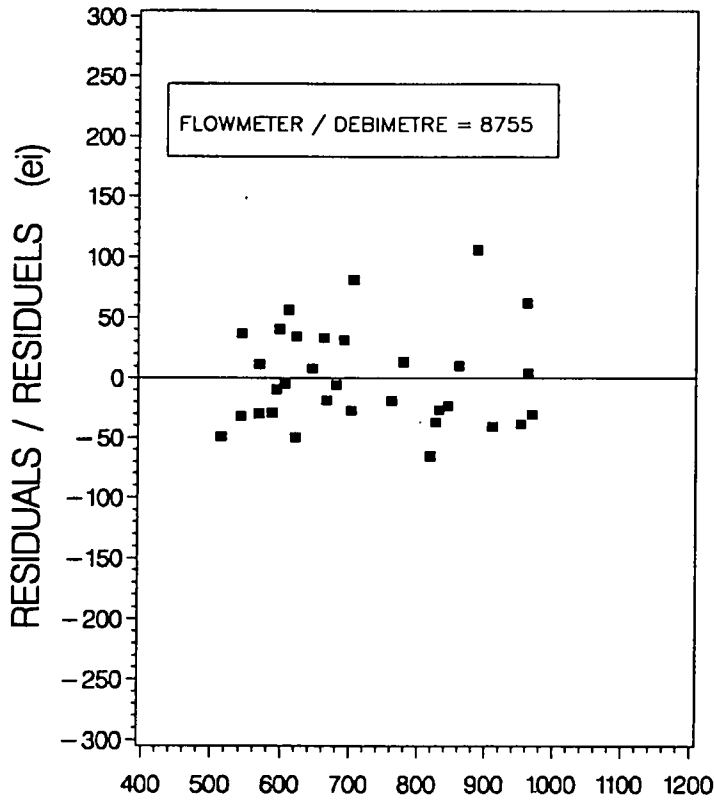


Figure 9. Relationships between the volume of water filtered and tow duration for the flowmeters used during the first pass of the 1994 eggs survey / Relations entre le volume d'eau filtrée et la durée du trait pour les débitmètres utilisés lors du premier trajet de la mission des oeufs de 1994.

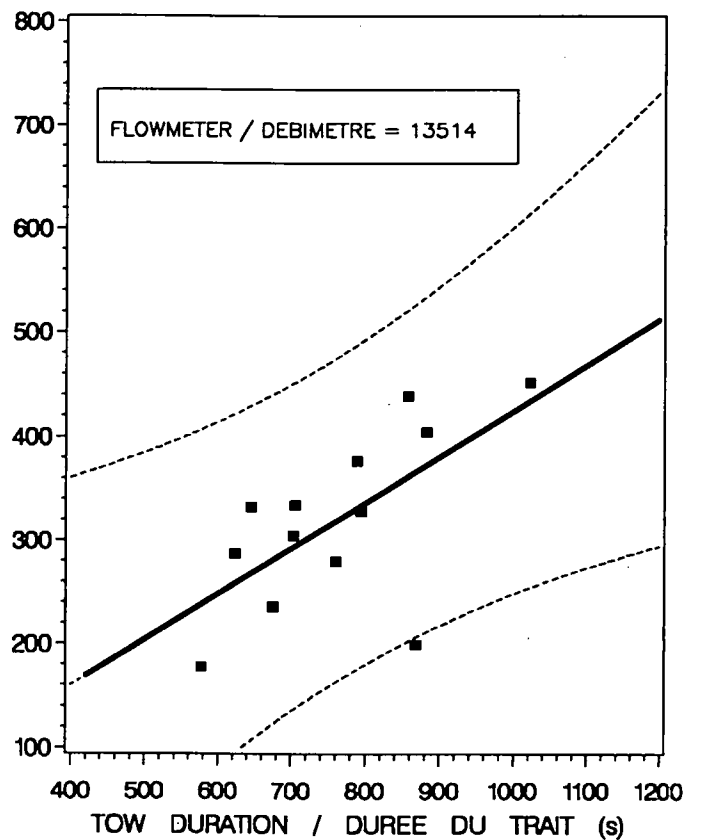
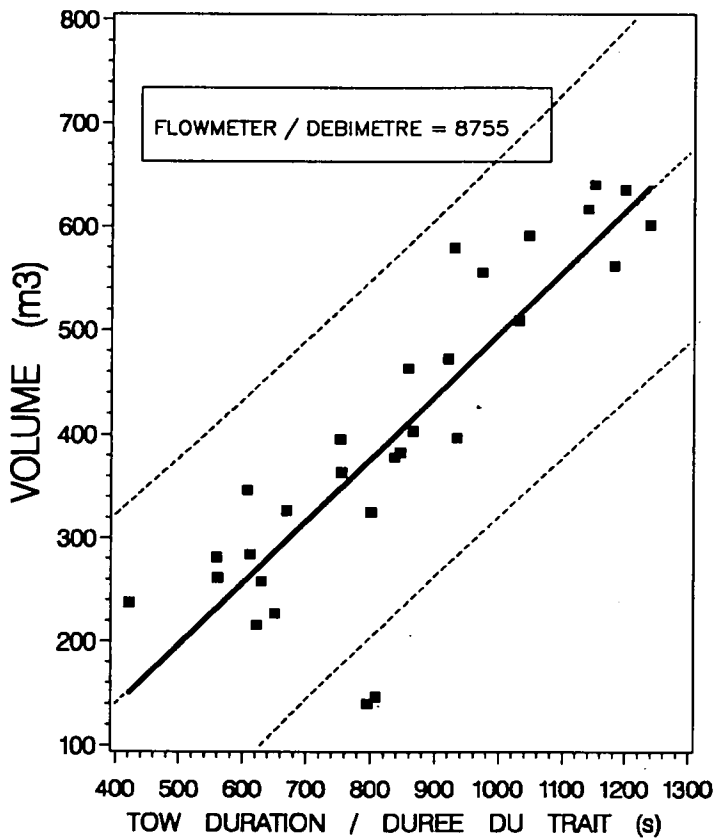
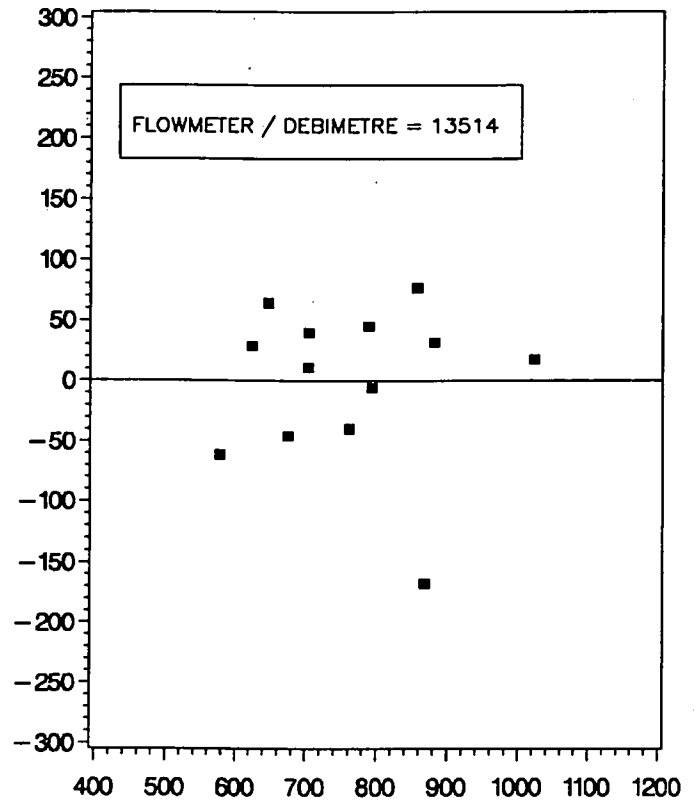
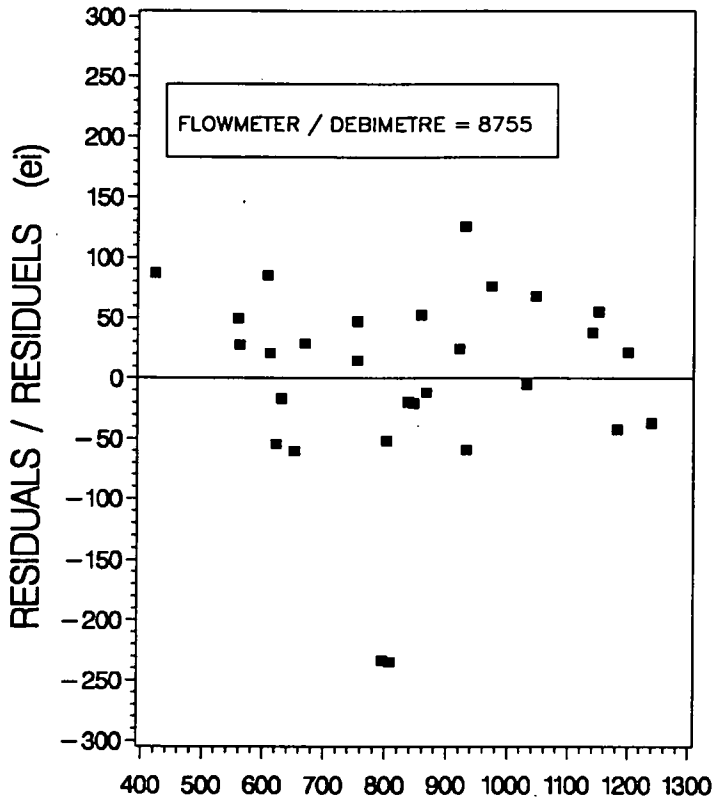


Figure 10. Relationships between the volume of water filtered and tow duration for the flowmeters used during the second pass of the 1994 eggs survey / Relations entre le volume d'eau filtrée et la durée du trait pour les déblimètres utilisés lors du deuxième trajet de la mission des oeufs de 1994.

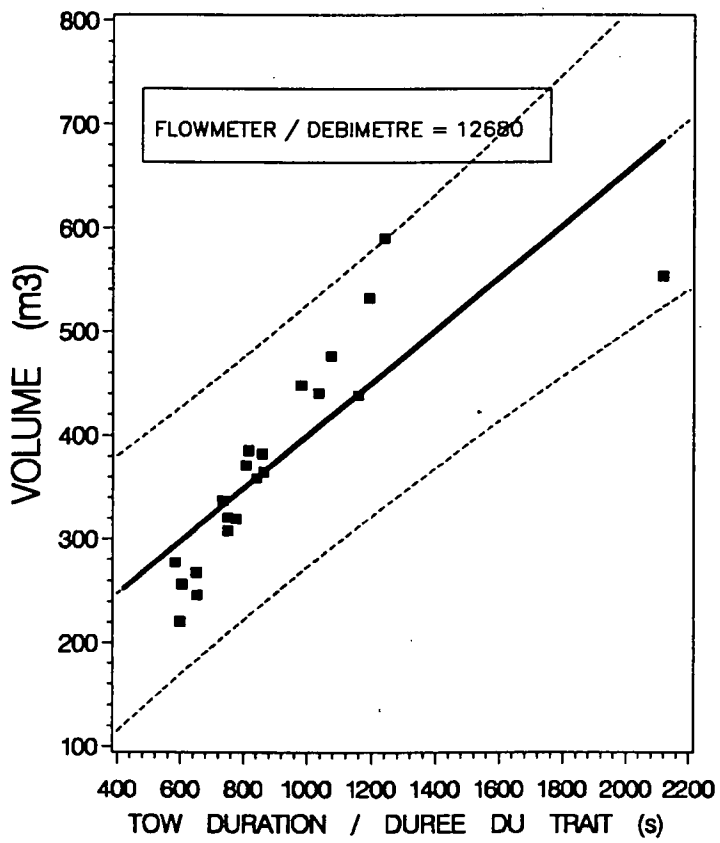
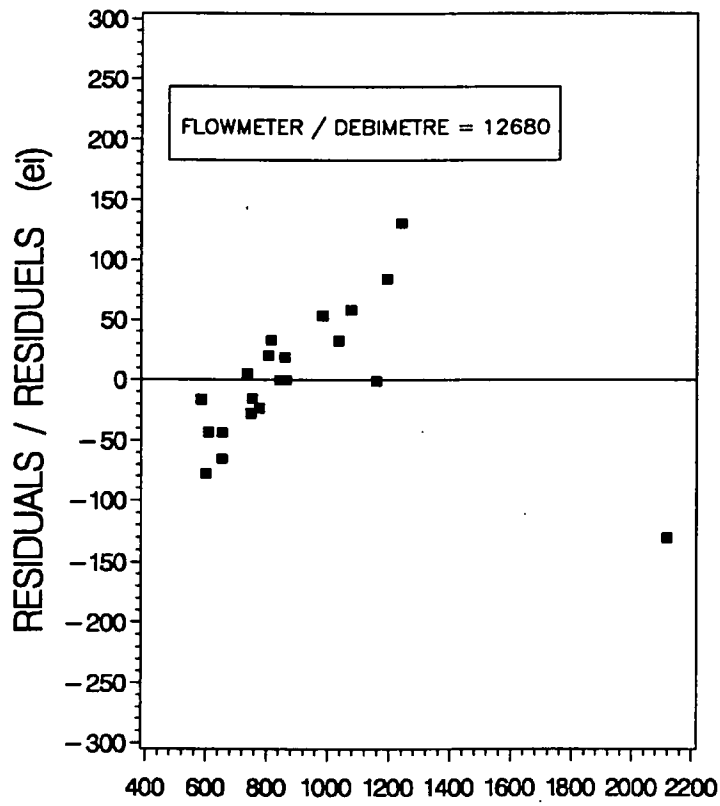


Figure 10. (Continued) / (Suite).

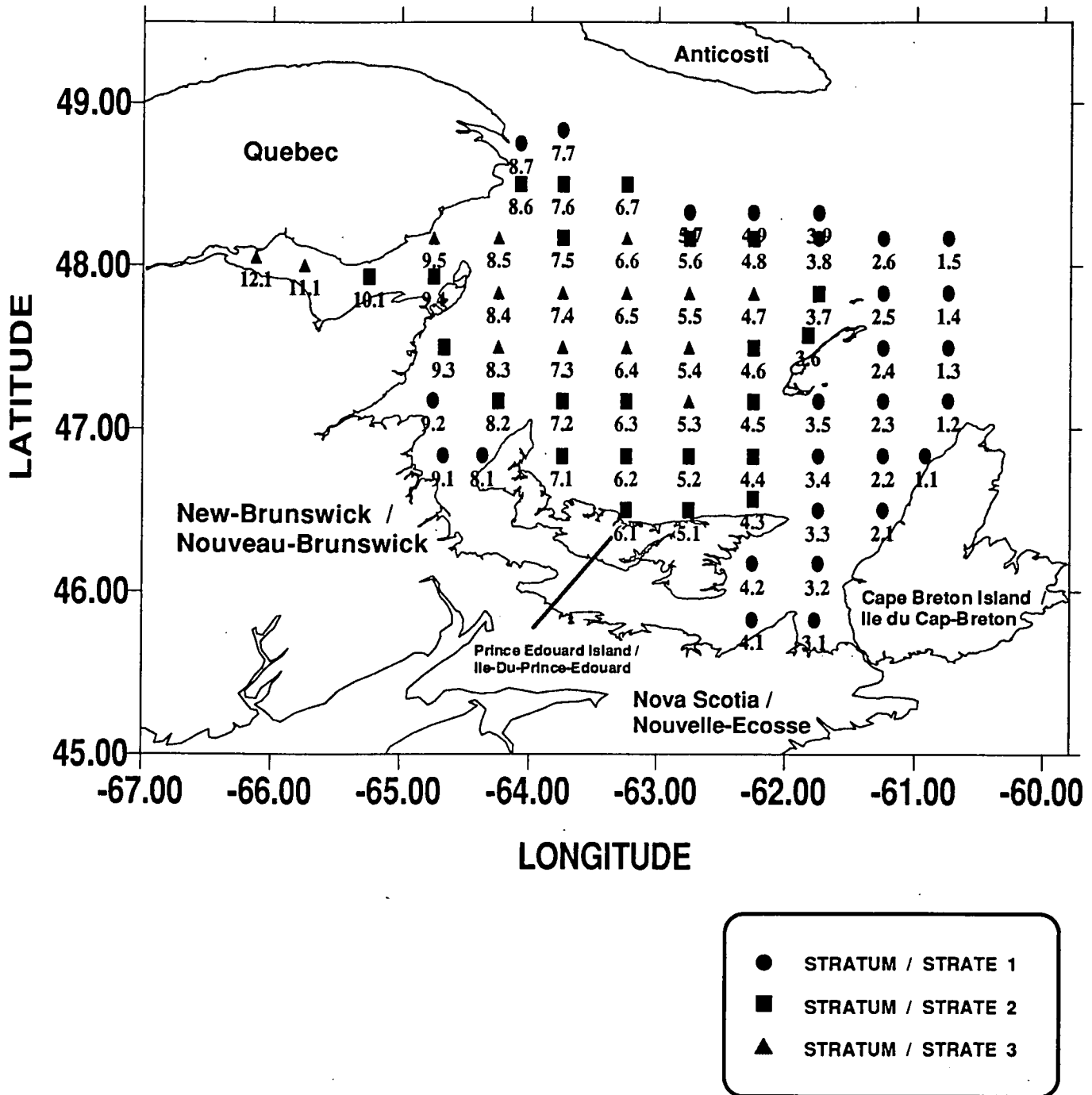


Figure 11. Map of the stations and strata in the Gulf of St. Lawrence where mackerel eggs are sampled for the biomass assessment by the total egg production method / Carte des stations et des strates dans le golfe du Saint-Laurent où les oeufs de maquereau sont échantillonnés pour le calcul de la biomasse par la méthode de la production totale des oeufs.

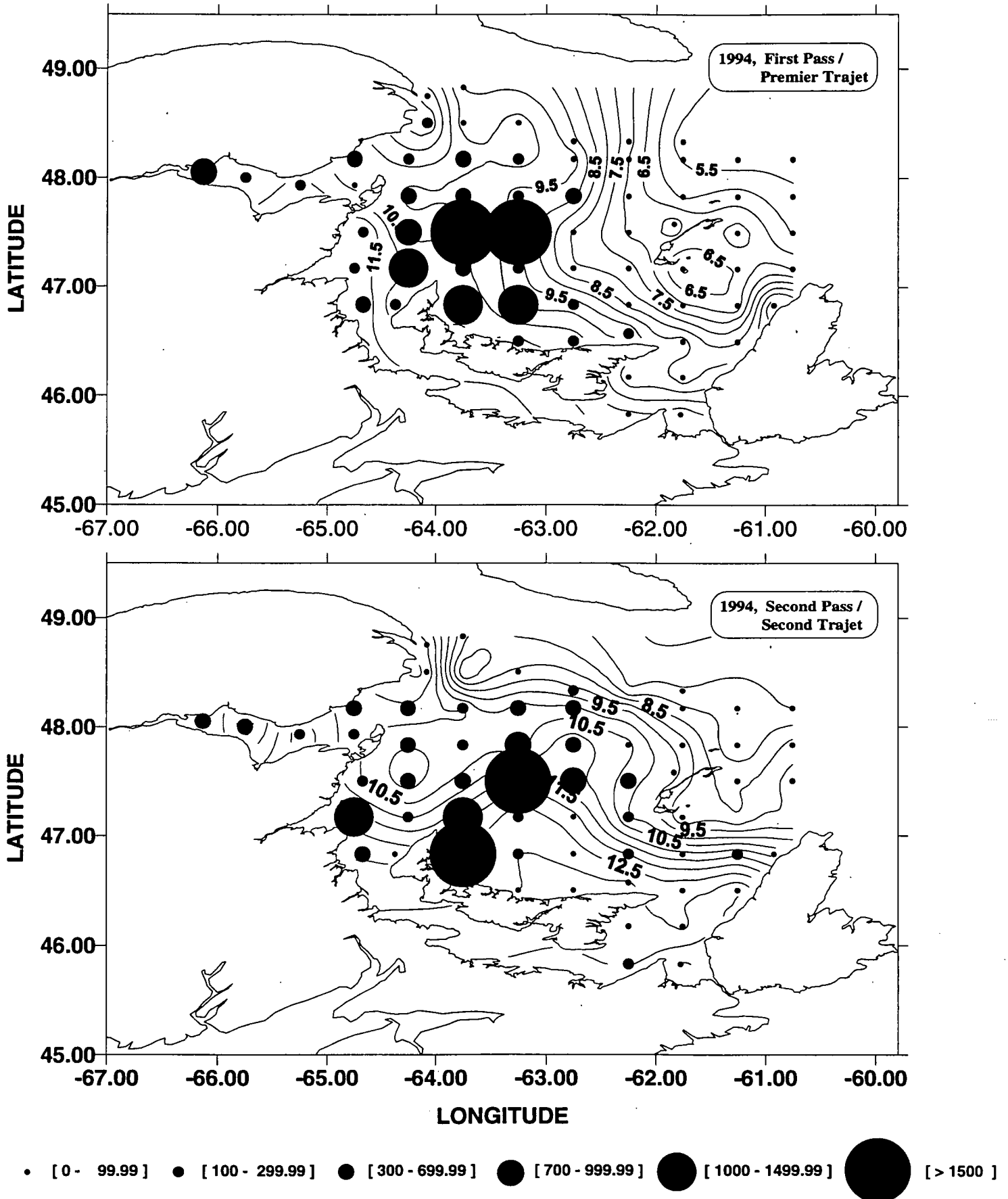


Figure 12. Eggs density (nb/m³) of stages 1 and 5 and mean water temperature of the first 10 meters observed during the 1994 eggs survey / Densités (nb/m³) des oeufs des stades 1 et 5 et température moyenne de l'eau des dix premiers mètres observées lors de la mission des oeufs de 1994.

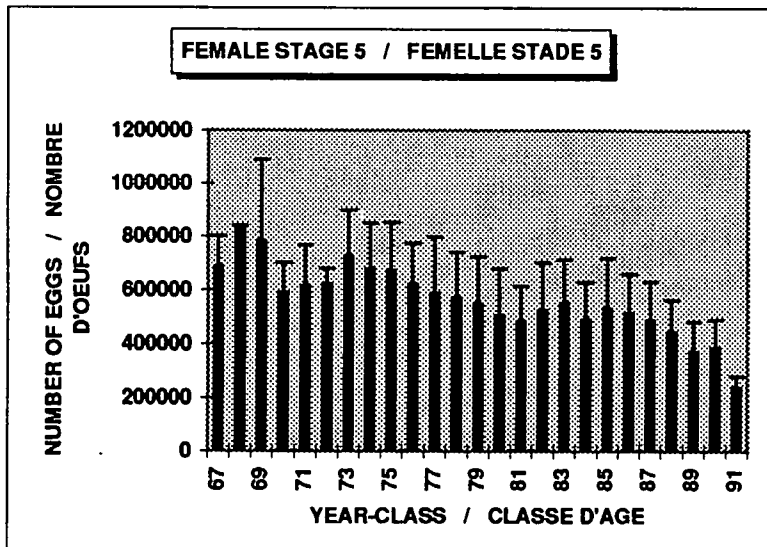
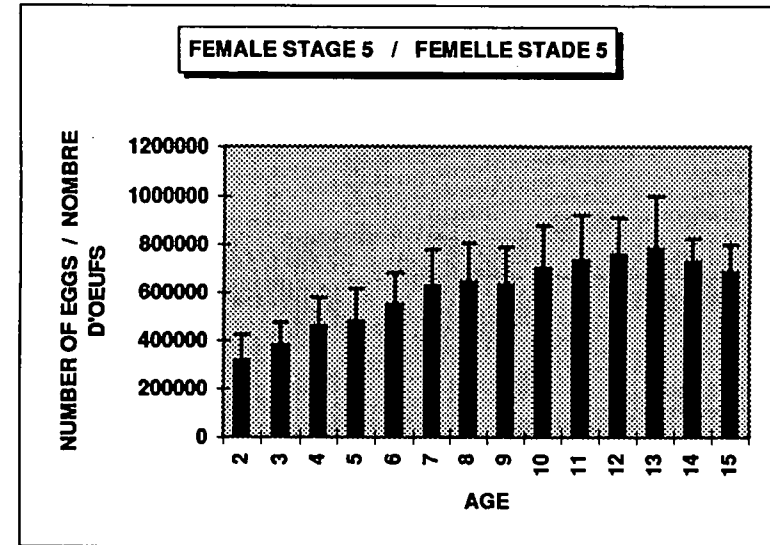
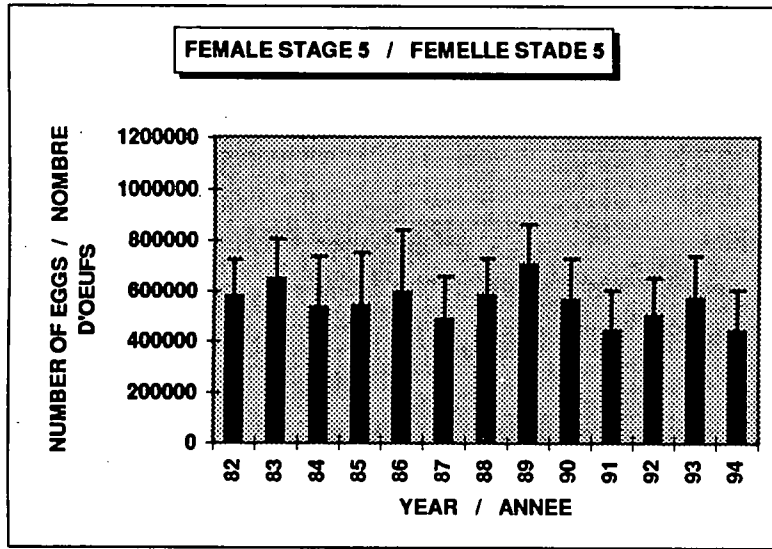


Figure 13. Fecundity of the female mackerel with gonad of maturity stage 5 calculated by year, year-class and age / Fécondité des femelles maquereaux dont les gonades sont du stade de maturité cinq et calculée par année, classe d'âge et age.

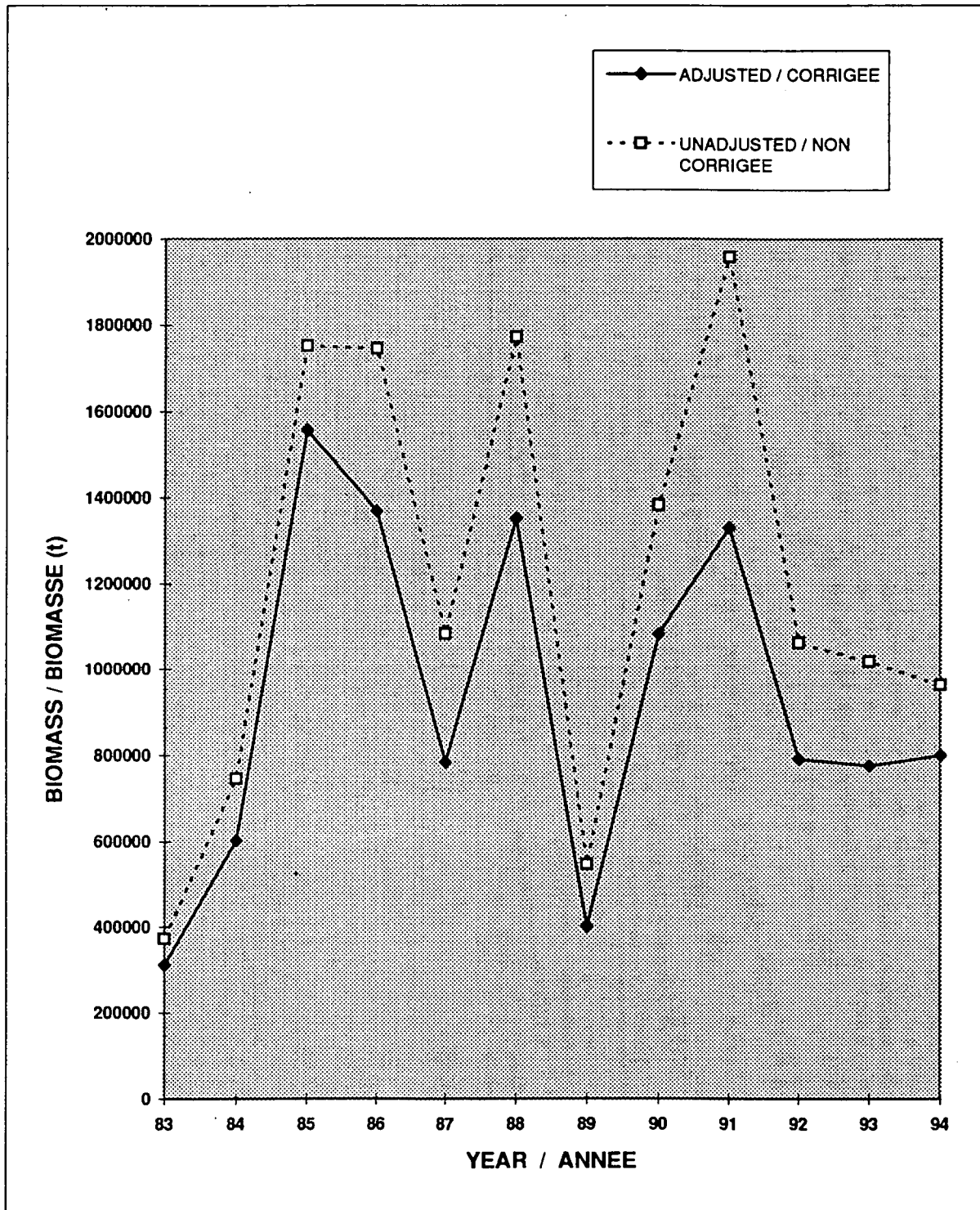


Figure 14. Spawning stock biomass for the Gulf of St. Lawrence mackerel based on unadjusted and adjusted eggs density for the oversampling of eggs in the surface layer / Biomasse reproductrice du maquereau du golfe du Saint-Laurent basée sur les densités d'oeufs non corrigées et corrigées pour le suréchantillonnage des oeufs de la couche de surface.

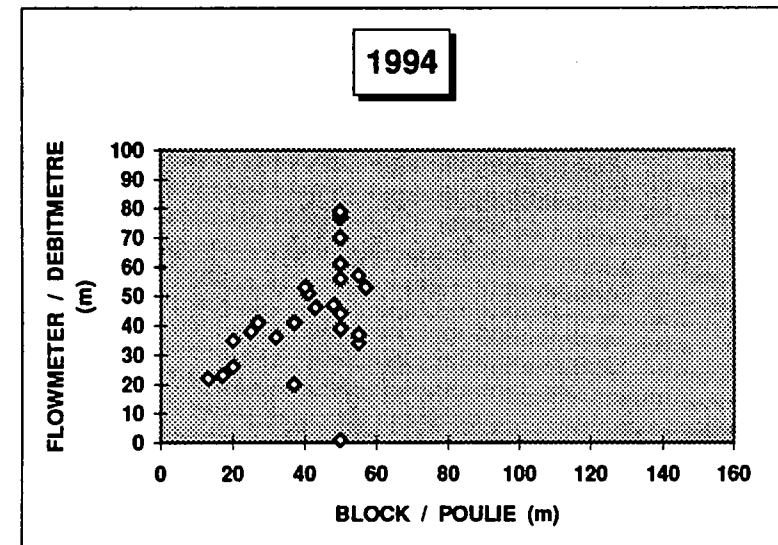
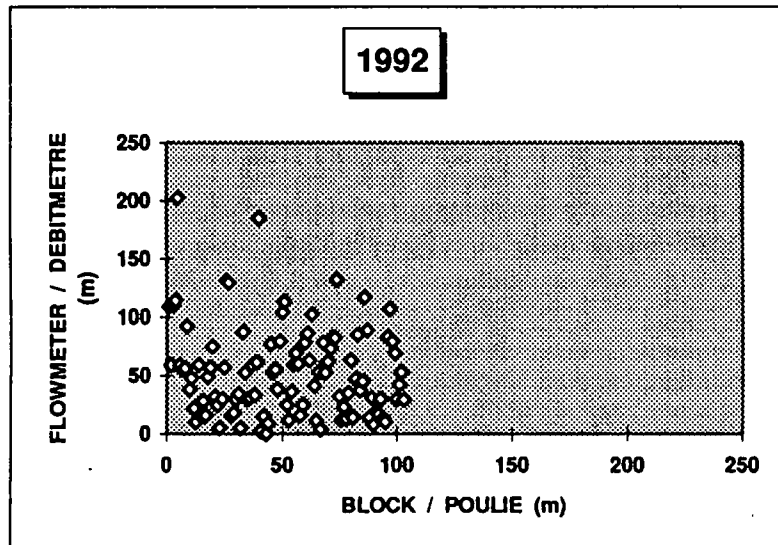
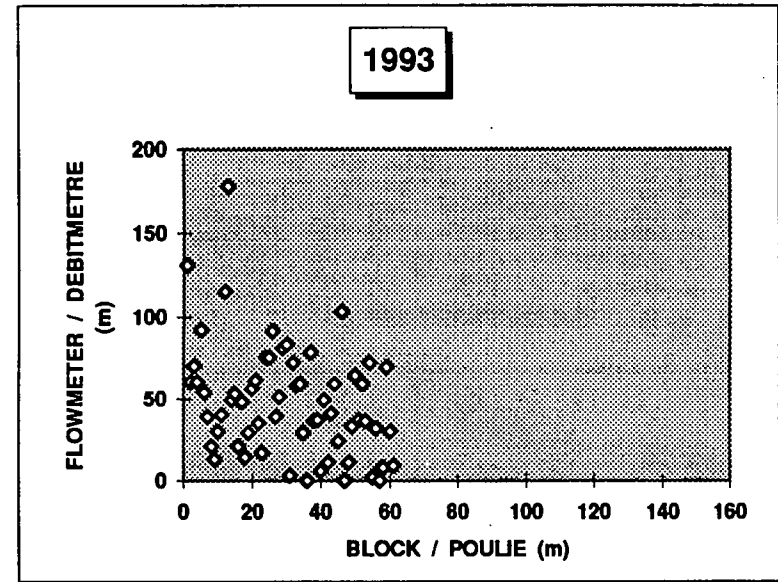
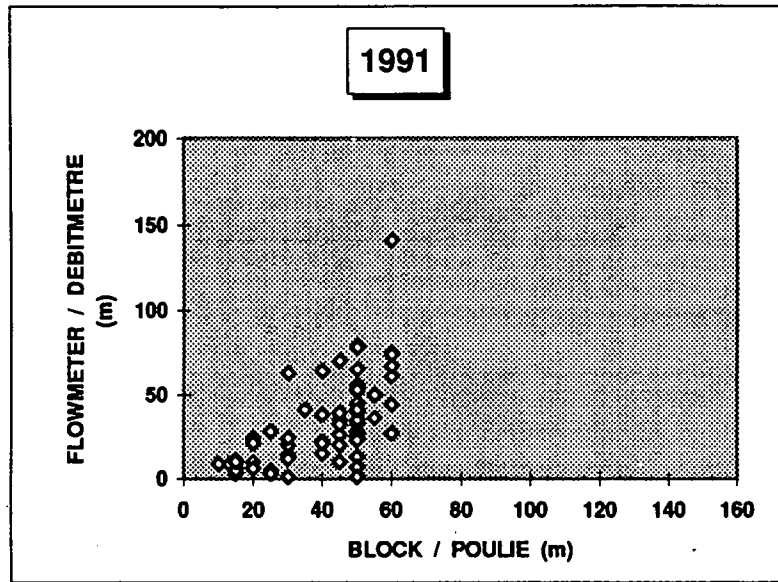


Figure 15. Relationships between depth estimates from the flowmeters and the meter block used during the vertical tows made with the CalVet net / Relations entre les estimations de profondeur fournies par les débitmètres et la poulie compteuse utilisés dans le cas des traits verticaux effectués avec le filet de type CalVet.

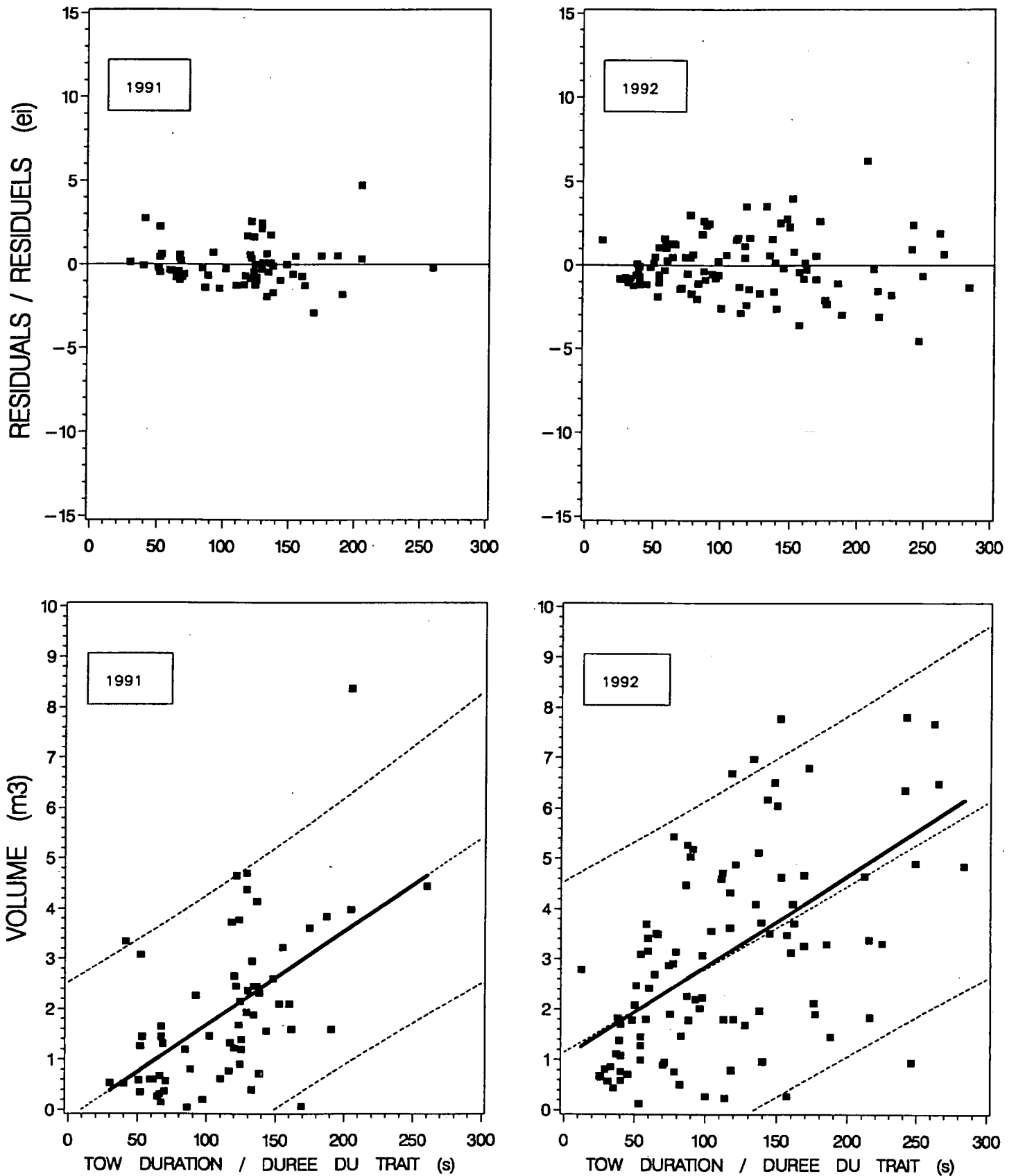


Figure 16. Relationships between the volume of water filtered and tow duration for the flowmeters used with the CalVet net during the last 4 eggs surveys / Relations entre le volume d'eau filtrée et la durée du trait pour les débitmètres utilisés avec les filets de type CalVet lors des quatre dernières missions des oeufs.

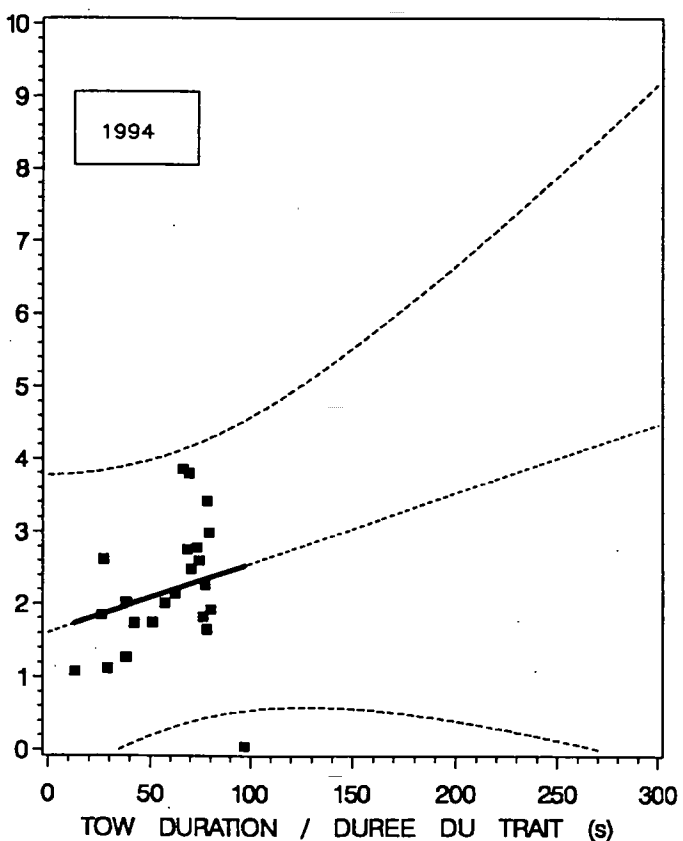
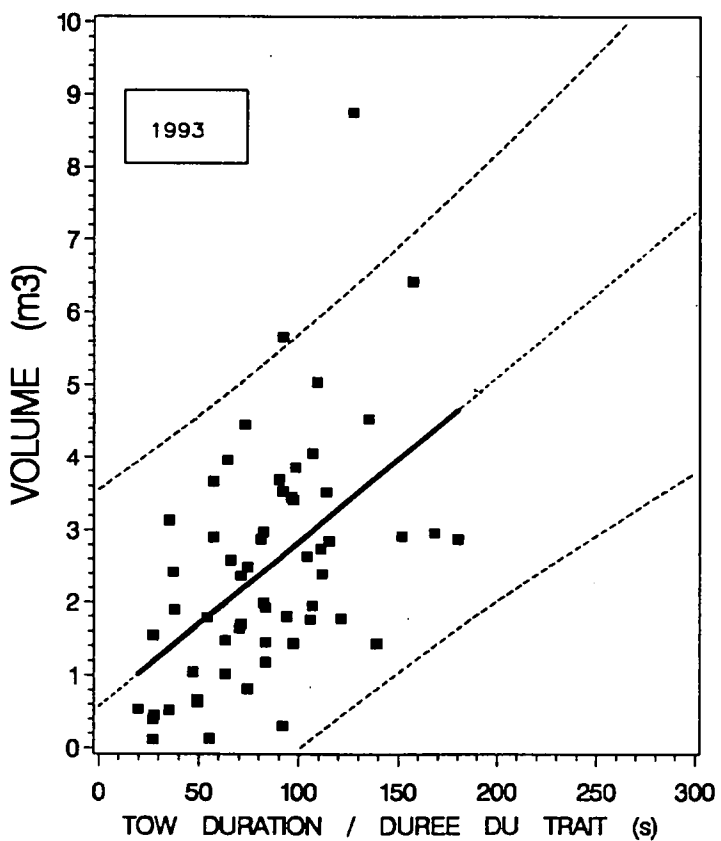
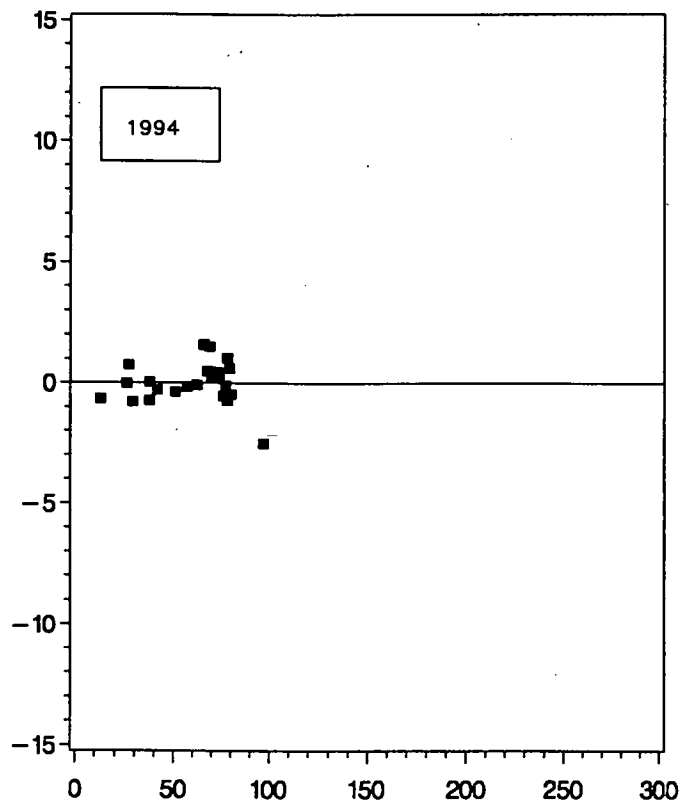
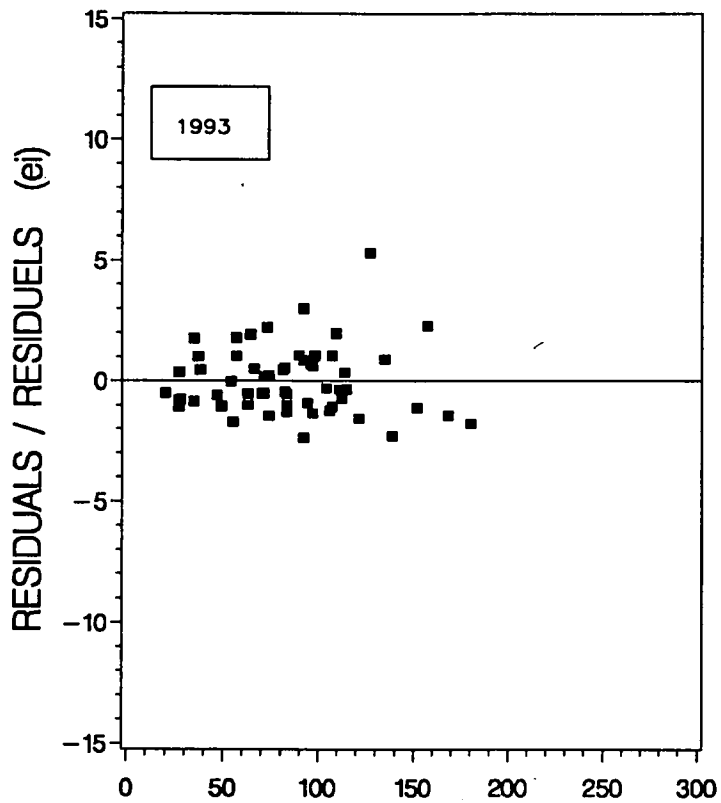


Figure 16. (Continued) / (Sulte).

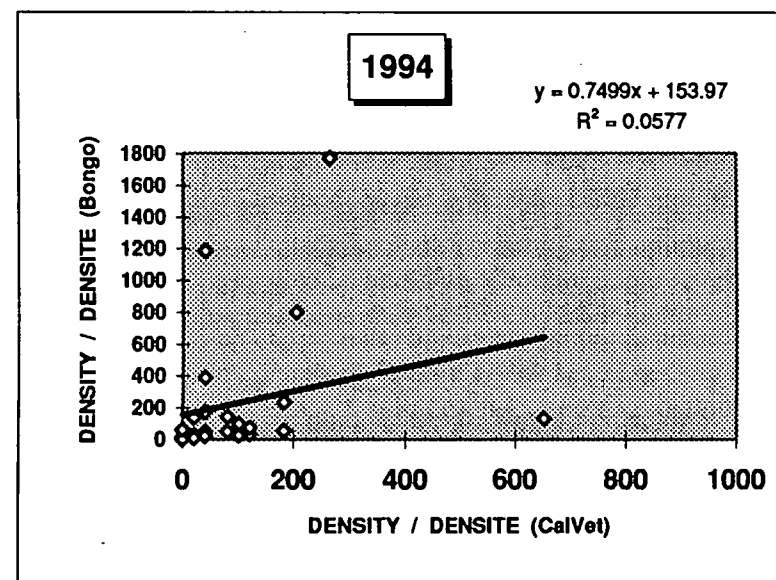
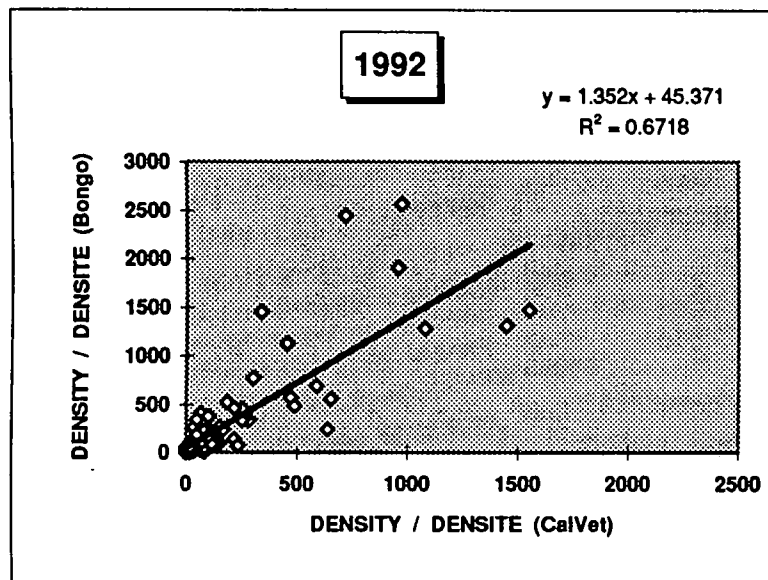
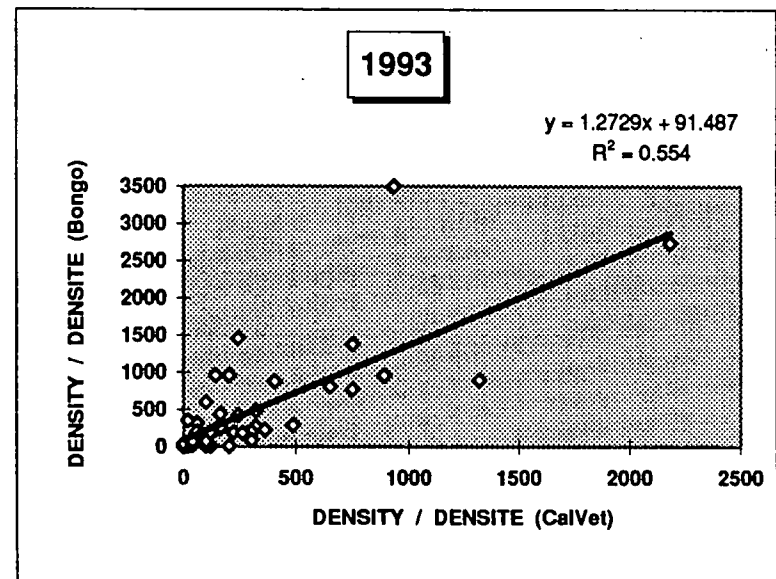
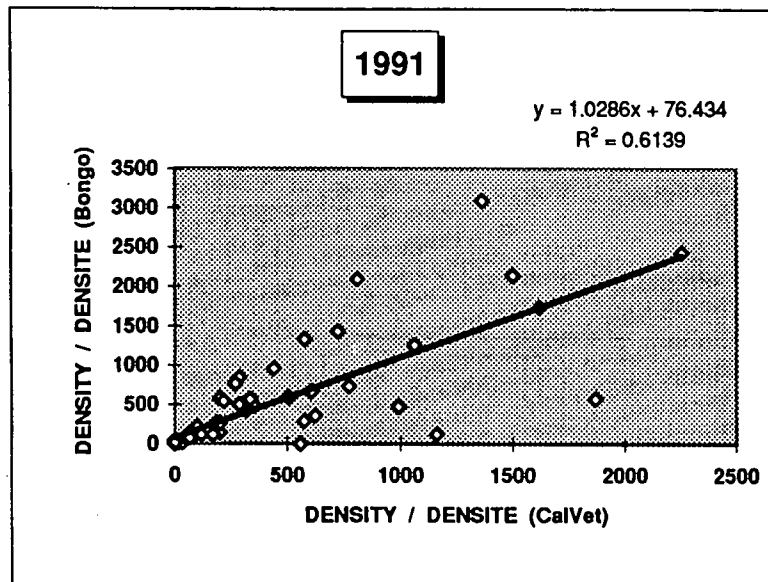


Figure 17. Relationships between the eggs densities calculated during the last 4 surveys from the bongo and CalVet nets data / Relations entre les densités d'oeufs calculées lors des quatre dernières missions à partir des données provenant des filets bongo et CalVet.

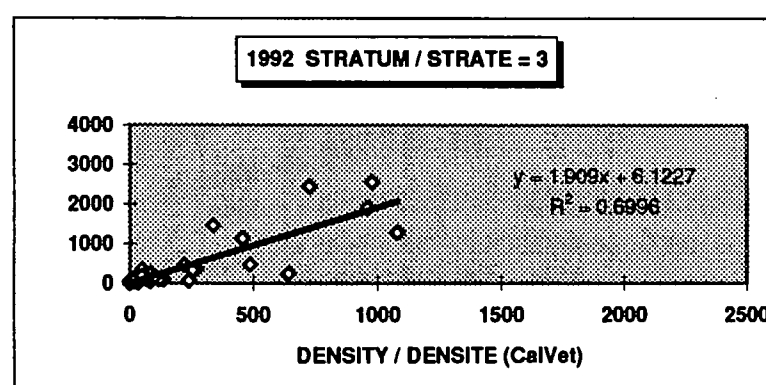
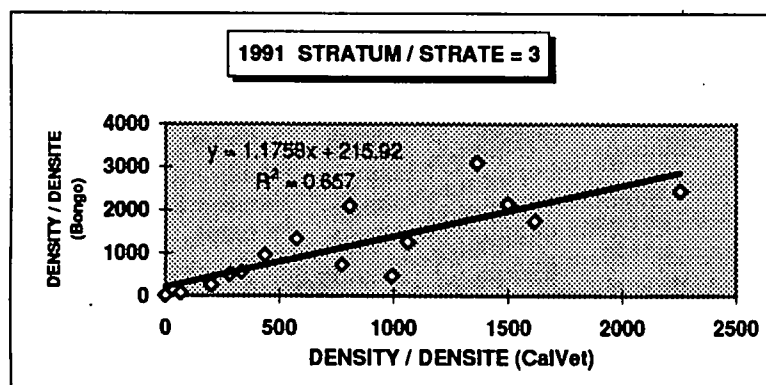
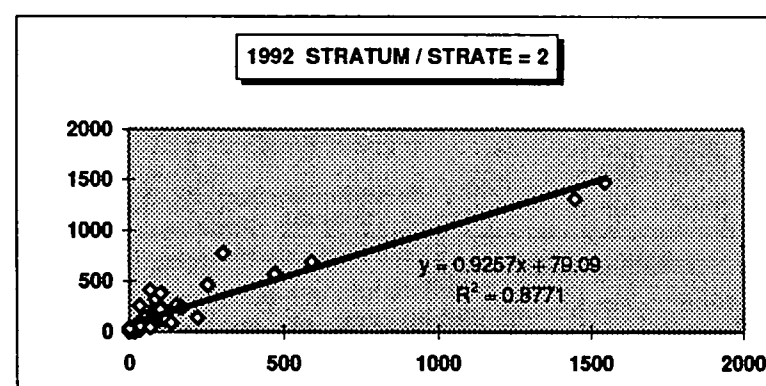
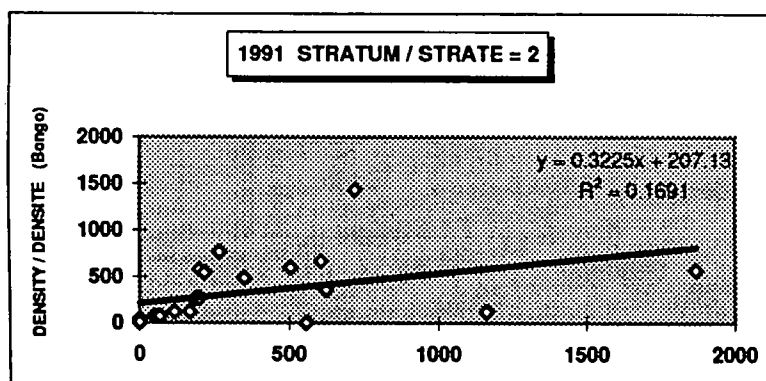
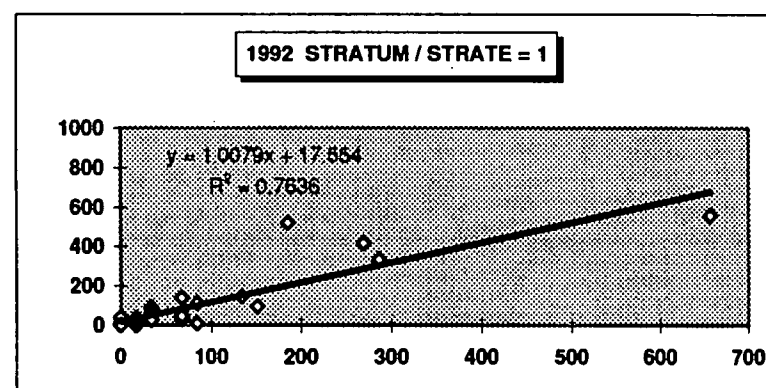
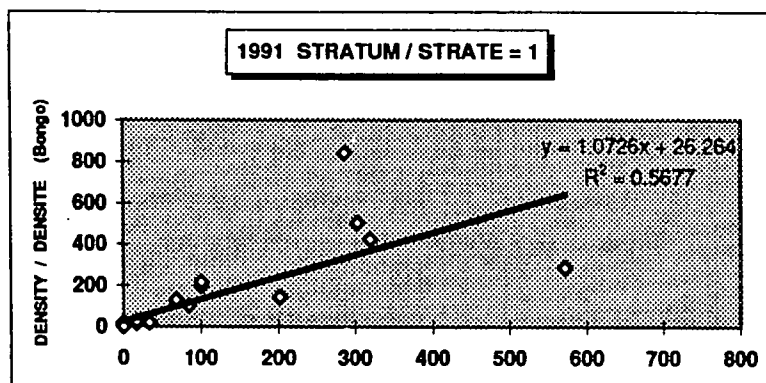


Figure 18. Relationships between the eggs densities calculated by stratum for the last 4 surveys from the bongo and CalVet nets data / Relations entre les densités d'oeufs calculées par strate lors des quatre dernières missions à partir des données provenant des filets bongo et CalVet.

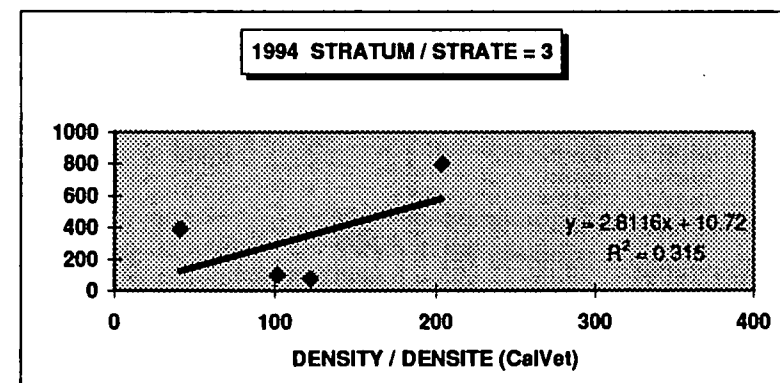
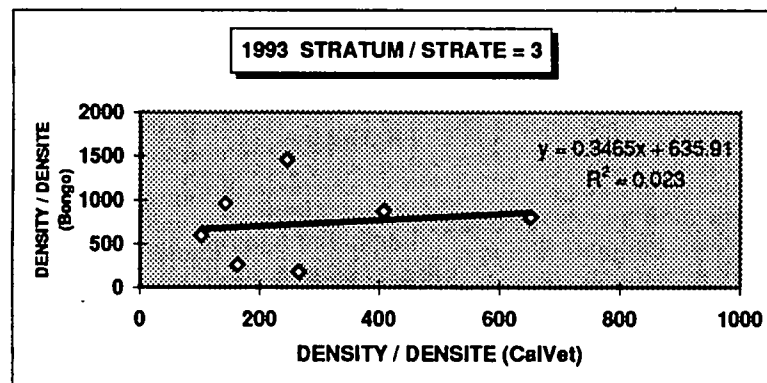
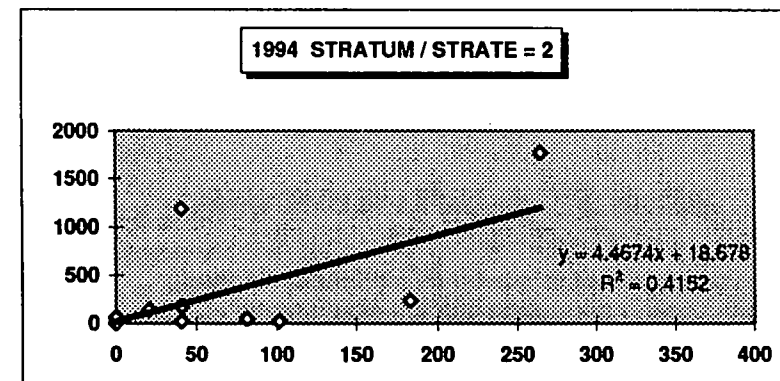
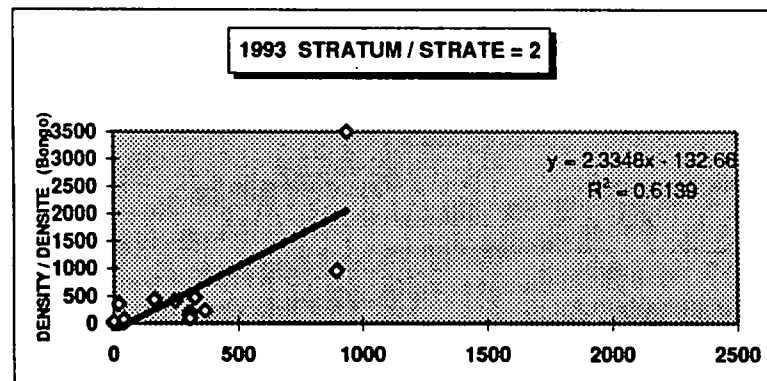
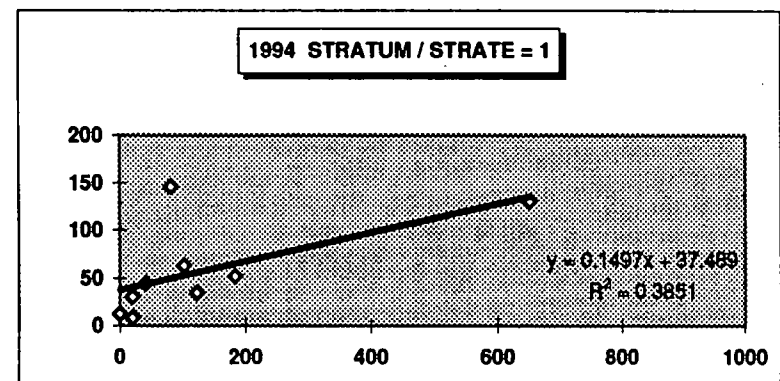
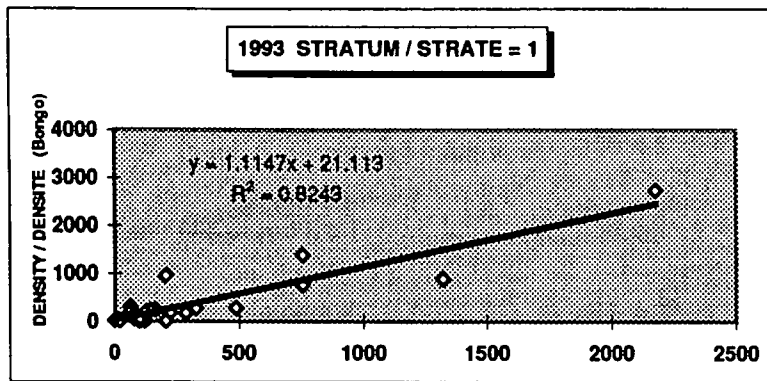


Figure 18. (Continued) / (Sulte).

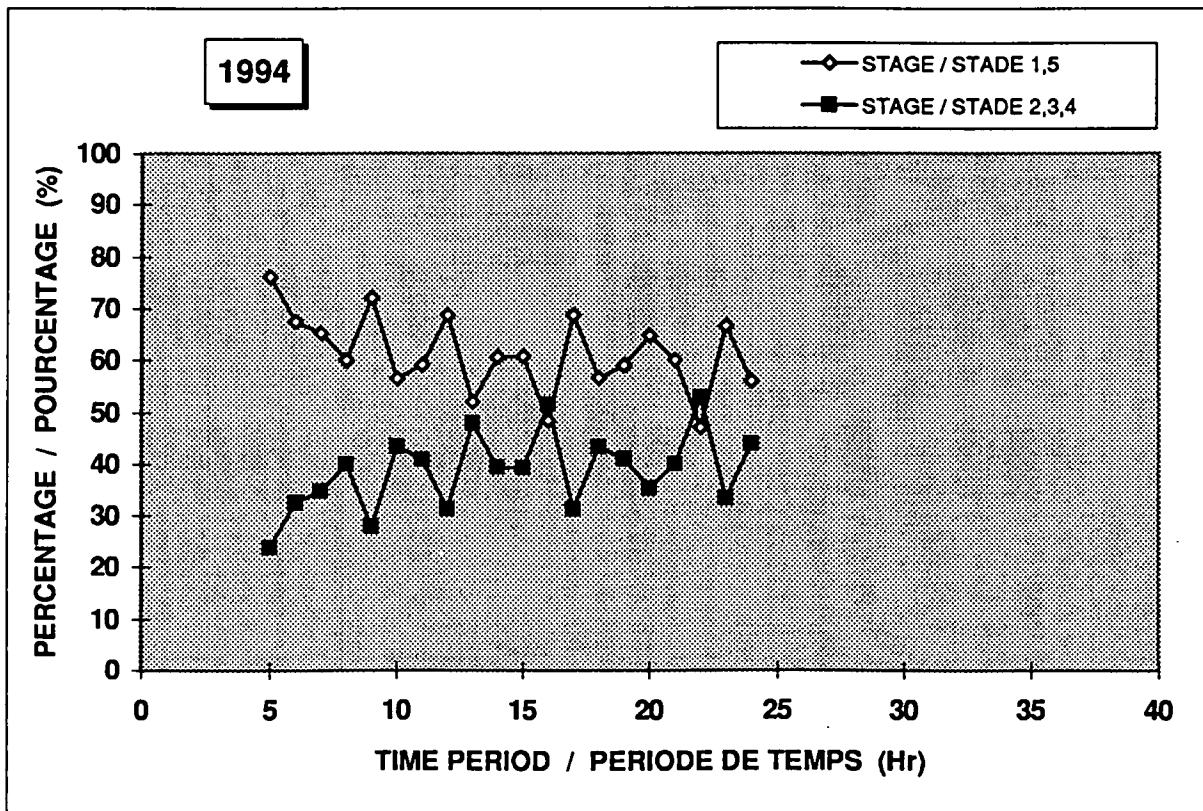
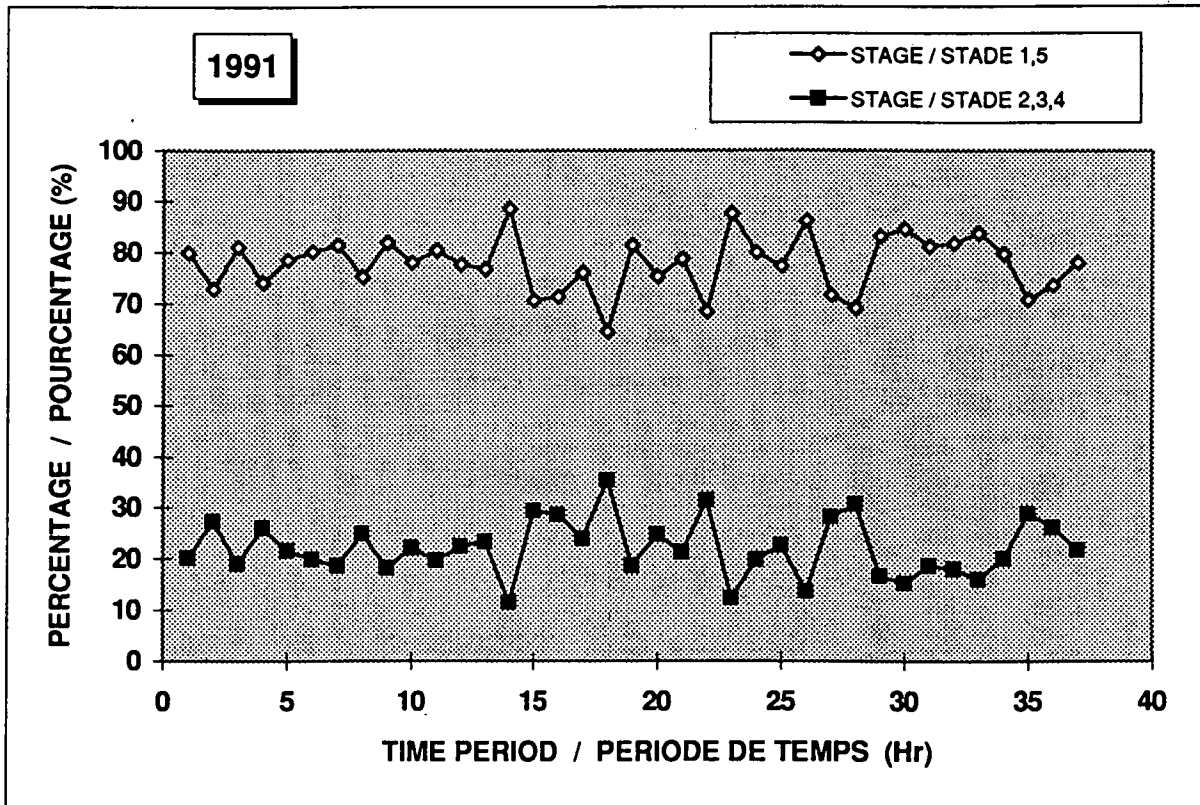
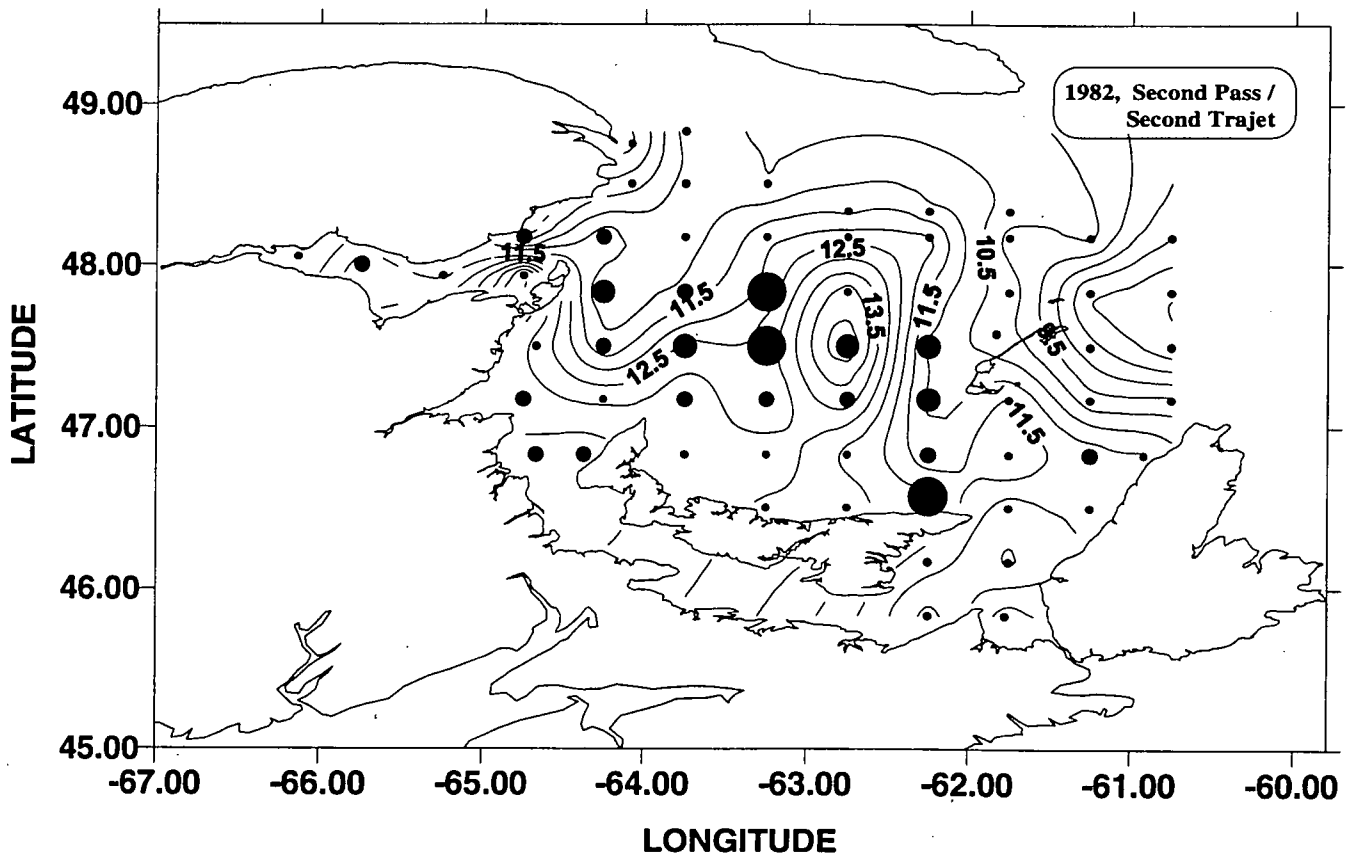
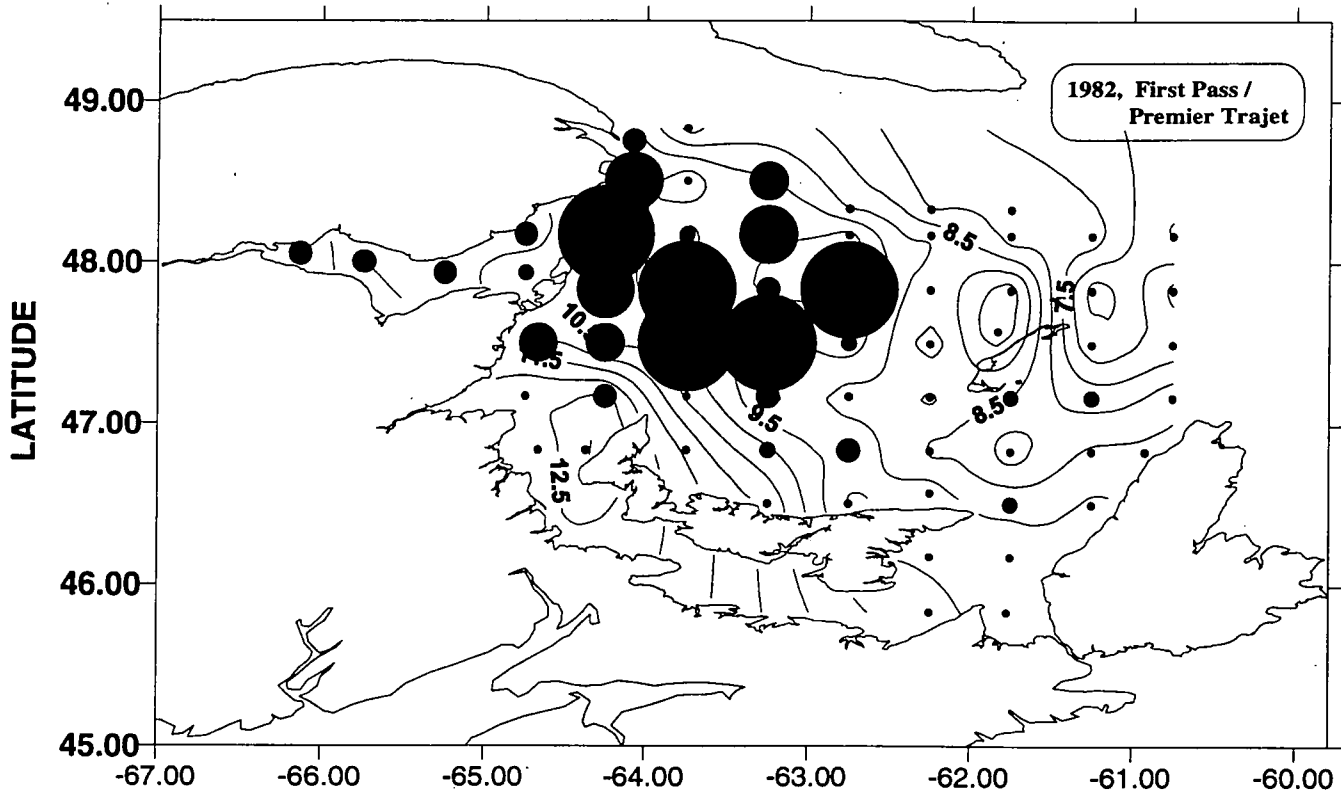
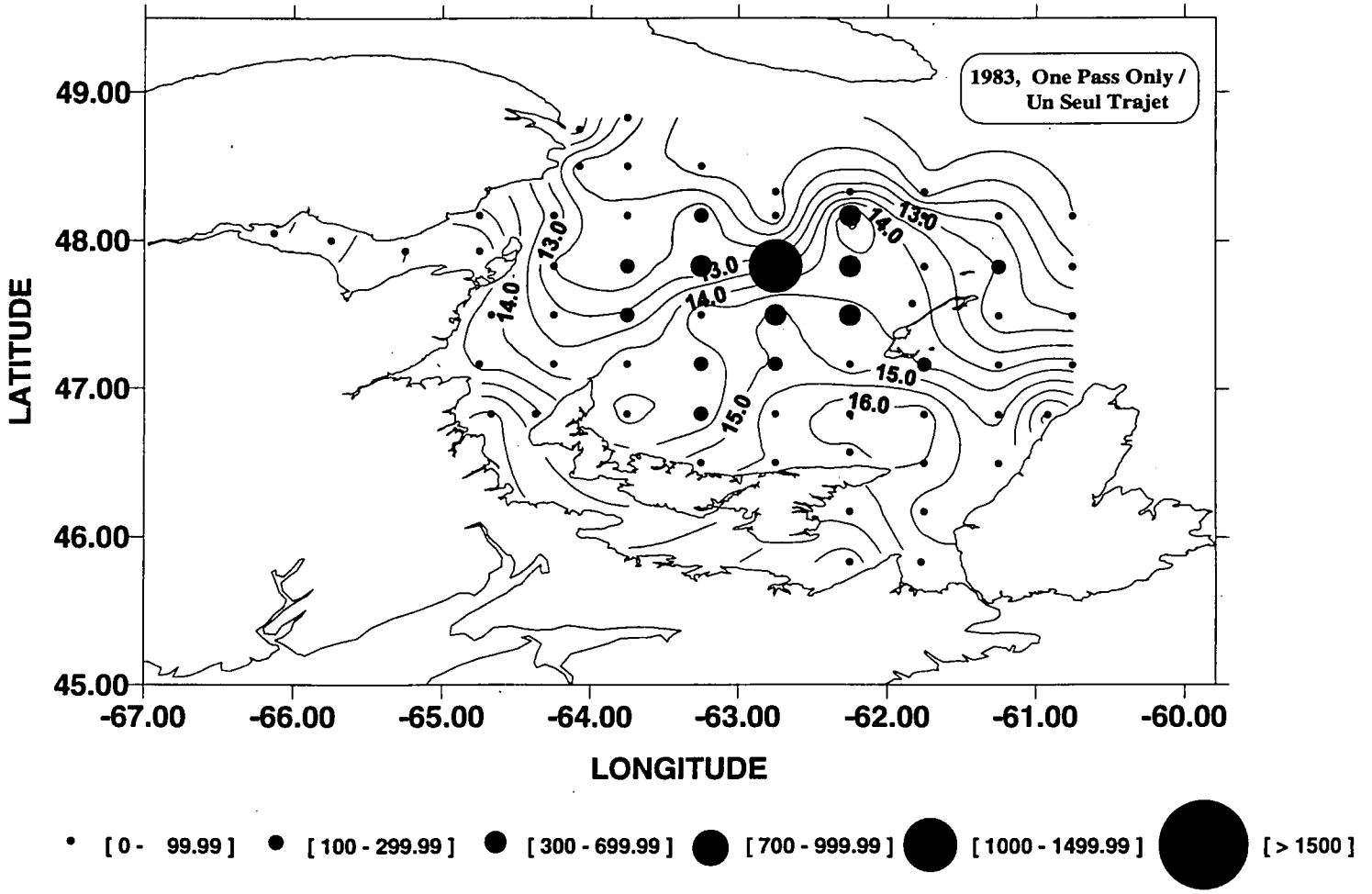


Figure 19. Hourly percentage, by stage of development, of the mackerel eggs sampled during two eggs surveys / Pourcentage, par stade de développement, des oeufs de maquereau échantillonnés à toutes les heures lors de deux missions des oeufs.

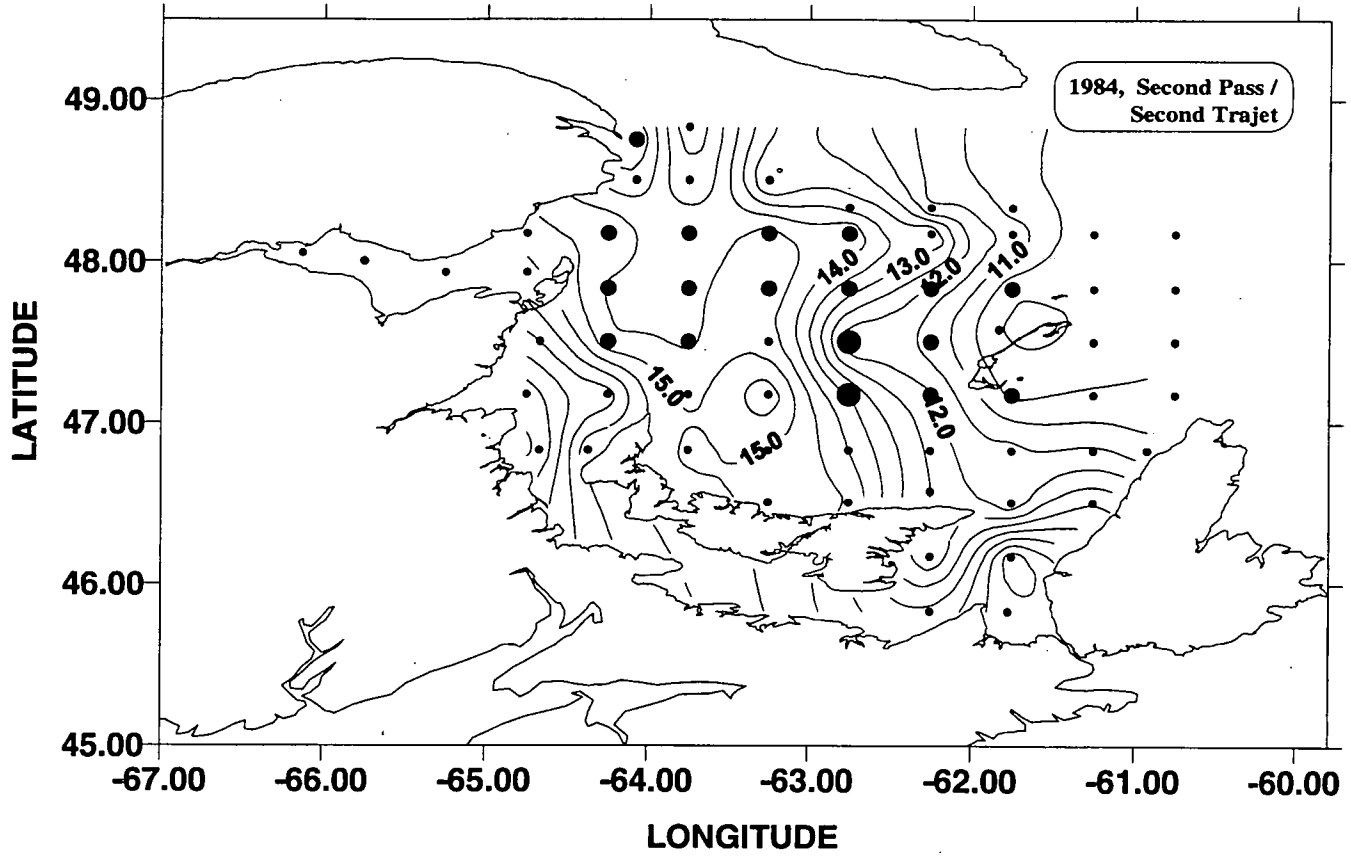
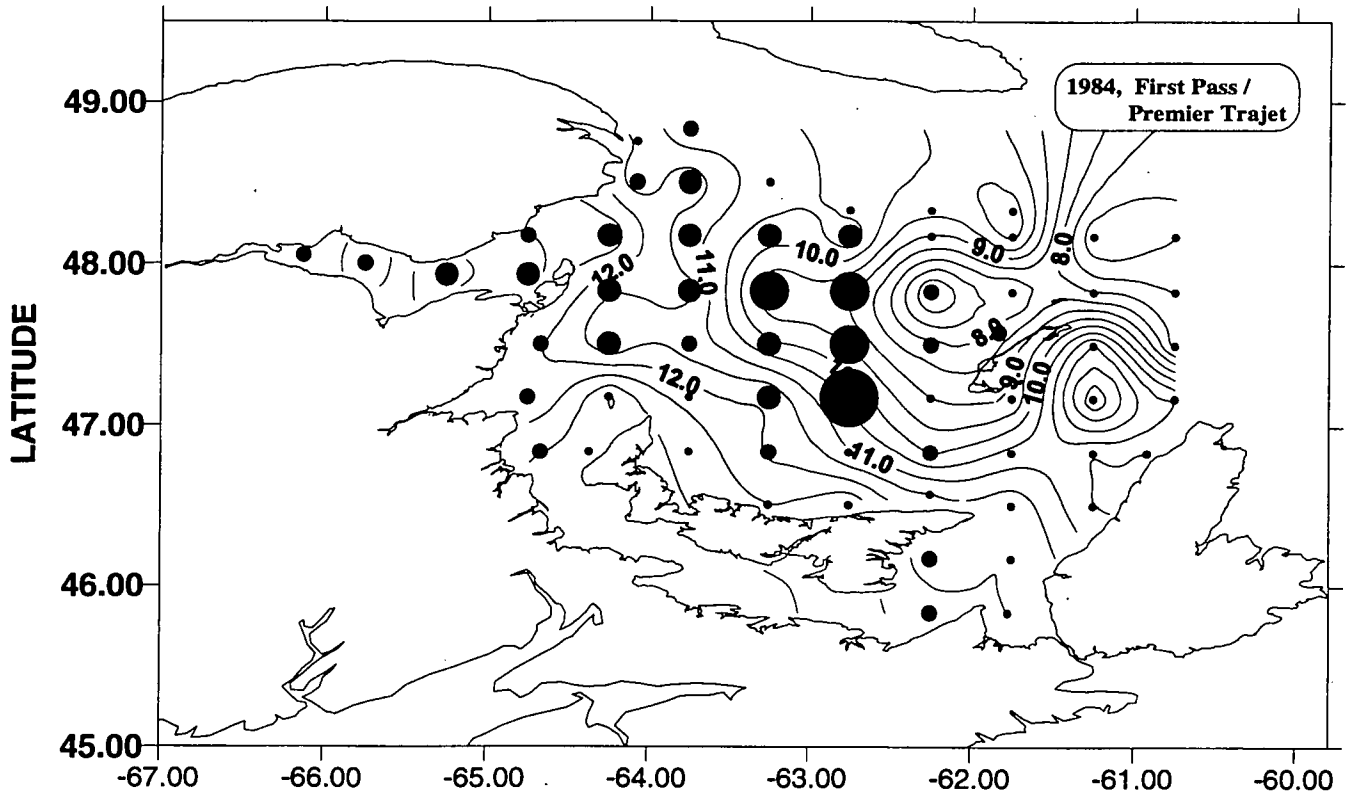


Annex 1. Eggs density of stages 1 and 5 and mean water temperature for the first 10 meters observed during the eggs surveys since 1982 (the scale is in number of eggs by m²).

Annexe 1. Densités des oeufs des stades 1 et 5 et température moyenne de l'eau des dix premiers mètres observées lors des missions des oeufs depuis 1982 (l'échelle est en nombre d'oeufs par mètre carré).



Annex 1. (Continued).
Annexe 1. (Suite).



Annex 1. (Continued).
Annexe 1. (Suite).

