Fécondité du capelan (*Mallotus villosus*) dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent en 2003

F. Grégoire, R. Morneau, G. Caron, M. Beaudoin, C. Lévesque,
C. Rose, A. Felix et J. Hudon

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

2004

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2560

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 2560

2004

FÉCONDITÉ DU CAPELAN (*Mallotus villosus*) DANS L'ESTUAIRE ET LE GOLFE DU SAINT-LAURENT EN 2003

François Grégoire, Renée Morneau, Georgette Caron[1], Madeleine Beaudoin[2],

Charlyne Lévesque, Cheslie Rose[3], Alphonsus Felix[3] et Jocelyne Hudon

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

[1] C.P. 214, 180 St-Jean-Baptiste, L'Îsle-Verte (Québec), G0L 1K0
[2] Pêches et Océans Canada, 701 boul. Laure, Suite 203, Sept-Îles (Québec), G4R 1X8
[3] Seawatch Inc., P.O. Box 17-19 Pippy Pl., St-John's (Terre-Neuve), A1B 3R9

© Sa majesté la Reine du Chef du Canada, 2004
No de cat. Fs 97-6/2560 ISSN 0706-6570

On devra citer la publication comme suit:

Grégoire, F., R. Morneau, G. Caron, M. Beaudoin, C. Lévesque, C. Rose, A. Felix et J. Hudon. 2004. Fécondité du capelan (*Mallotus villosus*) dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent en 2003. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2560: vi + 22 p.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX iv

LISTE DES FIGURES iv

RÉSUMÉ / ABSTRACT vi

1.0 INTRODUCTION 1

2.0 MATÉRIEL ET MÉTHODES 2

3.0 RÉSULTATS 3

3.1 Paramètres biologiques et fécondité 3

3.2 Relation entre la fécondité, le poids des ovaires, l'indice gonado-somatique et la longueur fraîche 3

3.3 Description et diamètre des ovocytes 4

3.4 Relation entre le diamètre moyen des ovocytes et les autres variables 5

4.0 CONCLUSION 5

5.0 REMERCIEMENTS 7

6.0 RÉFÉRENCES 7

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Lieux, dates, engins de pêche et nombre (n) d'échantillons recueillis en 2003 dans le cadre d'une étude sur la fécondité du capelan de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent 9

Tableau 2. Statistiques descriptives des paramètres biologiques mesurés au laboratoire pour les capelans échantillonnés dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent en 2003 10

Tableau 3. Statistiques descriptives du diamètre des ovocytes vitellogènes des capelans échantillonnés dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent en 2003 11

Tableau 4. Statistiques descriptives de la fécondité du capelan calculée à partir du diamètre moyen des ovocytes vitellogènes des ovaires échantillonnés dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent en 2003. Le calcul des statistiques a été réalisé sur les ovaires en maturation seulement 12

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Positions des sites d'échantillonnage dans le bas Saint-Laurent ▲, Sept-Îles ■ et Terre-Neuve ● à l'intérieur des différentes divisions de l'OPANO 13

Figure 2. Valeurs observées (A) et régressions linéaires (B) entre le nombre d'oeufs (y) et le poids des ovaires (x) pour les trois sites échantillonnés. Les paramètres des régressions sont aussi présentés 14

Figure 3. Relation entre les longueurs fraîches et congelées (A) et entre la fécondité et les longueurs fraîches pour les sites de Terre-Neuve (B), de Sept-Îles (C) et du bas Saint-Laurent (D) 15

Figure 4. Ovocytes vitellogènes (matures) et prévitellogènes (immatures) chez le capelan (A) et le maquereau (B). Chez le maquereau, les nombres représentent les différents stades de développement des ovocytes vitellogènes (Grégoire et al. 1999) 16

Figure 5. Ovocytes prévitellogènes situés à la périphérie d'un ovaire (A) et vitellogènes en début (A) et fin d'hydratation (B) 17

Figure 6. Distribution des diamètres (mm) des ovocytes prévitellogènes (OP) et vitellogènes (OV) pour les trois sites échantillonnés. Les nombres d'ovocytes mesurés et les diamètres moyens sont indiqués 18

Figure 7. Diamètres moyens des ovocytes vitellogènes des capelans échantillonnés en 2003 en fonction de la longueur fraîche (mm) (A) et du poids des ovaires (g) (B) 19

Figure 8. Relation entre le nombre d'ovocytes par gramme d'ovaire et le diamètre moyen des ovocytes (A) pour le capelan de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (les barres verticales représentent les écart-types) et entre la fécondité et le poids des ovaires selon la méthode gravimétrique et celle du diamètre moyen des ovocytes (B) 20

Figure 9. Étendues des valeurs de la fécondité du capelan pour des études réalisées au Canada et en Europe. Dans le cadre de la présente étude, les mesures de fécondité sont associées aux ovaires en maturation seulement 21

Figure 10. Relation entre le rapport de la fécondité moyenne sur la longueur fraîche (cm) moyenne et le poids total (g) moyen pour le capelan de la Mer de Barents (◆ ; Huse et Gjøsaeter, 1997) et de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (■ ; BS= bas Saint-Laurent, TN= Terre-Neuve, SI= Sept-Îles) 22

RÉSUMÉ

Grégoire, F., R. Morneau, M. Beaudoin, C. Lévesque, C. Rose, A. Felix et J. Hudon. 2004. Fécondité du capelan (*Mallotus villosus*) dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent en 2003. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2560: vi + 22 p.

Une étude sur la fécondité du capelan a été réalisée dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent en 2003. Des ovaires ont été recueillis à trois des principaux sites de pêche entre le 10 mai et le 1er juillet inclusivement. Les fécondités obtenues selon la méthode gravimétrique ont été évaluées à 18 326 œufs pour les ovaires échantillonnés au bas Saint-Laurent comparativement à 16 129 œufs et 19 559 œufs pour ceux provenant des sites de Sept-Îles et de Terre-Neuve. Les relations entre la fécondité et le poids des ovaires et les longueurs fraîches ont été décrites à l'aide de régressions linéaires. Les pentes de ces régressions ne se sont pas avérées significativement différentes d'un site à l'autre. L'examen histologique des ovaires a révélé que le développement des ovocytes vitellogènes ou matures est synchrone. Le diamètre moyen des ovocytes vitellogènes des ovaires provenant du bas Saint-Laurent a été évalué à 0,610 mm comparativement à 0,613 mm et 0,619 mm pour les ovocytes des ovaires échantillonnés à Sept-Îles et à Terre-Neuve. Un écart important a été observé entre les distributions des fréquences des diamètres des ovocytes vitellogènes et prévitellogènes ce qui signifie que la ponte chez le capelan est du type déterminé. Il a été démontré que la fécondité du capelan peut être calculée rapidement à partir d'une relation entre le nombre moyen d'ovocytes vitellogènes par gramme d'ovaire et le diamètre moyen des ovocytes. Les fécondités obtenues à partir de cette relation sont similaires à celles calculées selon la méthode gravimétrique.

ABSTRACT

Grégoire, F., R. Morneau, M. Beaudoin, C. Lévesque, C. Rose, A. Felix et J. Hudon. 2004. Fécondité du capelan (*Mallotus villosus*) dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent en 2003. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2560: vi + 22 p.

A capelin fecundity study was carried out in the Estuary and Gulf of St. Lawrence in 2003. Ovaries were collected at three of the most important fishing locations between 10 May and 1 July. The fecundity, obtained using the gravimetric method, was evaluated at 18,326 eggs for the ovaries sampled in the Lower St. Lawrence compared to 16,129 eggs and 19,559 eggs for those coming from Sept-Îles and Newfoundland. Linear regressions were used to describe the relationships between fecundity, weight, and fresh length. Slopes of these regressions were not significantly different from one site to another. Histological examination of the ovaries revealed that the development of the vitellogenic or mature oocytes is synchronous. The mean diameter of the vitellogenic oocytes from Lower St. Lawrence capelin was 0.610 mm compared to 0.613 mm and 0.619 mm from Sept-Îles and Newfoundland capelin. A large difference was observed between the frequency distributions of vitellogenic and previtellogenic oocyte diameters. This means that capelin spawning is determinate. We found that capelin fecundity can be calculated rapidly from a relationship between the mean number of oocytes per gram of ovary and the mean oocyte diameter. Fecundities obtained with this relationship are similar to those calculated using the gravimetric method.

1.0 INTRODUCTION

Le capelan (*Mallotus villosus*) est un petit poisson pélagique des mers circumpolaires et arctiques (Jangaard, 1974). Dans le nord-est de l'Atlantique, il est présent dans la mer de Barents, dans le nord de la Norvège, en Islande et au Groenland. Dans le Pacifique, l'espèce vit le long des côtes de l'Alaska et de la Colombie-Britannique, du Japon, de la Corée et de la Russie. En eaux canadiennes, on le retrouve le long des côtes du Labrador et de Terre-Neuve, sur les Grands Bancs ainsi que dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent (Jangaard, 1974). En tant qu'espèce fourrage par excellence, le capelan permet le transfert de l'énergie des producteurs primaires et secondaires dont il s'alimente, vers les espèces des niveaux trophiques plus élevés dont il est la proie (Dr. Claude Savenkoff, IML, comm. pers.). En fait, de nombreuses espèces de poissons, de mammifères et d'oiseaux marins dépendent du capelan pour leur survie.

Le capelan fait aussi l'objet d'une pêche commerciale dont les plus importantes captures, à l'échelle mondiale, sont réalisées en Islande, à l'est du Groenland et dans la mer de Barents. Le principal marché visé est celui de la femelle oeuvée congelée. C'est l'arrivée de ce marché, à la fin des années 1970, qui est responsable du développement rapide de cette pêche dans l'est du Canada (MPO, 2004). Dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, la pêche commerciale au capelan se pratique à l'aide de la fascine, de la trappe et de la seine bourse (Grégoire et al., 2003). Des prises récréatives sont aussi réalisées sur les plages au moment de la ponte. Pour l'instant, il n'existe aucun relevé d'abondance dirigé spécifiquement sur cette espèce. Cependant, des indices de dispersion sont mesurés à l'aide des prises provenant de deux relevés scientifiques au chalutage de fond (Grégoire et al., 2002). Ces relevés sont réalisés annuellement dans le nord (incluant l'estuaire) (Bourdages et al., 2003) et le sud (Poirier et al., 2003) du golfe du Saint-Laurent et ont pour objectif la mesure de l'abondance des poissons de fond et de la crevette nordique (*Pandalus borealis*).

L'abondance du capelan est fortement reliée à la force du recrutement puisque la durée de vie des individus n'est que de quatre à cinq ans (Jangaard, 1974) et que la biomasse reproductrice d'un stock n'est composée essentiellement que d'une ou deux classes d'âge (Carscadden, 1978). Pour ces mêmes raisons, le recrutement du capelan serait directement relié à la fécondité des femelles (Nakashima, 1987). Cependant, en dépit de l'importance probable de cette relation, il n'existe aucune donnée concernant la fécondité du capelan de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Ailleurs, sur la côte est de Terre-Neuve, la fécondité du capelan a été étudiée dès la fin des années 1940 (Templeman, 1948), et sur les Grands Bancs, au début des années 1970 (Winters, 1971). En Europe, des études sur la fécondité (Galkin et Kovalev, 1975) et les relations entre la fécondité et le diamètre des ovocytes (Gjøsaeter et Monstad, 1973; Huse et Gjøsaeter, 1997) et la force des classes d'âge (Serebryakov et al., 1985) ont été réalisées pour le capelan de la mer de Barents.

La présente étude a été réalisée dans le but de mesurer la fécondité du capelan de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent en raison d'un manque d'information sur la biologie de base et les mécanismes pouvant influencer le recrutement de cette espèce.

2.0 MATÉRIEL ET MÉTHODES

Des échantillons de capelan ont été recueillis à trois des principaux sites de pêche de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (Figure 1). Dans le bas Saint-Laurent, ils ont été prélevés à partir des captures provenant d'une fascine. Dans la région de Sept-Îles, ils ont été recueillis directement sur la plage et sur la côte ouest de Terre-Neuve, à partir des débarquements à quai provenant d'une pêche à la seine bourse. De 12 à 24 femelles ont été recueillies par échantillon et préservées individuellement dans une solution diluée (4-5 %) de formaldéhyde tamponnée (Hunter, 1985). Une légère incision a été réalisée dans l'abdomen de chacune des femelles afin de permettre à la solution de formaldéhyde d'atteindre les ovaires. Au laboratoire, chaque femelle a été mesurée et pesée au mm et au 0,01 g près. Les ovaires ont aussi été pesés au 0,01 g près et leur maturité a été déterminée selon des critères macroscopiques proposés par Winters (1970). Une tranche d'environ un cm d'épaisseur a été prélevée dans la partie centrale du lobe gauche de l'ovaire et pesée au 0,01 g près. Le lobe droit n'a pas été utilisé pour le décompte des œufs puisque sa taille est plus faible et qu'il ne représente qu'environ 4 % de la fécondité totale [Pozdnyakov (1957), cité dans Winters (1971)]. La fécondité de chaque femelle, exprimée en nombre total d'ovocytes ou $\boldsymbol{F_i}$, a été calculée selon la méthode gravimétrique en utilisant la relation suivante :

$$F_i = \left(\frac{n_i}{w_i} \right) x \ W_i$$

où :

$\boldsymbol{n_i}$ représente le nombre d'ovocytes comptés dans une tranche de un cm d'épaisseur, $\boldsymbol{w_i}$ le poids de cette tranche et $\boldsymbol{W_i}$, le poids total des deux lobes. La longueur a été mesurée sur des capelans frais échantillonnés aux sites du bas Saint-Laurent et de Sept-Îles. Pour le capelan de Terre-Neuve, ces longueurs ont été déterminées à partir d'une régression linéaire entre les longueurs fraîches et congelées qui ont été mesurées aux deux autres sites. Pour chacun des sites, les relations entre la fécondité et le poids somatique, l'indice gonado-somatique et la longueur fraîche ont été décrites à l'aide de régressions linéaires. L'homogénéité des pentes de ces régressions a été testée et en absence d'une différence significative, une analyse de covariance (ANCOVA) a été utilisée pour déterminer si les ordonnées à l'origine étaient différentes. La fécondité moyenne par capelan a été comparée entre ces mêmes sites à l'aide d'une analyse de variance (ANOVA). Dans le cas d'une différence significative, le test a posteriori de Tukey (Sokal et Rohlf, 1997) a été utilisé pour déterminer les valeurs distinctes. Les nombres d'œufs par gramme d'ovaire ont été calculés pour chacune des femelles échantillonnées et les moyennes par site ont été comparées par une ANOVA et le test de Tukey.

Une seconde tranche a été prélevée dans la partie centrale du lobe gauche et sur celui de droit lorsque sa taille le permettait. Chaque tranche a été placée dans une cassette d'inclusion en vue de la préparation des coupes histologiques. Ces dernières ont été réalisées par la compagnie CTRR Clintrials Bioresearch et analysées à l'aide d'un microscope Leitz Laborlux K couplé à une caméra JVC de modèle TK-12800 et à un analyseur d'images Q500MC de marque Leica. Le diamètre des ovocytes prévitellogènes (immatures) et vitellogènes (matures) a été mesuré au

0,01 mm près et à un grossissement de 25X. Cette mesure représente le diamètre maximal qui passe par le centre de l'ovocyte ou du noyau lorsque ce dernier est présent et en position centrale. Les mesures de diamètre ont été comparées entre les lobes gauches et droits par une analyse de variance.

Thorsen et Kjesbu (2001) ont proposé une approche permettant le calcul rapide de la fécondité de la morue (*Gadus morhua*) à partir d'une relation qu'ils ont établie entre le nombre d'ovocytes par gramme d'ovaire et le diamètre de ceux-ci. Avec une telle relation, la fécondité peut être estimée à partir du diamètre moyen des ovocytes d'un ovaire et du poids de ce dernier. Suite à une suggestion (Dr. Yvan Lambert, IML, comm. pers.), cette approche a été tentée pour le capelan de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Les fécondités obtenues par cette méthode ont été comparées à celles déterminées par la méthode gravimétrique.

3.0 RÉSULTATS

3.1 Paramètres biologiques et fécondité

Un total de 18 échantillons de capelan ont été prélevés entre le 10 mai et le 1er juillet 2003 (Tableau 1). Dans le bas Saint-Laurent, 118 ovaires ont été recueillis comparativement à 46 et 93 ovaires pour Sept-Îles et Terre-Neuve. Selon l'échelle de maturité proposée par Winters (1970), la ponte était déjà débutée pour certaines des femelles échantillonnées. Les ovaires correspondants n'ont pas été utilisés dans le calcul de la fécondité de sorte que le nombre d'ovaires analysés par région s'est élevé à 91 pour le bas Saint-Laurent comparativement à 38 et 88 ovaires pour Sept-Îles et Terre-Neuve. La longueur, le poids somatique et le poids des ovaires moyens des capelans sélectionnés et provenant du bas Saint-Laurent ont été évalués à 148,5 mm, 13,07 g et 5,06 g, respectivement (Tableau 2). À Sept-Îles, ces moyennes ont été évaluées à 152,2 mm, 14,85 g et 5,12 g par rapport à 147,6 mm, 14,46 g et 5,88 g pour Terre-Neuve. Pour le bas Saint-Laurent, la fécondité moyenne par femelle a été évaluée à 18 326 oeufs, et pour les sites de Sept-Îles et de Terre-Neuve, à 16 129 et 19 559 œufs respectivement (Tableau 2). Les nombres moyens d'œufs par gramme de poids d'ovaire pour ces trois sites ont été évalués à 3 682, 3 220 et 3 393 œufs.

Les fécondités moyennes sont significativement différentes (ANOVA, $F=6,68$, $p<0,001$) d'un site à l'autre. Cependant, le test a posteriori de Tukey indique qu'il n'y a pas de différence entre les estimations moyennes calculées pour les sites du bas Saint-Laurent et de Terre-Neuve. Les nombres moyens d'œufs par gramme d'ovaire sont aussi significativement différents (ANOVA, $F=5,73$, $p<0,001$) d'un site à l'autre. Par contre, le test de Tukey indique qu'il n'y a pas de différence entre les estimations de Sept-Îles et Terre-Neuve.

3.2 Relation entre la fécondité, le poids des ovaires, l'indice gonado-somatique et la longueur fraîche

Les fécondités les plus élevées ont été mesurées pour des ovaires provenant de Terre-Neuve et du bas Saint-Laurent (Figure 2A). Pour chaque site d'échantillonnage, une relation entre la fécondité et le poids des ovaires a été déterminée à l'aide d'une régression linéaire ($p<0,0001$)

(Figure 2B). Les pentes de ces régressions ne sont pas significativement différentes (F=0,01, p>0,05) à l'opposé des ordonnées à l'origine (ANCOVA, F=218,76, p<0,0001).

Les longueurs des capelans échantillonnés à Terre-Neuve ont été converties à l'aide d'une régression linéaire (R^2=0,98, F=5425,06, p<0,0001) entre les longueurs fraîches et congelées mesurées aux deux autres sites d'échantillonnage (Figure 3A). Des régressions linéaires ont aussi été utilisées pour décrire les relations entre les mesures de fécondité et de longueur fraîche prises à chacun des sites d'échantillonnage (Figures 3B, 3C et 3D). Même si ces relations sont significatives, les valeurs de R^2 sont relativement faibles. Les pentes de ces relations ne sont pas significativement différentes (F=1,31, p>0,05) contrairement aux ordonnées à l'origine (F=18,50, p<0,0001).

3.3 Description et diamètre des ovocytes

Chez le capelan, tous les ovocytes vitellogènes (OV) ou matures se développent au même rythme (Figure 4A). Des ovocytes prévitellogènes (OP) ou immatures ont aussi été observés. Ces derniers représentent les ovocytes qui seront pondus au cours des années à venir. Chez le capelan, on les retrouve parmi les ovocytes matures (Figure 4A) ou regroupés tous ensemble à la périphérie de l'ovaire (Figure 5A). Ces ovocytes ont été retrouvés dans la plupart des ovaires échantillonnés au bas Saint-Laurent et à Terre-Neuve. Cependant, très peu d'ovaires en provenance de Sept-Îles contenaient des ovocytes immatures. Dans plusieurs ovaires, le contenu du noyau s'était déjà déversé dans les ovocytes. Plusieurs ovocytes étaient aussi au début (Figure 5A) et en fin d'hydratation (Figure 5B).

Un total de 10 353 ovocytes vitellogènes ont été mesurés, soit 4 359 ovocytes pour les ovaires échantillonnés au bas Saint-Laurent et 1 817 et 4 177 ovocytes pour ceux provenant de Sept-Îles et de Terre-Neuve (Tableau 3). Le diamètre moyen des ovocytes matures pour les ovaires du bas Saint-Laurent est de 0,610 mm comparativement à 0,613 mm et 0,619 mm pour ceux échantillonnés à Sept-Îles et à Terre-Neuve (Tableau 3, Figure 6). Malgré des valeurs similaires, ces diamètres moyens sont néanmoins significativement différents (ANOVA, F=18,31, p<0,0001) d'un site à l'autre. Cette différence, selon le test de Tukey, est causée par la valeur plus élevée du diamètre moyen des ovocytes des ovaires échantillonnés à Terre-Neuve.

Un total de 5 217 ovocytes immatures ont été mesurés, soit 3 163 ovocytes pour les ovaires provenant du bas Saint-Laurent, 1 876 ovocytes pour ceux de Terre-Neuve et seulement 178 ovocytes pour les ovaires de Sept-Îles. Pour ces trois sites, les diamètres moyens des ovocytes sont respectivement de 0,101 mm, 0,105 mm et 0,090 mm (Figure 6). Ces moyennes sont significativement différentes (ANOVA, F=24,85, p<0,0001) et selon le test de Tukey, cette différence est attribuable à la faible valeur du diamètre moyen des ovocytes des ovaires provenant de Sept-Îles. Un écart important est observé entre les distributions des fréquences de diamètres des ovocytes matures et immatures (Figure 6). Comme l'indique Hunter et al. (1989), cette absence de chevauchement signifie que la ponte chez le capelan est du type déterminé.
Il a été possible de mesurer les ovocytes matures (n=371) de cinq lobes droits. Aucune différence significative (ANOVA, F=1,37, p>0,05) n'a été observée dans le diamètre moyen des ovocytes des lobes gauches et droits.

3.4 Relation entre le diamètre moyen des ovocytes et les autres variables

Chez le capelan de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent, aucune relation n'a été observée entre le diamètre des ovocytes et la longueur fraîche (Figure 7A) et le poids des ovaires (Figure 7B). Cependant, une relation polynomiale significative ($F=32,87$, $p< 0,0001$) a été obtenue entre le nombre moyen d'ovocytes par gramme d'ovaire et le diamètre moyen des ovocytes (Figure 8A). Cette relation a permis de calculer rapidement de nouvelles valeurs de fécondité qui se sont avérées semblables à celles obtenues par la méthode gravimétrique (Tableau 4). Des différences de seulement 2,7 %, 7,5 % et 1,1 % ont été mesurées entre les deux méthodes pour les ovaires échantillonnés au bas Saint-Laurent, à Sept-Îles et à Terre-Neuve, respectivement. Par rapport au poids des ovaires, les nouvelles mesures de fécondité présentent moins de variabilité (Figure 8B). Pour chacune des méthodes de calcul, les relations entre la fécondité et le poids des ovaires (en maturation) ont été exprimées à l'aide de régressions linéaires ($p<0,0001$) dont les pentes ($F=5,67$, $p>0,01$) et les ordonnées à l'origine ($F=0,28$, $p>0,05$) ne sont pas significativement différentes.

4.0 CONCLUSION

Les fécondités mesurées dans le cadre de la présente étude diffèrent de celles obtenues pour d'autres stocks de capelan. Par exemple, elles sont supérieures à celles du capelan de la côte ouest du Canada mais inférieures aux fécondités obtenues pour le capelan des côtes est et sud (Grands Bancs) de Terre-Neuve (Figure 9). Ces comparaisons doivent cependant être interprétées avec prudence puisque la fécondité varie avec la longueur et que des capelans de différentes longueurs ont été analysés lors de ces études qui se sont aussi déroulées à des époques différentes. Chez un même stock, il existe aussi des variations annuelles de fécondité (Galkin et Kovalev, 1975). Ces variations pourraient être causées par des changements de longueur et de poids associés à la croissance des classes d'âge ou à leur remplacement dans un stock. La figure 10 (tirée de Huse et Gjøsaeter, 1997) qui représente une relation entre la fécondité par unité de longueur et le poids total pour le capelan de la Mer de Barents semble supporter cet argument. Les données de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent qui ont été ajoutées à cette figure se démarquent nettement des autres données. Par exemple, pour un même poids, les mesures de fécondité par unité de longueur sont plus élevées pour le capelan échantillonné aux sites du bas Saint-Laurent, de Sept-Îles et de Terre-Neuve. Un échantillonnage annuel à ces mêmes sites permettrait d'obtenir d'autres mesures de fécondité, de longueur et de poids afin de définir une relation propre au capelan de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent.

Aucune différence significative n'a été obtenue entre les fécondités mesurées aux sites du bas Saint-Laurent et de Terre-Neuve. Les faibles fécondités mesurées pour Sept-Îles pourraient s'expliquer parce que l'échantillonnage à ce site a été réalisé sur la plage au moment de la ponte. Pour les femelles recueillies de cette façon, des ovocytes pouvaient déjà avoir été expulsés sans que l'état visuel des ovaires ne puisse le confirmer. Les ovaires provenant de ce site pourraient être examinés à nouveau dans le but de déceler la présence de structures histologiques qui permettraient de confirmer un début de ponte. Chez le maquereau (*Scomber scombrus* L.), les

follicules post-ovulatoires sont utilisés à cet effet (F. Grégoire, données non publiées). Contrairement au capelan, le développement des ovocytes vitellogènes chez le maquereau est asynchrone et jusqu'à quatre stades de maturité peuvent être observés dans un même ovaire (Figure 4B). Les différents lots d'ovocytes sont alors expulsés au fur et à mesure qu'ils deviennent matures. Un examen histologique devrait aussi être réalisé sur des ovaires de capelan prélevés avant et après la ponte dans le but d'améliorer notre compréhension du cycle de la maturation des ovocytes de cette espèce.

L'absence d'ovocytes prévitellogènes dans des ovaires de capelan est une indication que les femelles correspondantes en seraient à leur dernière ponte. L'absence de tels ovocytes a surtout été observée chez les ovaires des femelles échantillonnées à Sept-Îles. C'est aussi à ce site que la longueur moyenne des femelles était la plus élevée ce qui pourrait signifier qu'elles étaient plus âgées et qu'elles en étaient bien à leur dernière ponte.

Les diamètres moyens des ovocytes des capelans échantillonnés dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent se sont avérés être plus élevés que ceux mesurés par Huse et Gjøsaeter (1997) pour la mer de Barents. Ces différences pourraient s'expliquer par une méthodologie différente. Par exemple, pour la présente étude, les diamètres ont été mesurés à partir de coupes histologiques comparativement à des ovocytes qui ont été détachés de l'ovaire et mesurés sous une loupe binoculaire dans le cas de l'étude de Huse et Gjøsaeter (1997). Ces derniers mentionnent la présence de légères différences dans les diamètres moyens des ovocytes selon le lieu de prélèvement dans l'ovaire. Contrairement à la présente étude, ils ont aussi obtenu une relation entre le diamètre des ovocytes et la longueur et le poids.

Le calcul de la fécondité par la méthode gravimétrique représente une tâche exigeante tant au niveau des ressources humaines que du temps nécessaire à sa réalisation. L'approche proposée par Thorsen et Kjesbu (2001) a été réalisée avec succès dans le cadre de la présente étude. L'application de la relation qui a été déterminée selon cette approche entre le nombre d'ovocytes par gramme d'ovaire et le diamètre moyen des ovocytes permettra à l'avenir de calculer rapidement et avec précision la fécondité du capelan de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent.

Comme le capelan a un rôle prédominant à jouer dans l'écosystème marin, il est important de bien comprendre sa biologie. Il est aussi primordial de bien gérer la pêche de cette espèce qui est à la base de la chaîne alimentaire et dont l'abondance est cruciale pour les espèces qui s'en nourrissent. Les fluctuations d'abondance du capelan seraient grandement reliées à celles du recrutement et c'est la raison pour laquelle des relevés larvaires sont réalisés à certains endroits (Huse et Gjøsaeter, 1997). En parallèle avec le suivi de la fécondité, ce type de relevé devrait aussi être considéré pour certains sites de ponte de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent.

5.0 REMERCIEMENTS

De très sincères remerciements sont exprimés à l'égard du Dr. Brian Nakashima pour ses judicieux conseils sur la biologie du capelan et au Dr. Yvan Lambert et François Hazel pour la révision du rapport.

6.0 RÉFÉRENCES

Bourdages, H., D. Archambault, B. Morin, A. Fréchet, L. Savard, F. Grégoire et M. Bérubé. 2003. Résultats préliminaires du relevé multidisciplinaire de poissons de fond et de crevette d'août 2003 dans le nord du golfe du Saint-Laurent. SCCS Doc. Rech. 2003/078. 68 p.

Carscadden, J. E. 1978. The capelin, *Mallotus villosus*, population spawning on the southeast shoal of the Grand Bank, 1976. International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries, Selected Papers 3: 61-72.

Gjøsaeter, J., et T. Monstad. 1973. Fecundity and egg size of spring spawning Barents Sea capelin. Fiskeridirektoratets Skrifter, Serie Havundersokelser 16:98-104.

Galkin, A. S., et S. M. Kovalev. 1975. Fecundity of the capelin, *Mallotus villosus*, of the Barents Sea. Journal of Ichthyology 15:579-583.

Grégoire, F., R. H. Crawford, G. Moreault, G. Myra, et 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 + 45 p.

Grégoire, F., H. Bourdages et J. Roy. 2002. Production d'un indice d'abondance pour le capelan (*Mallotus villosus*) de l'estuaire et du nord du golfe du Saint-Laurent par le krigeage d'indicatrice. Rapp. Tech. Can. Sci. Halieut. Aquat. Sci. 2418 : vi + 21p.

Grégoire, F., D. Chabot, C. Savenkoff, C. Lévesque, J. Guérin et J. Hudon. 2003. Capelin (*Mallotus villosus*) fishery, biology and distribution in NAFO Divisions 4RST in 2002. CSAS Research Document. 2003/083. 71p.

Hunter, J. R. 1985. Preservation of Northern anchovy in formaldehyde solution. *In* : R. Lasker, An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the Northern anchovy, *Eugraulis mordax*. NOAA Technical Report NMFS 36. 99 p.

Hunter, J., B. J. Macewicz, et C. Kimbrell. 1989. Fecundity and other aspects of the reproduction of sablefish, *Anoplopoma fimbria*, in central California waters. California Coop. Ocean. Fish. Invest. Rep. 30:61-72.

Huse, G., et H. Gjøsaeter. 1997. Fecundity of the Barents Sea capelin (*Mallotus villosus*). Marine Biology. 130:309-313.

Jangaard, P.M. 1974. The capelin (*Mallotus villosus*) biology, distribution, exploitation, utilization, and composition. Bull. Fish. Res. Bd. Can. 186: 1-70.

MPO, 2004. Capelan de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (4RST) en 2003. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rapp. sur l'état des stocks 2004/001.

Nakashima, B. 1987. Regional and temporal variations in fecundity of capelin in Newfoundland waters. Trans. Amer. Fish. Soc. 116: 864-873.

Poirier, G.A., T. Hurlbut, D.P. Swain, G. A. Chouinard, H.P. Benoît, C. LeBlanc et L. Curie. 2003. Résultats préliminaires du relevé au chalut de fond de septembre 2003 dans le sud du golfe du Saint-Laurent. SCCS Doc. Rech. 2003/112. 24 p.

Pozdnyakov, Y.V. 1957. O plodovitosti moyvi Barentseva morya. Dokl Akad Nauk SSSR 112: 777-778.

Serebryakov, V. P., N. G. Ushakov, V. K. Aldonov, et A.V. Astaf'eva. 1985. Population fecundity and year class abundance of the Barents Sea capelin in 1972-1984. Pages 25-30. *In*: H. Gjøsaeter, editor. Proceedings of the Soviet-Norwegian symposium on the Barents Sea capelin, Bergen, Norway.

Sokal, R.R., et F.J. Rohlf. 1997. Biometry: The principles and practice of statistics in biological research. W. H. Freeman and Company. New York. 887 p.

Templeman, W. 1948. The life history of the capelin (*Mallotus villosus*, O. F. Müller) in Newfoundland waters. Newfoundland Department of Natural Resources, Research Bulletin 17, St. John's, Canada.

Thorsen, A., et O.S Kjesbu. 2001. A rapid method for estimation of oocytes size and potential fecundity in Atlantic cod using a computer-aided particle analysis system. Journal of Sea Research. 46: 295-308.

Winters, G.H. 1970. Biological changes in coastal capelin from over-wintering to the spawning condition. J. Fish. Res. Board Can. 27:2215-2224.

Winters, G.H. 1971. Fecundity of the left and right ovaries of Grand Bank capelin (*Mallotus villosus*). J. Fish. Res. Board Can. 28:1029-1033.

Tableau 1. Lieux, dates, engins de pêche et nombre (n) d'échantillons recueillis en 2003 dans le cadre d'une étude sur la fécondité du capelan de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent.

LIEUX	DIVISION OPANO[1]	ÉCHANTILLON	DATE (mm-jj)	JOUR DE L'ANNÉE	NOMBRE D'OVAIRES (n)	OVAIRES EN MATURATION	ENGIN DE PÊCHE
Bas Saint-Laurent	4T	1	05-10	130	12	1	Fascine
		2	05-23	143	12	10	
		3	05-28	148	12	11	
		4	06-03	154	12	7	
		5	06-04	155	9	8	
		6	06-09	160	12	11	
		7	06-12	163	12	9	
		8	06-17	168	12	12	
		9	06-26	177	13	12	
		10	07-01	182	12	10	
		Total:			**118**	**91**	
Sept-Îles	4S	11	05-25	145	12	10	Plage
		12	05-30	150	14	9	
		13	06-03	154	10	10	
		14	06-03	154	10	9	
		Total:			**46**	**38**	
Terre-Neuve	4R	15	06-19	170	22	22	Seine bourse
		16	06-24	175	24	22	
		17	06-25	176	23	21	
		18	06-26	177	24	23	
		Total:			**93**	**88**	

[1] Organisation des Pêches dans l'Atlantique du Nord-Ouest

Tableau 2. Statistiques descriptives des paramètres biologiques mesurés au laboratoire pour les capelans[1] échantillonnés dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent en 2003.

LIEUX		LONGUEUR[2] (mm)	POIDS (g) SOMATIQUE	POIDS (g) DES OVAIRES	ŒUFS PAR GRAMME D'OVAIRE	FÉCONDITÉ (Nombre total d'œufs)
Bas Saint-Laurent	Moyenne	148,5	13,07	5,06	3 682	18 326
	Écart-Type	9,1	2,69	1,24	863	4 886
	Minimum	125	6,45	2,75	2 149	8 976
	Maximum	167	20,11	8,21	8 019	30 042
	Étendue	42	13,66	5,46	5 870	21 066
	n	91	91	91	91	91
Sept-Îles	Moyenne	152,2	14,85	5,12	3 220	16 129
	Écart-Type	7,9	2,29	1,46	658	4 761
	Minimum	137	10,65	2,02	1 932	7 448
	Maximum	174	20,86	7,85	4 215	28 794
	Étendue	37	10,21	5,83	2 284	21 347
	n	38	38	38	38	38
Terre-Neuve	Moyenne	147,6	14,46	5,88	3 393	19 559
	Écart-Type	7,7	2,30	1,45	689	4 854
	Minimum	128	8,96	2,47	2 115	8 286
	Maximum	167	19,95	9,95	6 284	33 155
	Étendue	39	10,99	7,48	4 170	24 869
	n	88	88	88	88	88

[1] Avec ovaires en maturation seulement

[2] Des longueurs ont été mesurées sur des poissons frais aux sites du bas Saint-Laurent et de Sept-Îles et sur des poissons congelés à Terre-Neuve. Ces dernières ont été converties en longueur fraîche (voir texte)

Tableau 3. Statistiques descriptives du diamètre des ovocytes vitellogènes des capelans[1] échantillonnés dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent en 2003.

LIEUX	ÉCHANTILLON	STATISTIQUES					
		Moyenne (mm)	Écart-type (mm)	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Étendue (mm)	n
Bas Saint-Laurent	1	0,580	0,065	0,40	0,75	0,35	440
	2	0,664	0,062	0,51	0,88	0,37	455
	3	0,630	0,065	0,42	0,81	0,39	521
	4	0,605	0,074	0,41	0,92	0,51	406
	5	0,596	0,079	0,39	0,83	0,44	473
	6	0,597	0,064	0,40	0,82	0,42	402
	7	0,612	0,070	0,43	0,85	0,42	587
	8	0,603	0,066	0,43	0,82	0,39	410
	9	0,606	0,061	0,42	0,78	0,36	229
	10	0,604	0,065	0,43	0,81	0,38	436
	TOTAL	**0,610**	**0,071**	**0,39**	**0,92**	**0,53**	**4 359**
Sept-Îles	11	0,651	0,064	0,49	0,91	0,42	314
	12	0,614	0,068	0,43	0,82	0,39	598
	13	0,589	0,064	0,39	0,77	0,38	506
	14	0,610	0,071	0,39	0,84	0,45	399
	TOTAL	**0,613**	**0,070**	**0,39**	**0,91**	**0,52**	**1 817**
Terre-Neuve	15	0,618	0,070	0,43	0,86	0,43	984
	16	0,613	0,068	0,40	0,82	0,42	1 089
	17	0,633	0,069	0,44	0,85	0,41	1 012
	18	0,615	0,074	0,42	0,95	0,53	1 092
	TOTAL	**0,619**	**0,070**	**0,40**	**0,95**	**0,55**	**4 177**

[1] Avec ovaires en maturation seulement

Tableau 4. Statistiques descriptives de la fécondité du capelan calculée à partir du diamètre moyen des ovocytes vitellogènes des ovaires échantillonnés dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent en 2003. Le calcul des statistiques a été réalisé sur les ovaires en maturation seulement.

VARIABLE	LIEUX	STATISTIQUES					
		Moyenne	Écart-Type	Minimum	Maximum	Étendue	n
FÉCONDITÉ	Bas Saint-Laurent	17 839	3 632	9 341	26 063	16 722	81
	Sept-Îles	17 338	5 459	7 531	30 582	23 051	34
	Terre-Neuve	19 771	4 581	9 708	31 133	21 425	87

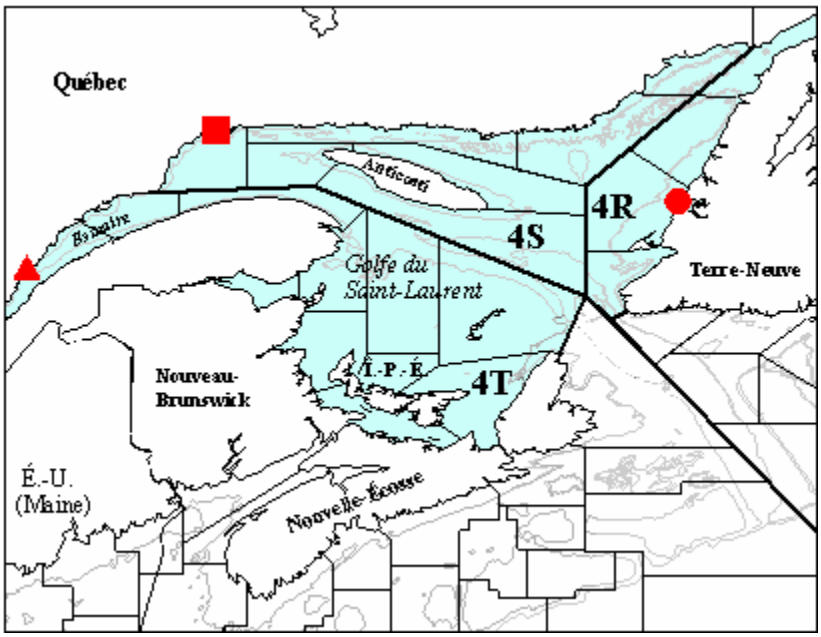


Figure 1. Positions des sites d'échantillonnage dans le bas Saint-Laurent ▲, Sept-Îles ■ et Terre-Neuve ● à l'intérieur des différentes divisions de l'OPANO.

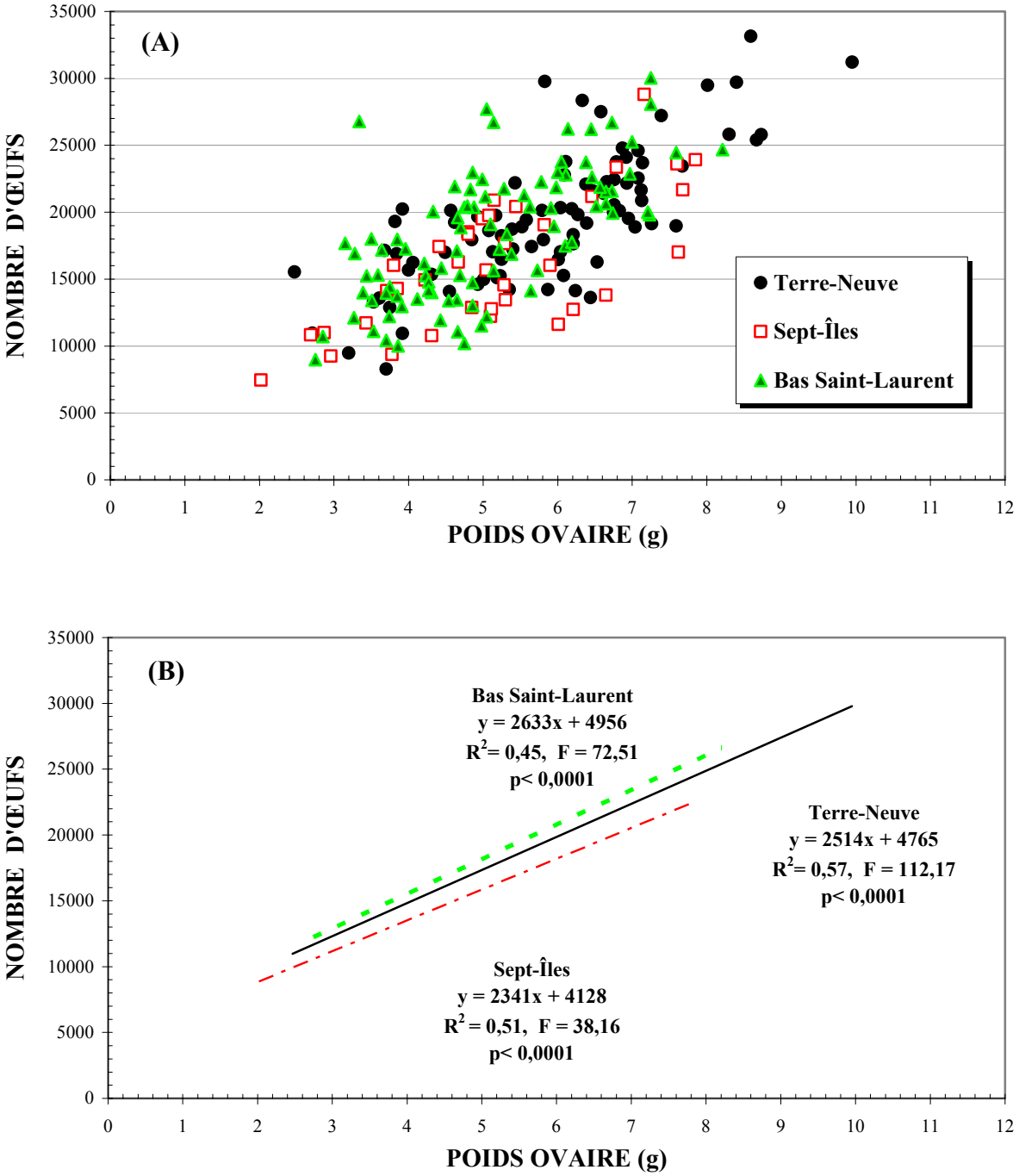


Figure 2. Valeurs observées (A) et régressions linéaires (B) entre le nombre d'oeufs (y) et le poids des ovaires (x) pour les trois sites échantillonnés. Les paramètres des régressions sont aussi présentés.

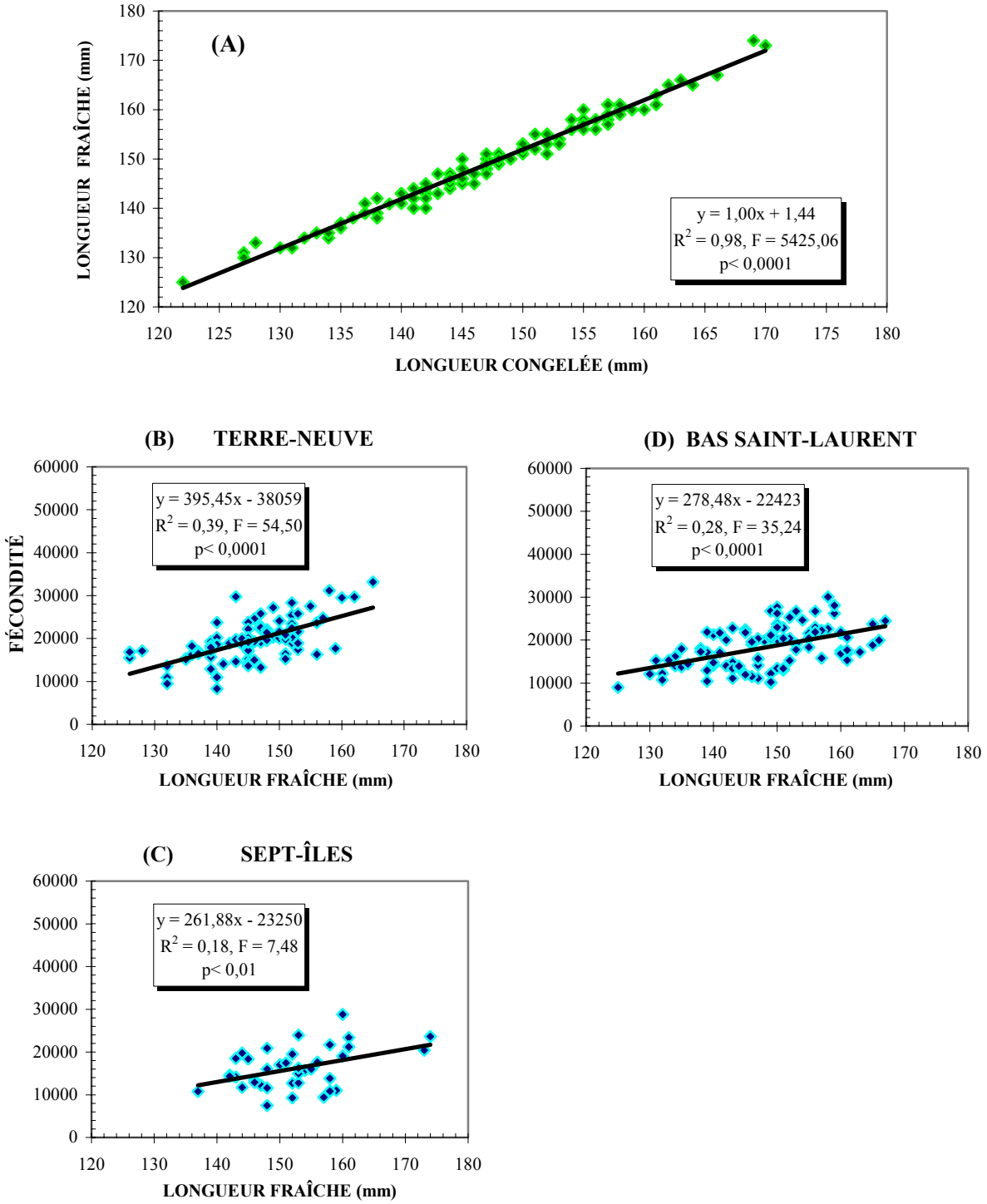
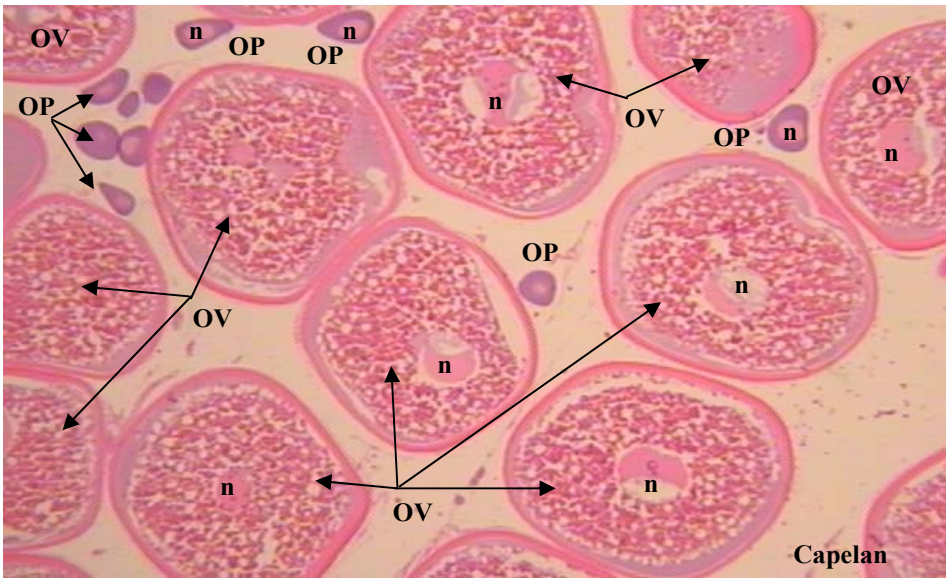


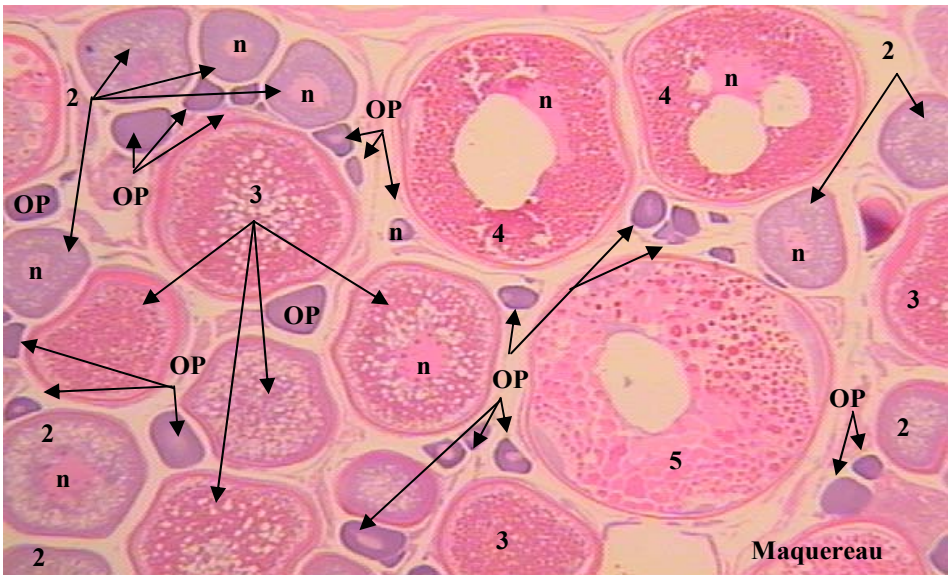
Figure 3. Relation entre les longueurs fraîches et congelées (A) et entre la fécondité et les longueurs fraîches pour les sites de Terre-Neuve (B), de Sept-Îles (C) et du bas Saint-Laurent (D).

(A)



(25X)

(B)



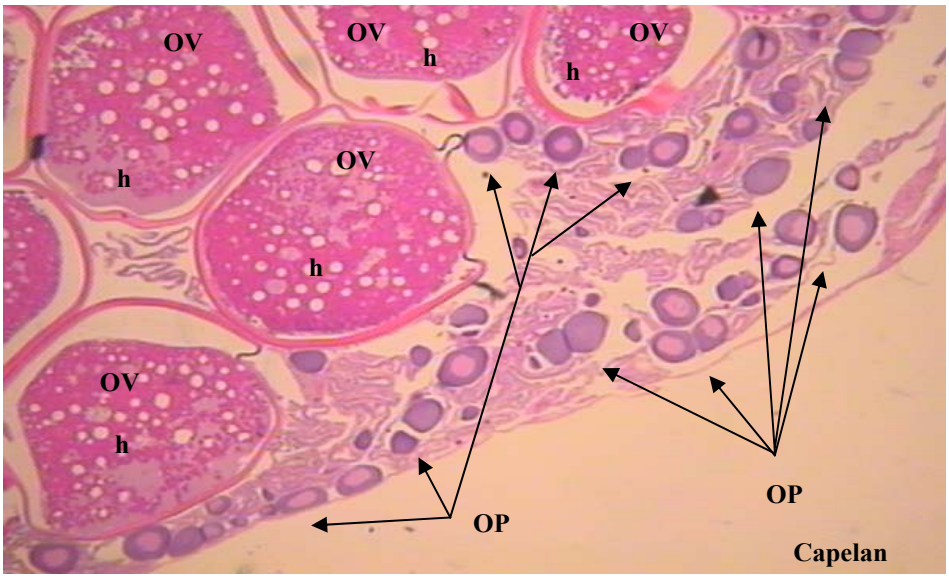
(25X)

Légende:

OP = Ovocyte prévitellogène ou immature
OV = Ovocyte vitellogène ou mature
n = Noyau

Figure 4. Ovocytes vitellogènes (matures) et prévitellogènes (immatures) chez le capelan (A) et le maquereau (B). Chez le maquereau, les nombres représentent les différents stades de développement des ovocytes vitellogènes (Grégoire et al. 1999).

(A)



(25X)

(B)

(25X)

Légende:

OP = Ovocyte prévitellogène ou immature
OV = Ovocyte vitellogène ou mature
h = Hydratation

Figure 5. Ovocytes prévitellogènes situés à la périphérie d'un ovaire (A) et vitellogènes en début (A) et fin d'hydratation (B).

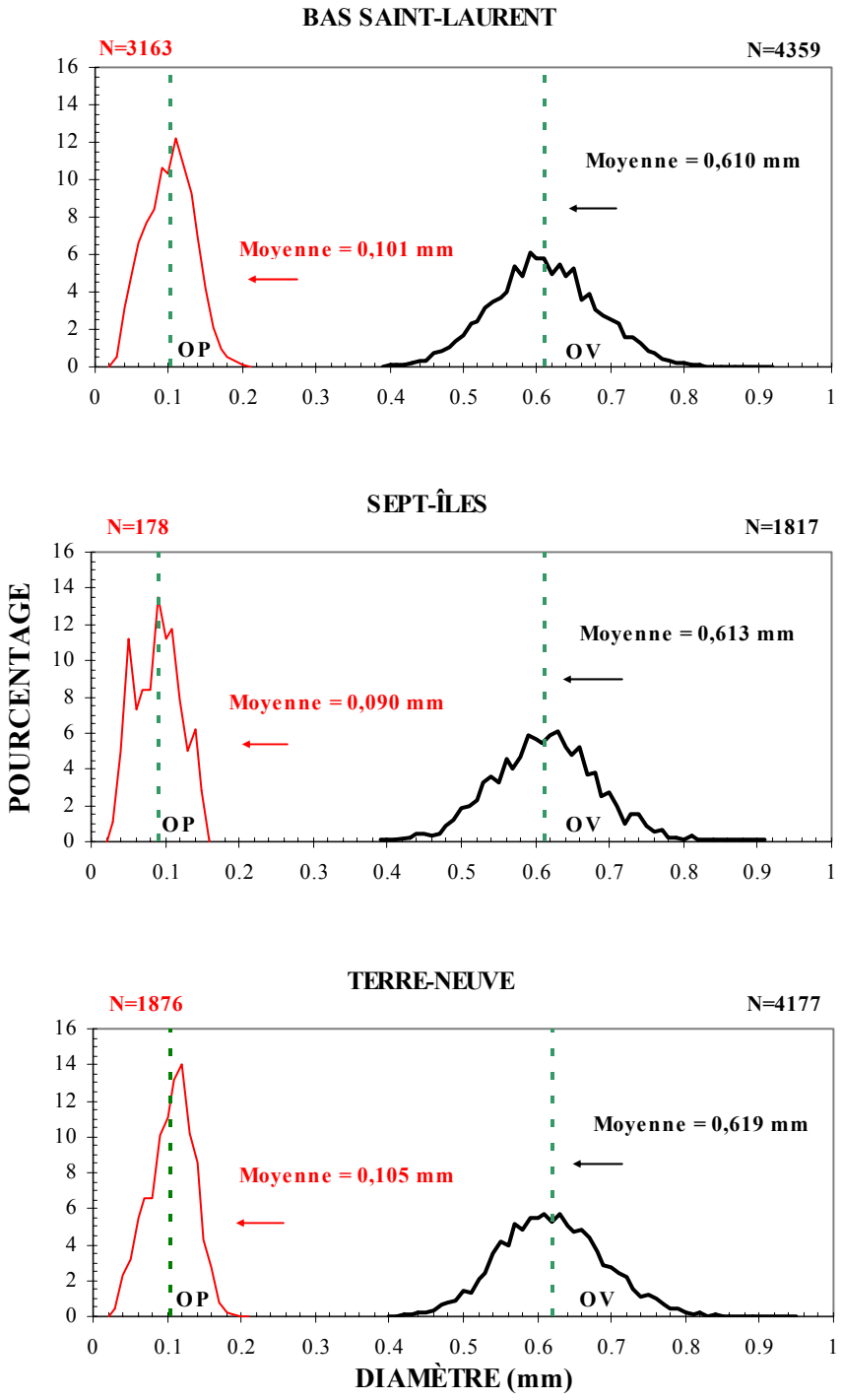


Figure 6. Distribution des diamètres (mm) des ovocytes prévitellogènes (OP) et vitellogènes (OV) pour les trois sites échantillonnés. Les nombres d'ovocytes mesurés et les diamètres moyens sont indiqués.

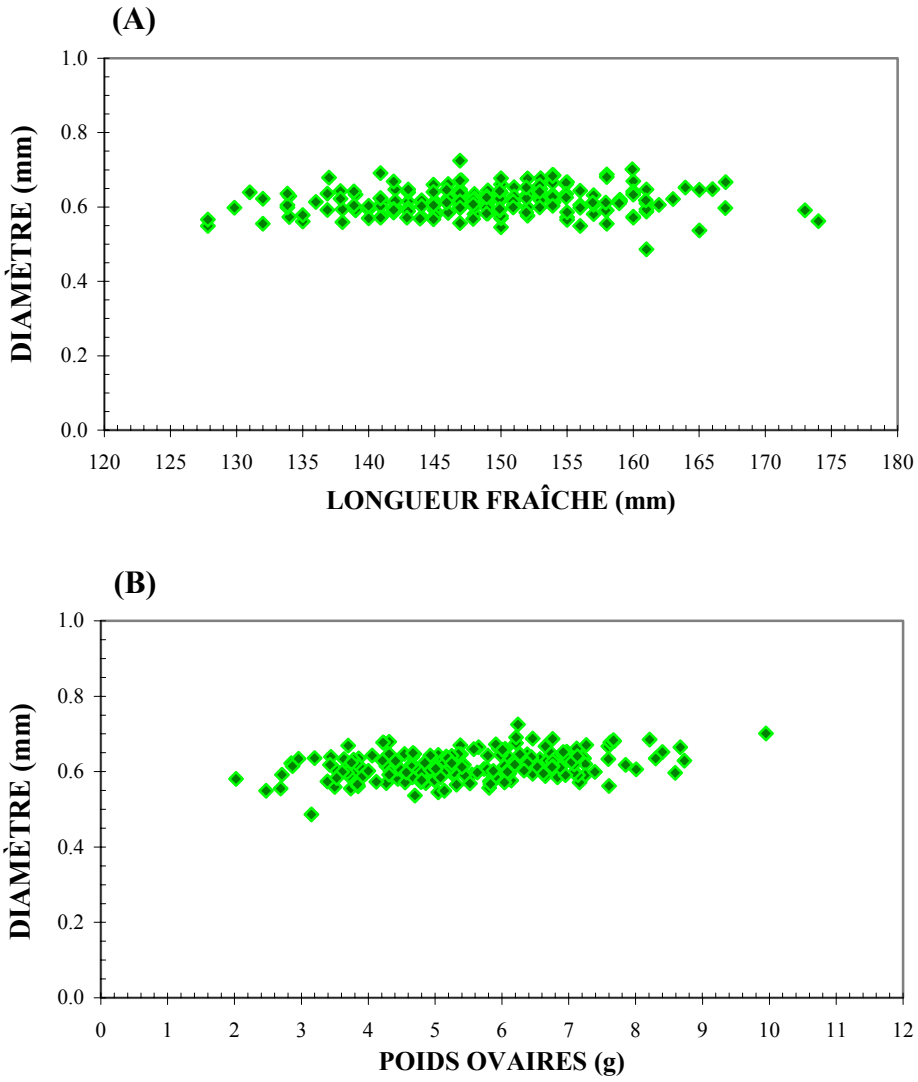
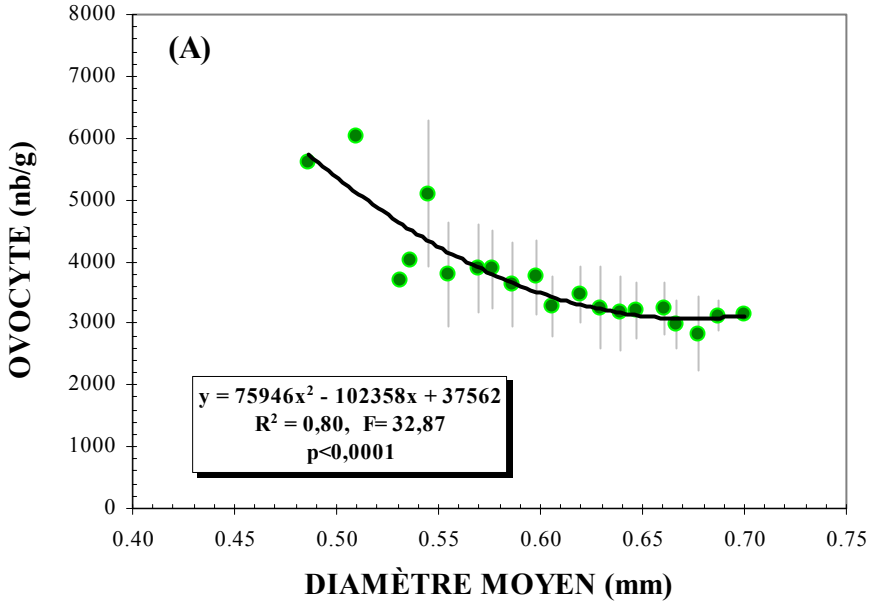


Figure 7. Diamètres moyens des ovocytes vitellogènes des capelans échantillonnés en 2003 en fonction de la longueur fraîche (mm) (A) et du poids des ovaires (g) (B).



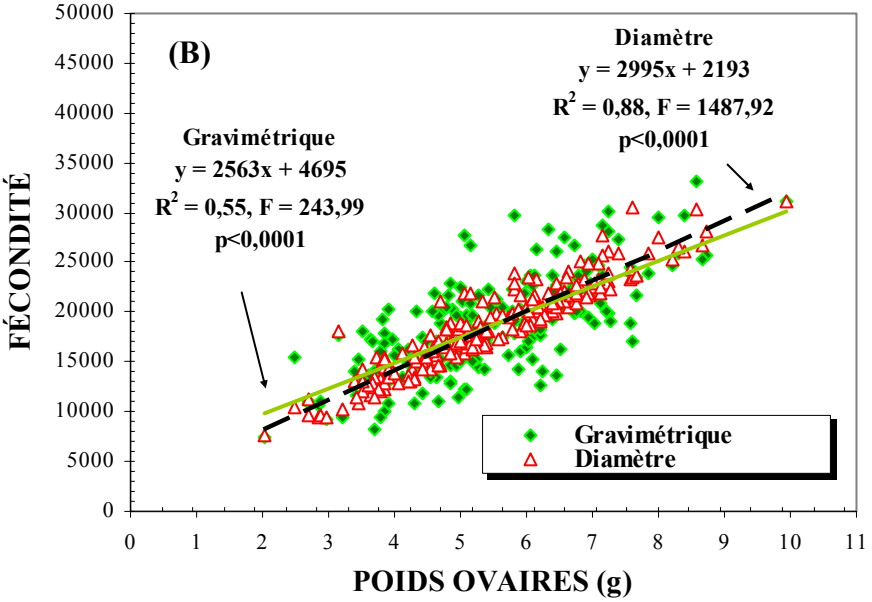
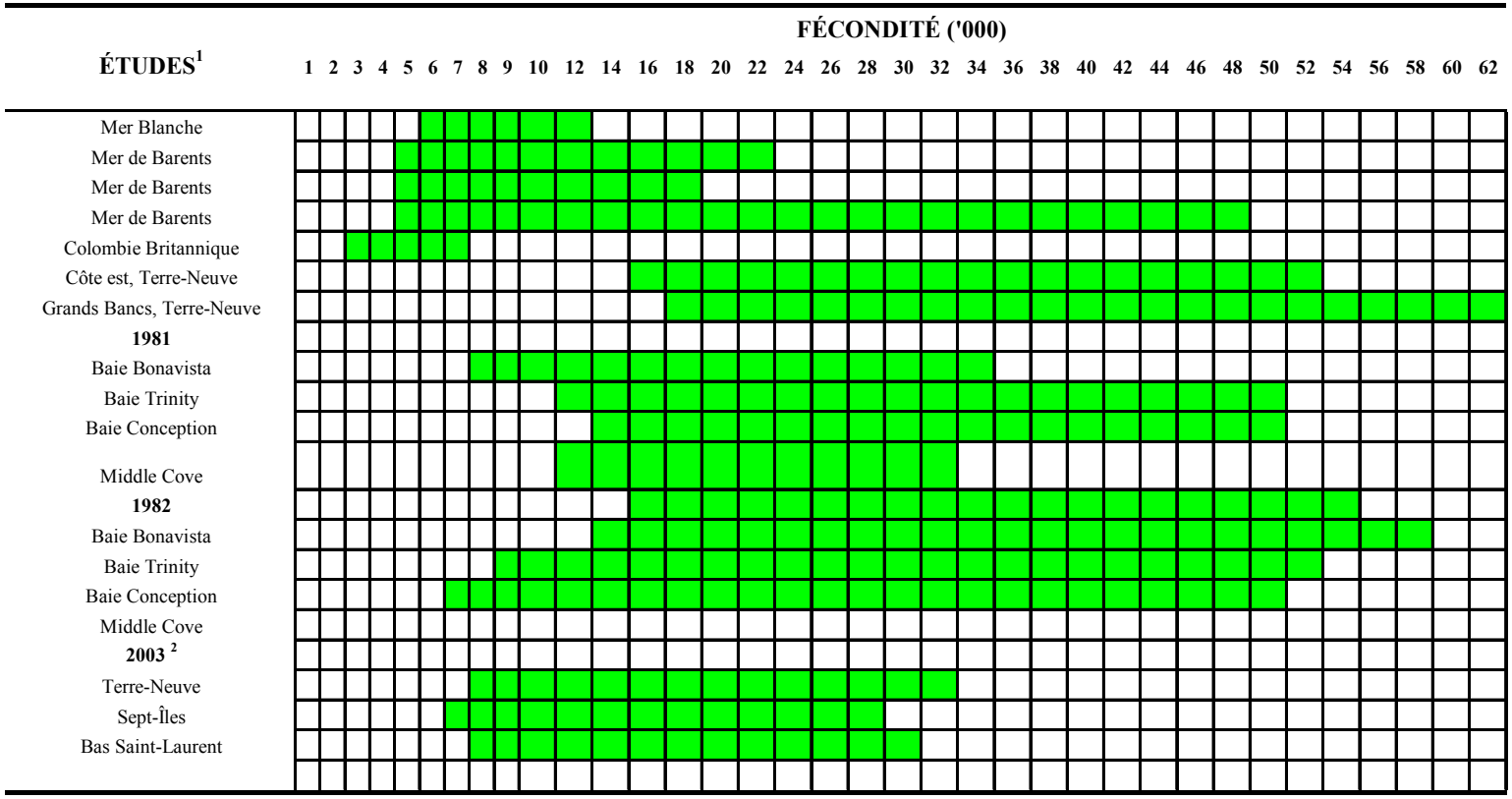


Figure 8. Relation entre le nombre d'ovocytes par gramme d'ovaire et le diamètre moyen des ovocytes (A) pour le capelan de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (les barres verticales représentent les écart-types) et entre la fécondité et le poids des ovaires selon la méthode gravimétrique et celle du diamètre moyen des ovocytes (B).



[1] Tirées de Nakashima, 1987

[2] Présente étude

Figure 9. Étendues des valeurs de la fécondité du capelan pour des études réalisées au Canada et en Europe. Dans le cadre de la présente étude, les mesures de fécondité sont associées aux ovaires en maturation seulement.

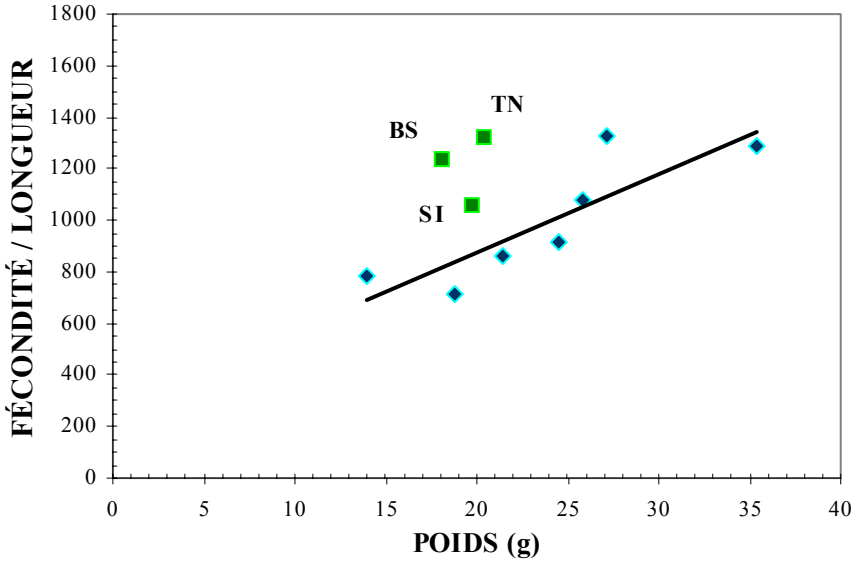


Figure 10. Relation entre le rapport de la fécondité moyenne sur la longueur fraîche (cm) moyenne et le poids total (g) moyen pour le capelan de la Mer de Barents (◆; Huse et Gjøsaeter, 1997) et de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (■; BS= bas Saint-Laurent, TN= Terre-Neuve, SI= Sept-Îles).