

Maturité à la longueur et à l'âge chez le maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) échantillonné dans la baie St. Margarets en Nouvelle-Écosse en 1996

F. Grégoire, R. H. Crawford, G. Moreault, G. Myra et R. Conrad

Direction Régionale des Sciences
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
850 route de la Mer, C.P. 1000
Mont-Joli (Québec)
G5H 3Z4

1999

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2278



Pêches
et Océans

Fisheries
and Oceans

Canada

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Les rapports techniques sont destinés essentiellement à un public international et ils sont distribués à cet échelon. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications intégrales. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont indexés dans la base de données *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts*.

Les numéros 1 à 456 de cette série ont été publiés à titre de rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457 à 714 sont parus à titre de rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715 à 924 ont été publiés à titre de rapports techniques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 925.

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement d'origine dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Technical reports contain scientific and technical information that contribute to existing knowledge but that are not normally appropriate for primary literature. Technical reports are directed primarily toward a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter, and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries and aquatic sciences.

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is indexed in the data base *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts*.

Numbers 1-456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457-714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715-924 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

Rapport technique canadien
des sciences halieutiques et aquatiques 2278

1999

**MATURITÉ À LA LONGUEUR ET À L'ÂGE CHEZ LE
MAQUEREAU BLEU (*Scomber scombrus* L.) ÉCHANTILLONNÉ DANS
LA BAIE ST. MARGARETS EN NOUVELLE-ÉCOSSE EN 1996**

François Grégoire, Robert H. Crawford¹, Guy Moreault,
George Myra² et Robert Conrad³

Direction Régionale des Sciences
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
850 route de la Mer, C.P. 1000
Mont-Joli (Québec)
G5H 3Z4

¹Ministère des Pêches de la Nouvelle-Écosse, 1959 Upper Water Street, C. P. 2223, Halifax, Nouvelle-Écosse B3J 3C4

²Karlsen Shipping Company Limited, 2089 Upper Water Street, C.P. 9510, Halifax, Nouvelle-Écosse B3K 5S3

³Nova Scotia Mackerel Association, R.R. 2, C.P. 34, Hubbards, Nouvelle-Écosse B0J 1T0

© Ministre des Travaux publics et Services gouvernementaux Canada 1999
No de cat. Fs 97-6/2278 ISSN 0706-6570

On devra citer la publication comme suit :

Grégoire, F., R. H. Crawford, G. Moreault, G. Myra, et R. Conrad. 1999. Maturité à la longueur et à l'âge chez le maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) échantillonné dans la baie St. Margarets en Nouvelle-Écosse en 1996. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2278: viii + 45p.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	iv
LISTE DES FIGURES	v
LISTE DES ANNEXES	vii
RÉSUMÉ / ABSTRACT	viii
INTRODUCTION	1
MATÉRIEL ET MÉTHODES	2
RÉSULTATS	3
Caractéristiques biologiques	3
Maturité à la longueur	5
Maturité à l'âge	6
Examen histologique.....	6
CONCLUSION	7
REMERCIEMENTS	9
RÉFÉRENCES	9

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Description de l'échantillonnage effectué dans la baie St. Margarets en Nouvelle-Écosse en 1996	13
Tableau 2. Proportion d'individus matures à la longueur et intervalles de confiance à 95% pour le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996.....	15
Tableau 3. Intervalles de confiance de la longueur en fonction de la maturité pour le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996	17
Tableau 4. Proportion d'individus matures à l'âge et intervalles de confiance à 95% pour le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996	19
Tableau 5. Caractéristiques biologiques et ovocytes des différents stades de développement chez des ovaires des femelles maquereaux échantillonnées dans la baie St. Margarets en 1996	20

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Carte des sites de capture et d'échantillonnage du maquereau en 1996	23
Figure 2. Longueur moyenne et écart-type hebdomadaires pour le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996	24
Figure 3. Distributions des fréquences de longueur hebdomadaires pour le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996	25
Figure 4. Distributions des fréquences de longueur pour le maquereau capturé dans la baie St. Margarets et à l'Île-du-Prince-Édouard	26
Figure 5. Distributions des fréquences d'âge hebdomadaires pour le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996	27
Figure 6. Relations hebdomadaires entre le poids et la longueur pour le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996	28
Figure 7. Longueur et poids à l'âge pour le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996	29
Figure 8. Valeurs moyennes et écart-types hebdomadaires de l'indice de condition de Fulton et de l'indice gonado-somatique (IGS) pour le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996	30
Figure 9. Valeurs moyennes, écart-types et relations entre la maturité, l'indice gonado-somatique et la longueur pour le maquereau échantillonné hebdomadairement dans la baie St. Margarets en 1996	31
Figure 10. Distributions des stades de maturité chez les gonades de maquereau récoltées dans la baie St. Margarets en 1996.....	32

LISTE DES FIGURES (SUITE)

Figure 11. Maturité à la longueur chez le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996	33
Figure 12. Variations de la longueur médiane L_{50} en fonction du nombre de poissons échantillonnés.....	34
Figure 13. Maturité à l'âge pour le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996.....	35
Figure 14. Description des ovocytes des stades de maturité 1 à 5, des follicules post-ovulatoires et des atrésies pour les ovaires de maquereau échantillonnés dans la baie St. Margarets en 1996.....	36
Figure 15. Distributions des diamètres des ovocytes des stades de maturité 1 à 4 (A) et distributions cumulatives des ovocytes prévitellogènes et vitellogènes (B) pour les ovaires de maquereau échantillonnés dans la baie St. Margarets en 1996	39
Figure 16. Relations entre les diamètres moyens des ovocytes des stades de maturité 1 à 4 et la longueur pour le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996	40

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Pourcentages en gras calculés pour du maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996	41
--	----

RÉSUMÉ

Grégoire, F., R.H. Crawford, G. Moreault, G. Myra, et R. Conrad. 1999. Maturité à la longueur et à l'âge chez le maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) échantillonné dans la baie St. Margarets en Nouvelle-Écosse en 1996. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2278: viii + 45p.

Des courbes de la maturité sexuelle à la longueur et à l'âge pour le maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) ont été déterminées à partir d'échantillons biologiques recueillis en 1996 dans la baie St. Margarets en Nouvelle-Écosse. Les longueurs médianes à la maturité (L_{50}) pour les femelles et les mâles ont été estimées à 299 mm et 269,6 mm respectivement. Ces valeurs s'avèrent plus élevées que la longueur minimale de capture qui est présentement en vigueur. La maturité sexuelle est atteinte très tôt chez le maquereau, de sorte qu'à quatre ans, tous les individus sont matures. Un examen histologique a été effectué sur les ovaires de petites femelles afin d'en vérifier la maturité sexuelle. Cet examen a révélé la présence d'ovocytes vitellogènes chez certaines d'entre elles. La présence de ces ovocytes ne signifie pas nécessairement qu'ils seront pondus au cours de la saison puisque des atrésies de masse ont été observées à quelques reprises. L'analyse des échantillons recueillis dans la baie St. Margarets révèle finalement que la migration du maquereau dans cette région est rapide et que la taille de ce dernier diminue tout au cours de la saison de pêche.

ABSTRACT

Grégoire, F., R.H. Crawford, G. Moreault, G. Myra, et R. Conrad. 1999. Maturité à la longueur et à l'âge chez le maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) échantillonné dans la baie St. Margarets en Nouvelle-Écosse en 1996. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2278: viii + 45p.

Sexual maturity curves at length and age for Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) were determined from biological sampling conducted in 1996 in St. Margarets Bay, Nova Scotia. Median lengths at maturity (L_{50}) were estimated at 299 mm and 269.6 mm for females and males respectively. These values are greater than the current legal minimum catch length. Mackerel reach sexual maturity very early, and by the age of four years all individuals are mature. The ovaries of small females were subjected to histological examination to check sexual maturity. The examination revealed that there were vitellogenic oocytes in some of them. Occurrence of such oocytes does not necessarily mean that they will be spawned in the course of the season, as several instances of mass atresia were observed. Analysis of the St. Margarets Bay samples also showed that mackerel migrate rapidly in this region and that size declines over the fishing season.

INTRODUCTION

L'âge et la longueur à la maturité sexuelle sont des paramètres essentiels à la détermination du potentiel reproducteur d'un stock de poissons et à sa capacité à répondre aux pressions de pêche (Stearns 1976). La gestion adéquate d'un stock passe avant tout par une compréhension de ces paramètres et des relations entre ces derniers et le niveau d'exploitation. À titre d'exemple, à une augmentation de l'effort de pêche, certains stocks réagissent par une plus grande fécondité et une meilleure survie des jeunes (Cole 1954, Beverton 1963, Cushing 1975, Ricker 1975, Beverton 1987, Jørgensen 1990, O'Brien 1990, Beverton et Holt 1993). Un autre mécanisme, dit de compensation, concerne la croissance qui serait inversement reliée au niveau d'abondance (Nikolsky 1963, Weatherley 1972). Une diminution d'abondance serait alors accompagnée d'une réduction de l'âge à la maturité sexuelle puisque la longueur critique où s'effectue cette maturité, serait atteinte en moins de temps en raison de l'augmentation de la croissance. Un tel phénomène a déjà été observé chez plusieurs espèces de poissons comme l'aiglefin (*Melanogrammus aeglefinus*) du plateau néo-écossais (Beacham 1983a), le flétan atlantique (*Hippoglossus hippoglossus*) en eaux norvégiennes (Haug et Tjemsland 1986), la morue (*Gadus morhua*) du nord-est de la Norvège (Rollefsen 1938, 1953, Garrod 1967, Hylen et Dragesund 1973, Hylen et Rørvik 1983, Jørgensen 1990), la morue de la côte est de Terre-Neuve (Xu *et al.* 1991, Morgan *et al.* 1994), et la plie canadienne (*Hippoglossoides platessoides*) des Grands Bancs de Terre-Neuve (Pitt 1975). Chez d'autres espèces, on retrouve plutôt des variations de la longueur et non de l'âge à la maturité sexuelle en fonction de l'abondance. Enfin, une diminution simultanée de ces deux paramètres a même été observée pour la goberge (*Pollachius virens*), la merluche blanche (*Urophycis tenuis*), la limande à queue jaune (*Limanda ferrugina*), les plies canadienne et grise (*Glyptocephalus cynoglossus*) du plateau néo-écossais (Beacham 1983b, 1983c, 1983d), la morue de l'Ouest du Groendland (Hansen 1949), du Nord-Est (Ponomarenko *et al.* 1980), du golfe du Saint-Laurent (Powles 1958), du plateau néo-écossais (Beacham 1983e), de la mer du Nord (Oosthuizen et Daan 1974) et finalement de la mer Baltique (Jørgensen 1990).

Chez la plupart des espèces de poissons exploités commercialement, une longueur minimale de capture est promulguée afin de permettre à un certain nombre de petits individus de se reproduire au moins à une reprise avant d'être capturés. Le choix d'une telle longueur est basé principalement sur les relations entre la maturité et la longueur ou l'âge. De telles relations n'ont pas été déterminées récemment pour le maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) du Nord-Ouest de l'Atlantique.

Du maquereau de petite taille est capturé à chaque année par des pêcheurs de trappe situés le long des côtes de la Nouvelle-Écosse. Ces captures s'avèrent parfois importantes ce qui à certains moments peut entraîner une fermeture de la pêche. La longueur minimale de capture qui est fixée à 250 mm et qui s'applique aussi au hareng (*Clupea harengus harengus* L.), ne semble pas être basée sur des considérations biologiques propres au maquereau. Compte tenue de ce fait, l'objectif principal de la présente étude a donc été de construire des courbes de la maturité sexuelle à la longueur et à l'âge pour la population de maquereau se reproduisant dans le golfe du Saint-Laurent. Les résultats obtenus ont été comparés à la longueur minimale de capture qui est

présentement en vigueur. Un second objectif, tout aussi important, a consisté à décrire la croissance et certaines caractéristiques biologiques du maquereau qui a été échantillonné lors de l'étude. La baie St. Margarets en Nouvelle-Écosse (Figure 1) a été choisie comme site d'échantillonnage non seulement en raison des activités importantes de pêche qui s'y déroulent à chaque année mais aussi à cause de la présence dans les captures de petits maquereaux qu'on ne retrouve généralement pas dans les prises, ou du moins dans les échantillons commerciaux réguliers qui sont recueillis dans le golfe du Saint-Laurent. Leur présence est essentielle à la construction des courbes de maturité.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les données analysées dans le cadre de la présente étude proviennent d'échantillons recueillis entre le 3 juin et le 24 juillet 1996 à l'usine de Karlsen Shipping Company de New Harbour en Nouvelle-Écosse (Figure 1). Cette usine achète du maquereau des pêcheurs des baies St. Margarets et Mahone qui sont situées tout près et qui représentent, pour cette province, deux des principaux sites de pêche du maquereau à la trappe. À certaines occasions, des échantillons ont aussi été prélevés sur du maquereau débarqué ailleurs en Nouvelle-Écosse ou à l'Île-du-Prince-Édouard et acheminé à l'usine de New Harbour pour sa transformation.

À partir des débarquements de maquereau, des mesures de longueur ont été effectuées quotidiennement sur trois échantillons d'environ 250 poissons chacun. À trois reprises par semaine, près de 100 maquereaux ont été choisis au hasard à partir de l'un des échantillons précédents. Ces poissons ont été pesés et congelés pour les analyses en laboratoire. Par échantillon, de 10 à 12 ovaires ont été prélevés particulièrement sur des femelles de petite taille avant d'être placés dans une solution de formaldéhyde en vue d'un examen histologique. Une fois au laboratoire, les échantillons ont été décongelés et chaque poisson a été pesé et mesuré au gramme et au millimètre près. La détermination du sexe a été effectuée par l'examen visuel des gonades. Leur degré de maturité a aussi été identifié visuellement selon les critères proposés pour le hareng par Parrish et Saville (1965) et adaptés pour le maquereau par Maguire (1981). Le poids des gonades a été utilisé dans le calcul de l'indice gonado-somatique (IGS) et du facteur de condition de Fulton (Ricker 1975). L'indice gonado-somatique a aussi été décrit en fonction de la longueur du poisson et de l'état de maturité des gonades. Les otolithes ont été prélevés et utilisés pour la détermination de l'âge qui chez le maquereau, a déjà été validée par Steven (1952) et MacKay (1967). Finalement, le contenu en gras a été calculé pour certains poissons selon la méthode BABCOCK modifiée par Desjardins (1980).

La structure de la population de maquereau en migration a été décrite en termes de fréquences de longueur, de distributions d'âge et de relations entre le poids et la longueur. Ces descriptions ont été effectuées sur une base hebdomadaire afin de tenir compte de la rapidité à laquelle s'effectue la migration du maquereau dans cette région. Les courbes de croissance en longueur et en poids en fonction de l'âge ont été construites pour les femelles et les mâles selon le modèle de von Bertalanffy (Ricker 1975). Les paramètres de ce modèle ont été calculés à l'aide de la procédure NLIN de SAS (SAS Institute Inc. 1989). La procédure LOGISTIC (SAS Institute

Inc. 1989) a été employée pour déterminer la proportion d'individus matures à la longueur et à l'âge de même que les limites inférieures et supérieures basées sur les intervalles de confiance à 95%. Par la suite, la procédure PROBIT (SAS Institute Inc. 1989) a permis de calculer une longueur ou un âge, de même que les limites inférieures et supérieures associées à différentes proportions de maturité. C'est à l'aide de cette même procédure qu'ont été calculés les longueurs médianes (L_{50}) et les âges médians (A_{50}) à la maturité. Ces deux paramètres qui sont généralement utilisés pour décrire la maturité sexuelle d'un stock de poissons, se définissent comme étant la longueur et l'âge où 50% des individus sont matures. Finalement, des simulations ont été effectuées de façon à déterminer l'effet possible du nombre total de poissons échantillonnés dans la détermination de L_{50} . À partir des données de maturité et de longueur disponibles, L_{50} a été calculée à 100 reprises en choisissant à chaque fois, et au hasard, un certain nombre de femelles et de mâles. Ce nombre a d'abord été fixé à 100 puis, par tranche de 100 individus, a été augmenté jusqu'à 3 000. La moyenne et la variance de L_{50} ont été calculées pour chaque tranche de 100 poissons.

Les ovaires préservés dans une solution de formaldéhyde ont été pesés au gramme près. Une tranche d'environ un cm d'épaisseur a été prélevée dans la partie centrale de l'un des deux lobes. Chaque tranche a été placée dans des cassettes d'inclusion et envoyée à la compagnie CTRR Clintrials Bioresearch qui s'est chargée de préparer les coupes histologiques selon le protocole habituel de déshydratation, d'imprégnation à la paraffine et de coloration à l'hématoxyline de Harris et à l'éosine Y. Les coupes, d'une épaisseur de 5 micromètres, ont été analysées à l'aide d'un microscope Leitz Laborlux K couplé à une caméra JVC de modèle TK-12800 et au système d'analyse d'images Q500MC de la compagnie Leica. Les stades de développement des ovocytes ont été décrits et leur présence a été notée pour chaque ovaire analysé. Le diamètre a été mesuré pour tous les ovocytes des stades 1 à 4 ayant le noyau en position centrale (voir p.6, Principaux critères d'identification). Ces mesures ont été comparées à la longueur des femelles correspondantes dans le but de vérifier si leur taille a une influence sur celle des ovocytes.

RÉSULTATS

Caractéristiques biologiques

Le nombre cible d'échantillons à récolter par semaine a été respecté pendant presque toute la saison de pêche. La collecte a cependant été un peu plus difficile au cours des deux dernières semaines en raison de la baisse des captures. À ce moment-là, la migration des adultes tirait à sa fin et plusieurs pêcheurs avaient déjà cessé leurs activités. Au cours des huit semaines d'échantillonnage, des mesures de longueur ont été effectuées à 64 reprises et 20 échantillons biologiques ont été recueillis. Au total, 15 437 maquereaux ont été mesurés à l'usine et de ce nombre, 2 129 ont été congelés pour les analyses en laboratoire (Tableau 1).

Au cours des six premières semaines d'échantillonnage, la longueur moyenne des poissons échantillonnés est passée de 361 mm à 249 mm (Figure 2). Une légère augmentation a été observée par la suite. À l'exception de la première semaine, les fréquences de longueur

hebdomadaires ont été caractérisées par la présence de deux modes principaux (Figure 3). Même si la moyenne arithmétique ne représente pas le meilleur paramètre à utiliser pour décrire et comparer la tendance centrale de ces distributions (Sokal et Rohlf 1981), l'arrivée et l'importance relative des différents modes dans les fréquences de longueur démontrent clairement une réduction de la longueur. Par exemple, lors de la première semaine, la distribution des fréquences de longueur était caractérisée par la présence d'un seul mode se situant vers 360 mm. La semaine suivante, un second mode, d'importance égale au premier, est apparu vers 290 mm et est demeuré présent jusqu'à la fin de la saison d'échantillonnage. Il en est de même d'un troisième mode à 230 mm qui est apparu lors de la quatrième semaine, à un moment où le premier était presque disparu. Ce troisième mode a dominé les fréquences de longueur au cours des sixième et septième semaines (Figure 3). Le maquereau de plus grande taille qui a été observé dans les captures des trappes en début de saison se retrouve par la suite dans le golfe du Saint-Laurent à un moment où les prises dans la baie St. Margarets sont plutôt caractérisées par des poissons de plus petites tailles. Cette différence de taille entre le début et la fin de la migration a été observée dans les fréquences de longueur associées à des captures effectuées au cours d'une même journée à l'Île-du-Prince-Édouard et dans la baie St. Margarets (Figure 4).

La présence de plusieurs classes d'âge de même importance a été une caractéristique des échantillons de maquereau recueillis au cours des trois premières semaines (Figure 5). Par la suite, les classes d'âge dominantes ont surtout été celles de 1995 et 1994 qui correspondaient en fait à du maquereau âgé de un et deux ans seulement. Ce changement important dans la structure d'âge est à l'origine des différences hebdomadaires qui ont été observées dans les relations entre le poids et la longueur (Figure 6). Compte tenu de ce changement, les paramètres des courbes de croissance des femelles et des mâles ont donc été calculés pour l'ensemble des données. Ces paramètres (voir Ricker 1975 pour leur signification) sont présentés au tableau suivant:

SEXE	LONGUEUR À L'ÂGE			POIDS À L'ÂGE		
	L ∞	K	t ₀	W ∞	K	t ₀
MÂLE	374,04	0,46	-1,09	633,64	0,25	0,33
FEMELLE	384,61	0,44	-1,06	711,13	0,23	0,36

Les courbes de croissance présentent des différences entre les femelles et les mâles (Figure 7). Vers l'âge de quatre ans, la longueur moyenne ainsi que le poids moyen à l'âge des femelles deviennent plus élevés que ceux des mâles. Ces courbes de croissance diffèrent aussi de celles qui sont généralement calculées à partir des échantillons provenant du golfe du Saint-Laurent où d'autres engins de pêche que la trappe sont utilisés (Grégoire 1993). La plus importante de ces

différences concerne les paramètres L_∞ et W_∞ qui sont moins élevés pour le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets.

La condition du maquereau a diminué au cours des six premières semaines d'échantillonnage (Figure 8). Cependant, comme pour la longueur, elle a augmenté au cours des deux dernières. Une diminution importante de l'indice gonado-somatique a aussi été observée au cours de la même période passant en moyenne de 10% à moins de 2% (Figure 8). De telles valeurs, de l'ordre de 2%, correspondent à des gonades des stades de maturité 1 à 3 qui caractérisent les juvéniles ou à des stades 7 et 8 associés à des adultes dont la ponte est déjà très avancée (Figure 9). Selon les longueurs moyennes calculées par stade de maturité, les femelles et les mâles dont la taille est inférieure à 300 mm seraient immatures (Figure 9). Cependant, comme le démontrent les relations entre l'indice gonado-somatique et la longueur, certains de ces poissons auraient déjà atteint la maturité sexuelle (Figure 9). Selon les mêmes critères externes utilisés pour déterminer le degré de maturité des gonades, la présence tout au cours de la saison d'échantillonnage des stades 6, 7 et 8 indique bien qu'il y aurait de la ponte dans cette région (Figure 10).

Le contenu en gras a généralement été inférieur à environ 7%, la valeur la plus élevée étant observée le 3 juin (Annexe 1). Dans la plupart des cas, et comme Grégoire *et al.* (1994) l'ont aussi observé, il est plus élevé en début de saison chez les poissons de petite taille.

Maturité à la longueur

La proportion d'individus matures pour une longueur donnée est plus élevée chez les mâles que chez les femelles (Tableau 2). Par exemple à 300 mm, 0,5229 des femelles (ou 52,29%) sont matures comparativement à 0,8993 (ou 89,93%) pour les mâles. L'étendue des limites de confiance varie selon la longueur. Chez les femelles, elle est d'environ 0,1 entre 285 mm et 325 mm. Elle atteint un maximum de 0,1697 à 305 mm et pour de plus grandes longueurs, elle diminue à nouveau. Pour les mâles, un maximum de 0,1697 est atteint plus tôt, soit à 260 mm, et l'étendue des limites est supérieure à 0,1 entre 235 mm et 280 mm. L'étendue moyenne des limites de confiance est de 0,0414 et 0,0503 pour les femelles et les mâles respectivement et de 0,0296 lorsque les deux sexes sont regroupés ensemble.

Les résultats de la procédure PROBIT indiquent que la longueur où 50% des femelles sont matures (L_{50}) est de 299 mm (Tableau 3 ; Figure 11). Les limites de confiance inférieure et supérieure associées à cette valeur sont de 295,9 mm et 302,6 mm respectivement. Chez les mâles, cette longueur est de 269,6 mm avec des limites de confiance de 265,2 mm et 273,3 mm. Des valeurs intermédiaires de 284 mm, 281,8 mm et 286,2 mm ont été calculées pour les femelles et les mâles réunis ensemble.

Les plus importantes variations dans les valeurs moyennes de L_{50} , obtenues lors des simulations, ont été observées lorsque le nombre total de poissons échantillonés était inférieur à 600 (Figure 12a). Pour des échantillons de 100 poissons, la valeur moyenne de L_{50} a été estimée à 274,3 mm avant de passer à un maximum de 275,8 mm pour des échantillons de 400 poissons. Même si ces

variations ne sont pas très élevées, c'est-à-dire de moins de 2 mm, l'augmentation du nombre de poissons échantillonnés a surtout une importance sur la variance de l'estimation de L_{50} (Figure 12b). En fait, celle-ci est passée de plus de 25 pour 100 poissons à 1,43 pour 2 000 poissons, soit près du nombre qui a été échantillonné au cours de la présente étude (Tableau 1). Les valeurs moyennes de L_{50} obtenues lors de ces simulations sont dans la plupart des cas inférieures à la valeur calculée précédemment pour les femelles et les mâles regroupés ensemble. Cette différence a été causée par le nombre inégal de femelles et de mâles qui ont été choisis lors des simulations.

Maturité à l'âge

La proportion d'individus matures pour un âge donné est aussi plus élevée chez les mâles que chez les femelles (Tableau 4; Figure 13). L'âge où 50% de la maturité est atteinte se situe entre 1 et 2 ans pour les mâles et entre 2 et 3 ans pour les femelles. La procédure PROBIT n'a pas bien fonctionné sur ces données, et par conséquent, il n'a pas été possible de calculer des intervalles de confiance pour différentes proportions de maturité.

Examen histologique

Des coupes histologiques ont été réalisées sur un total de 98 ovaires provenant de femelles âgées de trois ans et moins (Tableau 5). La longueur et le poids moyens de ces dernières ont été de 281,20 mm et de 206,76 g pour des écart-types respectifs de 24,51 et 54,33. Des ovocytes des différents stades de maturité, des follicules post-ovulatoires, des atrésies *alpha* et *beta* de même que des atrésies de masse qui ont été observés, sont présentés à la Figure 14. Cette figure présente aussi les principaux critères utilisés pour les distinguer. Brièvement, ces derniers sont :

OVOCYTE	<u>PRINCIPAUX CRITÈRES D'IDENTIFICATION*</u>
Stade 1 :	<i>Absence de vitellus**</i>
Stade 2 :	<i>Présence de vitellus sous forme de vésicules</i>
Stade 3 :	<i>Présence de vitellus sous forme de granules</i>
Stade 4 :	<i>Noyau en migration</i>
Stade 5 :	<i>Hydratation</i>
Follicules :	<i>Enveloppe de l'ovocyte une fois ce dernier expulsé</i>
Atrésies :	<i>Ovocyte dégénéré, la différence entre les stades alpha et beta est basée sur la taille des ouvertures dans la zona radiata***</i>

* Tirés de : Priede (1990) et Grégoire (1997). ** Absence de vitellus = ovocyte prévitellogène; avec vitellus = ovocyte vitellogène. *** Dr Peter Witthames du laboratoire de Lowestoft en Angleterre, comm. pers.

Des ovocytes du stade de maturité 1 ont été retrouvés dans tous les ovaires contrairement à ceux du stade 2 qui étaient de moins en moins présents vers la fin de la période d'échantillonnage (Tableau 5). Des ovocytes des stades 3, 4 et 5 ont été observés dans certains ovaires seulement. Leur présence chez des petites femelles indique une maturité sexuelle qui est confirmée d'ailleurs

par la présence de follicules post-ovulatoires. Dans certains ovaires, on a retrouvé quelques ovocytes atrétiques des stades *alpha* et *beta* et parfois même des atrésies de masse (Figure 14). Ces atrésies concernent tous les ovocytes ayant du vitellus. Il y a peu de recouvrement entre les distributions des diamètres des ovocytes des différents stades de maturité (Figure 15a). Pour chacun de ces stades, les diamètres moyens (micromètre) et écart-types sont les suivants:

MATURITÉ	N	MOYENNE (micromètre)	ÉCART-TYPE
Stade 1 :	9 692	81,05	34,78
Stade 2 :	2 768	237,91	55,19
Stade 3 :	373	445,99	67,54
Stade 4 :	175	629,29	57,72

Il s'est avéré possible de distinguer, sur la base des diamètres seulement, les ovocytes matures des ovocytes immatures. Comme le démontrent les distributions cumulatives des diamètres des ovocytes ayant ou non du vitellus, tous ceux dont le diamètre était supérieur à 150 micromètres seraient matures (Figure 15b). Des relations significatives ($p<0,001$) ont aussi été déterminées entre le diamètre des ovocytes des stades de maturité un à trois et la longueur des femelles correspondantes (Figure 16). Les coefficients de détermination les plus élevés ont été retrouvés dans le cas des stades un et trois avec des valeurs respectives de 0,49 et 0,56.

CONCLUSION

L'échantillonnage intensif qui a été effectué à l'usine de New Harbour au printemps et à l'été de 1996 a permis de décrire avec un peu plus de précision la pêche et les prises de maquereau effectuées dans la baie St. Margarets. La saison de pêche à cet endroit est de courte durée et ceci s'explique par la rapidité avec laquelle le maquereau se déplace dans cette région lors de sa migration printanière. Les rendements sont donc rapidement affectés si de mauvaises conditions de température y perdurent pendant plusieurs jours. La pêche dans la baie St. Margarets est aussi caractérisée par une diminution graduelle de la taille du maquereau au cours de la saison. Les plus gros individus arrivent en premier et sont suivis par la suite par du maquereau de plus petite taille. Ces plus gros individus ne sont présents que pendant quelques jours seulement (G. Myra, observation personnelle) et en 1996, ils n'ont pas été échantillonnés parce que les activités de terrain ont débuté tout juste après leur passage. Ces plus gros individus se retrouvent un peu plus tard dans les échantillons provenant de la pêche au filet maillant dérivant qui se pratique chaque printemps dans la baie des Chaleurs. À cet endroit aussi, leur présence n'est observée que pendant quelques jours (Cristian Huard, pêcheur professionnel de maquereau, communication personnelle). L'absence de ces derniers dans les échantillons de la baie St. Margarets et l'absence de petits maquereaux dans les échantillons provenant du golfe du Saint-Laurent sont à l'origine des différences qui ont été observées dans les courbes de croissance

calculées entre ces régions. De telles différences ont aussi été observées pour le maquereau en Europe (Sparre et Venema 1992).

L'indice gonado-somatique a diminué significativement au cours de la saison de pêche. Cette diminution décrit davantage le départ des adultes et l'arrivée graduelle de petits poissons immatures qu'une diminution réelle de la taille des gonades associée à la ponte. Par contre, cette observation n'exclut pas la possibilité qu'il y ait réellement de la ponte dans la baie St. Margarets. Un examen visuel des gonades de maquereaux capturés tout juste après la levée d'un certain nombre de trappes, à l'usine ou au laboratoire (F. Grégoire, observation personnelle) de même que l'examen histologique effectué au cours de la présente étude, démontrent hors de tout doute qu'il y a des activités de ponte dans cette région. L'examen histologique a aussi démontré que la maturité pouvait être atteinte chez des maquereaux dont la taille est de l'ordre d'environ 280 mm. Comme le démontre la présence d'atrésies de masse, l'observation d'ovocytes vitellogènes dans ces ovaires, à un moment donné, n'indique pas nécessairement que les femelles correspondantes vont pondre tous leurs ovocytes. La présence et les causes possibles de ces atrésies ne sont pas très bien connues.

Les longueurs médianes à la maturité calculées lors de la présente étude sont moins élevées que celles qui ont été obtenues entre 1970 et 1973 par Moores *et al.* (1975) pour des échantillons provenant de Terre-Neuve. Par contre, elles sont plus élevées que celles présentées par O'Brien *et al.* (1993) dans le cas d'échantillons recueillis entre 1987 et 1989 le long des côtes de la Nouvelle-Angleterre. Ces différences pourraient s'expliquer par la structure de la population au moment de l'échantillonnage, par la sélectivité propre à chaque engin de pêche ayant servi à récolter les échantillons, par les sites d'échantillonnage, par des erreurs d'identification des stades de maturité des gonades, et finalement par l'emploi de différentes méthodes de calcul de L_{50} et A_{50} .

La législation qui est présentement en vigueur (sous-section 48.2B de la Loi sur les Pêches de l'Atlantique) stipule que tout maquereau dont la taille est inférieure à 250 mm ne peut être retenu, si au moment de la capture, leur nombre excède 10% de tous les maquereaux capturés. Selon les résultats présentés ici, le pourcentage d'individus immatures à 250 mm est de plus de 90%. Donc, si le choix de la longueur minimale de capture était basé sur l'utilisation de L_{50} , la valeur présentement utilisée serait trop petite. En d'autres mots, cette longueur minimale devrait être ramenée à 284 mm, soit la valeur de L_{50} calculée au cours de la présente étude pour les femelles et les mâles regroupés ensemble.

L'étude sur la maturité sexuelle du maquereau devrait être poursuivie au cours des prochaines années afin de vérifier si les valeurs de L_{50} et de A_{50} varient annuellement. Une telle étude devrait aussi inclure une analyse des impacts possibles sur le stock de l'utilisation de divers scénarios de gestion basés sur différentes valeurs de L_{50} ainsi que sur le nombre de petits maquereaux qu'il est permis de conserver dans une capture.

REMERCIEMENTS

De très sincères remerciements sont exprimés à la Karlsen Shipping Company d'Halifax, et à M. Jay Lugar en particulier, pour avoir mis à notre disposition différentes facilités qui ont grandement aidé notre travail de terrain. Des remerciements vont aussi à M. Jean Lambert et M. Bernard Morin pour la révision du rapport. Enfin, pour leur excellente collaboration, des remerciements vont aussi à tous les pêcheurs et industriels de la baie St. Margarets.

RÉFÉRENCES

- Beacham, T. D. 1983a. Variability in size and age at sexual maturity of haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) on the Scotian Shelf in the Northwest Atlantic Ocean. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1168: iv + 33p.
- Beacham, T. D. 1983b. Variability in size or age at sexual maturity of white hake, pollock, longfin hake, and silver hake in the Canadian Maritimes area of the Northwest Atlantic Ocean. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1157: iv + 43p.
- Beacham, T. D. 1983c. Variability in size and age at sexual maturity of American plaice and yellowtail flounder in the Canadian Maritimes region of the Northwest Atlantic Ocean. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1196: iv + 75p.
- Beacham, T. D. 1983d. Variability in size and age at sexual maturity of witch flounder, *Glyptocephalus cynoglossus*, in the Canadian Maritimes region of the Northwest Atlantic Ocean. Canadian Field-Naturalist 97(4): 409-422.
- Beacham, T. D. 1983e. Variability in median size and age at sexual maturity of Atlantic cod, *Gadus morhua*, on the Scotian Shelf in the Northwest Atlantic Ocean. Fish. Bull., 81: 303-321.
- Beverton, R. J. H. 1963. Maturation, growth and mortality of clupeid and engraulid stocks in relation to fishing. In : Contrib. to herring symp. 1961 (B.B Parrish, ed), p. 44-67. Rapp. P.-v. Réun. Cons. perm. int. Explor. Mer, 154.
- Beverton, R. J. H. 1987. Longevity in fish: some ecological and evolutionary considerations. In : Evolution of longevity in animals (A. D. Woodhead and K. H. Thompson, eds.), p. 161-186. Basic Life Sciences, Vol. 42. Plenum Press, N Y.

- Beverton, R.J.H., et S. J. Holt. 1993. On the Dynamics of Exploited Fish Population, Chapman & Hall, New York. 533p.
- Cole, L. C. 1954. The population consequences of life history phenomena. Q. Rev. Biol. 29: 103-137.
- Cushing, D. H. 1975. Marine Ecology and Fisheries. Cambridge University, London. 278p.
- Desjardins, C. 1980. Étude de dosage du gras selon BABCOCK modifiée, communication écrite non publiée.
- Garrod, D. J. 1967. Population dynamics of the Arcto-Norwegian cod. J. Fish. Res. Board Can. 24:145-190.
- Grégoire, F. 1993. Caractéristiques biologiques du maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) échantillonné le long des côtes canadiennes entre 1983 et 1991. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1907: x + 137p.
- Grégoire, F., H. Dionne, et C. Lévesque. 1994. Contenu en gras chez le maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) en 1991 et 1992. Rapp. can. ind. sci. halieut. aquat. 220: ix + 70p.
- Grégoire, F. 1997. An evaluation of the Daily Fecundity Reduction Method for estimating the biomass of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.). Department of Fisheries and Oceans, Canadian Stock Assessment Secretariat, Research Document 97/84.
- Hansen, P. M. 1949. Studies on the biology of the cod in Greenland waters. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer, 123.
- Haug, T., et J. Tjemsland. 1986. Changes in size- and age-distributions and age at sexual maturity in Atlantic Halibut, *Hippoglossus hippoglossus*, caught in north Norwegian waters. Fish. Res. 4: 145-155.
- Hylen, A., et O. Dragesund. 1973. Recruitment of young Arcto-Norwegian cod and haddock in relation to parent stock size. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. 164: 57-68.
- Hylen, A., et C. J. Rørvik. 1983. Estimating the maturity ogive for Northeast Arctic cod by a modified mesh assessment model. In : Reproduction and recruitment of Arctic cod. Proceedings of the Soviet-Norwegian symposium, 26-30 September 1983, pp 153-186.
- Jørgensen, T. 1990. Long-term changes in age at sexual maturity of Northeast Arctic cod (*Gadus morhua* L.). J. Cons. int. Explor. mer. 46: 235-248.
- MacKay, K. T. 1967. An ecological study of mackerel *Scomber scombrus* (Linnaeus) in the coastal waters of Canada. Fish. Res. Board Can. Tech. Rep. 31, 127p.

- 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. Thèse de Maîtrise, Université Laval, Québec. 137p.
- Moores, J.A., G. H. Winters, et L.S. Parsons. 1975. Migrations and biological characteristics of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) occurring in Newfoundland waters. J. Fish. Res. Board. Can. 32 :1347-1357.
- Morgan, M. J., C.A. Bishop, et J. W. Baird. 1994. Temporal and spatial variation in age and length at maturity in cod in Divisions 2J and 3KL. NAFO Sci. Council. Studies, 21: 83-89.
- Nikolsky, G. V. 1963. The ecology of fishes. Translated by L. Birkett. Academic Press Inc., London. 352 p.
- O'Brien, L. 1990. Effects of fluctuations in stock abundance upon life history parameters of Atlantic cod, *Gadus morhua* L., for the 1970-1987 year classes from Georges Bank and the Gulf of Maine. M. Sc. thesis. University of Washington, Seattle, 95p.
- O'Brien, L., J. Burnett, et R. K. Mayo. 1993. Maturation of nineteen species of finfish off the Northeast coast of the United States, 1985-1990. NOAA Technical Report NMFS 113. 66p.
- Oosthuizen, E., et N. Daan. 1974. Egg fecundity and maturity of North Sea cod, *Gadus morhua*. Neth. J. Sea Res., 8:378-397.
- Parrish, B. B., et A. Saville. 1965. The biology of the northeast Atlantic herring populations. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 3.
- Pitt, T. K. 1975. Changes in abundance and certain biological characteristics of Grand Bank American plaice, *Hippoglossoides platessoides*. J. Fish. Res. Board Can. 32:1383-1398.
- Ponomarenko, V.P., I. Ya. Ponomarenko, et N. A. Yaragina. 1980. Growth and maturation of the Lofoten-Barents Sea cod. ICES CM 1980 / G: 25, 28p.
- Powles, P. M. 1958. Studies on the reproduction and feeding of Atlantic cod (*Gadus callarias* L.) in the southwestern Gulf of St. Lawrence. J. Fish. Res. Board Can. 15: 1383-1402.
- 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 (DG XIV) of the Commission of the European Communities. Study Contract No XIV/B/1-1989/2.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. 191. Fish. Res. Board Can. Ottawa, Ont. 382p.

- Rollefsen, G. 1938. Changes in the mean age and growth-rate of the year-classes in the Arctic-Norwegian stock of cod. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. 158:58-64.
- Rollefsen, G. 1953. Observations on the cod and cod fisheries of Lofoten. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. 136: 40-47.
- SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT: User's Guide. Version 6, Fourth Edition. Cary, NC.
- Sokal, R.R., et F. J. Rohlf. 1981. Biometry. The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. W. H. Freeman and Company. San Francisco. 859p.
- Sparre, P., et S.C. Venema. 1992. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1-Manual. FAO Fisheries Technical Paper. 306/1. Rev.1. 375p.
- Stearns, S. C. 1976. Life-history tactics: A review of the ideas. Q. Rev. Biol., 51:3-47.
- Steven, G. A. 1952. Contributions to the biology of the mackerel *Scomber scombrus* L. III. Age and growth. J. Mar. Biol. Assoc. U. K. 30: 549-568.
- Weatherley, A. H. 1972. Growth and ecology of fish populations. Academic Press Inc., London. 293p.
- Xu, X., J. Baird, C. Bishop, et J. Hoenig. 1991. Temporal variability in cod maturity and spawning biomass in NAFO Divisions 2J+3KL. NAFO SCR Doc., No 112, Serial No. N2005, 12p.

Tableau 1. Description de l'échantillonnage effectué dans la baie St. Margarets en Nouvelle-Écosse en 1996.

DATE (aa-mm-jj)	NUMÉRO D'ÉCHANTILLON	POIDS DE LA CAPTURE (kg)	POIDS DE L'ÉCHANTILLON (kg)	POISSONS MESURÉS	POISSONS CONGELÉS		OVAIRES CONSERVÉS
					PRÉSENCE	NOMBRE	
96-06-03	1	92 968	132	254	X	121	10
96-06-03	2	"	129	250			
96-06-03	3	"	128	250			
96-06-05	4	29 478	130	250	X	136	12
96-06-05	5	"	132	250			
96-06-05	6	"	137	258			
96-06-05	7	16 326	143	250			
96-06-05	8	"	147	250			
96-06-06	9	15 873	132	250			
96-06-07	10	3 129	116	250	X	119	0
96-06-07	11	"	122	250			
96-06-07	12	2 585	129	250			
96-06-07	13	31 745	150	250			
96-06-07	14	"	148	250			
96-06-07	15	"	150	250			
96-06-08	16	31 745	117	250			
96-06-08	17	"	123	252			
96-06-08	18	"	123	250			
96-06-09	19	20 408	148	250			
96-06-09	20	"	146	250			
96-06-11	21	15 873	143	251			
96-06-11	22	"	147	250	X	100	0
96-06-10	23	15 873	148	250			
96-06-11	24	18 594	147	253			
96-06-12	25	4 989	102	251	X	102	12
96-06-12	26	"	104	255			
96-06-12	27	19 501	140	250			
96-06-12	28	"	146	250			
96-06-12	29	"	149	252			
96-06-13	30	18 594	139	250			
96-06-14	31	9 070	102	250	X	97	11
96-06-14	32	"	95	250			
96-06-14	33	22 675	138	252			
96-06-15	34	20 408	84	250			
96-06-14	35	19 047	137	250			
96-06-17	36	5 616	88	250			
96-06-17	37	"	87	250	X	100	13
96-06-19	38	201	100	250	X	101	12
96-06-19	39	"	97	250			
96-06-20	40	20 823	106	250	X	100	11
96-06-25	41	81 630	66	250			
96-06-25	42	"	71	250			
96-06-25	43	"	68	251	X	100	12
96-06-26	44	6 803	53	250			
96-06-26	45	"	53	250	X	100	12

Tableau 1. (Suite)

DATE (aa-mm-jj)	NUMÉRO D'ÉCHANTILLON	POIDS DE LA CAPTURE (kg)	POIDS DE L'ÉCHANTILLON (kg)	POISSONS MESURÉS	POISSONS CONGELÉS		OVAIRES CONSERVÉS
					PRÉSENCE	NOMBRE	
96-06-28	46	635	52	250	X	102	12
96-06-28	47	"	57	250			
96-07-02	48	31 292	67	250			
96-07-02	49	"	67	250	X	101	12
96-07-03	50	6 803	77	250			
96-07-03	51	"	75	250	X	100	12
96-07-03	52	1 361	72	253			
96-07-08	53	13 605	54	250			
96-07-08	54	"	34	250	X	100	12
96-07-10	55	22 675	35	252			
96-07-10	56	"	34	250			
96-07-10	57	"	35	258	X	106	12
96-07-11	58	3 093	31	250	X	103	12
96-07-11	59	"	32	254			
96-07-16	60	181	20	115	X	115	12
96-07-18	61	91	18	106	X	106	12
96-07-23	62	1 179	59	250			
96-07-24	63	9 977	22	120	X	120	12
96-06-28	99	635	15	50			
TOTAL		615 473	6 246	15 437		2 129	213

Tableau 2. Proportion d'individus matures à la longueur et intervalles de confiance à 95% pour le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996.

LONGUEUR (mm)	PROPORTION MATURE	INT. CONFIAНCE À 95%		PROPORTION MATURE	INT. CONFIAНCE À 95%	
		L. Inférieures	L. Supérieures		L. Inférieures	L. Supérieures
FEMELLE				MÂLE		
200	0,00010	0,00002	0,00050	0,00685	0,00222	0,02089
205	0,00015	0,00003	0,00074	0,00977	0,00339	0,02779
210	0,00025	0,00006	0,00108	0,01392	0,00517	0,03689
215	0,00039	0,00010	0,00157	0,01980	0,00788	0,04884
220	0,00063	0,00017	0,00230	0,02809	0,01198	0,06442
225	0,00100	0,00030	0,00336	0,03971	0,01818	0,08455
230	0,00159	0,00051	0,00492	0,05587	0,02747	0,11030
235	0,00254	0,00089	0,00720	0,07806	0,04128	0,14275
240	0,00404	0,00155	0,01052	0,10807	0,06153	0,18293
245	0,00643	0,00268	0,01535	0,14776	0,09069	0,23158
250	0,01021	0,00462	0,02239	0,19877	0,13153	0,28896
255	0,01618	0,00796	0,03259	0,26199	0,18660	0,35455
260	0,02555	0,01366	0,04729	0,33685	0,25722	0,42697
265	0,04014	0,02329	0,06833	0,42091	0,34212	0,50395
270	0,06252	0,03928	0,09810	0,50982	0,43661	0,58262
275	0,09611	0,06515	0,13959	0,59812	0,53312	0,65984
280	0,14498	0,10534	0,19627	0,68047	0,62363	0,73241
285	0,21284	0,16399	0,27152	0,75292	0,70256	0,79722
290	0,30127	0,24259	0,36726	0,81345	0,76798	0,85173
295	0,40742	0,33780	0,48098	0,86187	0,82065	0,89483
300	0,52299	0,44215	0,60263	0,89928	0,86234	0,92714
305	0,63614	0,54705	0,71678	0,92741	0,89496	0,95039
310	0,73600	0,64488	0,81061	0,94814	0,92024	0,96663
315	0,81636	0,73024	0,87953	0,96318	0,93968	0,97774
320	0,87638	0,80051	0,92606	0,97398	0,95453	0,98524
325	0,91873	0,85562	0,95568	0,98167	0,96580	0,99025
330	0,94744	0,89723	0,97383	0,98712	0,97433	0,99358
335	0,96638	0,92774	0,98470	0,99096	0,98075	0,99578
340	0,97865	0,94964	0,99110	0,99367	0,98559	0,99723
345	0,98650	0,96512	0,99485	0,99557	0,98921	0,99818
350	0,99149	0,97594	0,99702	0,99690	0,99193	0,99881
355	0,99465	0,98346	0,99828	0,99783	0,99397	0,99922
360	0,99664	0,98865	0,99901	0,99848	0,99549	0,99949
365	0,99789	0,99222	0,99943	0,99894	0,99663	0,99967
370	0,99867	0,99467	0,99967	0,99926	0,99748	0,99978
375	0,99917	0,99635	0,99981	0,99948	0,99812	0,99986
380	0,99948	0,99750	0,99989	0,99964	0,99859	0,99991
385	0,99967	0,99829	0,99994	0,99975	0,99895	0,99994
390	0,99979	0,99883	0,99996	0,99982	0,99922	0,99996
395	0,99987	0,99920	0,99998	0,99988	0,99941	0,99997
400	0,99992	0,99945	0,99999	0,99991	0,99956	0,99998
405	0,99995	0,99963	0,99999	0,99994	0,99967	0,99999
410	0,99997	0,99974	1,00000	0,99996	0,99976	0,99999
415	0,99998	0,99982	1,00000	0,99997	0,99982	1,00000
420	0,99999	0,99988	1,00000	0,99998	0,99986	1,00000
425	0,99999	0,99992	1,00000	0,99999	0,99990	1,00000

Tableau 2. (Suite)

LONGUEUR (mm)	PROPORTION MATURE	INT. CONFIANCE À 95%	
		L. Inférieures	L. Supérieures
FEMELLE ET MÂLE			
200	0,00186	0,00083	0,00416
205	0,00271	0,00127	0,00578
210	0,00394	0,00193	0,00803
215	0,00573	0,00293	0,01114
220	0,00831	0,00446	0,01545
225	0,01206	0,00677	0,02140
230	0,01746	0,01025	0,02958
235	0,02521	0,01550	0,04076
240	0,03629	0,02336	0,05596
245	0,05196	0,03505	0,07641
250	0,07390	0,05222	0,10359
255	0,10407	0,07706	0,13913
260	0,14464	0,11215	0,18459
265	0,19754	0,16013	0,24118
270	0,26382	0,22286	0,30931
275	0,34284	0,30025	0,38812
280	0,43164	0,38914	0,47518
285	0,52507	0,48344	0,56636
290	0,61678	0,57596	0,65602
295	0,70087	0,66085	0,73803
300	0,77328	0,73473	0,80770
305	0,83236	0,79641	0,86306
310	0,87847	0,84618	0,90474
315	0,91321	0,88525	0,93487
320	0,93872	0,91523	0,95601
325	0,95708	0,93785	0,97055
330	0,97012	0,95469	0,98040
335	0,97928	0,96710	0,98701
340	0,98567	0,97619	0,99141
345	0,99011	0,98280	0,99434
350	0,99319	0,98760	0,99627
355	0,99531	0,99107	0,99754
360	0,99677	0,99357	0,99838
365	0,99778	0,99537	0,99894
370	0,99848	0,99667	0,99930
375	0,99895	0,99761	0,99954
380	0,99928	0,99828	0,99970
385	0,99951	0,99876	0,99980
390	0,99966	0,99911	0,99987
395	0,99977	0,99936	0,99991
400	0,99984	0,99954	0,99994
405	0,99989	0,99967	0,99996
410	0,99992	0,99976	0,99998
415	0,99995	0,99983	0,99998
420	0,99996	0,99988	0,99999
425	0,99998	0,99991	0,99999

Tableau 3. Intervalles de confiance de la longueur en fonction de la maturité pour le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996.

PROPORTION MATURE	LONGUEUR (mm)	INT. CONFIANC EÀ 95%		LONGUEUR (mm)	INT. CONFIANC EÀ 95%	
		L. Inférieures	L. Supérieures		L. Inférieures	L. Supérieures
FEMELLE				MÂLE		
0,01	250,9	240,9	257,9	207,3	190,4	219,1
0,02	258,3	249,8	264,3	216,9	202,0	227,3
0,03	262,6	255,1	268,0	222,5	208,8	232,1
0,04	265,7	258,8	270,8	226,5	213,8	235,5
0,05	268,2	261,8	272,9	229,7	217,6	238,2
0,06	270,2	264,2	274,7	232,3	220,8	240,5
0,07	271,9	266,2	276,2	234,6	223,5	242,4
0,08	273,4	268,0	277,5	236,5	225,9	244,1
0,09	274,8	269,6	278,7	238,3	228,0	245,6
0,1	276,0	271,0	279,8	239,8	229,9	246,9
0,15	280,9	276,6	284,3	246,1	237,5	252,3
0,2	284,5	280,8	287,7	250,8	243,1	256,4
0,25	287,5	284,1	290,6	254,7	247,8	259,9
0,3	290,2	286,9	293,2	258,2	251,9	262,9
0,35	292,5	289,4	295,6	261,3	255,5	265,6
0,4	294,8	291,7	298,0	264,1	258,9	268,2
0,45	296,9	293,9	300,3	266,9	262,1	270,8
0,5	299,0	295,9	302,6	269,6	265,2	273,3
0,55	301,1	297,9	304,9	272,4	268,3	275,8
0,6	303,3	299,9	307,4	275,1	271,4	278,5
0,65	305,5	302,0	309,9	278,0	274,5	281,4
0,7	307,9	304,2	312,7	281,1	277,7	284,6
0,75	310,5	306,5	315,8	284,5	281,2	288,2
0,8	313,6	309,2	319,4	288,5	285,0	292,4
0,85	317,2	312,4	323,7	293,2	289,5	297,7
0,9	322,1	316,7	329,5	299,5	295,2	305,0
0,91	323,3	317,7	331,0	301,0	296,6	306,9
0,92	324,6	318,9	332,6	302,8	298,2	308,9
0,93	326,1	320,2	334,4	304,7	299,9	311,2
0,94	327,9	321,7	336,5	307,0	301,9	313,9
0,95	329,9	323,4	339,0	309,6	304,2	317,0
0,96	332,3	325,5	341,9	312,8	306,9	320,8
0,97	335,5	328,2	345,7	316,8	310,4	325,7
0,98	339,8	331,9	351,0	322,4	315,3	332,5
0,99	347,2	338,2	360,0	332,0	323,5	344,1

Tableau 3. (Suite)

PROPORTION MATURE	LONGUEUR (mm)	INT. CONFIANCE À 95%	
		L. Inférieures	L. Supérieures
FEMELLE ET MÂLE			
0,01	223,3	214,4	230,4
0,02	232,6	224,9	238,7
0,03	238,1	231,1	243,7
0,04	242,0	235,6	247,2
0,05	245,1	239,1	250,0
0,06	247,7	241,9	252,3
0,07	249,9	244,4	254,3
0,08	251,8	246,5	256,0
0,09	253,5	248,4	257,5
0,1	255,0	250,1	258,9
0,15	261,1	257,0	264,5
0,2	265,7	262,1	268,8
0,25	269,5	266,3	272,3
0,3	272,8	269,9	275,4
0,35	275,9	273,2	278,2
0,4	278,7	276,2	281,0
0,45	281,4	279,0	283,6
0,5	284,0	281,8	286,2
0,55	286,7	284,5	288,9
0,6	289,4	287,2	291,7
0,65	292,2	290,0	294,6
0,7	295,2	292,9	297,8
0,75	298,6	296,1	301,4
0,8	302,4	299,7	305,5
0,85	307,0	303,9	310,6
0,9	313,1	309,5	317,4
0,91	314,6	310,9	319,1
0,92	316,3	312,5	321,0
0,93	318,2	314,2	323,1
0,94	320,4	316,2	325,6
0,95	322,9	318,5	328,4
0,96	326,0	321,3	331,9
0,97	330,0	324,9	336,3
0,98	335,5	329,8	342,5
0,99	344,8	338,2	353,0

Tableau 4. Proportion d'individus matures à l'âge et intervalles de confiance à 95% pour le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996.

ÂGE	PROPORTION MATURE	INTERVALLES DE CONFIANCE À 95%	
		Limites Inférieures	Limites Supérieures
FEMELLE			
0	0,00056	0,00016	0,00199
1	0,01175	0,00572	0,02402
2	0,20253	0,15994	0,25305
3	0,84430	0,75902	0,90324
4	0,99144	0,97521	0,99707
5	0,99960	0,99792	0,99992
6	0,99998	0,99983	1,00000
7	1,00000	0,99999	1,00000
8	1,00000	1,00000	1,00000
9	1,00000	1,00000	1,00000
10	1,00000	1,00000	1,00000
11	1,00000	1,00000	1,00000
12	1,00000	1,00000	1,00000
13	1,00000	1,00000	1,00000
14	1,00000	1,00000	1,00000
MÂLE			
0	0,00550	0,00142	0,02096
1	0,10111	0,05306	0,18421
2	0,69600	0,64411	0,74334
3	0,97899	0,95708	0,98984
4	0,99895	0,99576	0,99974
5	0,99995	0,99959	0,99999
6	1,00000	0,99996	1,00000
7	1,00000	1,00000	1,00000
8	1,00000	1,00000	1,00000
9	1,00000	1,00000	1,00000
10	1,00000	1,00000	1,00000
11	1,00000	1,00000	1,00000
12	1,00000	1,00000	1,00000
13	1,00000	1,00000	1,00000
14	1,00000	1,00000	1,00000
FEMELLE ET MÂLE			
0	0,00264	0,00114	0,00611
1	0,04561	0,02967	0,06951
2	0,46277	0,42410	0,50190
3	0,93949	0,91020	0,95965
4	0,99644	0,99196	0,99843
5	0,99980	0,99933	0,99994
6	0,99999	0,99994	1,00000
7	1,00000	1,00000	1,00000
8	1,00000	1,00000	1,00000
9	1,00000	1,00000	1,00000
10	1,00000	1,00000	1,00000
11	1,00000	1,00000	1,00000
12	1,00000	1,00000	1,00000
13	1,00000	1,00000	1,00000
14	1,00000	1,00000	1,00000

Tableau 5. Caractéristiques biologiques et ovocytes des différents stades de développement chez des ovaires des femelles maquereaux échantillonnées dans la baie St. Margarets en 1996.

Numéro Poisson	Jour	Mois	Longueur (mm)	Poids (g)	Poids Gonades (g)	Âge	PRÉSENCE (1) / ABSENCE (0)							
							STADE 1	STADE 2	STADE 3	STADE 4	STADE 5	Follicule	Atrésie alpha	Atrésie beta
83001	3	6	324	280,20	53,87	3	1	1	1	1	0	1	0	0
83004*	3	6	319	289,40	6,92	3	1	1	1	0	0	1	1	1
83009	3	6	316	266,00	17,63	3	1	1	1	1	1	1	0	0
83010	3	6	290	182,30	1,32	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83012	5	6	285	208,30	2,01	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83022	5	6	280	187,61	1,00	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83030	8	6	292	233,00	2,58	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83031	8	6	296	252,30	3,64	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83034	8	6	300	287,50	2,95	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83035	8	6	319	307,70	22,88	3	1	1	1	1	0	1	0	0
83038	8	6	260	160,50	1,08	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83043	12	6	264	165,30	1,68	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83044	12	6	282	199,50	1,97	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83045	12	6	279	197,80	1,38	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83046	12	6	282	210,40	4,29	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83051	12	6	285	207,40	1,51	2	1	0	0	0	0	0	0	0
83054	14	6	299	229,70	3,55	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83055	14	6	300	225,50	3,15	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83056	14	6	295	243,80	3,88	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83058	14	6	300	260,50	6,61	2	1	1	1	0	0	0	1	0
83059	14	6	290	225,80	6,18	2	1	1	1	0	0	0	1	0
83060	14	6	279	206,30	3,92	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83061*	14	6	272	194,50	2,72	2	1	1	0	0	0	0	1	0
83063	14	6	273	187,20	2,08	2	1	1	0	0	0	0	1	0
83067	17	6	284	206,80	3,84	2	1	1	0	0	0	0	1	0
83069*	17	6	303	261,70	4,98	2	1	1	0	0	0	0	1	1
83070	17	6	304	264,00	2,22	2	1	0	0	0	0	0	0	0
83071	17	6	292	226,00	3,20	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83072	17	6	280	239,20	2,57	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83073	17	6	285	242,30	3,49	2	1	1	0	0	0	0	1	0
83074	17	6	281	232,50	2,13	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83075	17	6	291	231,90	3,16	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83076*	17	6	290	213,90	4,10	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83078	19	6	276	186,00	3,78	2	1	1	0	0	0	0	1	1

Tableau 5. (Suite)

Numéro Poisson	Jour	Mois	Longueur (mm)	Poids (g)	Poids Gonades (g)	Âge	PRÉSENCE (1) / ABSENCE (0)							
							STADE 1	STADE 2	STADE 3	STADE 4	STADE 5	Follicule	Atrésie alpha	Atrésie beta
83079	19	6	293	239,60	3,17	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83080	19	6	315	313,40	6,87	3	1	1	0	0	0	0	1	1
83086	19	6	276	195,50	1,62	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83087	19	6	284	208,50	2,55	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83088	19	6	289	221,80	2,94	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83089*	20	6	325	309,90	9,50	3	1	1	1	1	0	0	1	0
83093	20	6	302	269,10	8,04	2	1	1	1	0	0	0	0	0
83094	20	6	281	210,40	3,16	2	1	1	0	0	0	0	1	1
83095	20	6	283	208,30	3,57	2	1	1	0	0	0	0	0	1
83096	20	6	273	193,40	2,53	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83100	25	6	269	167,20	1,56	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83101*	25	6	310	225,00	7,06	3	1	1	1	1	1	0	1	1
83103	25	6	268	173,10	1,78	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83104	25	6	320	264,40	2,93	3	1	1	0	0	0	0	0	1
83105	25	6	303	267,00	4,27	2	1	1	1	0	0	1	0	0
83106	25	6	305	247,10	2,90	2	1	1	0	0	0	1	1	0
83107*	25	6	282	208,30	3,28	2	1	1	0	0	0	0	1	1
83108	25	6	240	116,70	0,37	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83111	25	6	294	233,60	2,52	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83112	26	6	264	163,60	1,19	2	1	0	0	0	0	0	0	0
83113	26	6	239	115,50	0,58	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83114	26	6	275	202,40	1,56	2	1	0	0	0	0	0	0	0
83115	26	6	273	201,70	5,42	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83116	26	6	280	199,20	1,94	2	1	1	0	0	0	0	0	1
83117*	26	6	290	226,30	1,99	2	1	1	0	0	0	0	1	0
83145*	2	7	315	280,50	4,40	2	1	1	1	1	0	0	1	1
83146	2	7	290	229,70	2,13	2	1	0	0	0	0	0	0	1
83147*	2	7	298	238,60	2,91	2	1	1	0	0	0	0	1	1
83148	3	7	255	145,20	0,99	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83149	3	7	229	94,10	0,46	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83150	3	7	278	186,50	1,91	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83151	3	7	255	140,70	1,60	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83152	3	7	258	149,70	1,77	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83153	3	7	324	313,90	9,28	3	1	1	1	1	0	1	0	0

Tableau 5. (Suite)

Numéro Poisson	Jour	Mois	Longueur (mm)	Poids (g)	Poids Gonades (g)	Âge	PRÉSENCE (1) / ABSENCE (0)							
							STADE 1	STADE 2	STADE 3	STADE 4	STADE 5	Follicule	Atrésie alpha	Atrésie beta
83168	8	7	294	198,80	1,68	2	1	0	0	0	0	0	0	0
83169	8	7	236	117,80	0,65	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83170	8	7	223	83,60	0,44	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83171	8	7	285	188,10	1,75	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83172*	10	7	294	211,10	2,90	3	1	0	0	0	0	0	0	1
83173	10	7	226	100,60	0,39	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83190	11	7	313	266,60	7,24	3	1	1	1	1	0	0	0	0
83191	11	7	280	199,30	2,17	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83192	11	7	240	119,70	0,69	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83193	11	7	236	110,10	0,40	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83194	11	7	288	249,30	1,52	2	1	0	0	0	0	0	0	0
83195	11	7	220	84,20	0,27	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83201	16	7	289	234,90	2,58	2	1	1	0	0	0	0	0	1
83202	16	7	270	170,40	1,66	2	1	0	0	0	0	0	0	0
83203	16	7	248	136,70	0,51	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83204*	16	7	282	214,40	2,00	2	1	1	0	0	0	0	1	0
83205	16	7	251	151,10	0,69	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83211	18	7	304	245,60	3,24	3	1	0	0	0	0	0	0	1
83212*	18	7	288	208,60	6,16	2	1	1	1	1	0	1	1	0
83213	18	7	227	85,80	0,46	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83214*	18	7	268	158,40	1,25	2	1	1	0	0	0	0	1	1
83215	18	7	290	243,80	2,01	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83216	18	7	244	121,90	0,59	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83217	18	7	230	102,40	0,52	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83218	18	7	270	184,90	1,39	2	1	0	0	0	0	0	0	1
83219	18	7	276	227,20	2,10	2	1	0	0	0	0	0	0	0
83220*	24	7	291	219,00	2,56	2	1	1	0	0	0	0	0	1
83221	24	7	292	250,30	2,26	nd**	1	1	0	0	0	0	0	0
83230	24	7	298	241,00	28,49	nd	1	1	1	1	1	1	0	0
83231	24	7	303	264,30	8,92	2	1	1	1	1	1	1	0	0

* Ovocytes des stades de maturité supérieurs à 1, devenant atrétiques ou tous atrétiques

** Non déterminé

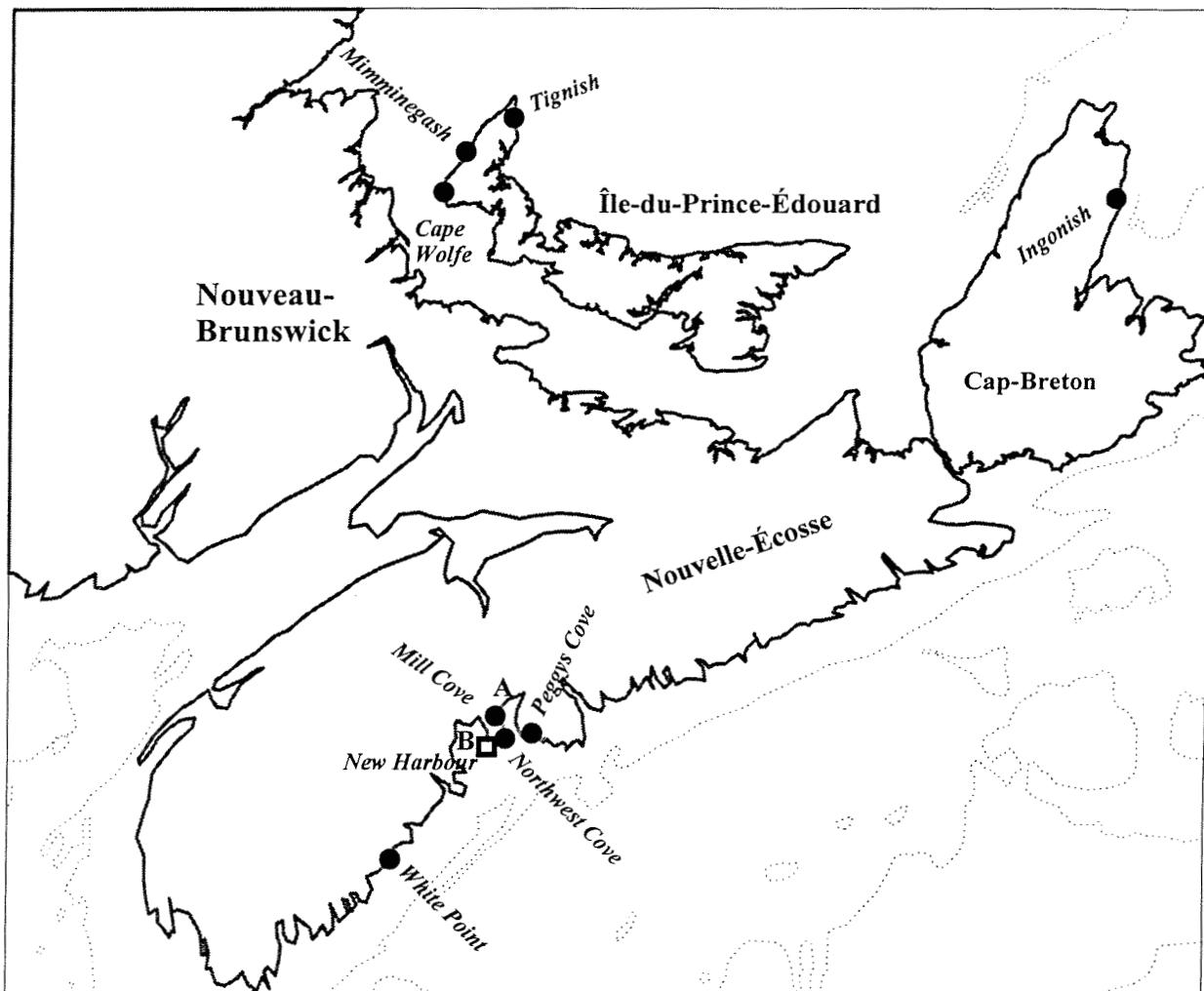
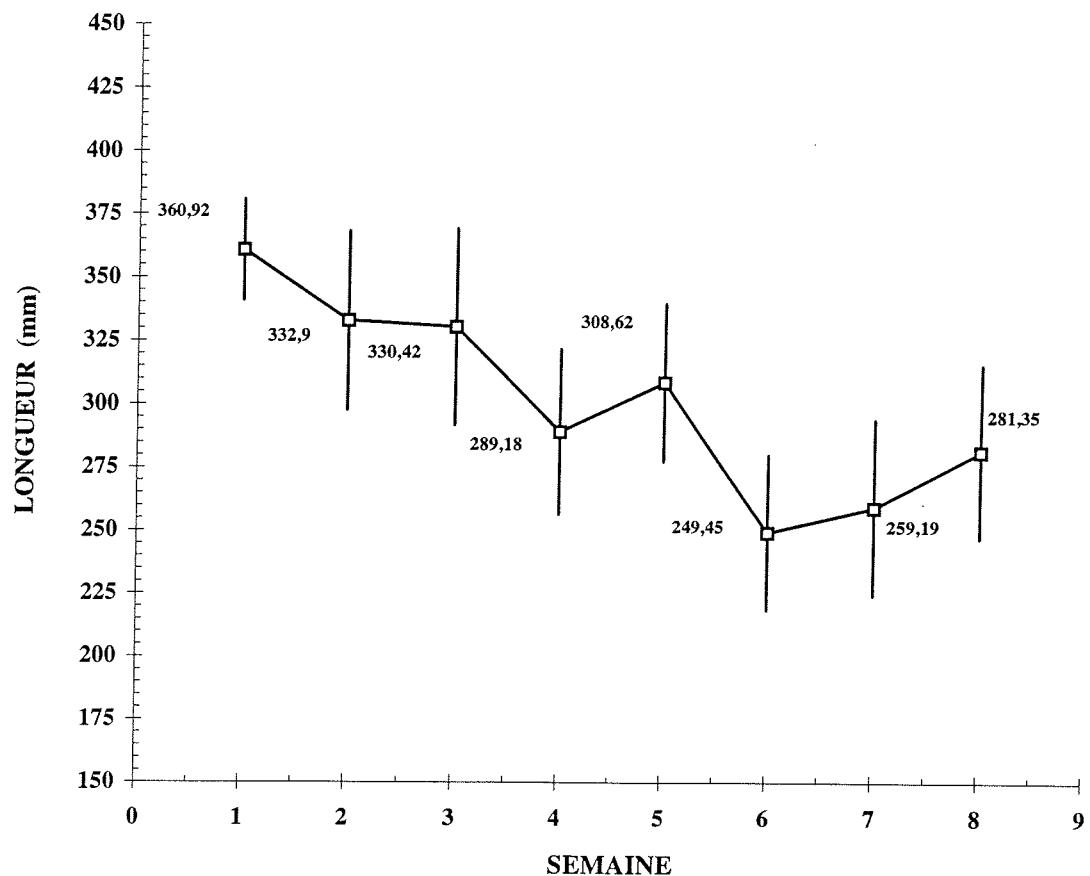


Figure 1. Carte des sites de capture (●) et d'échantillonnage (■) du maquereau en 1996 (l'isobathe de 100 m est présenté. A: Baie St. Margarets, B: Baie Mahone).



LÉGENDE :

- Semaine 1 = Du 2 au 8 juin
- Semaine 2 = Du 9 au 15 juin
- Semaine 3 = Du 16 au 22 juin
- Semaine 4 = Du 23 au 29 juin
- Semaine 5 = Du 30 juin au 6 juillet
- Semaine 6 = Du 7 au 13 juillet
- Semaine 7 = Du 14 au 20 juillet
- Semaine 8 = Du 21 au 27 juillet

Figure 2. Longueur moyenne et écart-type (barres verticales) hebdomadaires pour le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996.

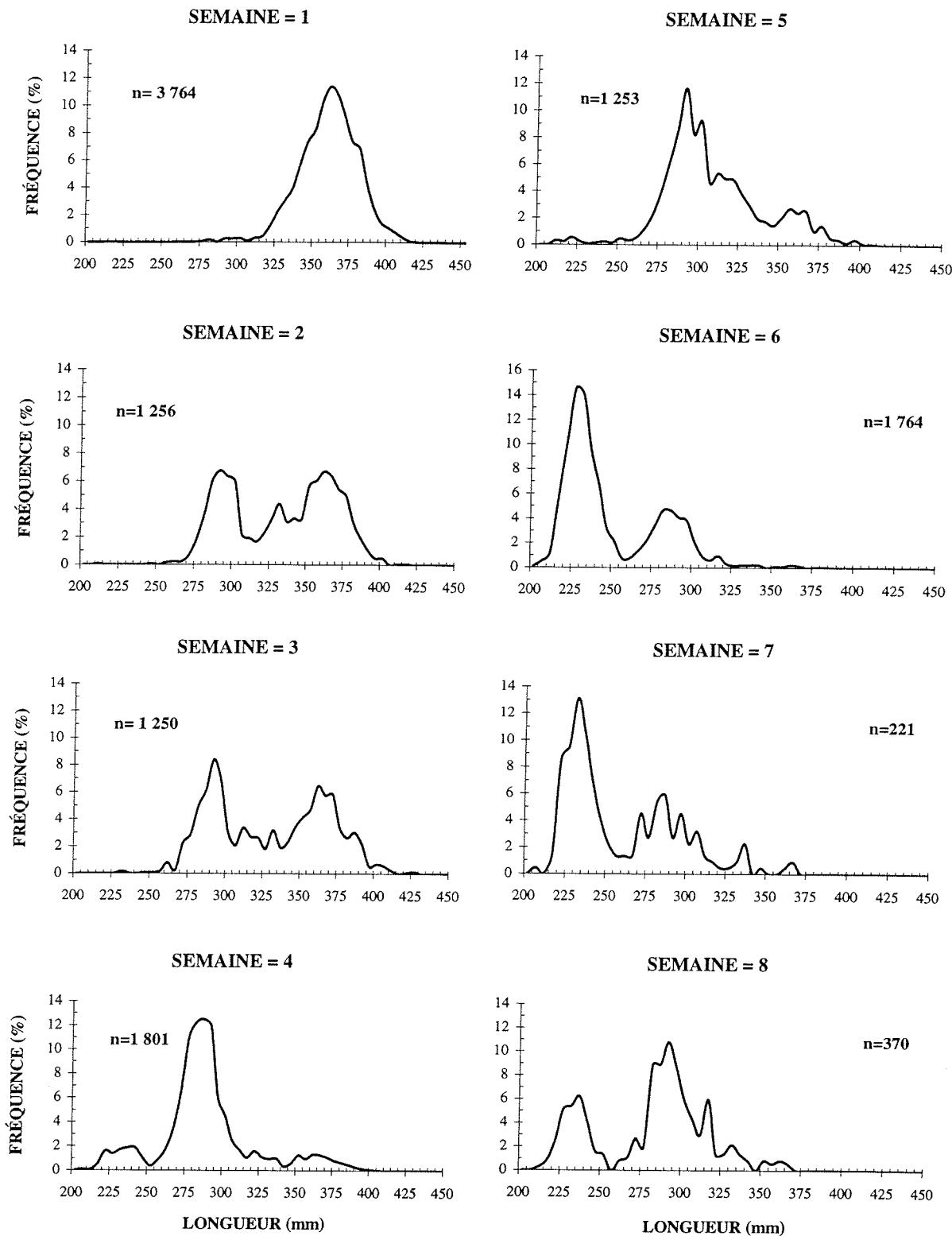
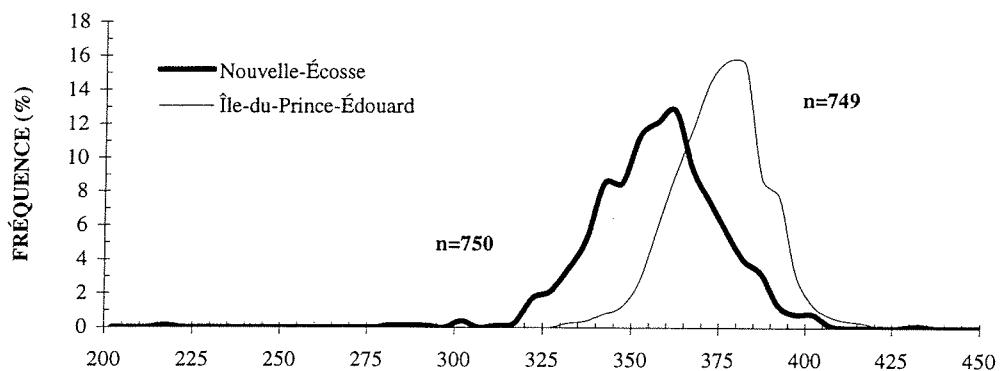
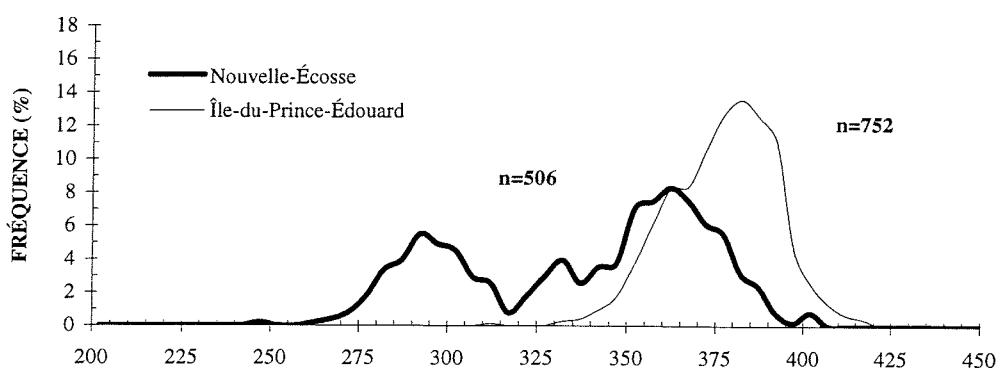


Figure 3. Distributions des fréquences de longueur hebdomadaires pour le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996 (n = nombre de poissons mesurés).

ÉCHANTILLONS DU 7 JUIN



ÉCHANTILLONS DU 12 JUIN



ÉCHANTILLONS DU 14 JUIN

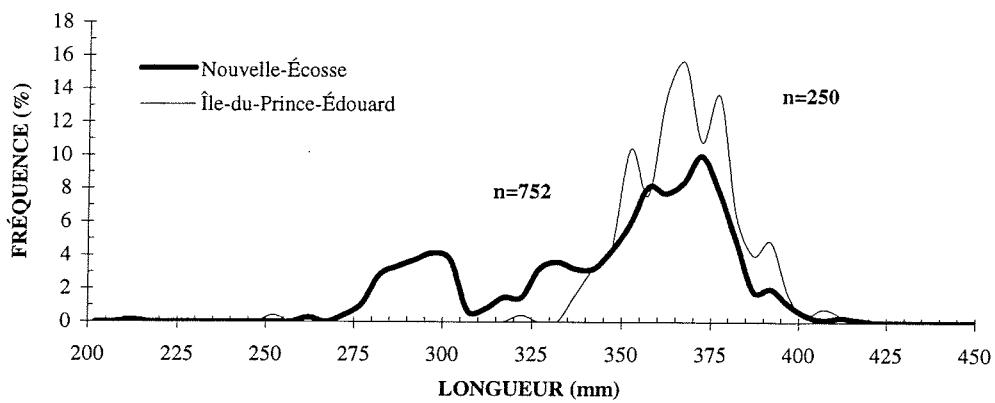


Figure 4. Distributions des fréquences de longueur pour le maquereau capturé dans la baie St. Margarets et à l'Île-du-Prince-Édouard (n est le nombre de poissons mesurés).

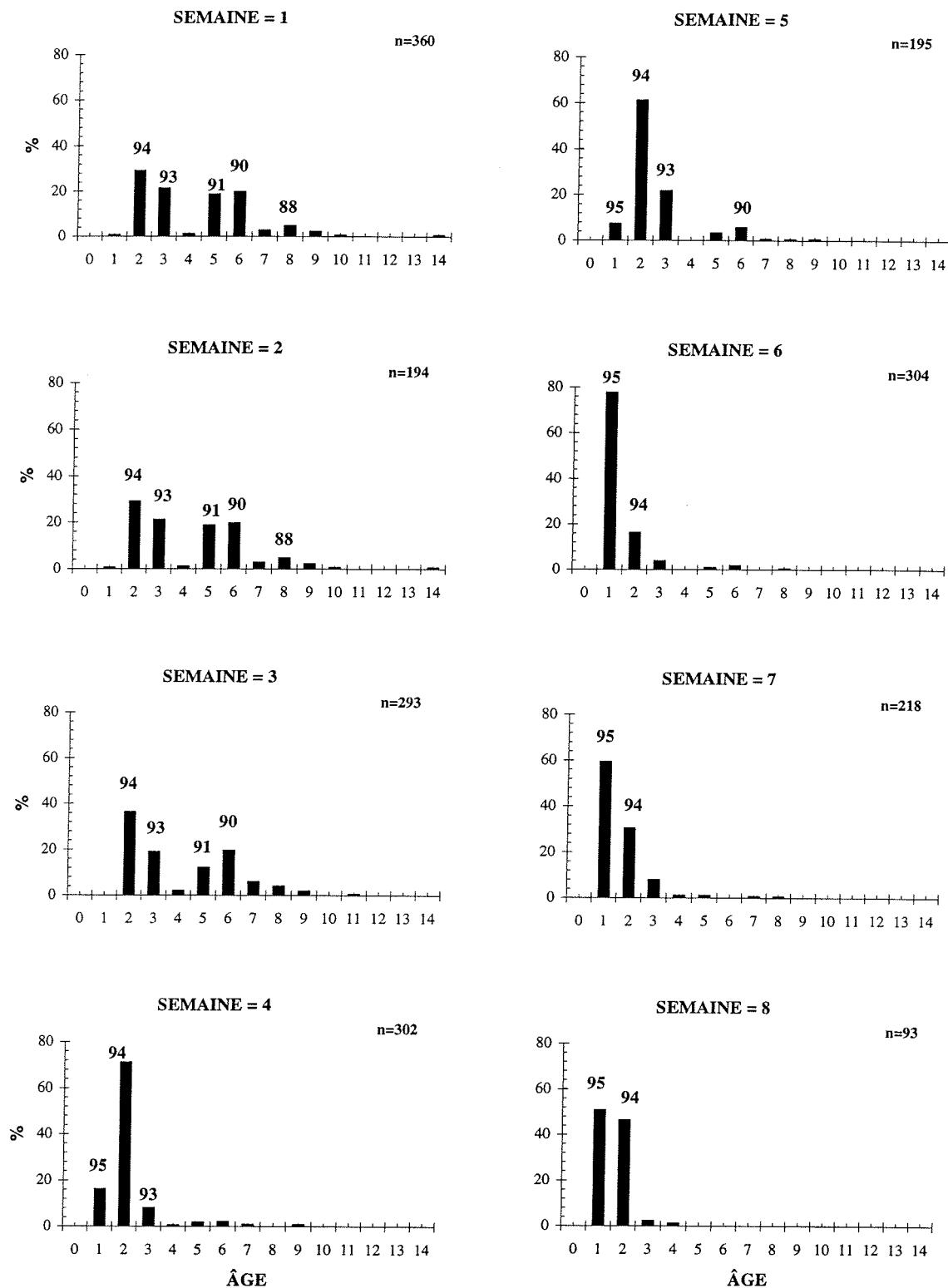


Figure 5. Distributions des fréquences d'âge hebdomadaires pour le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996 (n=nombre de poissons âgés; les nombres au-dessus des barres représentent les classes d'âge les plus importantes).

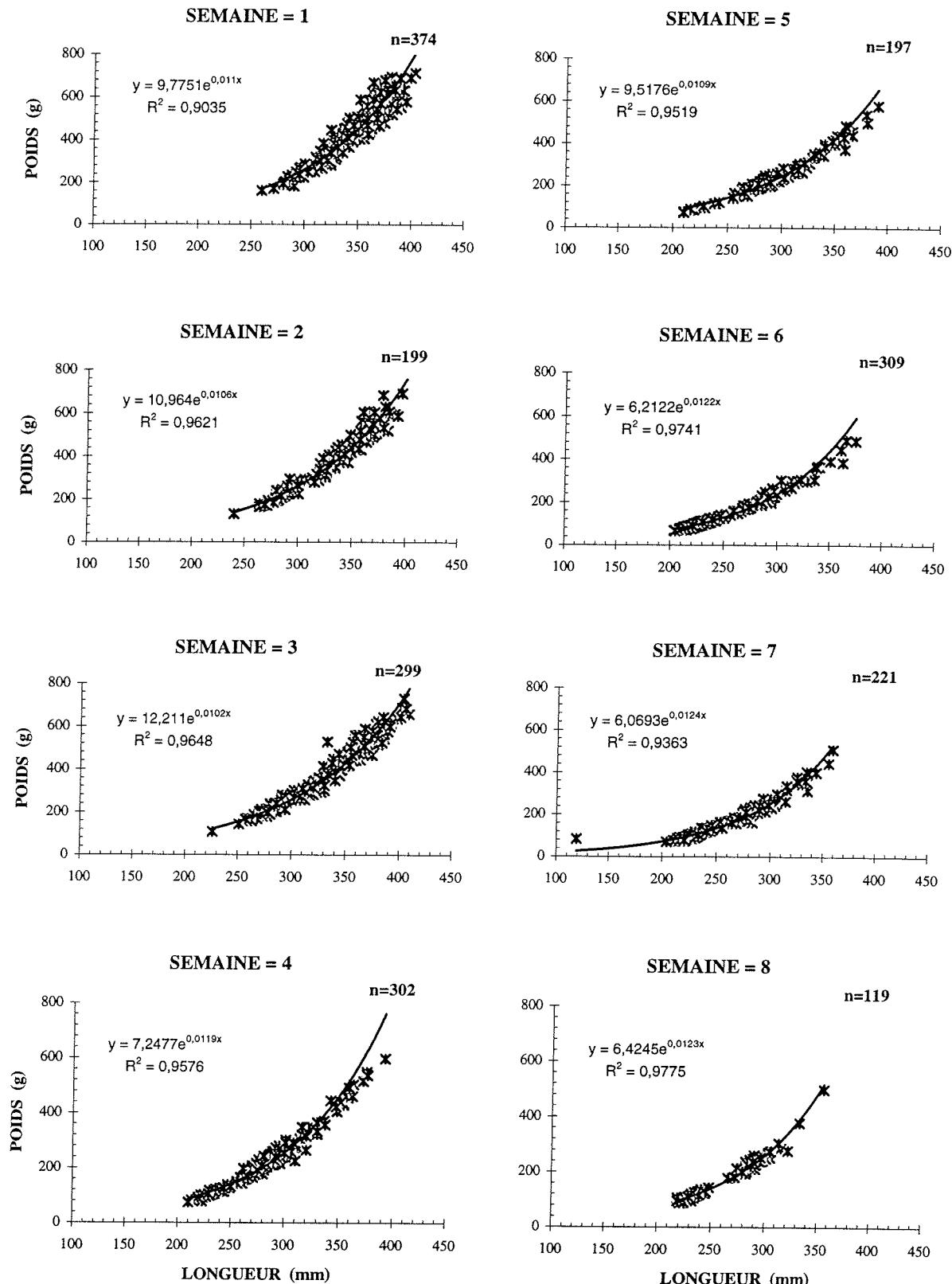


Figure 6. Relations hebdomadaires entre le poids et la longueur pour le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996 (n est le nombre de poissons échantillonnes).

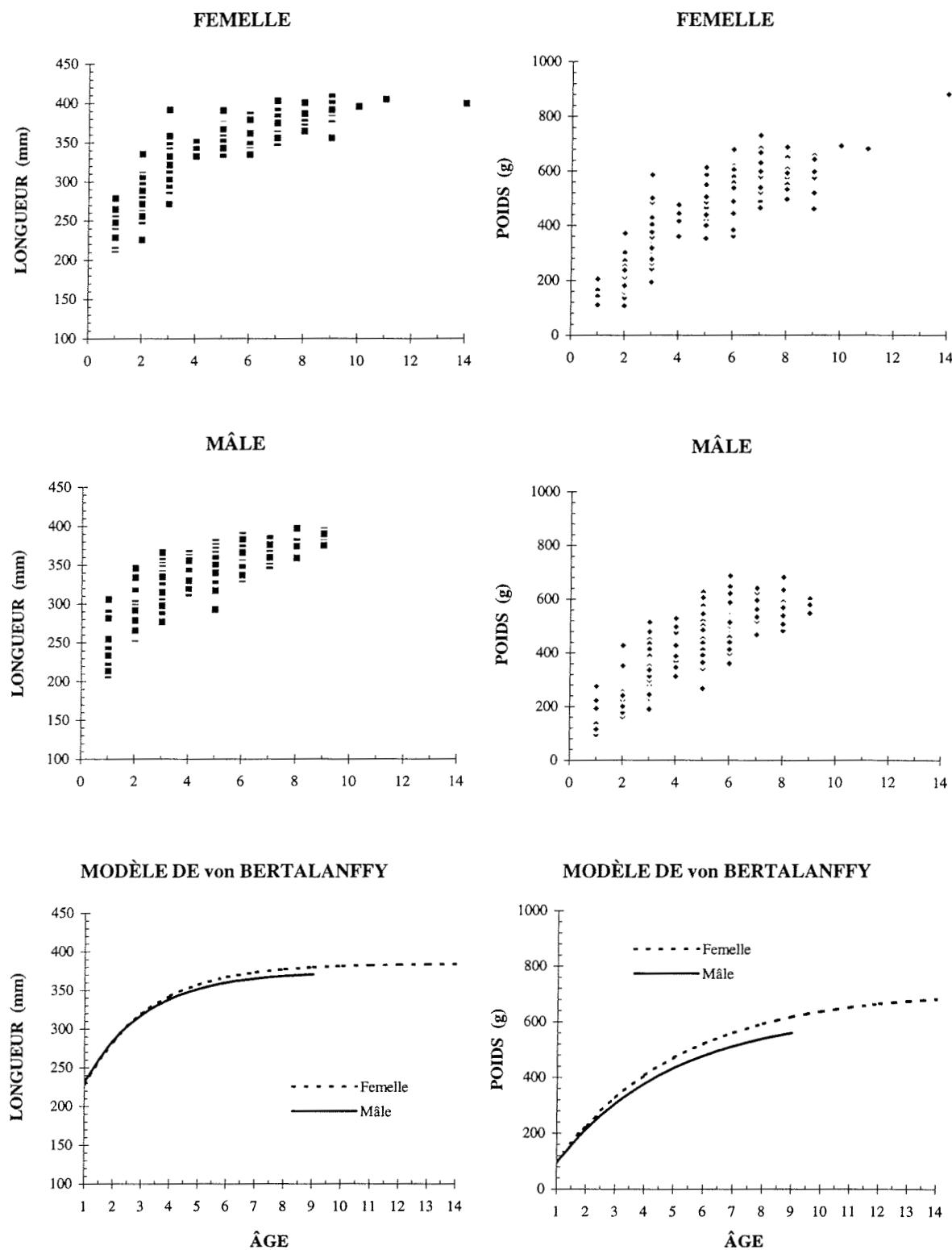


Figure 7. Longueur et poids à l'âge pour le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996 (les paramètres des courbes de von Bertalanffy sont présentés à la page 4).

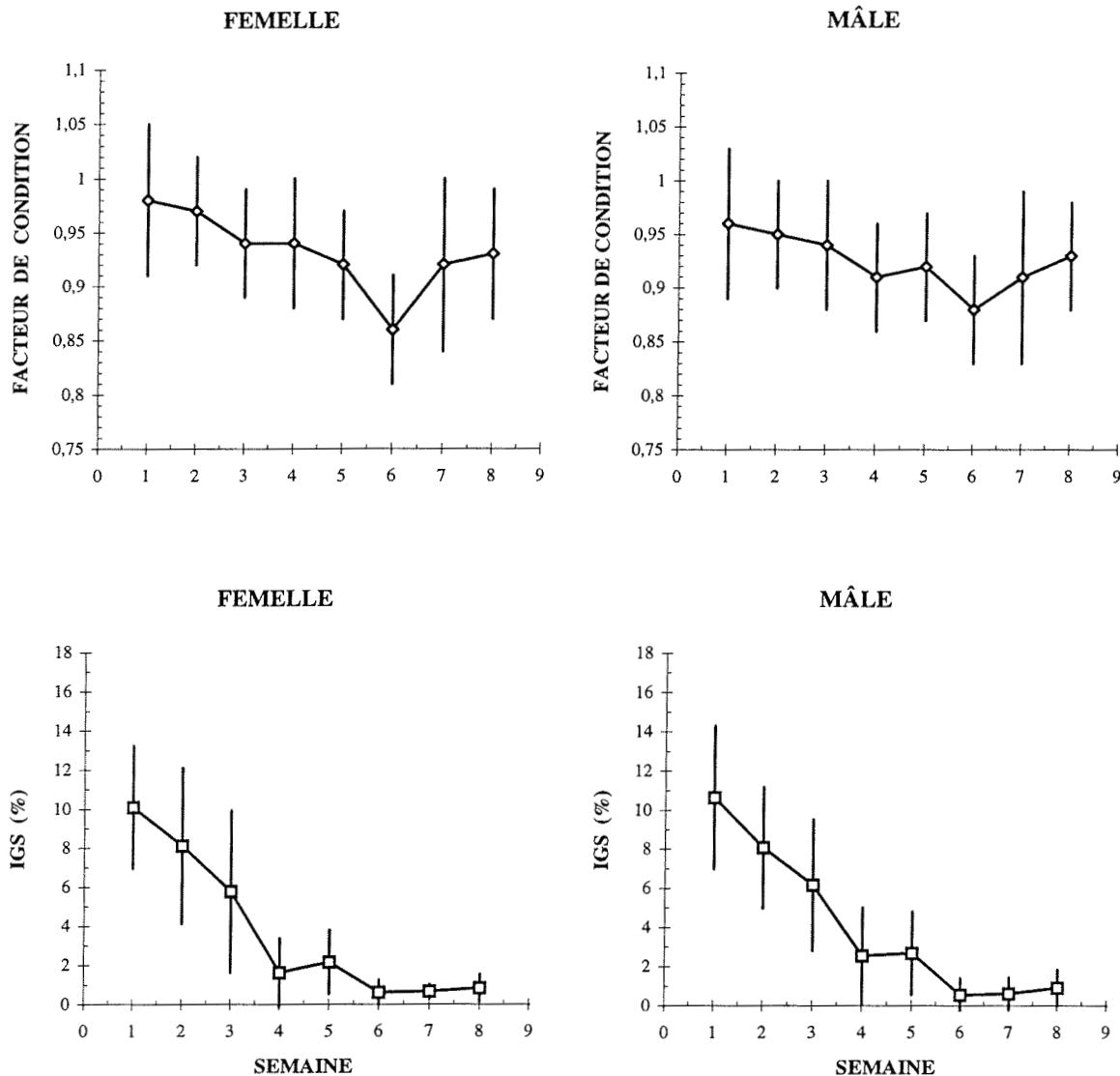


Figure 8. Valeurs moyennes et écart-types hebdomadaires de l'indice de condition de Fulton et de l'indice gonado-somatique (IGS) pour le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996 (les barres verticales représentent les écart-types).

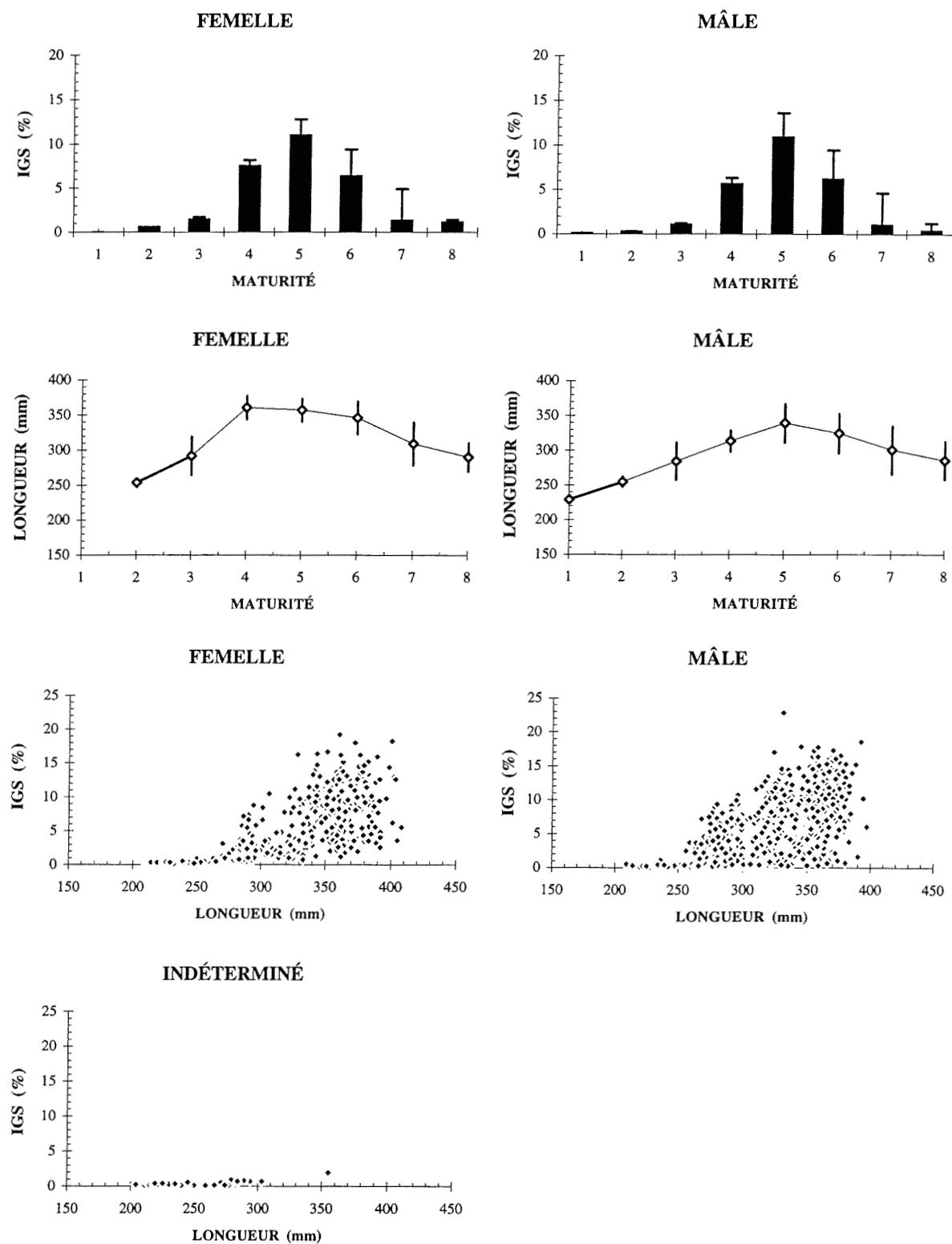


Figure 9. Valeurs moyennes, écart-types et relations entre la maturité, l'indice gonadosomatique et la longueur pour le maquereau échantillonné hebdomadairement dans la baie St. Margarets en 1996 (les barres verticales représentent les écart-types).

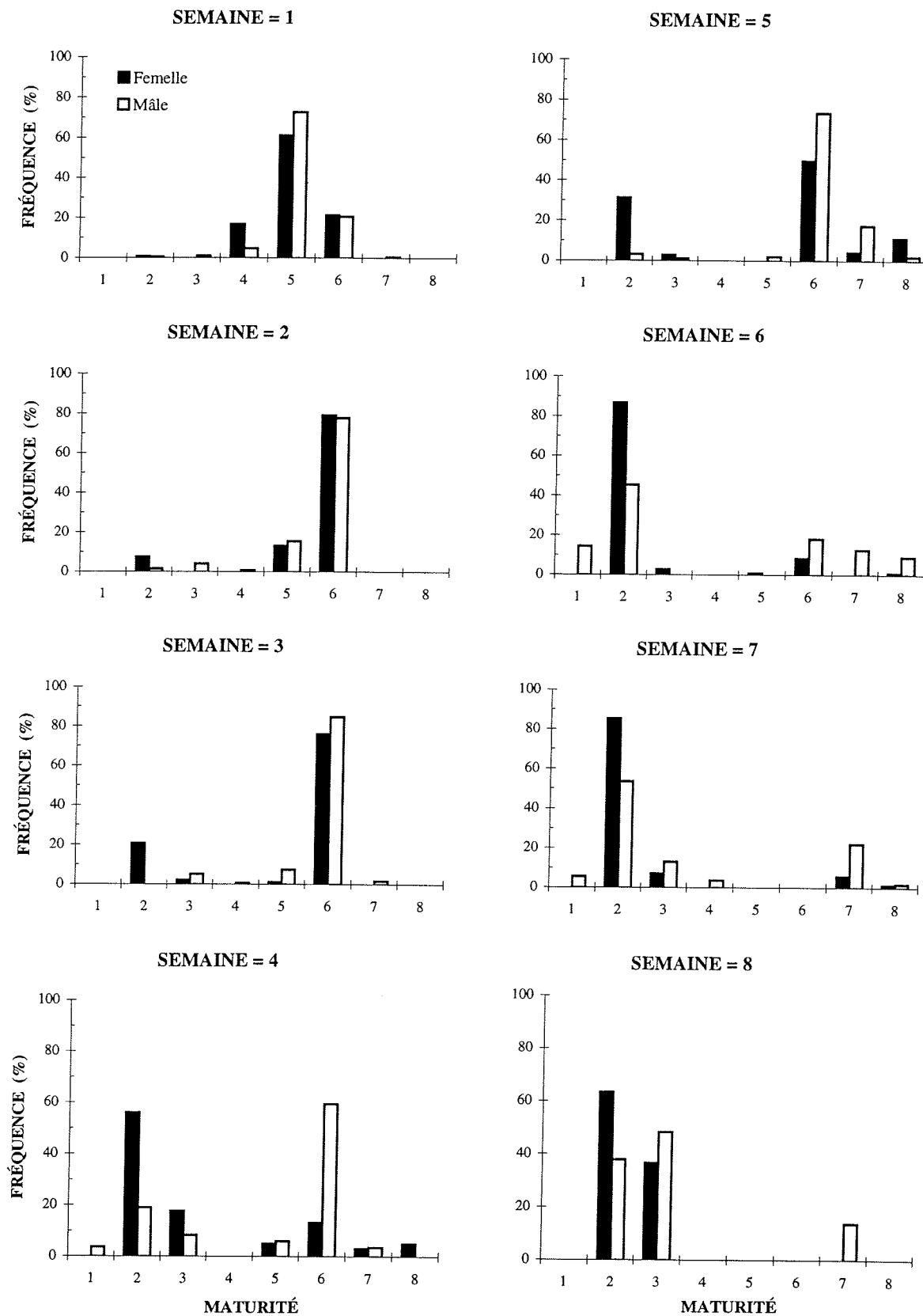


Figure 10. Distributions des stades de maturité chez les gonades de maquereau récoltées dans la baie St. Margarets en 1996.

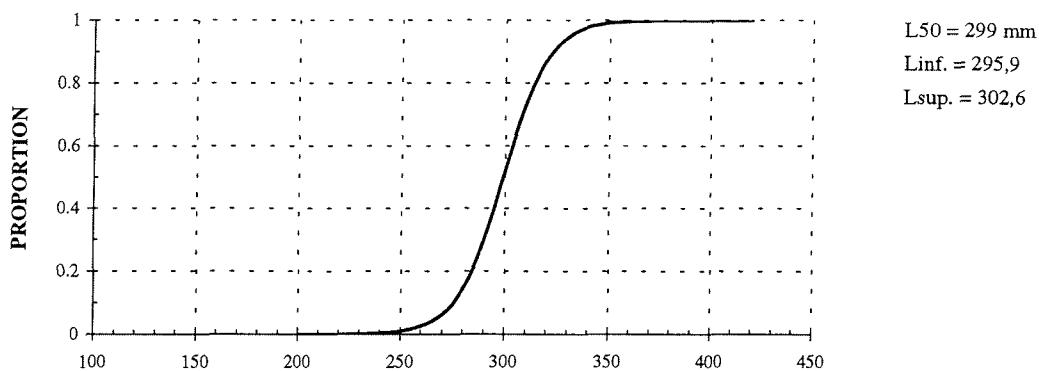
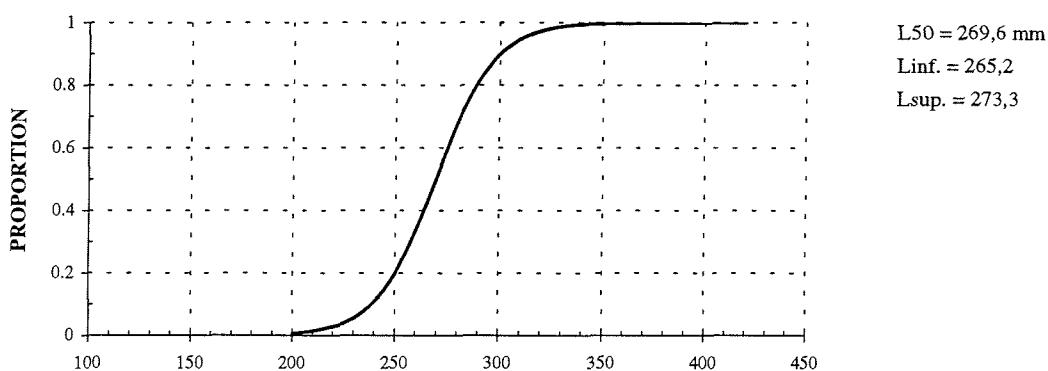
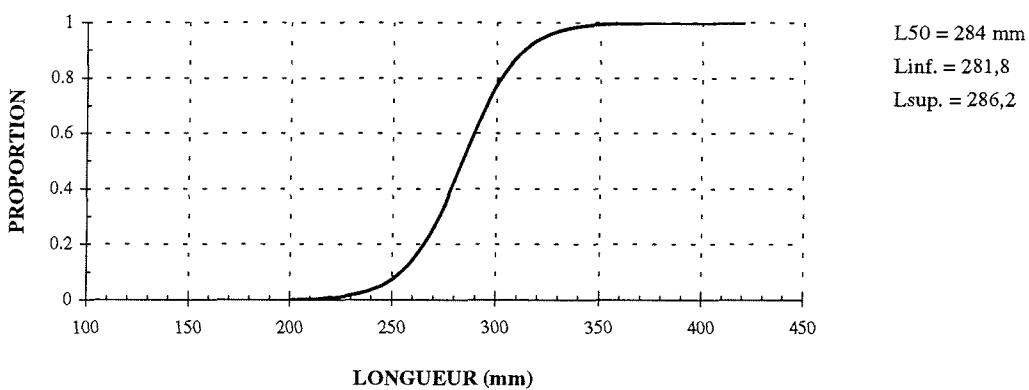
FEMELLE**MÂLE****FEMELLE ET MÂLE**

Figure 11. Maturité à la longueur chez le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996 (L_{50} est la longueur médiane et Linf. et Lsup. représentent les limites inférieures et supérieures basées sur les intervalles de confiance à 95%).

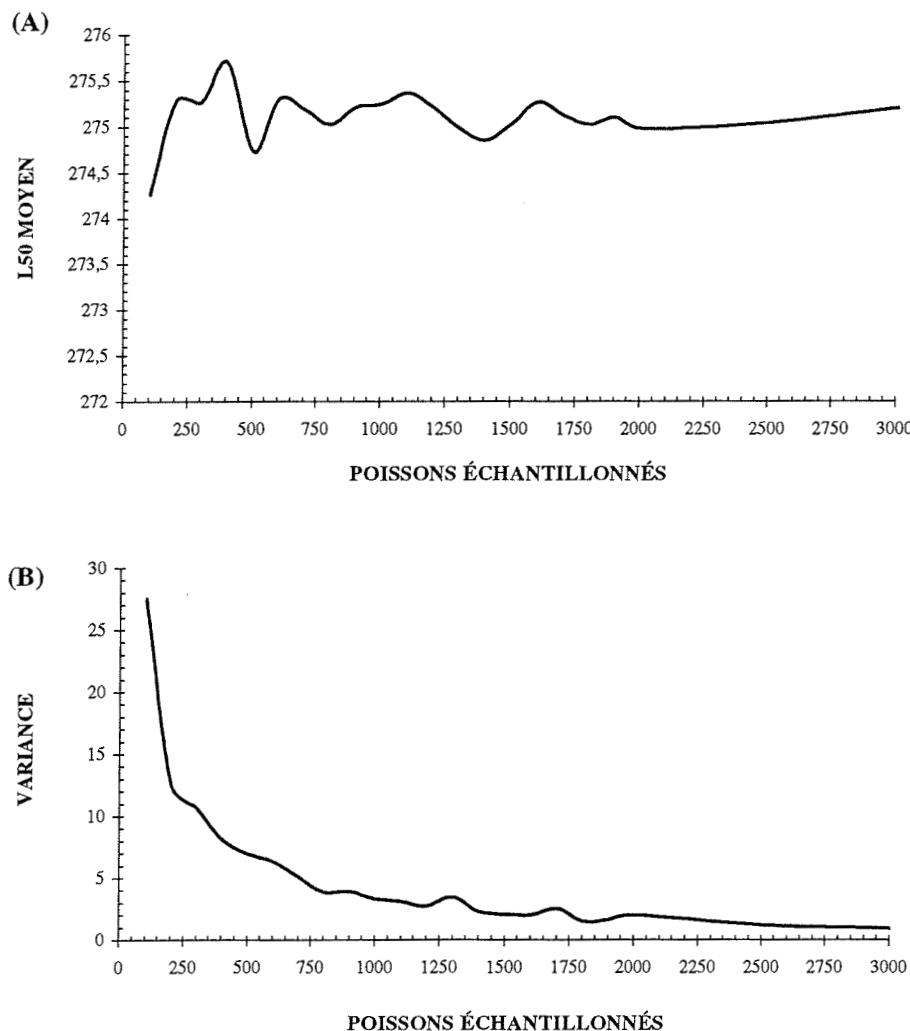


Figure 12. Variations de la longueur médiane L_{50} en fonction du nombre de poissons échantillonnés (pour un nombre de poissons variant de 100 à 3 000, L_{50} est calculée à 100 reprises; la moyenne (A) et la variance (B) sont présentées. À chaque calcul, les poissons sont tirés au hasard).

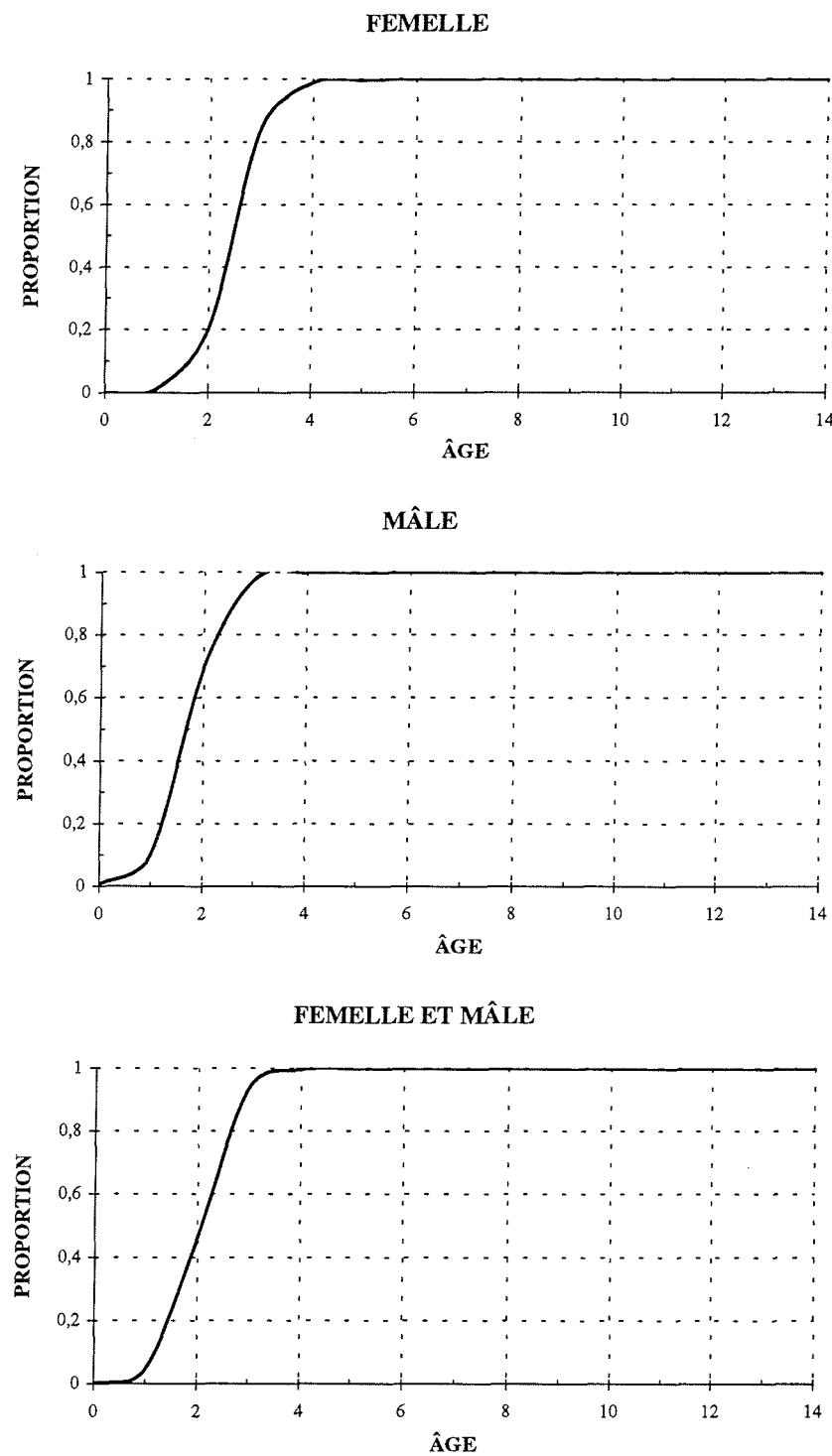


Figure 13. Maturité à l'âge pour le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996.

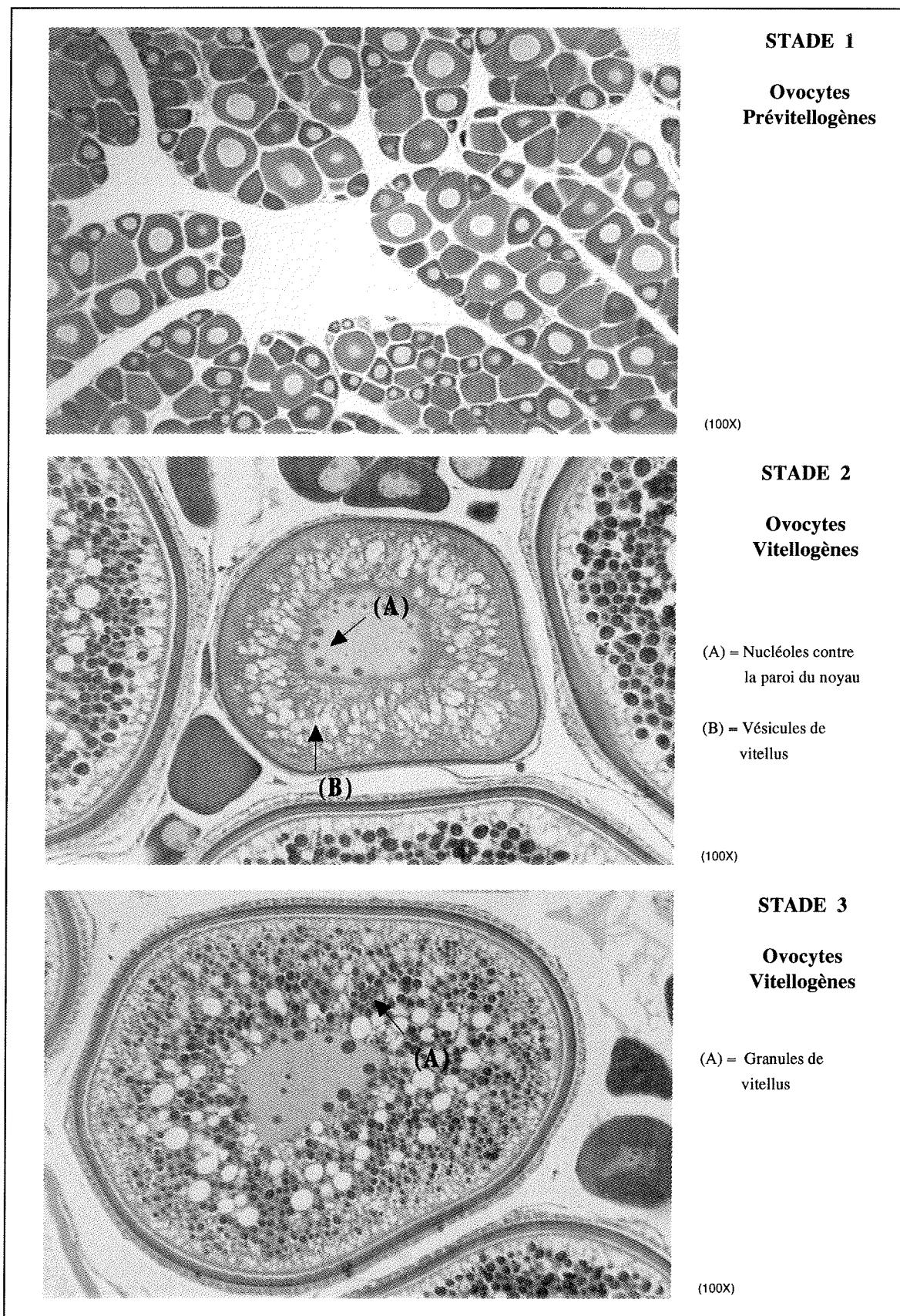


Figure 14. Description des ovocytes des stades de maturité 1 à 5, des follicules post-ovulatoires et des atrésies pour les ovaires de maquereau échantillonnés dans la baie St. Margarets en 1996.

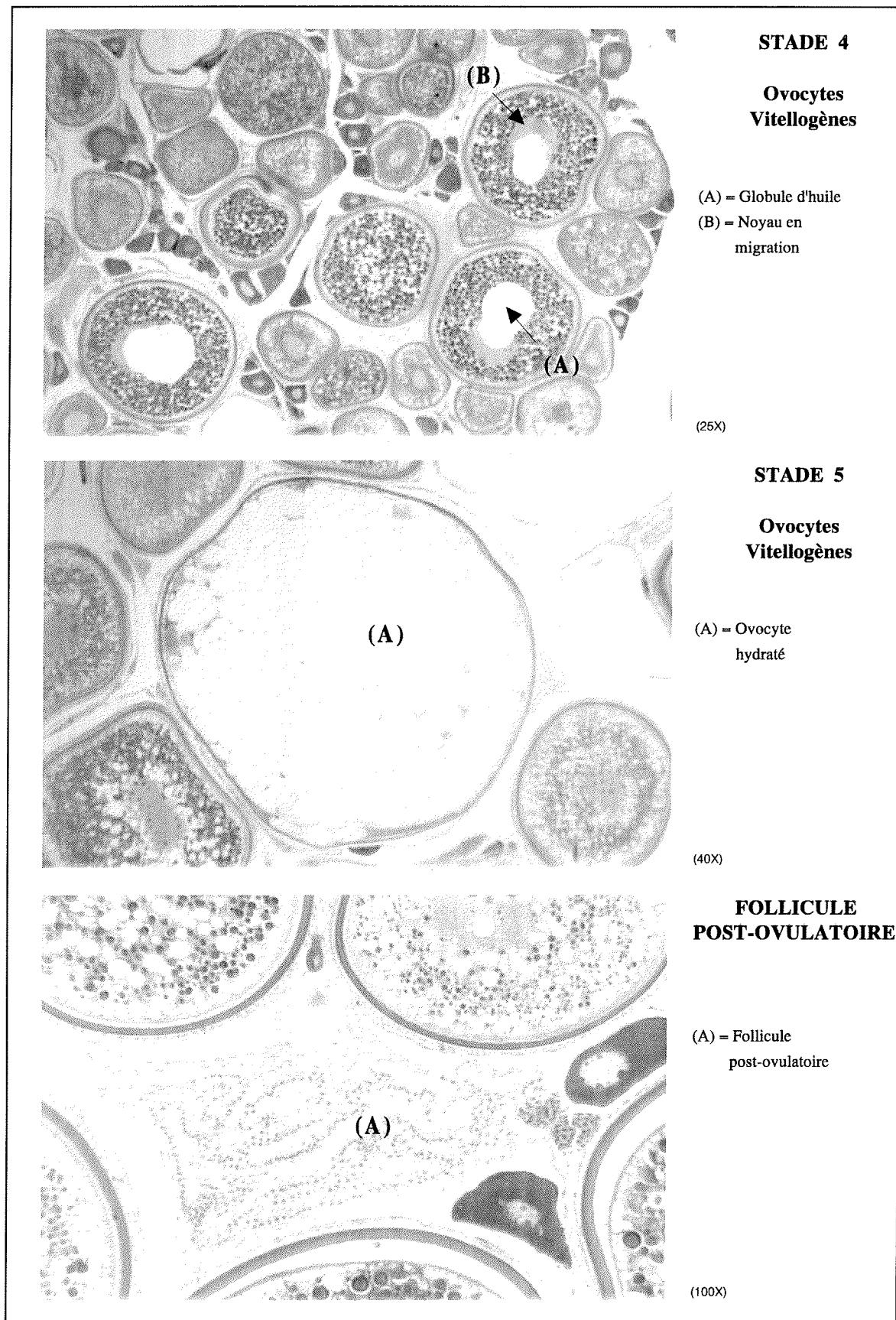


Figure 14. (Suite)

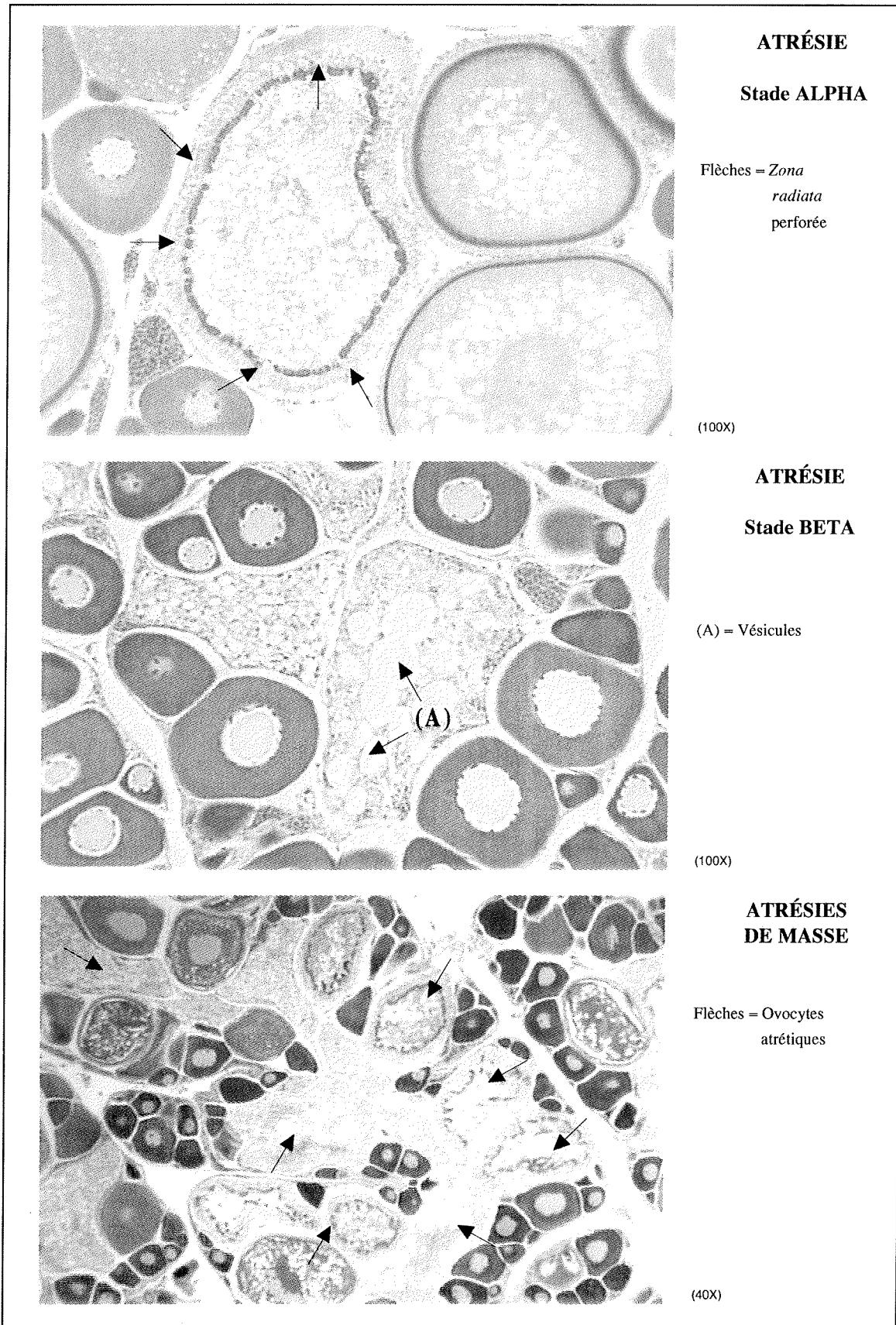


Figure 14. (Suite)

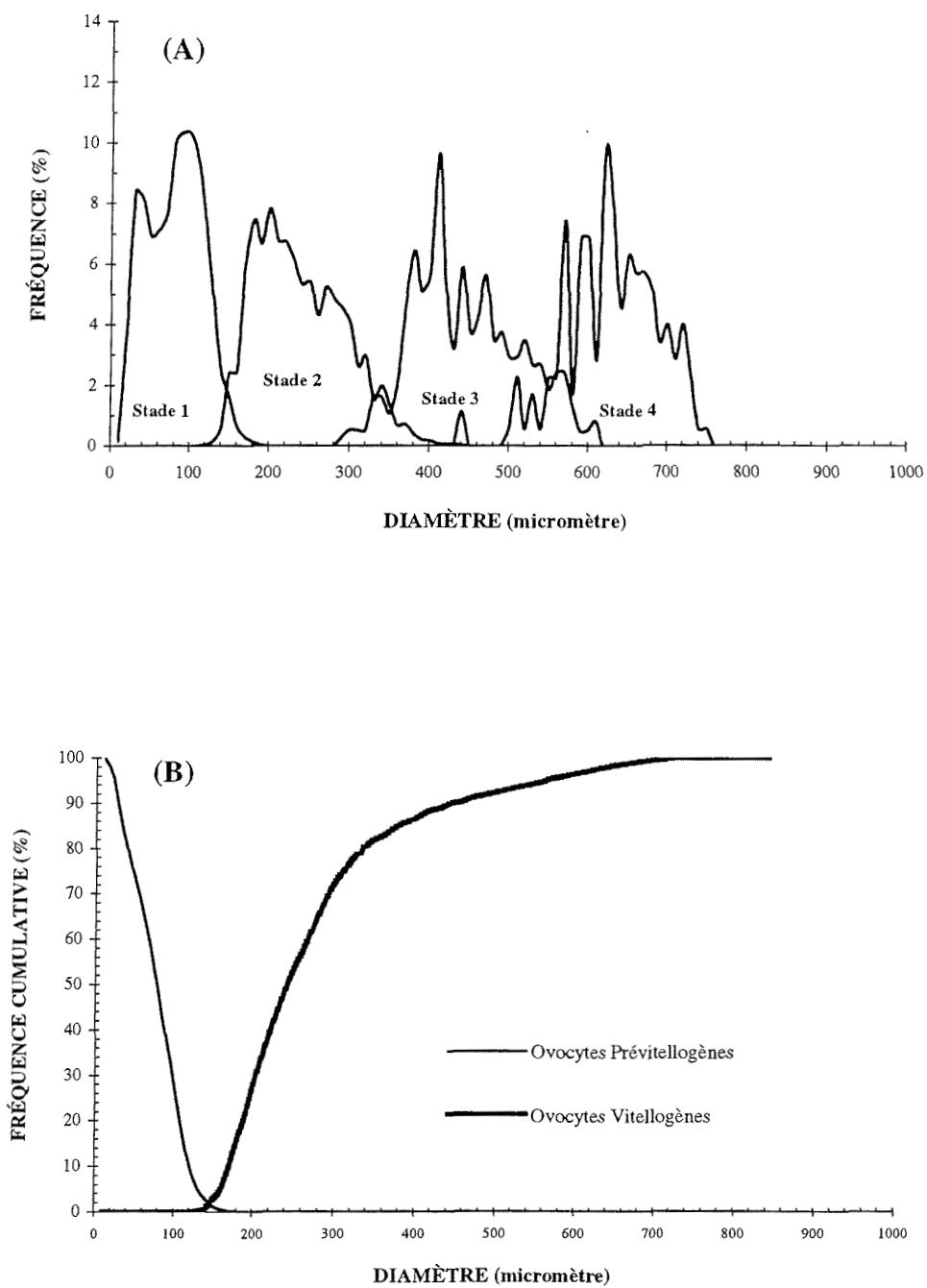


Figure 15. Distributions des diamètres des ovocytes des stades de maturité 1 à 4 (A) et distributions cumulatives des ovocytes prévitellogènes et vitellogènes (B) pour les ovaires de maquereau échantillonnés dans la baie St. Margarets en 1996.

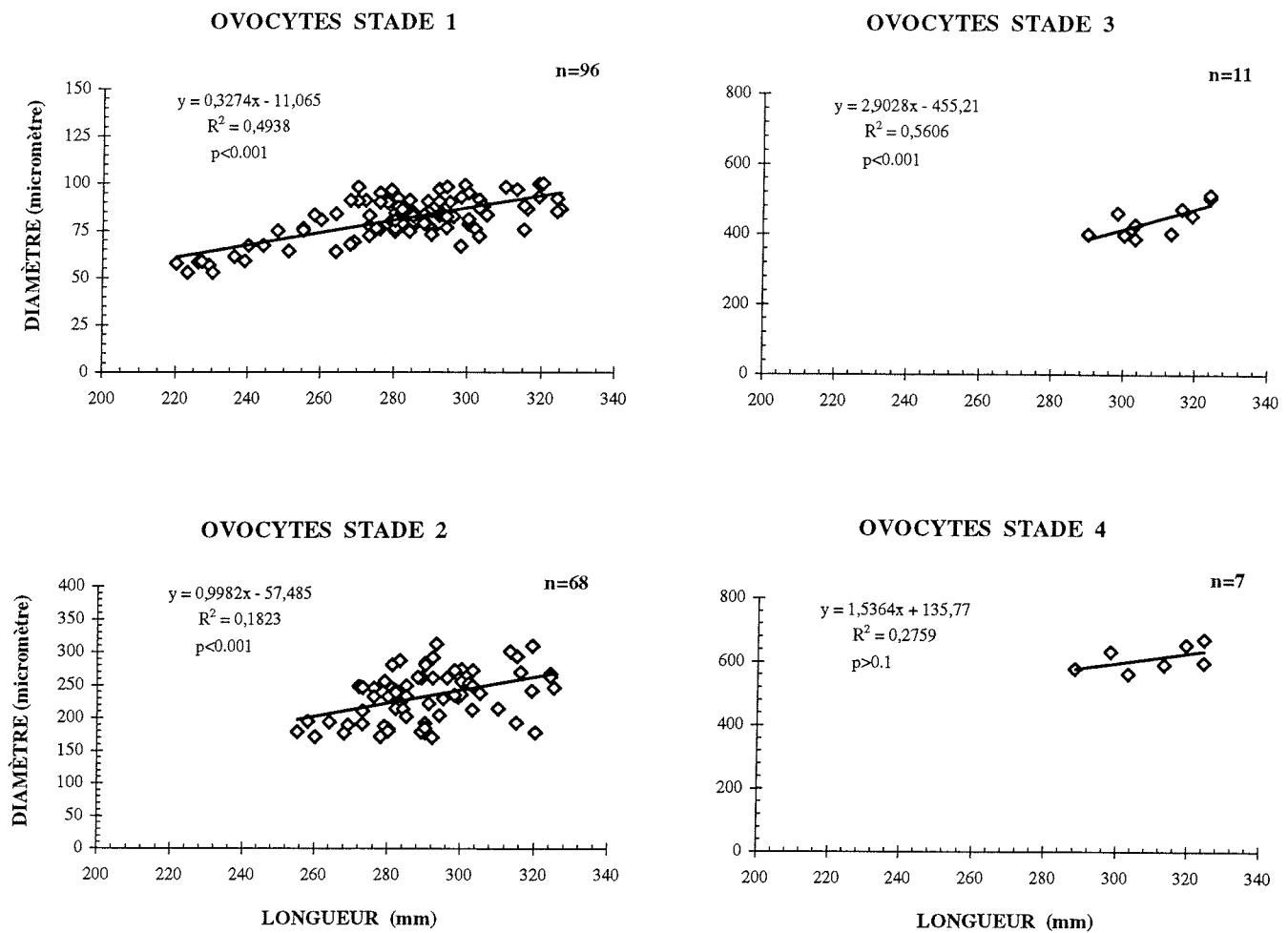


Figure 16. Relations entre les diamètres moyens des ovocytes des stades de maturité 1 à 4 et la longueur pour le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996 (n = nombre d'ovaires ou de femelles).

Annexe 1. Pourcentages en gras calculés pour du maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en 1996.

DATE	NUMÉRO ÉCHANT.	LONGUEUR (mm)	POIDS (g)	SEXÉ	MATURITÉ	POIDS DES GONADES (g)	ÂGE	% GRAS*
96-06-03	1	381	519,8	F	5	48,14	6	4,07
		379	604,1	M	5	69,71	9	
		382	656,2	F	5	87,71	8	
	2	392	815,5	M	5	151,73	nd**	5,78
		387	618,4	F	5	49,46	7	
		385	576,9	F	4	36,75	6	
	3	314	347,7	M	5	41,62	4	7,61
		317	286,2	M	5	20,70	3	
	4	353	454,4	F	5	35,72	5	4,29
		356	497,6	F	5	61,41	5	
		356	492,6	M	5	55,40	5	
96-06-05	4	337	401,9	F	4	28,70	3	3,4
		341	501,4	F	4	56,12	3	
		340	433,7	M	5	51,74	5	
	5	388	630,1	F	5	76,42	8	6,83
		392	629,7	F	4	30,38	nd	
		402	712,0	F	5	92,50	nd	
	6	310	319,8	M	5	25,87	3	nd
		310	270,2	nd	nd	nd	3	
		312	304,9	M	5	21,07	3	
	7	280	187,6	nd	nd	nd	2	5,28
		281	199,9	M	3	3,91	2	
		282	203,0	M	5	14,20	2	
96-06-07	10	327	364,1	M	6	15,82	3	nd
		331	369,9	M	6	28,94	4	
		328	365,6	M	6	17,96	3	
	11	350	427,7	F	6	23,03	4	nd
		366	496,3	F	5	31,84	6	
		350	473,7	M	6	50,44	5	
	12	388	688,5	M	5	105,08	6	nd
		372	536,2	M	6	58,72	6	
		372	578,3	F	5	63,30	6	
96-06-11	22	341	408,0	M	6	33,53	5	nd
		347	502,1	M	6	69,25	6	
		350	432,2	M	6	51,75	6	

Annexe 1. (Suite)

DATE	NUMÉRO ÉCHANT.	LONGUEUR (mm)	POIDS (g)	SEXЕ	MATURITÉ	POIDS DES GONADES (g)	ÂGE	% GRAS*
96-06-11	22	370	573,5	M	5	74,47	6	nd
		374	621,3	M	6	71,01	8	
		380	573,4	M	6	70,82	6	
	401	401	670,0	F	6	71,45	9	nd
		410	774,7	M	6	97,63	8	
		422	822,3	F	6	92,16	8	
96-06-12	25	281	193,4	M	3	4,73	2	nd
		282	224,2	M	6	11,24	2	
		283	212,7	M	5	12,20	2	
	326	326	355,9	M	6	34,47	3	nd
		330	387,5	F	6	30,59	3	
		325	346,0	F	6	25,26	3	
96-06-13	355	355	499,3	M	6	53,71	5	nd
		351	440,5	M	6	26,01	6	
		355	477,0	F	6	26,14	nd	
	372	372	508,6	F	6	23,13	6	nd
		378	683,5	M	5	97,51	8	
		372	532,7	M	6	54,13	6	
96-06-14	31	289	246,6	F	6	16,35	3	nd
		294	261,3	M	6	20,03	2	
		293	267,5	M	6	21,46	5	
	330	330	390,2	M	6	45,16	3	nd
		320	367,8	F	6	15,40	3	
		341	377,9	M	6	29,83	3	
96-06-15	389	389	596,6	F	6	19,10	9	nd
		383	597,5	M	6	66,87	7	
		392	587,0	F	6	23,70	3	
	37	280	199,1	F	2	1,59	2	7,90
		272	181,5	M	6	3,32	2	
		283	224,6	F	6	3,20	2	
96-06-16	350	350	462,4	F	6	55,82	5	5,58
		354	470,0	M	6	68,68	6	
		350	461,5	M	6	35,24	5	
	385	385	542,6	F	6	55,00	6	2,28
		382	548,7	M	6	38,10	8	
		383	603,4	M	6	73,24	nd	

Annexe 1. (Suite)

DATE	NUMÉRO ÉCHANT.	LONGUEUR (mm)	POIDS (g)	SEXЕ	MATURITÉ	POIDS DES GONADES (g)	ÂGE	% GRAS*
96-06-19	38	262	161,4	M	3	1,23	2	3,25
		257	165,8	F	2	0,76	2	
		251	143,2	F	2	0,22	2	
	310	310	304,8	M	6	35,29	3	2,53
		310	311,7	M	6	24,18	3	
		315	285,7	M	6	10,27	3	
96-06-20	40	379	570,0	M	6	30,72	8	1,53
		408	657,1	F	6	36,39	9	
		401	687,7	F	6	42,68	8	
	280	280	209,9	M	6	15,40	2	5,29
		276	202,5	M	6	16,45	2	
		278	196,5	F	2	1,38	2	
96-06-25	43	350	441,1	M	6	42,55	5	5,89
		351	483,4	F	6	59,08	6	
		349	418,1	M	6	35,62	6	
	391	391	613,1	F	6	57,68	5	2,24
		388	575,8	F	6	32,09	9	
		390	598,8	F	6	45,96	7	
96-06-26	45	223	77,4	M	2	0,19	1	nd
		239	116,2	F	2	0,38	1	
		244	113,6	nd	1	0,12	1	
	310	310	225,0	nd	nd	nd	3	nd
		299	238,6	F	3	3,50	2	
		322	348,4	F	5	34,69	3	
96-06-26	392	392	597,7	F	6	15,37	9	nd
		375	548,0	M	6	30,85	9	
		376	535,4	M	6	40,22	7	
	224	224	91,1	nd	1	0,07	1	nd
		219	87,8	nd	1	0,06	1	
		223	96,6	M	1	0,08	1	
96-06-26	276	276	202,8	F	2	1,30	2	nd
		278	193,6	M	7	2,87	2	
		271	193,2	nd	2	0,99	2	
	342	342	444,8	F	6	34,96	4	nd
		333	363,7	M	6	3,75	3	
		316	348,1	F	6	16,73	3	

Annexe 1. (Suite)

DATE	NUMÉRO ÉCHANT.	LONGUEUR (mm)	POIDS (g)	SEXЕ	MATURITÉ	POIDS DES GONADES (g)	ÂGE	% GRAS*
96-06-28	46	221	89,5	F	2	0,29	1	nd
		220	90,3	F	2	0,26	1	
		219	91,6	F	2	0,35	1	
	275	275	209,1	F	2	1,17	2	nd
		276	183,2	M	3	1,96	2	
		275	212,3	F	3	2,25	2	
	330	330	364,6	M	6	5,20	3	nd
		336	370,6	F	6	13,02	3	
		330	332,2	M	6	7,71	3	
96-07-02	49	224	94,6	nd	1	nd	1	4,97
		227	96,9	nd	1	nd	1	
		264	164,0	M	3	0,74	2	
	314	314	297,3	M	6	9,78	3	6,59
		306	280,4	F	6	8,30	nd	
		313	261,6	M	7	3,84	3	
	390	390	580,3	M	6	9,35	9	1,51
		366	459,3	M	6	21,85	6	
		380	500,4	M	6	3,66	8	
96-07-03	51	210	70,7	nd	1	0,06	1	1,76
		210	76,5	M	2	0,21	1	
		210	71,2	nd	1	0,09	1	
	284	284	208,4	M	7	1,81	2	3,41
		286	222,8	M	6	12,13	2	
		285	226,9	M	6	2,16	2	
	379	379	537,9	F	6	23,36	6	3,79
		364	455,1	F	6	12,92	6	
		366	441,0	M	7	3,03	6	
96-07-08	54	210	78,2	F	2	0,18	1	nd
		213	77,3	nd	1	nd	1	
		213	78,6	M	2	0,19	1	
	241	241	118,9	M	2	0,36	1	nd
		240	123,9	M	2	nd	1	
		262	160,6	M	7	0,52	2	
	294	294	198,8	nd	nd	nd	2	nd
		297	225,6	nd	nd	nd	2	
		285	188,1	nd	nd	nd	2	

Annexe 1. (Suite)

DATE	NUMÉRO ÉCHANT.	LONGUEUR (mm)	POIDS (g)	SEXÉ	MATURITÉ	POIDS DES GONADES (g)	ÂGE	% GRAS*
96-07-10	57	215	70,5	nd	1	0,07	1	nd
		220	76,2	nd	1	nd	1	
		213	86,6	F	2	0,20	1	
	291	222,0	M	6	1,18	nd	nd	
		213,0	M	6	0,64	2		
		238,2	M	6	4,31	2		
	360	445,0	F	6	11,61	6	nd	
		392,1	M	7	1,28	5		
		488,8	F	6	8,53	6		
96-07-11	58	214	80,3	F	2	0,26	1	nd
		209	77,5	M	2	0,40	1	
		211	77,0	nd	1	0,09	1	
	285	200,2	F	2	1,80	2	nd	
		205,9	F	2	1,36	2		
		225,5	F	3	3,04	2		
	322	305,8	F	6	4,79	3	nd	
		485,1	M	6	5,06	8		
		384,1	F	3	4,55	6		
96-07-16	60	219	86,7	F	2	0,27	1	4,01
		225	106,5	F	2	0,42	1	
		221	94,4	F	2	0,32	1	
	295	229,5	M	2	1,17	2	3,56	
		225,8	F	2	1,51	2		
		236,9	M	3	1,24	2		
	335	313,5	M	2	0,82	3	5,80	
		403,9	F	3	4,70	3		

* Moyenne de 2 ou 3 poissons

** Non déterminé

Maturity at length and age in Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) sampled in St. Margarets Bay, Nova Scotia, in 1996

F. Grégoire, R. H. Crawford, G. Moreault, G. Myra and R. Conrad

Regional Science Branch
Department of Fisheries and Oceans
Maurice Lamontagne Institute
850 route de la Mer, P.O. Box 1000
Mont-Joli (Quebec)
G5H 3Z4

1999

**Canadian Technical Report of
Fisheries and Aquatic Sciences 2278**



Pêches
et Océans

Fisheries
and Oceans

Canada

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Technical reports contain scientific and technical information that contribute to existing knowledge but that are not normally appropriate for primary literature. Technical reports are directed primarily toward a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter, and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries and aquatic sciences.

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is indexed in the data base *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts*.

Numbers 1-456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457-714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715-924 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Les rapports techniques sont destinés essentiellement à un public international et ils sont distribués à cet échelon. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications intégrales. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont indexés dans la base de données *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts*.

Les numéros 1 à 456 de cette série ont été publiés à titre de rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457 à 714 sont parus à titre de rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715 à 924 ont été publiés à titre de rapports techniques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 925.

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement d'origine dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

Canadian Technical Report of
Fisheries and Aquatic Sciences 2278

1999

MATURITY AT LENGTH AND AGE IN ATLANTIC MACKEREL
(*Scomber scombrus* L.) SAMPLED IN
ST. MARGARETS BAY, NOVA SCOTIA, IN 1996

François Grégoire, Robert H. Crawford¹, Guy Moreault,
George Myra² and Robert Conrad³

Regional Science Branch
Department of Fisheries and Oceans
Maurice Lamontagne Institute
850 route de la Mer, P.O. Box 1000
Mont-Joli (Quebec)
G5H 3Z4

¹Nova Scotia Department of Fisheries, 1959 Upper Water Street, P.O. Box 2223, Halifax, Nova Scotia B3J 3C4

²Karlsen Shipping Company Limited, 2089 Upper Water Street, P.O. Box 9510, Halifax, Nova Scotia B3K 5S3

³Nova Scotia Mackerel Association, R.R. 2, P.O. Box 34, Hubbards, Nova Scotia B0J 1T0

© Minister of Public Works and Government Services Canada 1999
Cat. No. Fs 97-6/2278 ISSN 0706-6457

This publication should be cited as follows:

Grégoire, F., R. H. Crawford, G. Moreault, G. Myra, and R. Conrad. 1999. Maturity at length and age in Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) sampled in St. Margarets Bay, Nova Scotia, in 1996. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2278: viii + 45p.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES	iv
LIST OF FIGURES	v
LIST OF APPENDICES.....	vii
ABSTRACT / RÉSUMÉ	viii
INTRODUCTION	1
MATERIAL AND METHODS	2
RESULTS	3
Biological characteristics	3
Maturity at length.....	4
Maturity at age	5
Histological examination	5
CONCLUSION	6
ACKNOWLEDGEMENTS	7
REFERENCES	8

LIST OF TABLES

Table 1. Description of sampling done in St. Margarets Bay, Nova Scotia, in 1996.....	13
Table 2. Proportion of mature individuals at length with 95% confidence intervals for mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996	15
Table 3. Confidence intervals on length as a function of maturity for mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996	17
Table 4. Proportion of mature individuals at age with 95% confidence intervals for mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996.....	19
Table 5. Biological characteristics and oocytes of different stages of development for the ovaries of some females mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996	20

LIST OF FIGURES

Figure 1. Map of mackerel catch and sampling sites in 1996.....	23
Figure 2. Weekly average length and standard deviation for mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996	24
Figure 3. Weekly length frequency distributions for mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996	25
Figure 4. Length frequency distributions for mackerel caught in St. Margarets Bay and off Prince Edward Island.....	26
Figure 5. Weekly age frequency distributions for mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996	27
Figure 6. Weekly weight-to-length relations for mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996.....	28
Figure 7. Length and weight at age of mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996.....	29
Figure 8. Weekly averages and standard deviations in Fulton's condition factor and the gonadosomatic index (GSI) for mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996.....	30
Figure 9. Averages, standard deviations, and relationships between maturity and the gonadosomatic index and length for mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996	31
Figure 10. Maturity stage distributions of mackerel gonads sampled in St. Margarets Bay in 1996	32

LIST OF FIGURES (cont'd)

Figure 11. Maturity at length in mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996.....	33
Figure 12. Variations in median L ₅₀ length as a function of numbers of fish sampled	34
Figure 13. Maturity at age of mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996	35
Figure 14. Description of oocytes of maturity stages 1 through 5, post-ovulatory follicles and atresias for the ovaries of mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996	36
Figure 15. Oocyte diameter distributions for maturity stages 1 through 4 (A) and cumulative distributions of previtellogenic and vitellogenic oocytes (B) for the ovaries of mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996	39
Figure 16. Relationships between the average oocyte diameter at maturity stages 1 through 4 and length for mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996.....	40

LIST OF APPENDICES

Appendix 1. Fat percentages calculated for some mackerel sampled in St. Margarets Bay, Nova Scotia, in 1996.....	41
---	----

ABSTRACT

Grégoire, F., R. H. Crawford, G. Moreault, G. Myra, and R. Conrad. 1999. Maturity at length and age in Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) sampled in St. Margarets Bay, Nova Scotia, in 1996. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2278: viii + 45p.

Sexual maturity curves at length and age for Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) were determined from biological sampling conducted in 1996 in St. Margarets Bay, Nova Scotia. Median lengths at maturity (L_{50}) were estimated at 299 mm and 269.6 mm for females and males respectively. These values are greater than the current legal minimum catch length. Mackerel reach sexual maturity very early, and by the age of four years all individuals are mature. The ovaries of small females were subjected to histological examination to check sexual maturity. The examination revealed that there were vitellogenic oocytes in some of them. Occurrence of such oocytes does not necessarily mean that they will be spawned in the course of the season, as several instances of mass atresia were observed. Analysis of the St. Margarets Bay samples also showed that mackerel migrate rapidly in this region and that size declines over the fishing season.

RÉSUMÉ

Grégoire, F., R. H. Crawford, G. Moreault, G. Myra, and R. Conrad. 1999. Maturity at length and age in Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) sampled in St. Margarets Bay, Nova Scotia, in 1996. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2278: viii + 45p.

Des courbes de la maturité sexuelle à la longueur et à l'âge pour le maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) ont été déterminées à partir d'échantillons biologiques recueillis en 1996 dans la baie St. Margarets en Nouvelle-Écosse. Les longueurs médianes à la maturité (L_{50}) pour les femelles et les mâles ont été estimées à 299 mm et 269,6 mm respectivement. Ces valeurs s'avèrent plus élevées que la longueur minimale de capture qui est présentement en vigueur. La maturité sexuelle est atteinte très tôt chez le maquereau, de sorte qu'à quatre ans, tous les individus sont matures. Un examen histologique a été effectué sur les ovaires de petites femelles afin d'en vérifier la maturité sexuelle. Cet examen a révélé la présence d'ovocytes vitellogènes chez certaines d'entre elles. La présence de ces ovocytes ne signifie pas nécessairement qu'ils seront pondus au cours de la saison puisque des atrésies de masse ont été observées à quelques reprises. L'analyse des échantillons recueillis dans la baie St. Margarets révèle finalement que la migration du maquereau dans cette région est rapide et que la taille de ce dernier diminue tout au cours de la saison de pêche.

INTRODUCTION

Age and length at sexual maturity are essential parameters for determining the reproductive potential of a fish stock and its resilience in the face of fishing pressure (Stearns 1976). Proper stock management requires an understanding of these parameters and how they relate to exploitation rates. For example, some stocks respond to a greater fishing effort with a higher fecundity and a better survival of the young (Cole 1954, Beverton 1963, Cushing 1975, Ricker 1975, Beverton 1987, Jørgensen 1990, O'Brien 1990, Beverton and Holt 1993). Another mechanism, called compensation, involves growth rates that are inversely related to abundance (Nikolsky 1963, Weatherley 1972). Declining abundance would be accompanied by a reduction in age at sexual maturity because the critical length at which such maturity would be reached is achieved sooner as a result of the quicker growth. This phenomenon has been observed in a number of fish species, among them haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) of the Scotian Shelf (Beacham 1983a), halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) in Norwegian waters (Haug and Tjemsland 1986), cod (*Gadus morhua*) from northeast Norway (Rollefsen 1938, 1953, Garrod 1967, Hylen and Dragesund 1973, Hylen and Rørvik 1983, Jørgensen 1990), cod from the east coast of Newfoundland (Xu *et al.* 1991, Morgan *et al.* 1994), and American plaice (*Hippoglossoides platessoides*) of Newfoundland's Grand Banks (Pitt 1975). In other species, it is length rather than age at sexual maturity that varies in response to abundance. A parallel decline in both parameters has been observed in the case of pollock (*Pollachius virens*), white hake (*Urophycis tenuis*), yellowtail flounder (*Limanda ferrugina*), American plaice and witch flounder (*Glyptocephalus cynoglossus*) of the Scotian Shelf (Beacham 1983b, 1983c, 1983d), and cod of western Greenland (Hansen 1949), the Northeast (Ponomarenko *et al.* 1980), the Gulf of St. Lawrence (Powles 1958), the Scotian Shelf (Beacham 1983e), the North Sea (Oosthuizen and Daan 1974), and the Baltic Sea (Jørgensen 1990).

For most commercially fished species, there is a minimum legal catch length so that small specimens spawn at least once before being taken. Determination of this limit depends chiefly on the relationship between sexual maturity and either length or age. Such relations have not been determined recently for Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) of the northwest Atlantic Ocean.

Each year, small mackerel are taken by trap fishermen along the shores of Nova Scotia. These catches are sometimes considerable and may even lead to the closure of the fishery. The minimum legal catch length, set at 250 mm and applicable also to herring (*Clupea harengus harengus* L.), does not appear to be derived from biological considerations specific to the mackerel. Accordingly, the chief objective of this study was to construct sexual maturity length and age curves for the mackerel population spawning in the Gulf of St. Lawrence. The results were compared with the minimum legal catch length currently in force. A second, equally important objective was to detail the growth and certain biological characteristics of the mackerel sampled in the course of the study. St. Margarets Bay, Nova Scotia (Figure 1), was chosen as the sampling site not only because it has a significant fishery each year, but because of the presence in the catches of small mackerel that are not generally caught, or at least present in the regular

commercial samples from the Gulf of St. Lawrence. The presence of such small specimens is essential for the construction of the maturity curves.

MATERIAL AND METHODS

The data analysed in this study were gathered from samples taken between June 3 and July 24, 1996, at the Karlsen Shipping Company plant in New Harbour, Nova Scotia (Figure 1). This plant buys mackerel from the fishermen of St. Margarets and Mahone bays, which are close together and are two of the main mackerel trap fishing locations in the province. On occasion, samples were also taken from mackerel landed elsewhere in Nova Scotia or in Prince Edward Island and shipped to the New Harbour plant for processing.

Length measurements were made daily on three samples of about 250 specimens each, taken from mackerel landings. Three times a week, about 100 mackerel were selected at random from one of these samples to be weighed and frozen for laboratory analysis. Ten to twelve ovaries per sample were taken, especially from small females, and preserved in formaldehyde solution for histological examination. In the laboratory, sample fish were thawed, then weighed and measured to the nearest gram and millimetre respectively. Sex was determined by visual examination of the gonads. Their degree of maturity was assessed visually using the criteria proposed for herring by Parrish and Saville (1965) and adapted for mackerel by Maguire (1981). Gonad weight was used to calculate the gonadosomatic index (GSI) and Fulton's condition factor (Ricker 1975). The gonadosomatic index was also described in terms of fish length and gonad maturity. Otoliths were extracted and used to determine age, as validated by Steven (1952) and MacKay (1967). Lastly, fat content was calculated for some specimens using the BABCOCK method, as modified by Desjardins (1980).

The structure of the migrating mackerel population was described in terms of length frequencies, age distributions, and weight-to-length relations. These observations were made weekly to take account of the speed at which mackerel migrate in this area. Length and weight growth curves by age were made for both females and males using von Bertalanffy's model (Ricker 1975). The model's parameters were calculated using SAS NLIN procedure (SAS Institute Inc. 1989). The LOGISTIC procedure (SAS Institute Inc. 1989) was applied to determine the proportion of mature individuals at length and age as well as the lower and upper limits on the 95% confidence interval. The PROBIT procedure (SAS Institute Inc. 1989) was then used to calculate length or age as well as the lower and upper limits associated with different maturity proportions. The same procedure was used to calculate median length (L_{50}) and median age (A_{50}) at maturity. These two parameters, which are generally used to describe the sexual maturity of fish stocks, are defined as the length and age at which 50% of individuals are mature. Finally, simulations were run to determine whether the total number of fish sampled had any effect on the L_{50} determination. Based on available maturity and length data, L_{50} was calculated 100 times, choosing at random a certain number of females and males each time. This number was initially set at 100, then increased by 100 up to 3,000. The average and variance for L_{50} were calculated for each increment of 100 fish.

The ovaries preserved in a formaldehyde solution were weighed to the nearest gram. A slice about 1 cm thick was cut from the central part of one of the two lobes. Each slice was placed in a tissue cassette and sent to the firm CTRR Clintrials Bioresearch, which was to make histological slides using the normal protocol for dehydration, paraffin embedding, and staining with Harris hematoxylin and eosin Y. The slides, 5 micrometers thick, were analysed with a Leitz Laborlux K microscope linked to a JVC model TK-12800 camera and the Leica Q500MC optical analysis system. Oocyte developmental stages were described and their occurrence noted for each ovary analysed. Diameter was measured for all oocytes in stages 1 through 4 with centrally placed nuclei (see p. 5, Main identification criteria). These measurements were matched to the length of the corresponding female specimens to see whether fish length influenced oocyte size.

RESULTS

Biological characteristics

The target weekly number of samples was maintained throughout almost the whole fishing season, though it became more difficult during the last two weeks because of declining catches. By then, adult migration was coming to an end, and many fishermen had already ceased operations. Over the eight weeks of sampling, length measurements were made on 64 occasions and 20 biological samples were collected. A total of 15,437 mackerel were measured at the plant; of this number, 2,129 were frozen for laboratory analyses (Table 1).

Over the first six weeks of sampling, the average length of the fish sampled fell from 361 mm to 249 mm (Figure 2) with a slight upturn noted thereafter. Except for the first week, weekly length frequencies were characterized by two main modes (Figure 3). Though the arithmetic mean is not the best parameter for describing and comparing the broad trend of these distributions (Sokal and Rohlf 1981), the onset and relative magnitude of these different length modes clearly points to a decline in length. In the first week, for example, the length frequency distribution was characterized by a single mode at about 360 mm. The next week, a second mode, as prominent as the first, appeared at about 290 mm and persisted until the end of the sampling season. The same applies to a third mode at 230 mm which appeared in the fourth week, by which time the first had almost disappeared. This third mode dominated length frequencies in the sixth and seventh weeks (Figure 3). The larger mackerel seen in trap catches early in the season arrived in the Gulf of St. Lawrence at a time when catches in St. Margarets Bay were characterized by smaller fish. This size difference between the start and end of migration was seen in length frequencies associated with catches made the same day off Prince Edward Island and in St. Margarets Bay (Figure 4).

The mackerel samples taken in the first three weeks were characterized by several year classes of equal importance (Figure 5). Thereafter, the dominant year classes were above all those of 1995 and 1994, i.e., mackerel of only one and two years of age. This major shift in age structure underlies the week-to-week differences in weight/length relations (Figure 6). In view of this

change, growth curve parameters for females and males were calculated for all the data. These parameters (see Ricker 1975 for their signification) are given in the following table:

SEX	LENGTH AT AGE			WEIGHT AT AGE		
	L _∞	K	t ₀	W _∞	K	t ₀
MALE	374.04	0.46	-1.09	633.64	0.25	0.33
FEMALE	384.61	0.44	-1.06	711.13	0.23	0.36

The growth curves show differences between females and males (Figure 7). By about age four, females exceed males in average length and weight at age. These growth curves also differ from those generally calculated from samples originating in the Gulf of St. Lawrence, where fishing gear other than traps are used (Grégoire 1993). The main difference involves the parameters L_∞ and W_∞, which are lower for mackerel from St. Margarets Bay.

The condition of the mackerel also declined over the first six weeks of sampling (Figure 8), but as with length, there was an increase in the last two weeks. A marked decline in the gonadosomatic index was also observed, from an average of 10% to less than 2% (Figure 8). Values on the order of 2% correspond to gonads of maturity stages 1 through 3, characteristic of juveniles or of stages 7 and 8, which are associated with adults in which spawning is already very advanced (Figure 9). According to the length averages calculated for each maturity stage, females and males less than 300 mm long would be considered immature (Figure 9). However, as shown by the relation between the gonadosomatic index and length, some of these fish would have already reached sexual maturity (Figure 9). According to the same external criteria used to determine gonad maturity, the occurrence throughout the sampling season of stages 6, 7, and 8 clearly signals that spawning would have taken place in the region (Figure 10).

Fat content was generally less than about 7%, with the highest value observed on June 3 (Appendix 1). In most cases, and as Grégoire *et al.* (1994) have pointed out, it is highest at the start of the season in small fish.

Maturity at length

The proportion of mature individuals for a given length is higher for males than for females (Table 2). At 300 mm, for example, 0.5229 of females (or 52.29 %) are mature compared with 0.8993 (or 89.93 %) of males. The confidence limit spread varied with length: for females, it was about 0.1 between 285 mm and 325 mm, peaked at 0.1697 at 305 mm, and again dropped off for larger lengths. For males, the maximum of 0.1697 was reached earlier, at 260 mm, and confidence limits were broader than 0.1 between 235 mm and 280 mm. The average range of confidence limits was 0.0414 and 0.0503 for females and males respectively and 0.0296 for both sexes combined.

The results of the PROBIT procedure indicate that the length at which 50% of females are mature (L_{50}) is 299 mm (Table 3; Figure 11). The lower and upper confidence limits associated with this value are 295.9 mm and 302.6 mm. For males, this length was 269.6 mm, with confidence limits of 265.2 mm and 273.3 mm. An intermediate values of 284 mm, and confidence limits of 281.8 mm and 286.2 mm were calculated for females and males combined.

Average L_{50} values obtained from simulations showed the widest variations when the total number of fish sampled was less than 600 (Figure 12a). For samples totalling 100 fish, the average L_{50} value was estimated at 274.3 mm, with a maximum of 275.8 mm for samples of 400 fish. Though these variations are not great, less than 2 mm, increasing sample size has a pronounced effect on the variance of L_{50} estimates, which dropped from over 25 for 100 fish to 1.43 for about 2,000 fish, which is roughly the number sampled in this study (Figure 12b). Average L_{50} values derived from these simulations are for the most part lower than the values calculated previously for females and males combined. This difference is due to the gender imbalance in the numbers selected for the simulations.

Maturity at age

The proportion of mature individuals for a given age is also higher among males than among females (Table 4; Figure 13). The age at which 50% of individuals are mature is between 1 and 2 years for males and from 2 to 3 years for females. The PROBIT procedure did not work well with these data; confidence intervals could not be calculated for different proportions of maturity.

Histological examination

Histological slides were made from a total of 98 ovaries from females aged three years and less (Table 5). Their average length and weight were 281.20 mm (SD=24.51) and 206.76 g (SD=54.33). The oocytes of different stages of maturity, post-ovulatory follicles, *alpha* and *beta* atresias, and mass atresias seen in the histological slides are presented in Figure 14 as are the main criteria used to distinguish them. Briefly, these are:

<u>OOCYTE</u>	<u>MAIN IDENTIFYING CRITERIA*</u>
Stage 1 :	<i>Absence of vitellus**</i>
Stage 2 :	<i>Vitellus present in the form of vesicles</i>
Stage 3 :	<i>Vitellus present in the form of granules</i>
Stage 4 :	<i>Migrating nucleus</i>
Stage 5 :	<i>Hydration</i>
Follicles :	<i>Oocyte envelope once it is expelled</i>
Atresias :	<i>Degenerating oocyte; difference between alpha and beta stages is based on size of the openings in the zona radiata***</i>

* Taken from Priede (1990) and Grégoire (1997). ** Absence of vitellus = previtellogenic oocyte; with vitellus = vitellogenic oocyte. *** Dr Peter Witthames of the Lowestoft Laboratory, England, pers. comm.

Oocytes at maturity stage 1 were found in all ovaries whereas those at stage 2 became less common as the sampling period progressed (Table 5). Stage 3, 4, and 5 oocytes were seen only in some ovaries. Their occurrence in small females is indicative of sexual maturity, which is confirmed by the presence of post-ovulatory follicles. In some ovaries, stage *alpha* and *beta* atresic oocytes were found, sometimes even cases of mass atresia (Figure 14). These atresias all involved oocytes with vitellus. There is little overlap between the distributions of oocyte diameters for different maturity stages (Figure 15a). Average diameters (micrometer) and standard deviations for each stage are as follows:

MATURITY	N	AVERAGE (micrometer)	STANDARD DEVIATION
Stage 1 :	9,692	81.05	34.78
Stage 2 :	2,768	237.91	55.19
Stage 3 :	373	445.99	67.54
Stage 4 :	175	629.29	57.72

Mature and immature oocytes could be distinguished on the basis of diameter alone. As shown by the cumulative distributions of oocytes with and without vitellus, all those with a diameter over 150 micrometers would be mature (Figure 15b). Significant relations ($p<0.001$) were also found between oocyte diameter of stages 1 through 3 and fish length (Figure 16). The highest coefficients of determination were found for maturity stages 1 and 3, with values of 0.49 and 0.56 respectively.

CONCLUSION

The intensive sampling conducted at the New Harbour plant in the spring and summer of 1996 yielded a more accurate description of the St. Margarets Bay mackerel fishery and catches. The local fishing season is short because of the speed at which mackerel move through the area during the spring migration. This means that yields are soon affected by poor weather conditions lasting for more than a few days. The St. Margarets Bay fishery is also characterized by a steady decline in mackerel length throughout the season: the larger fish arrive first followed by the smaller ones. The biggest specimens stay for only a few days (G. Myra, personal observation), and they were not sampled in 1996 because field work did not begin until a few days after they had passed through. These larger fish show up a little later in samples from the drifting gillnet fishery conducted each spring in Chaleurs Bay. There, too, they stay for only a few days (Cristian Huard, professional mackerel fisherman, personal communication). Their absence from St. Margarets Bay samples and the absence of small mackerel in samples from the Gulf of St. Lawrence account for the differences seen in the growth curves calculated for these regions. Such differences have also been found for mackerel in Europe (Sparre and Venema 1992).

The gonadosomatic index values significantly fell throughout the fishing season. This decline reflects the departure of adults and the gradual arrival of the smaller, immature fish rather than any real diminution in gonad size associated with spawning. However, this observation does not mean that there is no spawning in St. Margarets Bay. Visual examination of mackerel gonads at the plant, in the laboratory, or taken just after some traps have been hauled (F. Grégoire, personal observation) and the histological examination conducted as part of this study conclusively show that spawning does take place locally. The histological examination also showed that mackerel as short as about 280 mm could achieve sexual maturity. As demonstrated by the presence of mass atresias, the occurrence of vitellogenic oocytes at any given time does not necessarily mean that the female is about to lay all her oocytes. The occurrence and possible causes of such atresias are not yet well understood.

Median lengths at maturity calculated in this study are lower than those obtained between 1970 and 1973 by Moores *et al.* (1975) for samples from Newfoundland, but they are higher than those reported by O'Brien *et al.* (1993) for samples taken between 1987 and 1989 along the New England coast. These differences may be due to the population structure at the time of sampling, selectivity of fishing gear used in sampling, choice of sampling sites, errors in identifying gonads maturity stages, or even different methods for calculating L_{50} and A_{50} .

The prevailing legislation (subsection 48.2B of the Atlantic Fisheries Act) stipulates that no mackerel shorter than 250 mm can be kept if, at the time of the catch, they account for more than 10% (in number) of all the mackerel taken. According to the results reported here, over 90% of fish 250 mm long are immature. Therefore, were the minimum legal length to be based on L_{50} , the value currently in force would be too low. In other words, it should be raised to 284 mm, i.e., the L_{50} value calculated in this study for females and males combined.

The study on sexual maturity in mackerel should be continued over the next several years to see whether L_{50} and A_{50} values vary from year to year. Such a study should also include analyses of the possible impact on the stock of various management scenarios based on different L_{50} values and on the number of small mackerel in catches that can legally be kept.

ACKNOWLEDGEMENTS

Our most sincere thanks are due to the Karlsen Shipping Company of Halifax, and to Jay Lugar in particular, for letting us use their facilities, which greatly expedited our field work. Our thanks also go to Jean Lambert and Bernard Morin for revising the report. Lastly, we thank the fishermen and processors of St. Margarets Bay for their unstinting co-operation.

REFERENCES

- Beacham, T. D. 1983a. Variability in size and age at sexual maturity of haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) on the Scotian Shelf in the Northwest Atlantic Ocean. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1168: iv + 33p.
- Beacham, T. D. 1983b. Variability in size or age at sexual maturity of white hake, pollock, longfin hake, and silver hake in the Canadian Maritimes area of the Northwest Atlantic Ocean. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1157: iv + 43p.
- Beacham, T. D. 1983c. Variability in size and age at sexual maturity of American plaice and yellowtail flounder in the Canadian Maritimes region of the Northwest Atlantic Ocean. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1196: iv + 75p.
- Beacham, T. D. 1983d. Variability in size and age at sexual maturity of witch flounder, *Glyptocephalus cynoglossus*, in the Canadian Maritimes region of the Northwest Atlantic Ocean. Canadian Field-Naturalist 97(4): 409-422.
- Beacham, T. D. 1983e. Variability in median size and age at sexual maturity of Atlantic cod, *Gadus morhua*, on the Scotian Shelf in the Northwest Atlantic Ocean. Fish. Bull., 81: 303-321.
- Beverton, R. J. H. 1963. Maturation, growth and mortality of clupeid and engraulid stocks in relation to fishing. In : Contrib. to herring symp. 1961 (B.B Parrish, ed), p. 44-67. Rapp. P.-v. Réun. Cons. perm. int. Explor. Mer, 154.
- Beverton, R. J. H. 1987. Longevity in fish: some ecological and evolutionary considerations. In : Evolution of longevity in animals (A. D. Woodhead and K. H. Thompson, eds.), p. 161-186. Basic Life Sciences, Vol. 42. Plenum Press, N Y.
- Beverton, R.J.H., and S. J. Holt. 1993. On the Dynamics of Exploited Fish Population, Chapman & Hall, New York, 533p.
- Cole, L. C. 1954. The population consequences of life history phenomena. Q. Rev. Biol. 29: 103-137.

- Cushing, D. H. 1975. Marine Ecology and Fisheries. Cambridge University, London. 278p.
- Desjardins, C. 1980. Étude de dosage du gras selon BABCOCK modifiée, unpublished manuscript.
- Garrod, D. J. 1967. Population dynamics of the Arcto-Norwegian cod. J. Fish. Res. Board Can. 24:145-190.
- Grégoire, F. 1993. Caractéristiques biologiques du maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) échantillonné le long des côtes canadiennes entre 1983 et 1991. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1907: x + 137p.
- Grégoire, F., H. Dionne, and C. Lévesque. 1994. Contenu en gras chez le maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) en 1991 et 1992. Rapp. can. ind. sci. halieut. aquat. 220: ix + 70p.
- Grégoire, F. 1997. An evaluation of the Daily Fecundity Reduction Method for estimating the biomass of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.). Department of Fisheries and Oceans, Canadian Stock Assessment Secretariat, Research Document 97/84.
- Hansen, P. M. 1949. Studies on the biology of the cod in Greenland waters. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer, 123.
- Haug, T., and J. Tjemsland. 1986. Changes in size- and age-distributions and age at sexual maturity in Atlantic Halibut, *Hippoglossus hippoglossus*, caught in north Norwegian waters. Fish. Res. 4: 145-155.
- Hylen, A., and O. Dragesund. 1973. Recruitment of young Arcto-Norwegian cod and haddock in relation to parent stock size. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. 164: 57-68.
- Hylen, A., and C. J. Rørvik. 1983. Estimating the maturity ogive for Northeast Arctic cod by a modified mesh assessment model. In : Reproduction and recruitment of Arctic cod. Proceedings of the Soviet-Norwegian symposium, 26-30 September 1983, pp 153-186.

Jørgensen, T. 1990. Long-term changes in age at sexual maturity of Northeast Arctic cod (*Gadus morhua* L.). *J. Cons. int. Explor. mer.* 46: 235-248.

MacKay, K. T. 1967. An ecological study of mackerel *Scomber scombrus* (Linnaeus) in the coastal waters of Canada. *Fish. Res. Board Can. Tech. Rep.* 31, 127p.

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. Master's thesis, Laval University, Quebec City. 137p.

Moores, J.A., G. H. Winters, and L.S. Parsons. 1975. Migrations and biological characteristics of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) occurring in Newfoundland waters. *J. Fish. Res. Board. Can.* 32 :1347-1357.

Morgan, M. J., C.A. Bishop, and J. W. Baird. 1994. Temporal and spatial variation in age and length at maturity in cod in Divisions 2J and 3KL. *NAFO Sci. Council Studies*, 21: 83-89.

Nikolsky, G. V. 1963. The ecology of fishes. Translated by L. Birkett. Academic Press Inc., London. 352 p.

O'Brien, L. 1990. Effects of fluctuations in stock abundance upon life history parameters of Atlantic cod, *Gadus morhua* L., for the 1970-1987 year classes from Georges Bank and the Gulf of Maine. M. Sc. thesis. University of Washington, Seattle, 95p.

O'Brien, L., J. Burnett, and R. K. Mayo. 1993. Maturation of nineteen species of finfish off the Northeast coast of the United States, 1985-1990. NOAA Technical Report NMFS 113. 66p.

Oosthuizen, E., and N. Daan. 1974. Egg fecundity and maturity of North Sea cod, *Gadus morhua*. *Neth. J. Sea Res.*, 8 : 378-397.

Parrish, B. B., and A. Saville. 1965. The biology of the northeast Atlantic herring populations. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 3.

- Pitt, T. K. 1975. Changes in abundance and certain biological characteristics of Grand Bank American plaice, *Hippoglossoides platessoides*. J. Fish. Res. Board Can. 32:1383-1398.
- Ponomarenko, V.P., I. Ya. Ponomarenko, and N. A. Yaragina. 1980. Growth and maturation of the Lofoten-Barents Sea cod. ICES CM 1980 / G: 25, 28p.
- Powles, P. M. 1958. Studies on the reproduction and feeding of Atlantic cod (*Gadus callarias* L.) in the southwestern Gulf of St. Lawrence. J. Fish. Res. Board Can. 15: 1383-1402.
- 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 (DG XIV) of the Commission of the European Communities. Study Contract No XIV/B/1-1989/2.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. 191. Fish. Res. Board Can. Ottawa. Ont. 382p.
- Rollefsen, G. 1938. Changes in the mean age and growth-rate of the year-classes in the Arctic-Norwegian stock of cod. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. 158:58-64.
- Rollefsen, G. 1953. Observations on the cod and cod fisheries of Lofoten. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. 136: 40-47.
- SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT: User's Guide. Version 6, Fourth Edition. Cary, NC.
- Sokal, R.R., and F. J. Rohlf. 1981. Biometry. The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. W. H. Freeman and Company, San Francisco. 859p.
- Sparre, P., and S.C. Venema. 1992. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1-Manual. FAO Fisheries Technical Paper. 306/1. Rev.1. 375p.
- Stearns, S. C. 1976. Life-history tactics: A review of the ideas. Q. Rev. Biol., 51:3-47.

Steven, G. A. 1952. Contributions to the biology of the mackerel *Scomber scombrus* L. III. Age and growth. J. Mar. Biol. Assoc. U. K. 30: 549-568.

Weatherley, A. H. 1972. Growth and ecology of fish populations. Academic Press Inc., London. 293p.

Xu, X., J. Baird, C. Bishop, and J. Hoenig. 1991. Temporal variability in cod maturity and spawning biomass in NAFO Divisions 2J+3KL. NAFO SCR Doc., No 112, Serial No. N2005, 12p.

Table 1. Description of sampling done in St. Margarets Bay, Nova Scotia, in 1996.

DATE (yy-mm-dd)	SAMPLE NUMBER	CATCH WEIGHT (kg)	SAMPLE WEIGHT (kg)	NUMBER OF FISH MEASURED	FROZEN FISH		NUMBER OF OVARIES SAMPLED
					PRESENCE	NUMBER	
96-06-03	1	92,968	132	254	X	121	10
96-06-03	2	"	129	250			
96-06-03	3	"	128	250			
96-06-05	4	29,478	130	250	X	136	12
96-06-05	5	"	132	250			
96-06-05	6	"	137	258			
96-06-05	7	16,326	143	250			
96-06-05	8	"	147	250			
96-06-06	9	15,873	132	250			
96-06-07	10	3,129	116	250	X	119	0
96-06-07	11	"	122	250			
96-06-07	12	2,585	129	250			
96-06-07	13	31,745	150	250			
96-06-07	14	"	148	250			
96-06-07	15	"	150	250			
96-06-08	16	31,745	117	250			
96-06-08	17	"	123	252			
96-06-08	18	"	123	250			
96-06-09	19	20,408	148	250			
96-06-09	20	"	146	250			
96-06-11	21	15,873	143	251			
96-06-11	22	"	147	250	X	100	0
96-06-10	23	15,873	148	250			
96-06-11	24	18,594	147	253			
96-06-12	25	4,989	102	251	X	102	12
96-06-12	26	"	104	255			
96-06-12	27	19,501	140	250			
96-06-12	28	"	146	250			
96-06-12	29	"	149	252			
96-06-13	30	18,594	139	250			
96-06-14	31	9,070	102	250	X	97	11
96-06-14	32	"	95	250			
96-06-14	33	22,675	138	252			
96-06-15	34	20,408	84	250			
96-06-14	35	19,047	137	250			
96-06-17	36	5,616	88	250			
96-06-17	37	"	87	250	X	100	13
96-06-19	38	201	100	250	X	101	12
96-06-19	39	"	97	250			
96-06-20	40	20,823	106	250	X	100	11
96-06-25	41	81,630	66	250			
96-06-25	42	"	71	250			
96-06-25	43	"	68	251	X	100	12
96-06-26	44	6,803	53	250			
96-06-26	45	"	53	250	X	100	12

Table 1. (Continued)

DATE (yy-mm-dd)	SAMPLE NUMBER	CATCH WEIGHT (kg)	SAMPLE WEIGHT (kg)	NUMBER OF FISH MEASURED	FROZEN FISH		NUMBER OF OVARIES SAMPLED
					PRESENCE	NUMBER	
96-06-28	46	635	52	250	X	102	12
96-06-28	47	"	57	250			
96-07-02	48	31,292	67	250			
96-07-02	49	"	67	250	X	101	12
96-07-03	50	6,803	77	250			
96-07-03	51	"	75	250	X	100	12
96-07-03	52	1,361	72	253			
96-07-08	53	13,605	54	250			
96-07-08	54	"	34	250	X	100	12
96-07-10	55	22,675	35	252			
96-07-10	56	"	34	250			
96-07-10	57	"	35	258	X	106	12
96-07-11	58	3,093	31	250	X	103	12
96-07-11	59	"	32	254			
96-07-16	60	181	20	115	X	115	12
96-07-18	61	91	18	106	X	106	12
96-07-23	62	1,179	59	250			
96-07-24	63	9,977	22	120	X	120	12
96-06-28	99	635	15	50			
TOTAL		615,473	6,246	15,437		2,129	213

Table 2. Proportion of mature individuals at length with 95% confidence intervals for mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996.

LENGTH (mm)	PROPORTION MATURE	95% CONFIDENCE INT.		PROPORTION MATURE	95% CONFIDENCE INT.	
		Lower Limit	Upper Limit		Lower Limit	Upper Limit
FEMALE		MALE				
200	0.00010	0.00002	0.00050	0.00685	0.00222	0.02089
205	0.00015	0.00003	0.00074	0.00977	0.00339	0.02779
210	0.00025	0.00006	0.00108	0.01392	0.00517	0.03689
215	0.00039	0.00010	0.00157	0.01980	0.00788	0.04884
220	0.00063	0.00017	0.00230	0.02809	0.01198	0.06442
225	0.00100	0.00030	0.00336	0.03971	0.01818	0.08455
230	0.00159	0.00051	0.00492	0.05587	0.02747	0.11030
235	0.00254	0.00089	0.00720	0.07806	0.04128	0.14275
240	0.00404	0.00155	0.01052	0.10807	0.06153	0.18293
245	0.00643	0.00268	0.01535	0.14776	0.09069	0.23158
250	0.01021	0.00462	0.02239	0.19877	0.13153	0.28896
255	0.01618	0.00796	0.03259	0.26199	0.18660	0.35455
260	0.02555	0.01366	0.04729	0.33685	0.25722	0.42697
265	0.04014	0.02329	0.06833	0.42091	0.34212	0.50395
270	0.06252	0.03928	0.09810	0.50982	0.43661	0.58262
275	0.09611	0.06515	0.13959	0.59812	0.53312	0.65984
280	0.14498	0.10534	0.19627	0.68047	0.62363	0.73241
285	0.21284	0.16399	0.27152	0.75292	0.70256	0.79722
290	0.30127	0.24259	0.36726	0.81345	0.76798	0.85173
295	0.40742	0.33780	0.48098	0.86187	0.82065	0.89483
300	0.52299	0.44215	0.60263	0.89928	0.86234	0.92714
305	0.63614	0.54705	0.71678	0.92741	0.89496	0.95039
310	0.73600	0.64488	0.81061	0.94814	0.92024	0.96663
315	0.81636	0.73024	0.87953	0.96318	0.93968	0.97774
320	0.87638	0.80051	0.92606	0.97398	0.95453	0.98524
325	0.91873	0.85562	0.95568	0.98167	0.96580	0.99025
330	0.94744	0.89723	0.97383	0.98712	0.97433	0.99358
335	0.96638	0.92774	0.98470	0.99096	0.98075	0.99578
340	0.97865	0.94964	0.99110	0.99367	0.98559	0.99723
345	0.98650	0.96512	0.99485	0.99557	0.98921	0.99818
350	0.99149	0.97594	0.99702	0.99690	0.99193	0.99881
355	0.99465	0.98346	0.99828	0.99783	0.99397	0.99922
360	0.99664	0.98865	0.99901	0.99848	0.99549	0.99949
365	0.99789	0.99222	0.99943	0.99894	0.99663	0.99967
370	0.99867	0.99467	0.99967	0.99926	0.99748	0.99978
375	0.99917	0.99635	0.99981	0.99948	0.99812	0.99986
380	0.99948	0.99750	0.99989	0.99964	0.99859	0.99991
385	0.99967	0.99829	0.99994	0.99975	0.99895	0.99994
390	0.99979	0.99883	0.99996	0.99982	0.99922	0.99996
395	0.99987	0.99920	0.99998	0.99988	0.99941	0.99997
400	0.99992	0.99945	0.99999	0.99991	0.99956	0.99998
405	0.99995	0.99963	0.99999	0.99994	0.99967	0.99999
410	0.99997	0.99974	1.00000	0.99996	0.99976	0.99999
415	0.99998	0.99982	1.00000	0.99997	0.99982	1.00000
420	0.99999	0.99988	1.00000	0.99998	0.99986	1.00000
425	0.99999	0.99992	1.00000	0.99999	0.99990	1.00000

Table 2. (Continued)

LENGTH (mm)	PROPORTION MATURE	95% CONFIDENCE INT.	
		Lower Limit	Upper Limit
FEMALE AND MALE			
200	0.00186	0.00083	0.00416
205	0.00271	0.00127	0.00578
210	0.00394	0.00193	0.00803
215	0.00573	0.00293	0.01114
220	0.00831	0.00446	0.01545
225	0.01206	0.00677	0.02140
230	0.01746	0.01025	0.02958
235	0.02521	0.01550	0.04076
240	0.03629	0.02336	0.05596
245	0.05196	0.03505	0.07641
250	0.07390	0.05222	0.10359
255	0.10407	0.07706	0.13913
260	0.14464	0.11215	0.18459
265	0.19754	0.16013	0.24118
270	0.26382	0.22286	0.30931
275	0.34284	0.30025	0.38812
280	0.43164	0.38914	0.47518
285	0.52507	0.48344	0.56636
290	0.61678	0.57596	0.65602
295	0.70087	0.66085	0.73803
300	0.77328	0.73473	0.80770
305	0.83236	0.79641	0.86306
310	0.87847	0.84618	0.90474
315	0.91321	0.88525	0.93487
320	0.93872	0.91523	0.95601
325	0.95708	0.93785	0.97055
330	0.97012	0.95469	0.98040
335	0.97928	0.96710	0.98701
340	0.98567	0.97619	0.99141
345	0.99011	0.98280	0.99434
350	0.99319	0.98760	0.99627
355	0.99531	0.99107	0.99754
360	0.99677	0.99357	0.99838
365	0.99778	0.99537	0.99894
370	0.99848	0.99667	0.99930
375	0.99895	0.99761	0.99954
380	0.99928	0.99828	0.99970
385	0.99951	0.99876	0.99980
390	0.99966	0.99911	0.99987
395	0.99977	0.99936	0.99991
400	0.99984	0.99954	0.99994
405	0.99989	0.99967	0.99996
410	0.99992	0.99976	0.99998
415	0.99995	0.99983	0.99998
420	0.99996	0.99988	0.99999
425	0.99998	0.99991	0.99999

Table 3. Confidence intervals on length as a function of maturity for mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996.

PROPORTION MATURE	LENGTH (mm)	95% CONFIDENCE INT.		PROPORTION MATURE	95% CONFIDENCE INT.	
		Lower Limit	Upper Limit		Lower Limit	Upper Limit
FEMALE						
0.01	250.9	240.9	257.9	207.3	190.4	219.1
0.02	258.3	249.8	264.3	216.9	202.0	227.3
0.03	262.6	255.1	268.0	222.5	208.8	232.1
0.04	265.7	258.8	270.8	226.5	213.8	235.5
0.05	268.2	261.8	272.9	229.7	217.6	238.2
0.06	270.2	264.2	274.7	232.3	220.8	240.5
0.07	271.9	266.2	276.2	234.6	223.5	242.4
0.08	273.4	268.0	277.5	236.5	225.9	244.1
0.09	274.8	269.6	278.7	238.3	228.0	245.6
0.1	276.0	271.0	279.8	239.8	229.9	246.9
0.15	280.9	276.6	284.3	246.1	237.5	252.3
0.2	284.5	280.8	287.7	250.8	243.1	256.4
0.25	287.5	284.1	290.6	254.7	247.8	259.9
0.3	290.2	286.9	293.2	258.2	251.9	262.9
0.35	292.5	289.4	295.6	261.3	255.5	265.6
0.4	294.8	291.7	298.0	264.1	258.9	268.2
0.45	296.9	293.9	300.3	266.9	262.1	270.8
0.5	299.0	295.9	302.6	269.6	265.2	273.3
0.55	301.1	297.9	304.9	272.4	268.3	275.8
0.6	303.3	299.9	307.4	275.1	271.4	278.5
0.65	305.5	302.0	309.9	278.0	274.5	281.4
0.7	307.9	304.2	312.7	281.1	277.7	284.6
0.75	310.5	306.5	315.8	284.5	281.2	288.2
0.8	313.6	309.2	319.4	288.5	285.0	292.4
0.85	317.2	312.4	323.7	293.2	289.5	297.7
0.9	322.1	316.7	329.5	299.5	295.2	305.0
0.91	323.3	317.7	331.0	301.0	296.6	306.9
0.92	324.6	318.9	332.6	302.8	298.2	308.9
0.93	326.1	320.2	334.4	304.7	299.9	311.2
0.94	327.9	321.7	336.5	307.0	301.9	313.9
0.95	329.9	323.4	339.0	309.6	304.2	317.0
0.96	332.3	325.5	341.9	312.8	306.9	320.8
0.97	335.5	328.2	345.7	316.8	310.4	325.7
0.98	339.8	331.9	351.0	322.4	315.3	332.5
0.99	347.2	338.2	360.0	332.0	323.5	344.1

Table 3. (Continued)

PROPORTION MATURE	LENGTH (mm)	95% CONFIDENCE INT.	
		Lower Limit	Upper Limit
FEMALE AND MALE			
0.01	223.3	214.4	230.4
0.02	232.6	224.9	238.7
0.03	238.1	231.1	243.7
0.04	242.0	235.6	247.2
0.05	245.1	239.1	250.0
0.06	247.7	241.9	252.3
0.07	249.9	244.4	254.3
0.08	251.8	246.5	256.0
0.09	253.5	248.4	257.5
0.1	255.0	250.1	258.9
0.15	261.1	257.0	264.5
0.2	265.7	262.1	268.8
0.25	269.5	266.3	272.3
0.3	272.8	269.9	275.4
0.35	275.9	273.2	278.2
0.4	278.7	276.2	281.0
0.45	281.4	279.0	283.6
0.5	284.0	281.8	286.2
0.55	286.7	284.5	288.9
0.6	289.4	287.2	291.7
0.65	292.2	290.0	294.6
0.7	295.2	292.9	297.8
0.75	298.6	296.1	301.4
0.8	302.4	299.7	305.5
0.85	307.0	303.9	310.6
0.9	313.1	309.5	317.4
0.91	314.6	310.9	319.1
0.92	316.3	312.5	321.0
0.93	318.2	314.2	323.1
0.94	320.4	316.2	325.6
0.95	322.9	318.5	328.4
0.96	326.0	321.3	331.9
0.97	330.0	324.9	336.3
0.98	335.5	329.8	342.5
0.99	344.8	338.2	353.0

Table 4. Proportion of mature individuals at age with 95% confidence intervals for mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996.

AGE	PROPORTION MATURE	95% CONFIDENCE INT.	
		Lower Limit	Upper Limit
FEMALE			
0	0.00056	0.00016	0.00199
1	0.01175	0.00572	0.02402
2	0.20253	0.15994	0.25305
3	0.84430	0.75902	0.90324
4	0.99144	0.97521	0.99707
5	0.99960	0.99792	0.99992
6	0.99998	0.99983	1.00000
7	1.00000	0.99999	1.00000
8	1.00000	1.00000	1.00000
9	1.00000	1.00000	1.00000
10	1.00000	1.00000	1.00000
11	1.00000	1.00000	1.00000
12	1.00000	1.00000	1.00000
13	1.00000	1.00000	1.00000
14	1.00000	1.00000	1.00000
MALE			
0	0.00550	0.00142	0.02096
1	0.10111	0.05306	0.18421
2	0.69600	0.64411	0.74334
3	0.97899	0.95708	0.98984
4	0.99895	0.99576	0.99974
5	0.99995	0.99959	0.99999
6	1.00000	0.99996	1.00000
7	1.00000	1.00000	1.00000
8	1.00000	1.00000	1.00000
9	1.00000	1.00000	1.00000
10	1.00000	1.00000	1.00000
11	1.00000	1.00000	1.00000
12	1.00000	1.00000	1.00000
13	1.00000	1.00000	1.00000
14	1.00000	1.00000	1.00000
FEMALE AND MALE			
0	0.00264	0.00114	0.00611
1	0.04561	0.02967	0.06951
2	0.46277	0.42410	0.50190
3	0.93949	0.91020	0.95965
4	0.99644	0.99196	0.99843
5	0.99980	0.99933	0.99994
6	0.99999	0.99994	1.00000
7	1.00000	1.00000	1.00000
8	1.00000	1.00000	1.00000
9	1.00000	1.00000	1.00000
10	1.00000	1.00000	1.00000
11	1.00000	1.00000	1.00000
12	1.00000	1.00000	1.00000
13	1.00000	1.00000	1.00000
14	1.00000	1.00000	1.00000

Table 5. Biological characteristics and oocytes of different stages of development for the ovaries of some females mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996.

Fish Number	Day	Month	Length (mm)	Weight (g)	Gonad Weight (g)	Age	PRESENCE (1) / ABSENCE (0)							
							STAGE 1	STAGE 2	STAGE 3	STAGE 4	STAGE 5	Follicle	Atresia alpha	Atresia beta
83001	3	6	324	280.20	53.87	3	1	1	1	1	0	1	0	0
83004*	3	6	319	289.40	6.92	3	1	1	1	0	0	1	1	1
83009	3	6	316	266.00	17.63	3	1	1	1	1	1	1	0	0
83010	3	6	290	182.30	1.32	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83012	5	6	285	208.30	2.01	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83022	5	6	280	187.61	1.00	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83030	8	6	292	233.00	2.58	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83031	8	6	296	252.30	3.64	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83034	8	6	300	287.50	2.95	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83035	8	6	319	307.70	22.88	3	1	1	1	1	0	1	0	0
83038	8	6	260	160.50	1.08	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83043	12	6	264	165.30	1.68	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83044	12	6	282	199.50	1.97	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83045	12	6	279	197.80	1.38	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83046	12	6	282	210.40	4.29	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83051	12	6	285	207.40	1.51	2	1	0	0	0	0	0	0	0
83054	14	6	299	229.70	3.55	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83055	14	6	300	225.50	3.15	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83056	14	6	295	243.80	3.88	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83058	14	6	300	260.50	6.61	2	1	1	1	0	0	0	1	0
83059	14	6	290	225.80	6.18	2	1	1	1	0	0	0	1	0
83060	14	6	279	206.30	3.92	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83061*	14	6	272	194.50	2.72	2	1	1	0	0	0	0	1	0
83063	14	6	273	187.20	2.08	2	1	1	0	0	0	0	1	0
83067	17	6	284	206.80	3.84	2	1	1	0	0	0	0	1	0
83069*	17	6	303	261.70	4.98	2	1	1	0	0	0	0	1	1
83070	17	6	304	264.00	2.22	2	1	0	0	0	0	0	0	0
83071	17	6	292	226.00	3.20	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83072	17	6	280	239.20	2.57	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83073	17	6	285	242.30	3.49	2	1	1	0	0	0	0	1	0
83074	17	6	281	232.50	2.13	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83075	17	6	291	231.90	3.16	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83076*	17	6	290	213.90	4.10	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83078	19	6	276	186.00	3.78	2	1	1	0	0	0	0	1	1

Table 5. (Continued)

Fish Number	Day	Month	Length (mm)	Weight (g)	Gonad Weight (g)	Age	PRESENCE (1) / ABSENCE (0)							
							STAGE 1	STAGE 2	STAGE 3	STAGE 4	STAGE 5	Follicle	Atresia alpha	Atresia beta
83079	19	6	293	239.60	3.17	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83080	19	6	315	313.40	6.87	3	1	1	0	0	0	0	1	1
83086	19	6	276	195.50	1.62	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83087	19	6	284	208.50	2.55	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83088	19	6	289	221.80	2.94	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83089*	20	6	325	309.90	9.50	3	1	1	1	1	0	0	1	0
83093	20	6	302	269.10	8.04	2	1	1	1	0	0	0	0	0
83094	20	6	281	210.40	3.16	2	1	1	0	0	0	0	1	1
83095	20	6	283	208.30	3.57	2	1	1	0	0	0	0	0	1
83096	20	6	273	193.40	2.53	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83100	25	6	269	167.20	1.56	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83101*	25	6	310	225.00	7.06	3	1	1	1	1	1	0	1	1
83103	25	6	268	173.10	1.78	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83104	25	6	320	264.40	2.93	3	1	1	0	0	0	0	0	1
83105	25	6	303	267.00	4.27	2	1	1	1	0	0	1	0	0
83106	25	6	305	247.10	2.90	2	1	1	0	0	0	1	1	0
83107*	25	6	282	208.30	3.28	2	1	1	0	0	0	0	1	1
83108	25	6	240	116.70	0.37	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83111	25	6	294	233.60	2.52	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83112	26	6	264	163.60	1.19	2	1	0	0	0	0	0	0	0
83113	26	6	239	115.50	0.58	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83114	26	6	275	202.40	1.56	2	1	0	0	0	0	0	0	0
83115	26	6	273	201.70	5.42	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83116	26	6	280	199.20	1.94	2	1	1	0	0	0	0	0	1
83117*	26	6	290	226.30	1.99	2	1	1	0	0	0	0	1	0
83145*	2	7	315	280.50	4.40	2	1	1	1	1	0	0	1	1
83146	2	7	290	229.70	2.13	2	1	0	0	0	0	0	0	1
83147*	2	7	298	238.60	2.91	2	1	1	0	0	0	0	1	1
83148	3	7	255	145.20	0.99	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83149	3	7	229	94.10	0.46	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83150	3	7	278	186.50	1.91	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83151	3	7	255	140.70	1.60	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83152	3	7	258	149.70	1.77	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83153	3	7	324	313.90	9.28	3	1	1	1	1	0	1	0	0

Table 5. (Continued)

Fish Number	Day	Month	Length (mm)	Weight (g)	Gonad Weight (g)	Age	PRESENCE (1) / ABSENCE (0)							
							STAGE 1	STAGE 2	STAGE 3	STAGE 4	STAGE 5	Follicle	Atresia alpha	Atresia beta
83168	8	7	294	198.80	1.68	2	1	0	0	0	0	0	0	0
83169	8	7	236	117.80	0.65	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83170	8	7	223	83.60	0.44	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83171	8	7	285	188.10	1.75	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83172*	10	7	294	211.10	2.90	3	1	0	0	0	0	0	0	1
83173	10	7	226	100.60	0.39	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83190	11	7	313	266.60	7.24	3	1	1	1	1	0	0	0	0
83191	11	7	280	199.30	2.17	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83192	11	7	240	119.70	0.69	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83193	11	7	236	110.10	0.40	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83194	11	7	288	249.30	1.52	2	1	0	0	0	0	0	0	0
83195	11	7	220	84.20	0.27	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83201	16	7	289	234.90	2.58	2	1	1	0	0	0	0	0	1
83202	16	7	270	170.40	1.66	2	1	0	0	0	0	0	0	0
83203	16	7	248	136.70	0.51	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83204*	16	7	282	214.40	2.00	2	1	1	0	0	0	0	1	0
83205	16	7	251	151.10	0.69	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83211	18	7	304	245.60	3.24	3	1	0	0	0	0	0	0	1
83212*	18	7	288	208.60	6.16	2	1	1	1	1	0	1	1	0
83213	18	7	227	85.80	0.46	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83214*	18	7	268	158.40	1.25	2	1	1	0	0	0	0	1	1
83215	18	7	290	243.80	2.01	2	1	1	0	0	0	0	0	0
83216	18	7	244	121.90	0.59	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83217	18	7	230	102.40	0.52	1	1	0	0	0	0	0	0	0
83218	18	7	270	184.90	1.39	2	1	0	0	0	0	0	0	1
83219	18	7	276	227.20	2.10	2	1	0	0	0	0	0	0	0
83220*	24	7	291	219.00	2.56	2	1	1	0	0	0	0	0	1
83221	24	7	292	250.30	2.26	nd**	1	1	0	0	0	0	0	0
83230	24	7	298	241.00	28.49	nd	1	1	1	1	1	1	0	0
83231	24	7	303	264.30	8.92	2	1	1	1	1	1	1	0	0

* Oocytes of maturity stages greater than 1, becoming atretic or all atretic

** Not determined

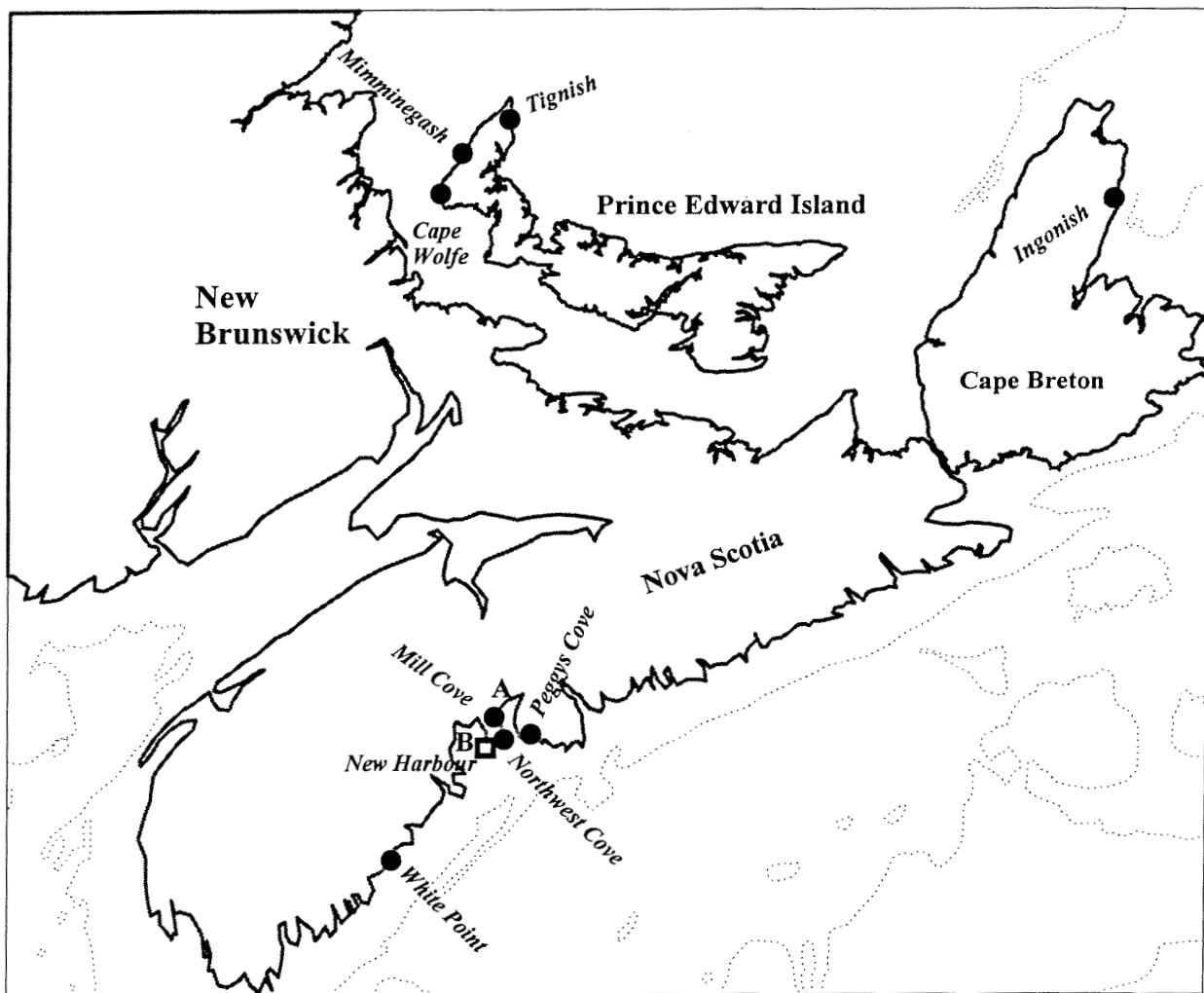
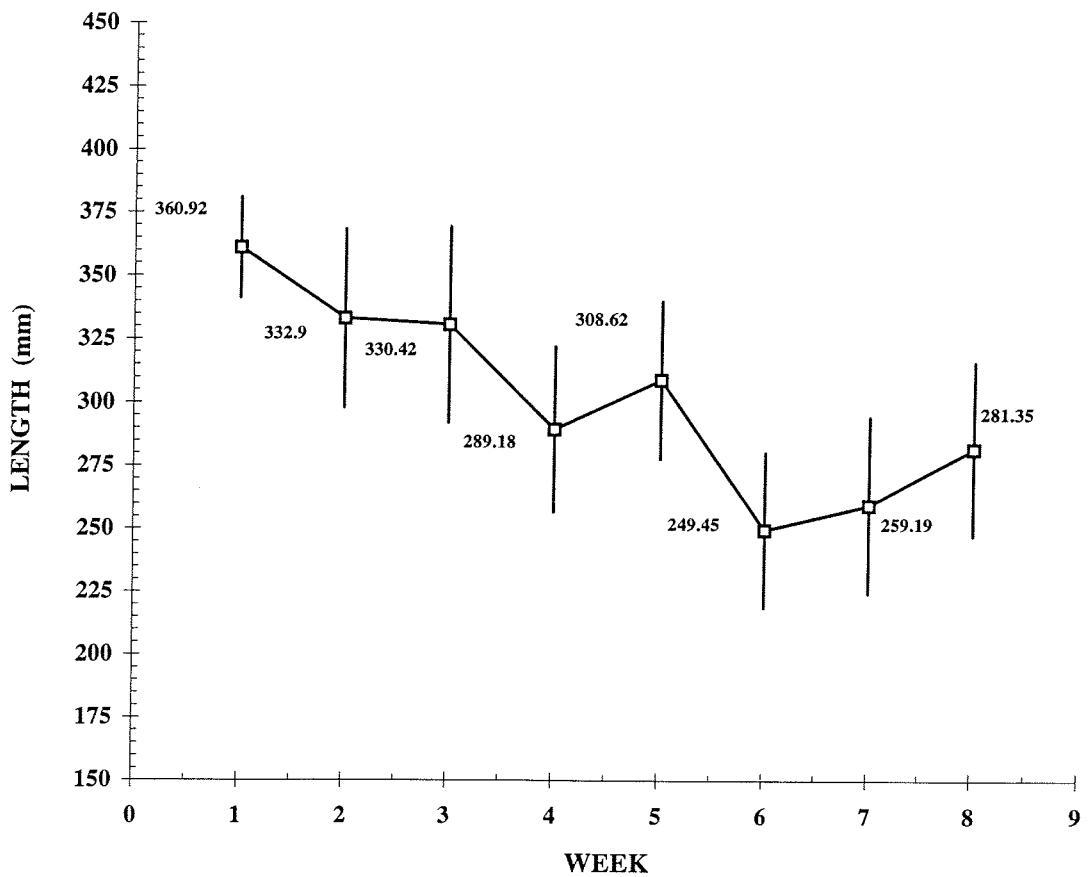


Figure 1. Map of mackerel catch (●) and sampling (□) sites in 1996 (the 100 m isobath is shown. A: St. Margarets Bay, B: Mahone Bay).



LEGEND :

- Week 1 = From June 2 to June 8
- Week 2 = From June 9 to June 15
- Week 3 = From June 16 to June 22
- Week 4 = From June 23 to June 29
- Week 5 = From June 30 to July 6
- Week 6 = From July 7 to July 13
- Week 7 = From July 14 to July 20
- Week 8 = From July 21 to July 27

Figure 2. Weekly average length and standard deviation (vertical bars) for mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996.

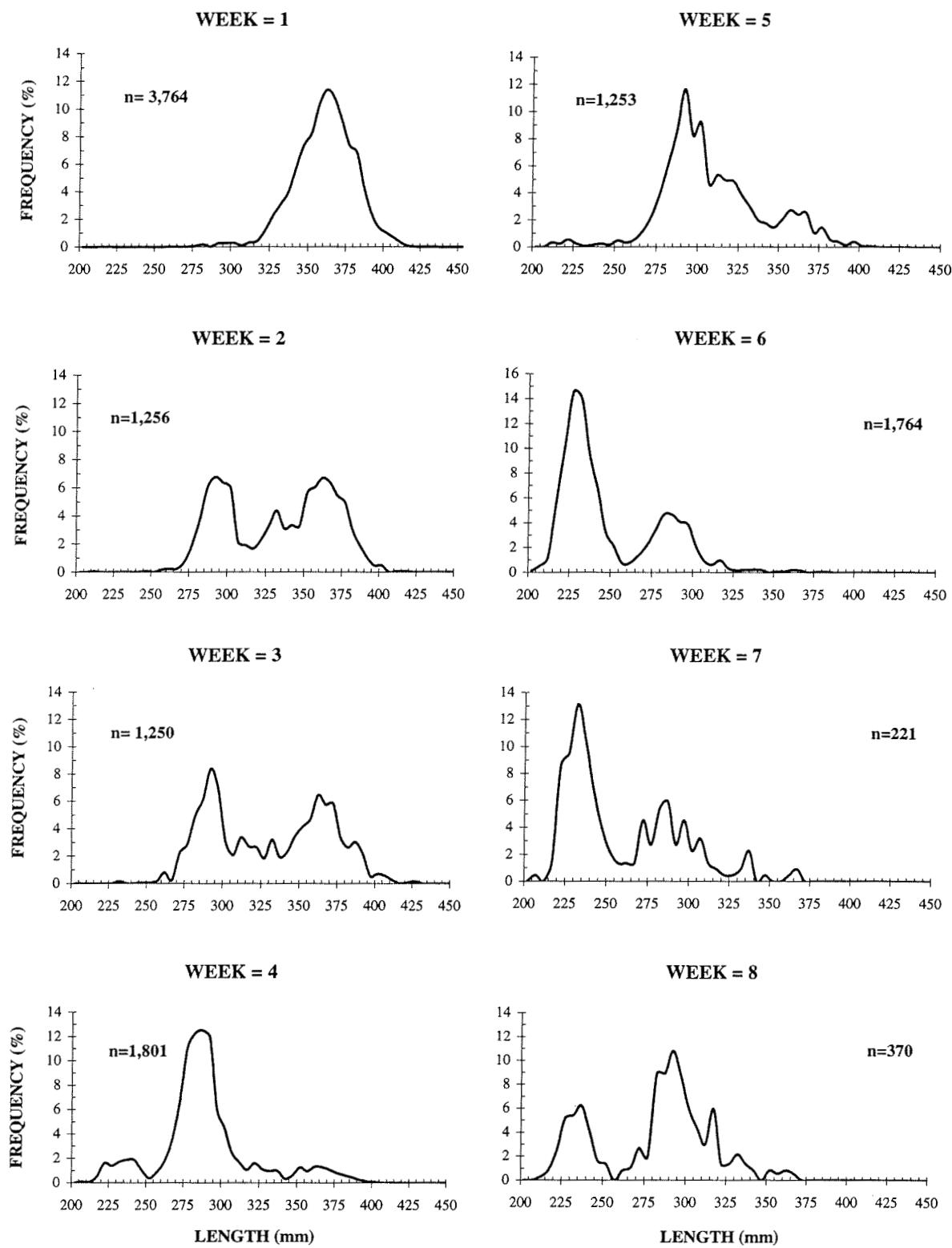


Figure 3. Weekly length frequency distributions for mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996 (n = number of fish measured).

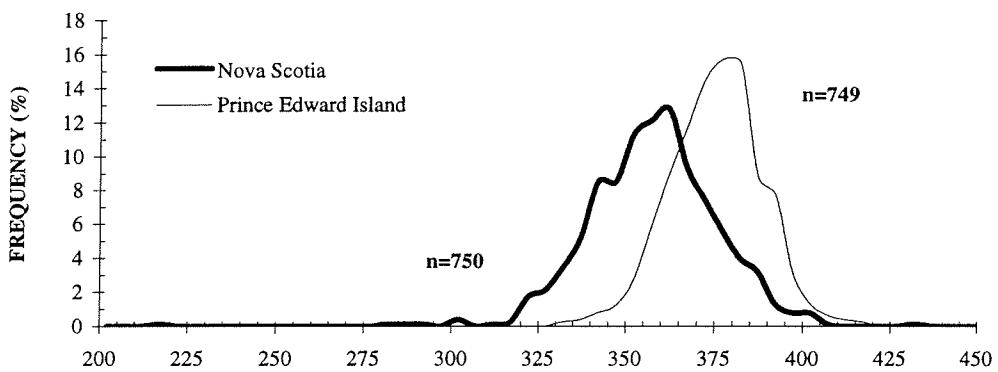
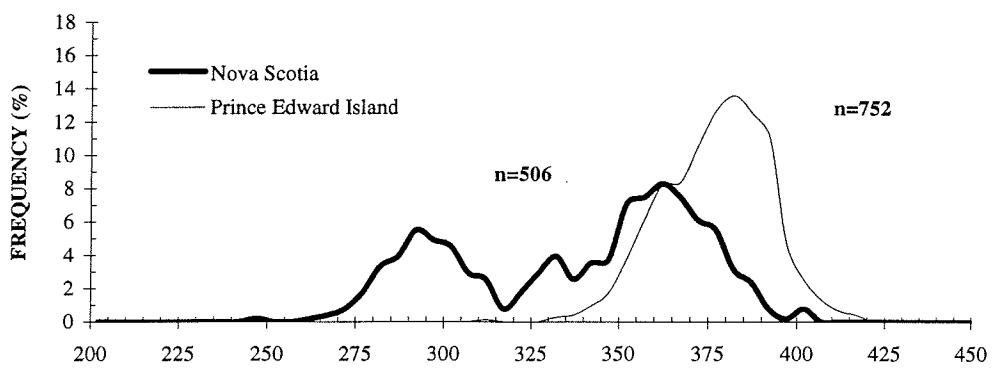
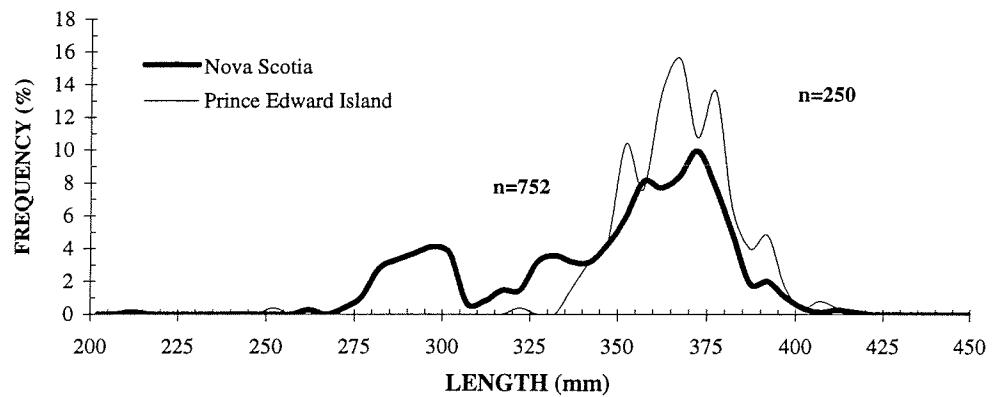
SAMPLES OF JUNE 7**SAMPLES OF JUNE 12****SAMPLES OF JUNE 14**

Figure 4. Length frequency distributions for mackerel caught in St. Margarets Bay and off Prince Edward Island (n is the number of fish measured).

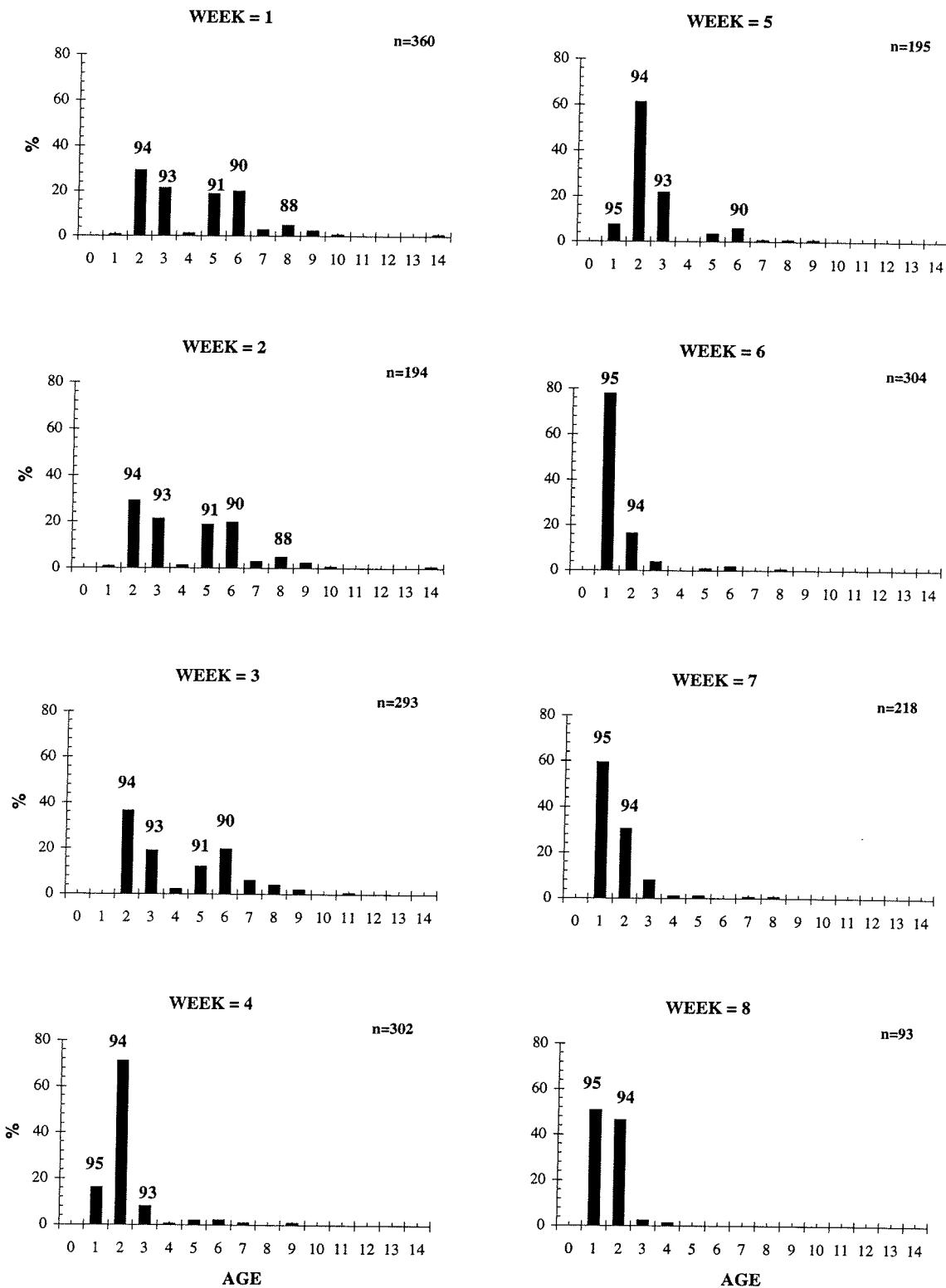


Figure 5. Weekly age frequency distributions for mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996 (n is the number of fish aged; numbers above bars indicate the most important year classes).

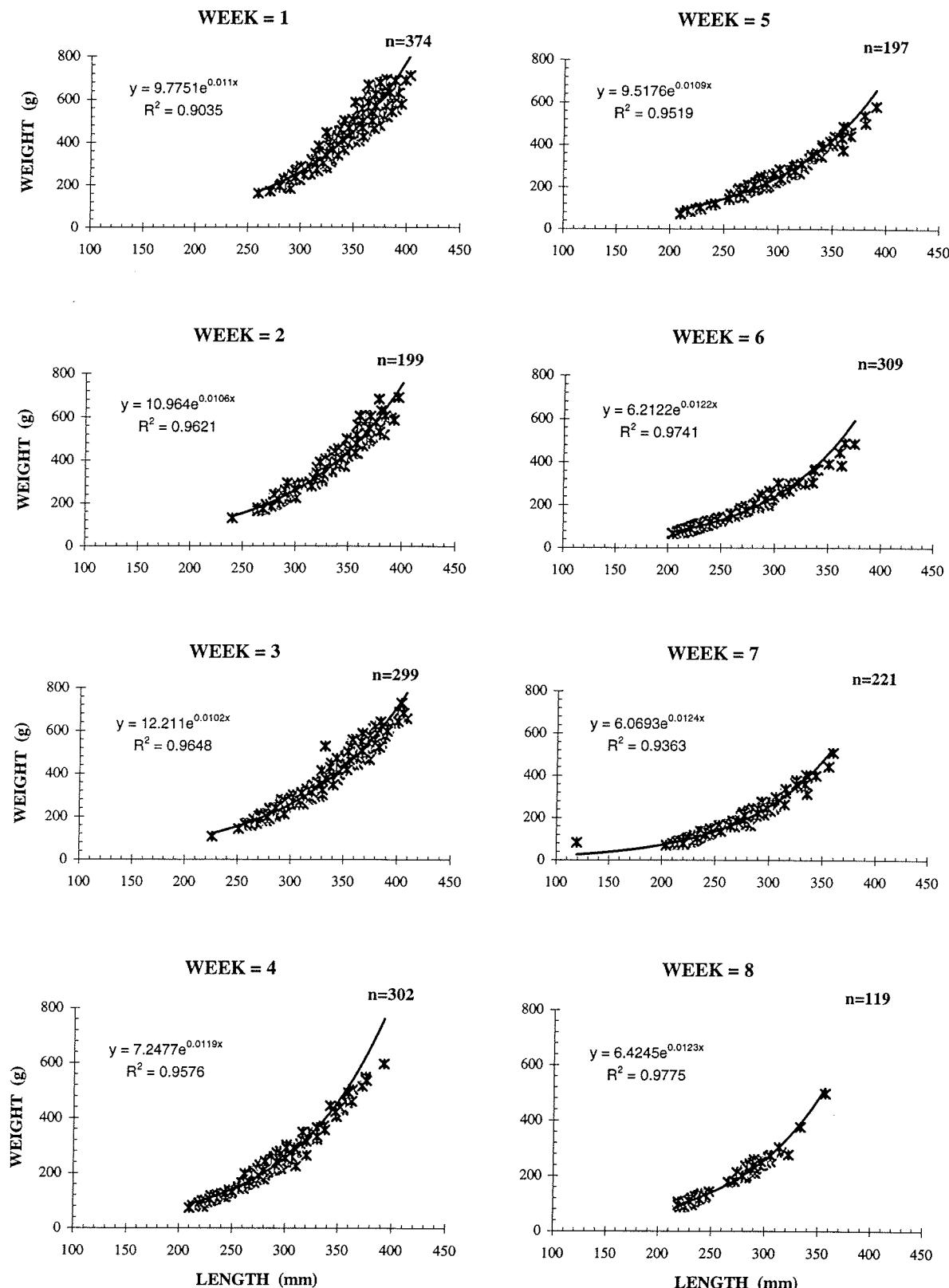


Figure 6. Weekly weight-to-length relations for mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996 (n is the number of fish sampled).

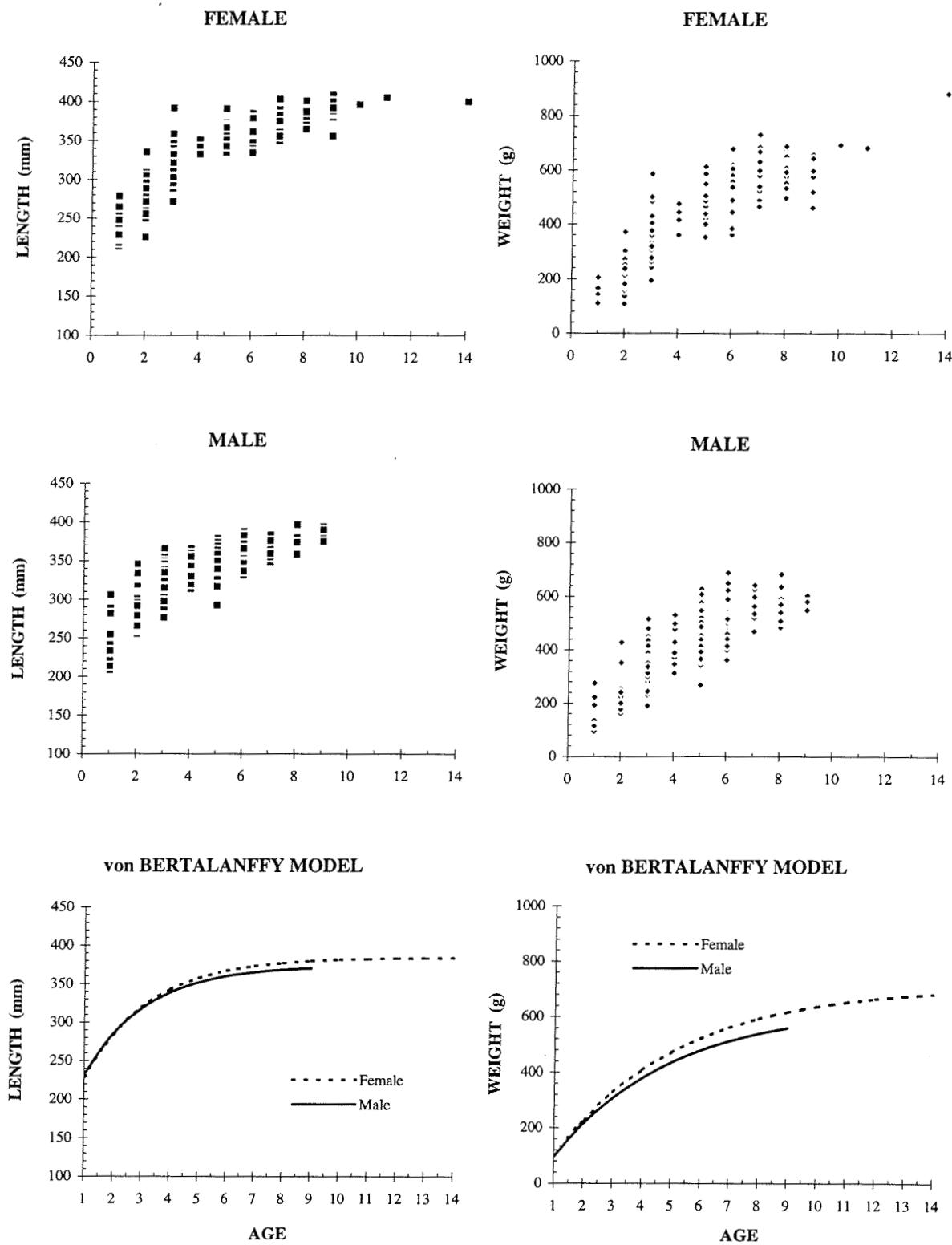


Figure 7. Length and weight at age of mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996
(von Bertalanffy curve parameters are presented on page 4).

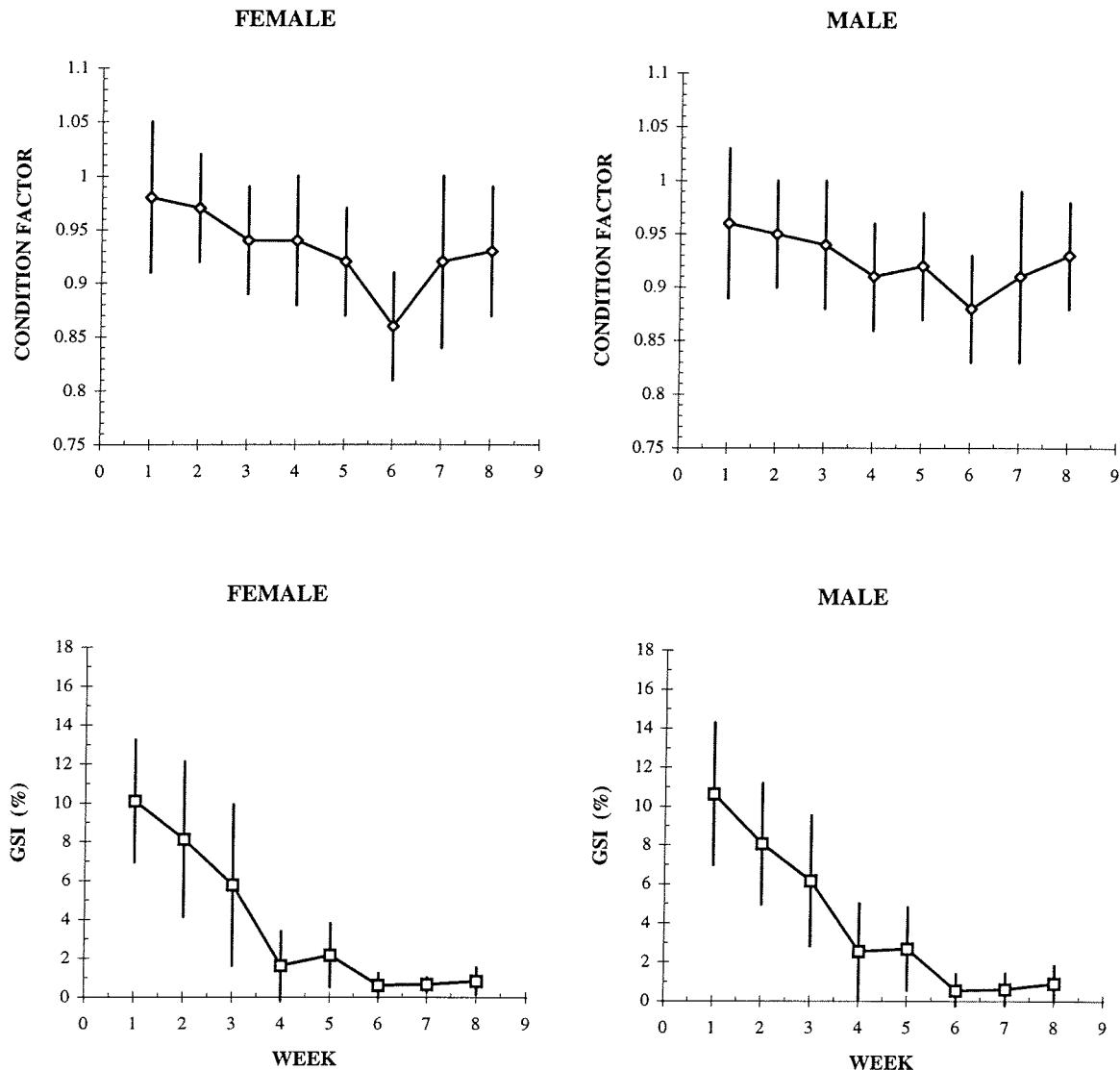


Figure 8. Weekly averages and standard deviations in Fulton's condition factor and the gonadosomatic index (GSI) for mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996 (vertical bars represent the standard deviations).

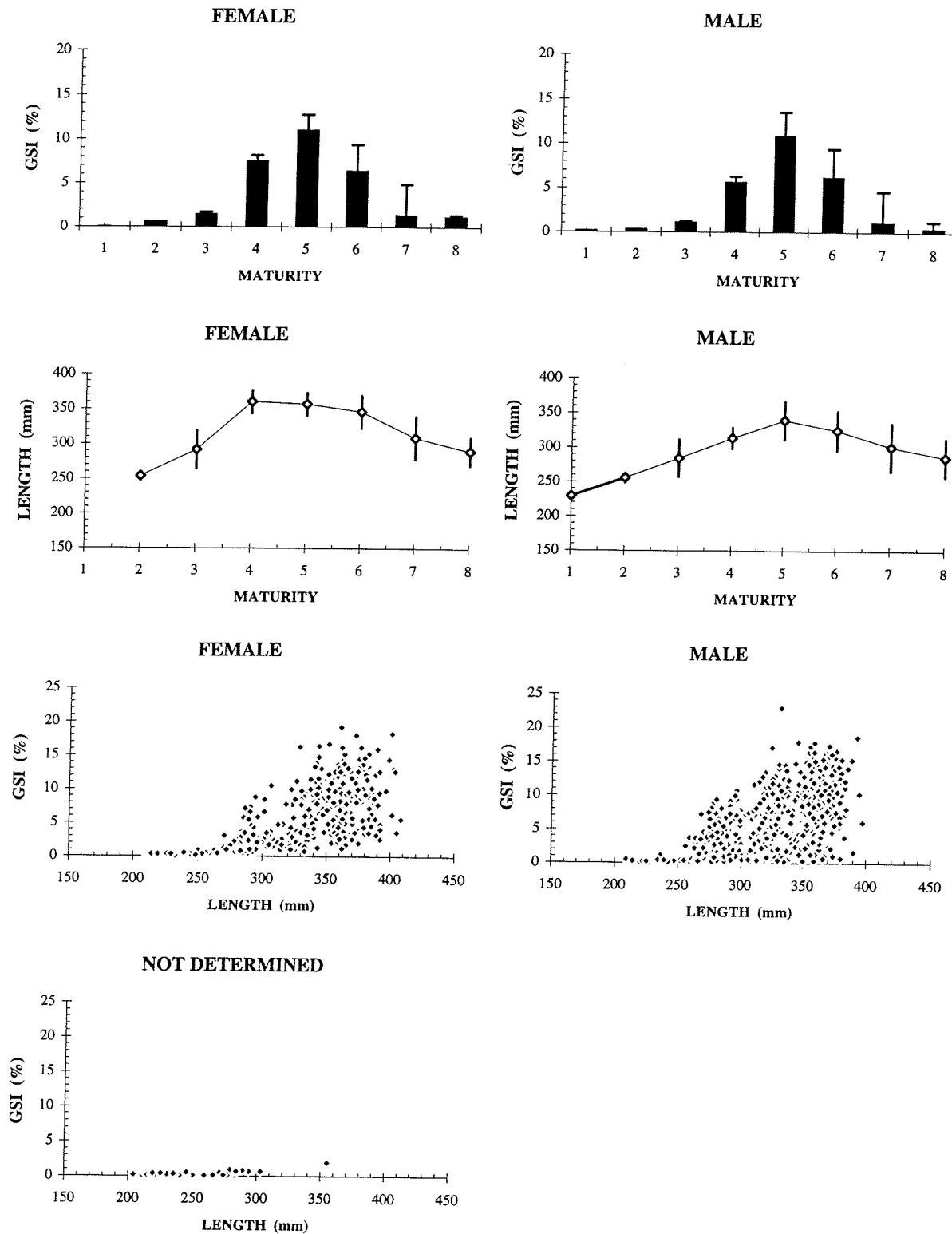


Figure 9. Averages, standard deviations, and relationships between maturity and the gonadosomatic index and length for mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996 (vertical bars represent standard deviations).

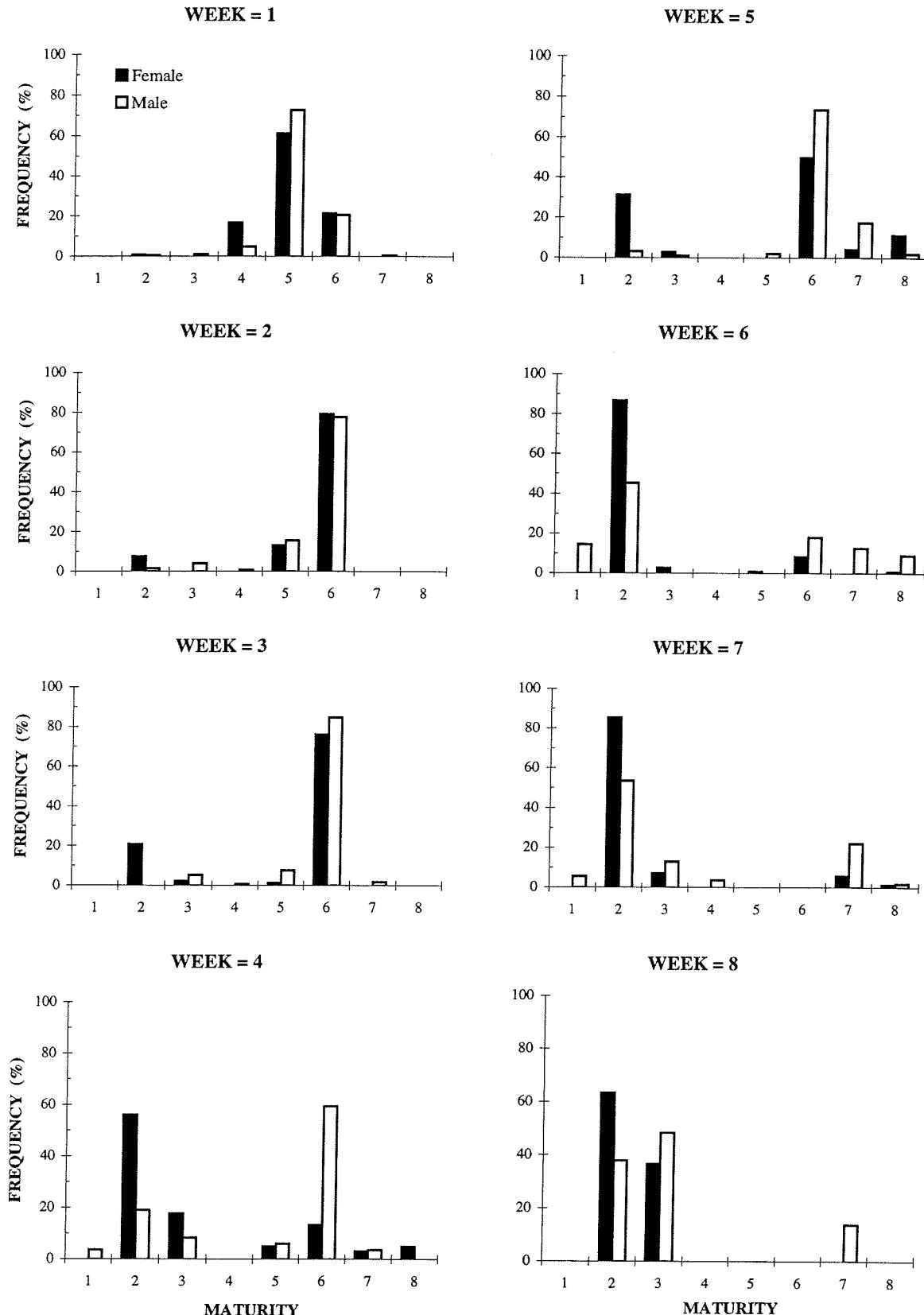


Figure 10. Maturity stage distributions of mackerel gonads sampled in St. Margarets Bay in 1996.

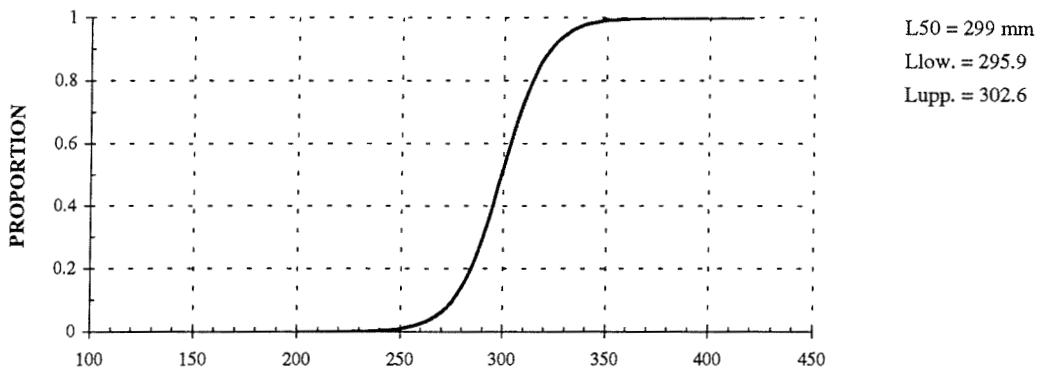
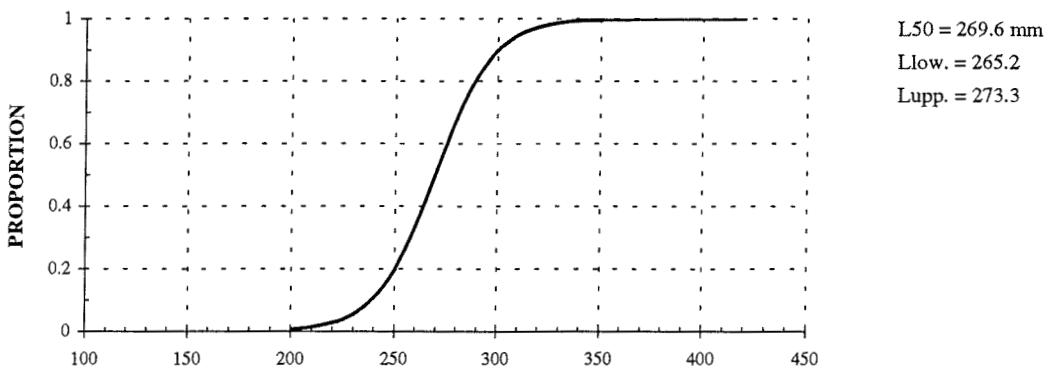
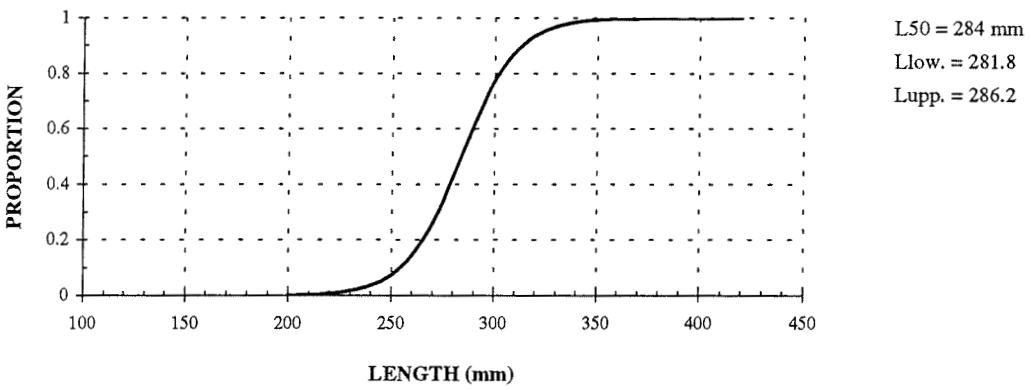
FEMALE**MALE****FEMALE AND MALE**

Figure 11. Maturity at length in mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996
(L_{50} is the median length and Llow. and Lupp. represent the lower and upper limits based on the 95% confidence intervals).

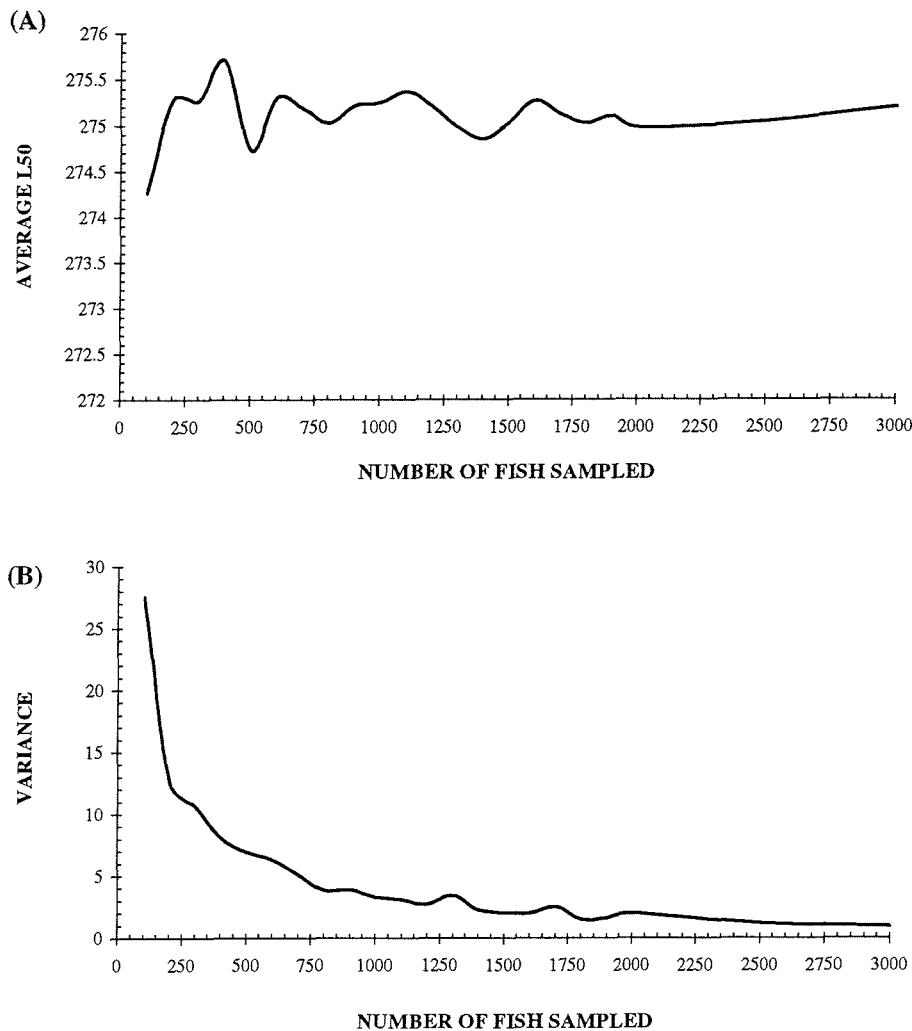


Figure 12. Variations in median L_{50} length as a function of numbers of fish sampled (for a number of fish varying from 100 to 3,000, L_{50} was calculated 100 times; mean (A) and variance (B) are presented. For each calculation, fish were randomly chosen).

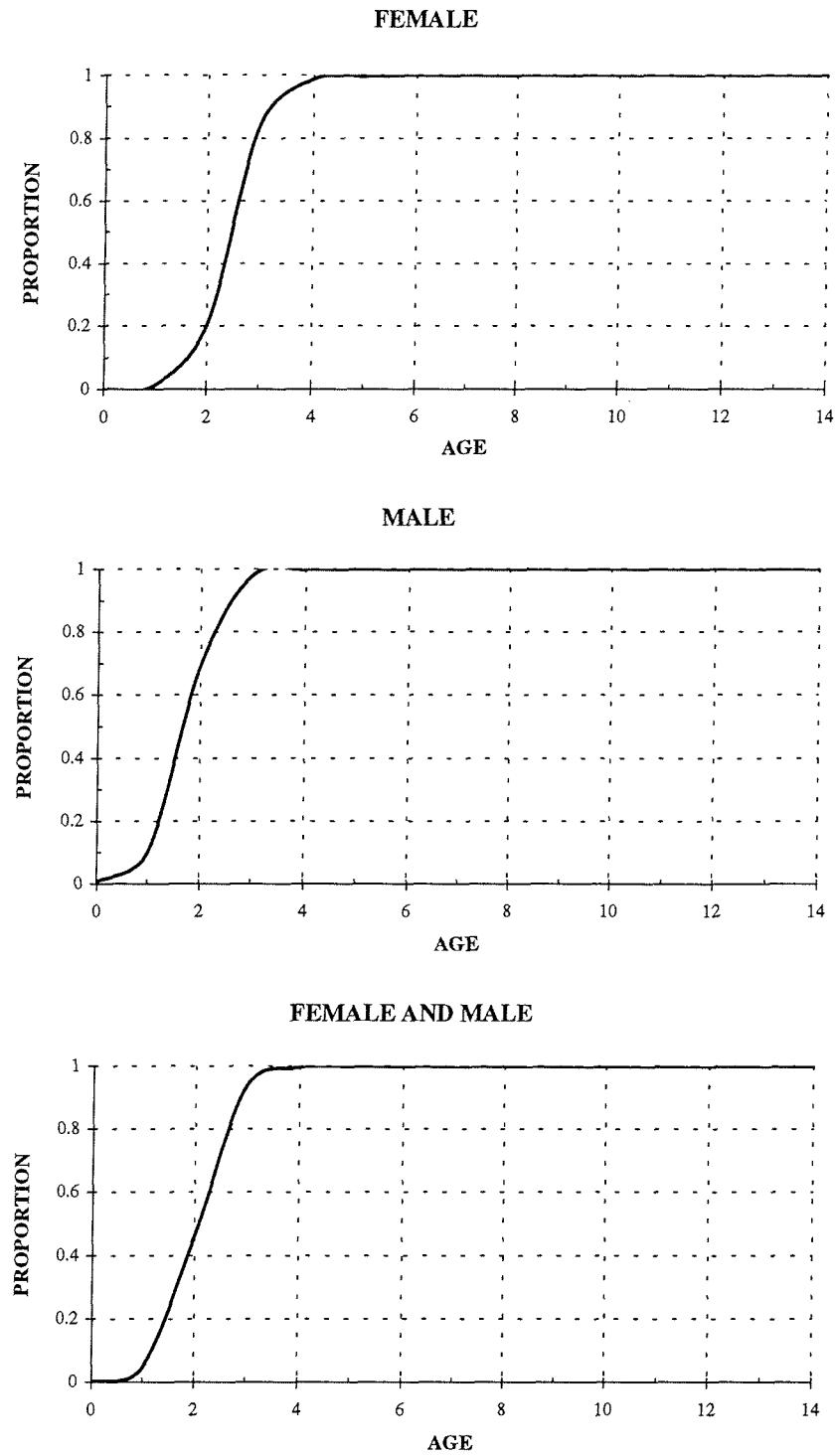


Figure 13. Maturity at age of mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996.

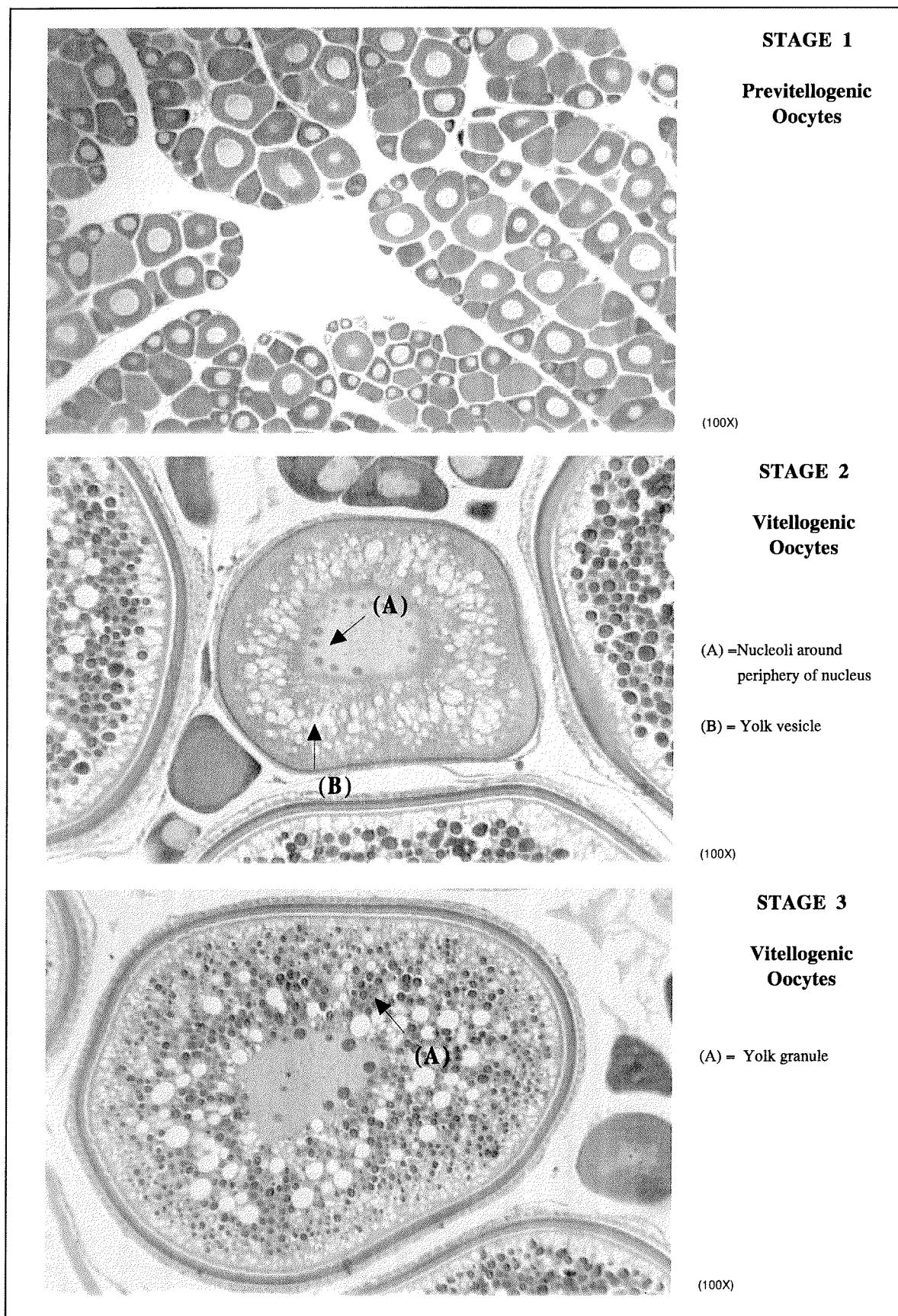


Figure 14. Description of oocytes of maturity stages 1 through 5, post-ovulatory follicles and atresias for the ovaries of mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996.

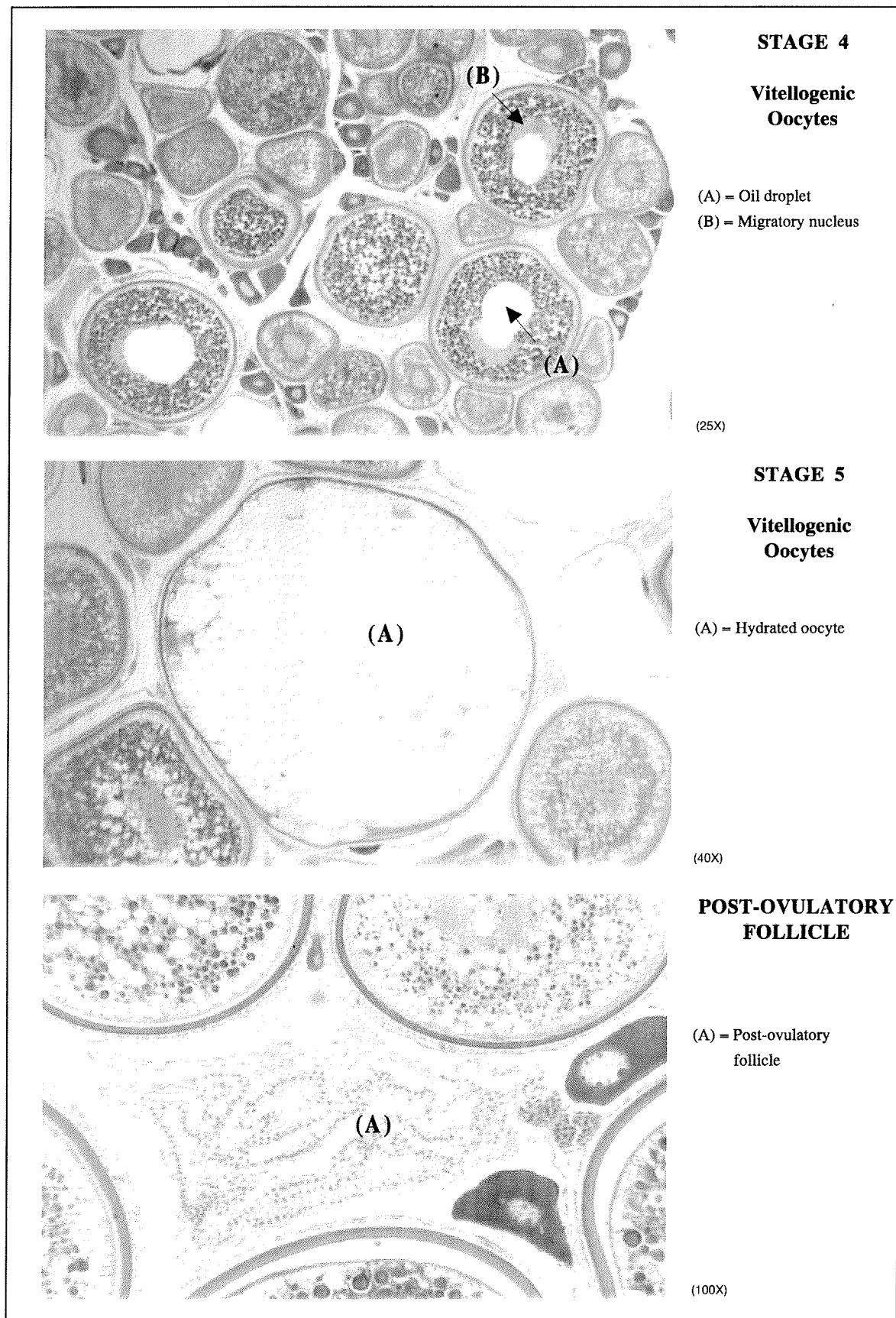


Figure 14. (Continued)

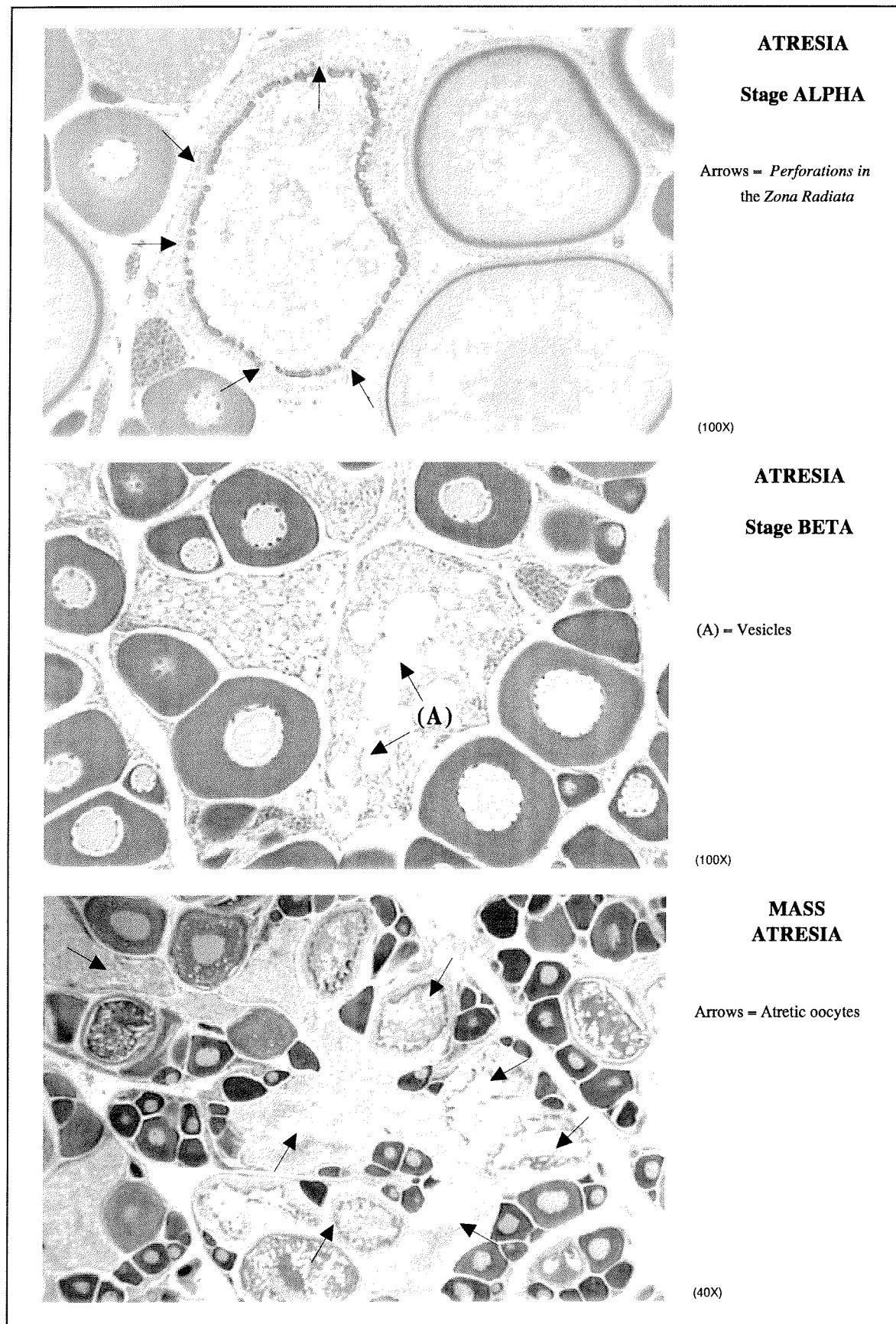


Figure 14. (Continued)

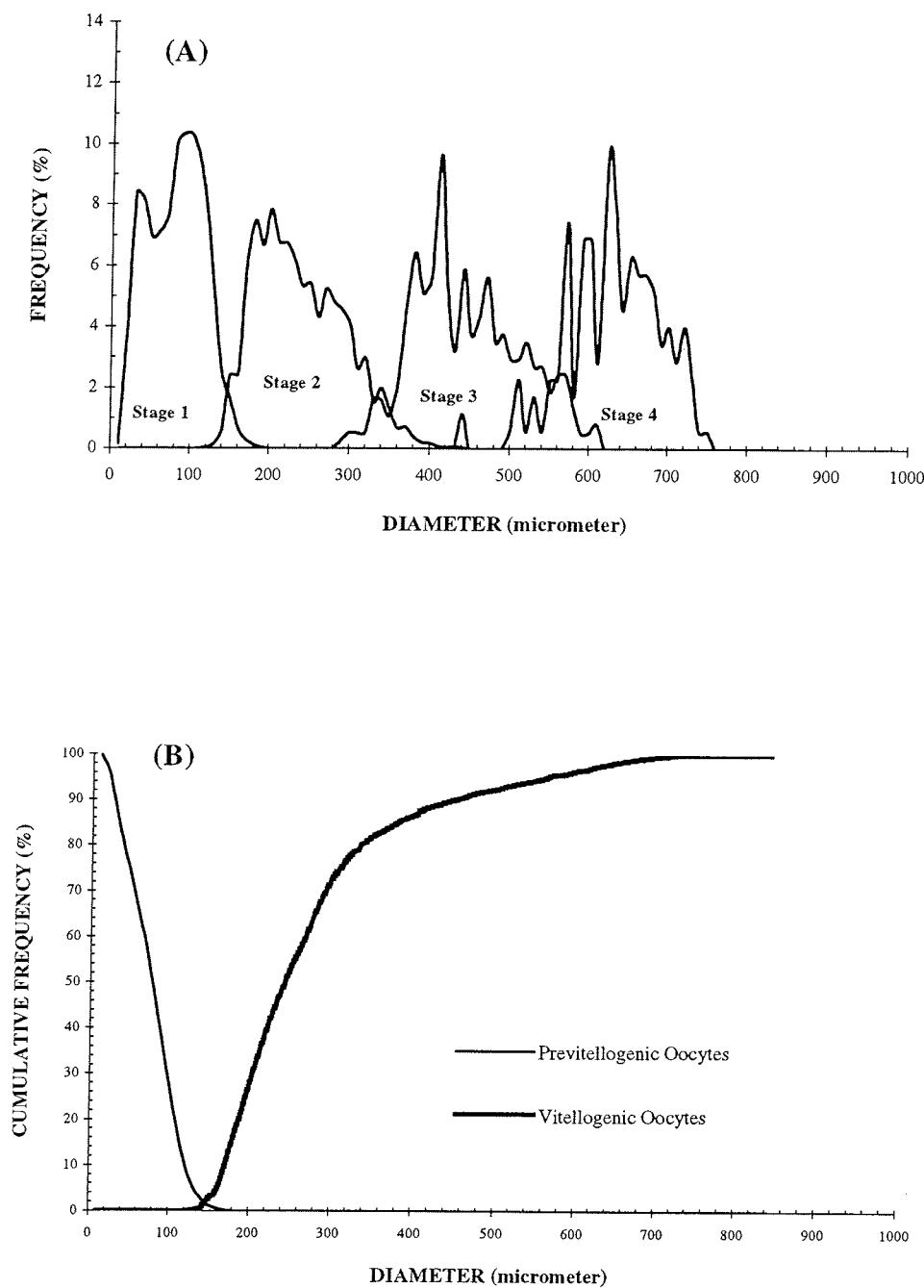


Figure 15. Oocyte diameter distributions for maturity stages 1 through 4 (A) and cumulative distributions of previtellogenic and vitellogenic oocytes (B) for the ovaries of mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996.

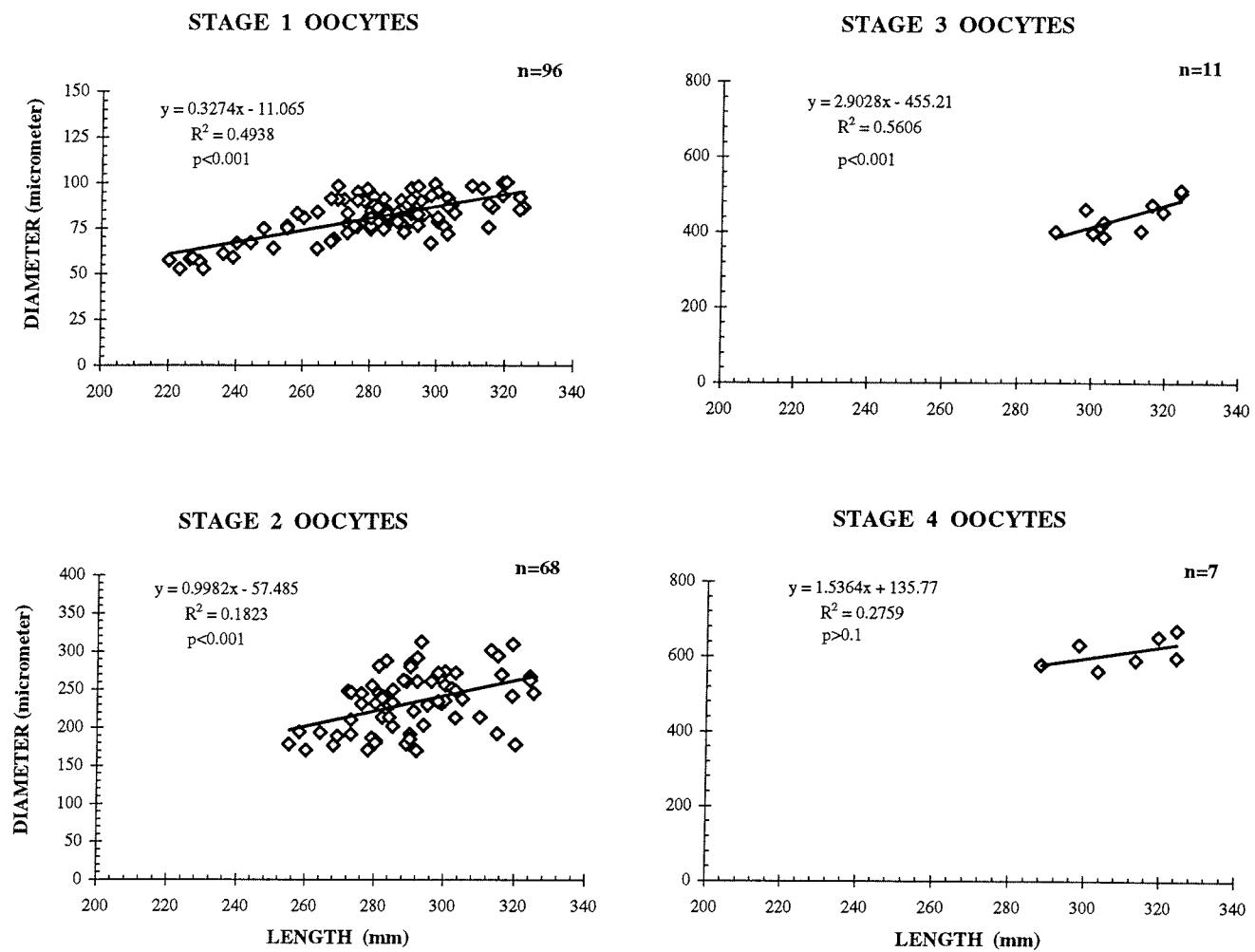


Figure 16. Relationships between the average oocyte diameter at maturity stages 1 through 4 and length for mackerel sampled in St. Margarets Bay in 1996 (n is the number of ovaries or females).

Appendix 1. Fat percentages calculated for some mackerel sampled in St. Margarets Bay,
Nova Scotia, in 1996.

DATE	SAMPLE NUMBER	LENGTH (mm)	WEIGHT (g)	SEX	MATURITY	GONAD WEIGHT (g)	AGE	% FAT*
96-06-03	1	381	519.8	F	5	48.14	6	4.07
		379	604.1	M	5	69.71	9	
		382	656.2	F	5	87.71	8	
		392	815.5	M	5	151.73	nd**	5.78
		387	618.4	F	5	49.46	7	
	2	385	576.9	F	4	36.75	6	
		314	347.7	M	5	41.62	4	7.61
		317	286.2	M	5	20.70	3	
		353	454.4	F	5	35.72	5	4.29
		356	497.6	F	5	61.41	5	
		356	492.6	M	5	55.40	5	
96-06-05	4	337	401.9	F	4	28.70	3	3.4
		341	501.4	F	4	56.12	3	
		340	433.7	M	5	51.74	5	
		388	630.1	F	5	76.42	8	6.83
		392	629.7	F	4	30.38	nd	
	5	402	712.0	F	5	92.50	nd	
		310	319.8	M	5	25.87	3	nd
		310	270.2	nd	nd	nd	3	
		312	304.9	M	5	21.07	3	
		280	187.6	nd	nd	nd	2	5.28
96-06-07	10	281	199.9	M	3	3.91	2	
		282	203.0	M	5	14.20	2	
		327	364.1	M	6	15.82	3	nd
		331	369.9	M	6	28.94	4	
		328	365.6	M	6	17.96	3	
	11	350	427.7	F	6	23.03	4	nd
		366	496.3	F	5	31.84	6	
		350	473.7	M	6	50.44	5	
		388	688.5	M	5	105.08	6	nd
		372	536.2	M	6	58.72	6	
96-06-11	22	372	578.3	F	5	63.30	6	
		341	408.0	M	6	33.53	5	nd
		347	502.1	M	6	69.25	6	
		350	432.2	M	6	51.75	6	

Appendix 1. (Continued)

DATE	SAMPLE NUMBER	LENGTH (mm)	WEIGHT (g)	SEX	MATURITY	GONAD WEIGHT (g)	AGE	% FAT*
96-06-11	22	370	573.5	M	5	74.47	6	nd
		374	621.3	M	6	71.01	8	
		380	573.4	M	6	70.82	6	
	401	401	670.0	F	6	71.45	9	nd
		410	774.7	M	6	97.63	8	
		422	822.3	F	6	92.16	8	
96-06-12	25	281	193.4	M	3	4.73	2	nd
		282	224.2	M	6	11.24	2	
		283	212.7	M	5	12.20	2	
	326	326	355.9	M	6	34.47	3	nd
		330	387.5	F	6	30.59	3	
		325	346.0	F	6	25.26	3	
	355	355	499.3	M	6	53.71	5	nd
		351	440.5	M	6	26.01	6	
		355	477.0	F	6	26.14	nd	
	372	372	508.6	F	6	23.13	6	nd
		378	683.5	M	5	97.51	8	
		372	532.7	M	6	54.13	6	
96-06-14	31	289	246.6	F	6	16.35	3	nd
		294	261.3	M	6	20.03	2	
		293	267.5	M	6	21.46	5	
	330	330	390.2	M	6	45.16	3	nd
		320	367.8	F	6	15.40	3	
		341	377.9	M	6	29.83	3	
	389	389	596.6	F	6	19.10	9	nd
		383	597.5	M	6	66.87	7	
		392	587.0	F	6	23.70	3	
96-06-17	37	280	199.1	F	2	1.59	2	7.90
		272	181.5	M	6	3.32	2	
		283	224.6	F	6	3.20	2	
	350	350	462.4	F	6	55.82	5	5.58
		354	470.0	M	6	68.68	6	
		350	461.5	M	6	35.24	5	
	385	385	542.6	F	6	55.00	6	2.28
		382	548.7	M	6	38.10	8	
		383	603.4	M	6	73.24	nd	

Appendix 1. (Continued)

DATE	SAMPLE NUMBER	LENGTH (mm)	WEIGHT (g)	SEX	MATURITY	GONAD WEIGHT (g)	AGE	% FAT*
96-06-19	38	262	161.4	M	3	1.23	2	3.25
		257	165.8	F	2	0.76	2	
		251	143.2	F	2	0.22	2	
	310	310	304.8	M	6	35.29	3	2.53
		310	311.7	M	6	24.18	3	
		315	285.7	M	6	10.27	3	
	408	379	570.0	M	6	30.72	8	1.53
		408	657.1	F	6	36.39	9	
		401	687.7	F	6	42.68	8	
	40	280	209.9	M	6	15.40	2	5.29
		276	202.5	M	6	16.45	2	
		278	196.5	F	2	1.38	2	
96-06-20	350	350	441.1	M	6	42.55	5	5.89
		351	483.4	F	6	59.08	6	
		349	418.1	M	6	35.62	6	
	391	391	613.1	F	6	57.68	5	2.24
		388	575.8	F	6	32.09	9	
		390	598.8	F	6	45.96	7	
	43	223	77.4	M	2	0.19	1	nd
		239	116.2	F	2	0.38	1	
		244	113.6	nd	1	0.12	1	
96-06-25	310	310	225.0	nd	nd	nd	3	nd
		299	238.6	F	3	3.50	2	
		322	348.4	F	5	34.69	3	
	392	392	597.7	F	6	15.37	9	nd
		375	548.0	M	6	30.85	9	
		376	535.4	M	6	40.22	7	
96-06-26	45	224	91.1	nd	1	0.07	1	nd
		219	87.8	nd	1	0.06	1	
		223	96.6	M	1	0.08	1	
	276	276	202.8	F	2	1.30	2	nd
		278	193.6	M	7	2.87	2	
		271	193.2	nd	2	0.99	2	
	342	342	444.8	F	6	34.96	4	nd
		333	363.7	M	6	3.75	3	
		316	348.1	F	6	16.73	3	

Appendix 1. (Continued)

DATE	SAMPLE NUMBER	LENGTH (mm)	WEIGHT (g)	SEX	MATURITY	GONAD WEIGHT (g)	AGE	% FAT*
96-06-28	46	221	89.5	F	2	0.29	1	nd
		220	90.3	F	2	0.26	1	
		219	91.6	F	2	0.35	1	
	47	275	209.1	F	2	1.17	2	nd
		276	183.2	M	3	1.96	2	
		275	212.3	F	3	2.25	2	
	48	330	364.6	M	6	5.20	3	nd
		336	370.6	F	6	13.02	3	
		330	332.2	M	6	7.71	3	
96-07-02	49	224	94.6	nd	1	nd	1	4.97
		227	96.9	nd	1	nd	1	
		264	164.0	M	3	0.74	2	
	50	314	297.3	M	6	9.78	3	6.59
		306	280.4	F	6	8.30	nd	
		313	261.6	M	7	3.84	3	
	51	390	580.3	M	6	9.35	9	1.51
		366	459.3	M	6	21.85	6	
		380	500.4	M	6	3.66	8	
96-07-03	51	210	70.7	nd	1	0.06	1	1.76
		210	76.5	M	2	0.21	1	
		210	71.2	nd	1	0.09	1	
	52	284	208.4	M	7	1.81	2	3.41
		286	222.8	M	6	12.13	2	
		285	226.9	M	6	2.16	2	
	53	379	537.9	F	6	23.36	6	3.79
		364	455.1	F	6	12.92	6	
		366	441.0	M	7	3.03	6	
96-07-08	54	210	78.2	F	2	0.18	1	nd
		213	77.3	nd	1	nd	1	
		213	78.6	M	2	0.19	1	
	55	241	118.9	M	2	0.36	1	nd
		240	123.9	M	2	nd	1	
		262	160.6	M	7	0.52	2	
	56	294	198.8	nd	nd	nd	2	nd
		297	225.6	nd	nd	nd	2	
		285	188.1	nd	nd	nd	2	

Appendix 1. (Continued)

DATE	SAMPLE NUMBER	LENGTH (mm)	WEIGHT (g)	SEX	MATURITY	GONAD WEIGHT (g)	AGE	% FAT*
96-07-10	57	215	70.5	nd	1	0.07	1	nd
		220	76.2	nd	1	nd	1	
		213	86.6	F	2	0.20	1	
	58	291	222.0	M	6	1.18	nd	nd
		287	213.0	M	6	0.64	2	
		299	238.2	M	6	4.31	2	
	59	360	445.0	F	6	11.61	6	nd
		350	392.1	M	7	1.28	5	
		365	488.8	F	6	8.53	6	
96-07-11	58	214	80.3	F	2	0.26	1	nd
		209	77.5	M	2	0.40	1	
		211	77.0	nd	1	0.09	1	
	59	285	200.2	F	2	1.80	2	nd
		281	205.9	F	2	1.36	2	
		291	225.5	F	3	3.04	2	
	60	322	305.8	F	6	4.79	3	nd
		374	485.1	M	6	5.06	8	
		362	384.1	F	3	4.55	6	
96-07-16	60	219	86.7	F	2	0.27	1	4.01
		225	106.5	F	2	0.42	1	
		221	94.4	F	2	0.32	1	
	61	295	229.5	M	2	1.17	2	3.56
		280	225.8	F	2	1.51	2	
		292	236.9	M	3	1.24	2	
	62	335	313.5	M	2	0.82	3	5.80
		334	403.9	F	3	4.70	3	

* Average calculated for 2 or 3 fishes

** Not determined

