Estimation d'un indice d'abondance de la population de bélugas du Saint-Laurent en 1995

Michael C.S. Kingsley

Division des Poissons et Mammifères Marins
Pêches et Océans Canada
Institut Maurice-Lamontagne
P.O. Box 1000, 850 route de la Mer
Mont-Joli (Québec) G5H 3Z4

1996

Rapport technique canadien
des sciences halieutiques et aquatiques 2117

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 complètes. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont résumés dans la revue *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*, et ils sont classés dans l'index annual des publications scientifiques et techniques du Ministère.

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 auteur 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 contributes to existing knowledge but which is 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 abstracted in *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* and indexed in the Department's annual index to scientific and technical publications.

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 2117

1996

Estimation d'un indice d'abondance de la population de bélugas du Saint-Laurent en 1995

Michael C. S. Kingsley

Division des Poissons et Mammifères Marins
Pêches et Océans Canada
Institut Maurice-Lamontagne
P.O. Box 1000, 850 route de la Mer
Mont-Joli (Québec) G5H 3Z4

©Ministre des Travaux Publics et des Services Governementaux du Canada 1996
Cat. No. Fs 97-6/2117 ISSN 0706-6570

On devra référer comme suit à cette publication :

Kingsley, M.C.S. 1996. Estimation d'un indice d'abondance de la population de bélugas du Saint-Laurent en 1995. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2117. vi + 42 pp.

This document is also available in English, with the same catalogue number:

Kingsley, M.C.S. 1996. Population index estimate for the belugas of the St Lawrence in 1995. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2117.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX iv

LISTE DES FIGURES iv

RÉSUMÉ v

ABSTRACT vi

PRÉFACE vi

INTRODUCTION 1

MÉTHODES
- Aire d'étude, plan du relevé et méthodes de terrain 2
- Interprétation des clichés et analyse des données 4
- Facteur de correction pour la visibilité 6
- Relevé du fjord du Saguenay 7
- Proportion et répartition des jeunes bélugas 7

RÉSULTATS ET DISCUSSION
- Répartition des bélugas et estimation de l'indice d'abondance pour l'estuaire du Saint-Laurent 9
- Facteur de correction pour la visibilité 12
- Dénombrements dans le fjord du Saguenay 13
- Comparaison avec les résultats antérieurs 14
- Effectif et répartition des jeunes bélugas 18

CONCLUSION 23

REMERCIEMENTS 23

BIBLIOGRAPHIE 24

Annexe I. Coordonnées des transects pour un échantillonnage systématique de l'estuaire du Saint-Laurent. 27

Annexe II. Dénombrements de bélugas sur les photographies aériennes réalisées dans l'estuaire du Saint-Laurent le 25 août 1995. 29

Annexe III. Emplacements des transects et des clichés du relevé photographique aérien effectué dans le Saint-Laurent le 25 août 1995. 39

TABLEAUX

Tableau 1. Dénombrements des bélugas sur les transects du relevé photographique de l'estuaire du Saint-Laurent effectué le 25 août 1995. 11

Tableau 2. Facteur de correction pour le relevé photographique aérien des bélugas, calculé à partir des répétitions sur les clichés superposés. 12

Tableau 3. Observations de bélugas lors du relevé aérien visuel du fjord du Saguenay effectué le 25 août 1995. 13

Tableau 4. Estimations des indices d'abondance de la population de bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent de 1973 à 1995. 15

Tableau 5. Révision des estimations déjà publiées de l'indice d'abondance de la population de bélugas du Saint-Laurent (Michaud 1996, données inédites). 16

Tableau 6. Bélugas juvéniles dénombrés sur les photographies des relevés aériens de l'estuaire du Saint-Laurent de 1988 à 1995. 20

Tableau 7. Répartition des bélugas juvéniles dans l'estuaire du Saint-Laurent, établie à partir des relevés photographiques aériens de 1988 à 1995. 22

FIGURES

Figure 1. Transects pour un relevé photographique aérien de l'estuaire du Saint-Laurent. 3

Figure 2. Répartition des dénombrements de bélugas entre les transects lors des relevés photographiques aériens du Saint-Laurent effectués en 1992 et 1995. 9

Figure 3. Observations de bélugas lors du relevé photographique aérien de l'estuaire du Saint-Laurent effectué le 25 août 1995. 10

Figure 4. Estimations publiées de l'indice d'abondance de la population de bélugas du Saint-Laurent de 1973 à 1995. 14

Figure 5. Âges et longueurs des bélugas du Saint-Laurent échoués, avec courbes de croissance de Gompertz ajustées. 19

Figure 6. Bélugas juvéniles observés lors du relevé photographique aérien de l'estuaire du Saint-Laurent effectué le 25 août 1995. 21

RÉSUMÉ

Kingsley, M.C.S. 1996. Estimation d'un indice d'abondance de la population de bélugas du Saint-Laurent en 1995. Rapp. tech. can. sci. halieut. 2117. vi + 42 pp.

Un recensement aérien de la population de bélugas (*Delphinapterus leucas*) du fleuve Saint-Laurent eut lieu le 25 août 1995. Deux avions, volant à 4000 pieds d'altitude, équipés chacun d'une caméra de cartographie métrique prenaient des clichés de 9"x 9" avec une lentille de 6" selon une grille systématique de transects orientés nord-ouest–sud-est s'étendant de l'Île aux Coudres à l'Île du Bic. Un transect tous les 2 milles nautiques procura un recouvrement de 50% de l'estuaire. Mille quatre-vingt-douze clichés furent pris sur film couleur positif pour survol aérien. En même temps, un seul observateur recensait visuellement le fjord du Saguenay à bord d'un autre avion.

Le vent fut léger et le ciel clair sur toute l'aire de survol, permettant la prise d'images de haute qualité. Le film fut scruté sur une table lumineuse avec un microscope à faible grossissement. On repéra 377 bélugas sur 86 clichés; de ce nombre, 93 furent considérés comme des images répétées des clichés voisins, donc le compte final fut de 284. Cinquante sur 197 (25%), de petite taille, semblaient être juvéniles. Ceci a permis un estimé de 568 (erreur type d'échantillonnage 94,0) bélugas visibles en surface. Après une correction de 15% pour les bélugas en plongée, nous obtînmes une estimation de 653,2 (erreur type d'échantillonnage 108,1). Aucune correction pour la lumière solaire reflétée de la surface de l'eau et apparaissant sur les clichés ne fut portée au décompte. Lors du relevé visuel simultané du fjord du Saguenay, cinquante-un autres bélugas furent observés à la baie Ste-Marguerite et un autre plus en amont; ces chiffres ne furent pas corrigés pour la visibilité. L'estimé final de l'indice total de la population fut alors de 705,2.

Cet estimé de l'indice de la population fut de 34% plus élevé que celui obtenu en 1992 avec les mêmes méthodes, et de 16% plus élevé que celui de 1990.

ABSTRACT

Kingsley, M.C.S. 1996. Estimation d'un indice d'abondance de la population de bélugas du Saint-Laurent en 1995. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2117. vi + 42 pp.

On 25 August 1995 a survey flight was carried out to estimate a population index for the St Lawrence population of belugas (*Delphinapterus leucas*). Two aircraft, each equipped with a metric mapping camera shooting 9"x 9" frames through a 6" lens, flew at 4000 feet over a systematic grid of transects, aligned from northwest to southeast, that stretched from Île aux Coudres to Île du Bic. The transects were spaced 2 nautical miles apart, giving a 50% coverage of the estuary. One thousand and ninety-two frames were shot on colour positive aerial survey film. At the same time, another aircraft surveyed the length of the Saguenay Fjord with a single visual observer.

The wind was light over the whole survey area and the sky was clear, so good-quality photography was obtained. The film was analysed on a light table using low-power microscopy. A total of 377 belugas were counted on 86 frames. Ninety-three were judged to be duplicates of belugas also seen on the adjacent frame, so the net count was 284. Fifty of 197 (25%) appeared from their small size to be juveniles. The resulting estimate of visible belugas was 568 (sampling S.E. 94.0). A 15% visibility correction gave an estimated index for the St Lawrence of 653.2 (S.E. 108.1). The counts were not corrected for sun glare reflected from the water surface and appearing on the photo frames. On the simultaneous visual survey of the Saguenay Fjord, 51 more belugas were seen at baie Ste-Marguerite and one further upstream; these counts were not corrected for visibility. The final total estimated population index, including the Saguenay, was 705.2.

This index estimate is 34% bigger than the value of 525 obtained on a windier day in 1992 using the same methods, and a 16% increase over the 1990 estimate.

PRÉFACE

Ce rapport décrit des travaux effectués dans le cadre du programme interjuridictionnel « Saint-Laurent—Vision 2000 ».

INTRODUCTION

En 1983, le CSEMDC attribuait à la population de bélugas (*Delphinapterus leucas*) qui occupe l'estuaire du Saint-Laurent le statut de population « en danger de disparition » (Pippard 1985). Selon les données historiques concernant le Saint-Laurent, les bélugas ont été exploités, intensivement à certaines périodes (Reeves et Mitchell 1984; 1987; Breton 1990). Depuis le début du siècle, les bélugas n'ont pas toujours été regardés d'un bon oeil car on croyait qu'ils nuisaient aux stocks de poissons d'intérêt commercial et, pendant un certain temps, on a accordé une prime pour chaque béluga éliminé (Reeves et Mitchell 1987). La baisse de l'effectif a détruit le commerce des produits du béluga après la Deuxième Guerre mondiale, et des faibles dénombrements de la population ont mené à l'adoption d'une législation destinée à assurer une plus grande protection de cette espèce. Les bélugas du Saint-Laurent ont été entièrement protégés par le gouvernement du Canada en 1979, suite à une modification du Règlement sur la protection des bélugas pris en application de la Loi sur les pêches.

C'est le 6 avril 1983 que le Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada a approuvé et attribué le statut de population « en danger de disparition » aux bélugas du Saint-Laurent (Campbell 1992). L'état de l'environnement en général et la présence dans la nature d'organochlorés synthétiques persistants, pesticides et autres, étaient déjà devenus des sujets de préoccupation. Comme les mammifères marins, d'une longévité élevée, ont tendance à accumuler des composés lipophiles, on a trouvé des concentrations élevées de ces polluants chez les bélugas du Saint-Laurent (Sergeant 1986), et des observations de la population ont semblé confirmer l'impression qu'elle était encore en déclin (Béland et Martineau 1985; Béland *et al.* 1987).

Le Plan d'action interministériel pour favoriser la survie du béluga du Saint-Laurent comprenait un volet de recherche visant à accroître les connaissances de la population, d'une manière qui permettrait d'orienter efficacement les mesures de gestion et de protection. Les recherches entreprises comprenaient des relevés aériens pour étudier la taille, la distribution et les mouvements de la population. Ces activités se sont poursuivies dans le cadre du programme intergouvernemental « Saint-Laurent—Vision 2000 ». Le présent rapport présente une estimation d'un indice standardisé de la taille de la population, obtenu à l'aide d'un échantillonnage photographique aérien effectué en août 1995. Il fait suite à d'autres relevés menés à l'aide des mêmes méthodes en 1988, 1990 (Kingsley et Hammill 1991) et 1992 (Kingsley 1993).

MÉTHODES

AIRE D'ÉTUDE, PLAN DU RELEVÉ ET MÉTHODES DE TERRAIN

L'aire d'étude couvre l'estuaire moyen du Saint-Laurent. Des relevés aériens avaient montré que la répartition saisonnière de la population de bélugas s'étend au moins jusqu'à l'île aux Coudres en amont, parfois jusqu'à la Batture aux Loups Marins au large de Saint-Jean-Port-Joli (Michaud 1993; M. Kingsley, données inédites).

Pour des relevés aériens photographiques antérieurs, on a utilisé des lignes rapprochées de telle sorte que les bélugas pouvaient se déplacer d'une ligne à une autre assez rapidement pour être photographiés deux fois (Béland et Martineau 1985). Ce problème a été aggravé par des erreurs de navigation—en raison de lignes imparfaitement suivies, certaines aires très fréquentées ont été couvertes plus d'une fois (Béland et Martineau 1985)—ainsi que par l'interruption du relevé pour le ravitaillement en carburant du seul avion utilisé. Pour éviter de tels problèmes, le présent relevé, comme tous les autres effectués depuis 1988, a été conçu en utilisant des lignes courtes, rapidement couvertes, transversales au fleuve, et qui étaient assez distantes pour que les bélugas ne puissent probablement pas se déplacer de l'une à l'autre. De plus, on a utilisé deux avions de reconnaissance photographique, pour que le relevé puisse être effectué au cours d'un seul vol sans interruption pour le ravitaillement en carburant.

L'aire d'étude a été échantillonnée suivant un patron systématique de transects en bandes (Figure 1; Annexe 1). L'estimation de l'écart-type est accrue lorsque des dénombrements importants sont effectués sur des transects très espacés; on a donc utilisé un espacement constant des transects pour l'ensemble de l'aire à l'étude, même dans les aires en aval où on s'attendait à une faible densité. L'aire couverte s'étendait du transect 14.0, entre Forestville et le Bic, jusqu'à l'île aux Coudres à l'extrémité amont, soit le transect 30.0. Les transects étaient espacés de 2 milles marins, c'est-à-dire de 3,704 km, et coupaient l'estuaire selon des caps vrais de 320° et de 140°.

Pour couvrir toute l'aire de recensement dans la même journée, deux avions ont volé simutanément afin de réduire le temps de vol. De plus, pour réduire les biais dus à des déplacements simultanés possibles des bélugas vers l'amont ou vers l'aval, les avions se sont déplacés en sens opposés. Les deux avions ont débuté leur travail de photographie au centre de la grille de transects à l'île Verte, dans le but d'égaliser le plus possible le travail à faire par chaque avion (Figure 1.)

Les plates-formes d'observation étaient des bimoteurs légers Rockwell « Aero Commanders.» On a utilisé des caméras de cartographie conçues pour prendre des clichés de neuf pouces sur neuf pouces, c'est-à-dire 228,6 x 228,6 mm, équipées de lentilles d'une longueur focale de 6 pouces (153,1 mm). Les caméras étaient chargées de film couleur positif Kodak 2448 en rouleaux de 200 pieds.

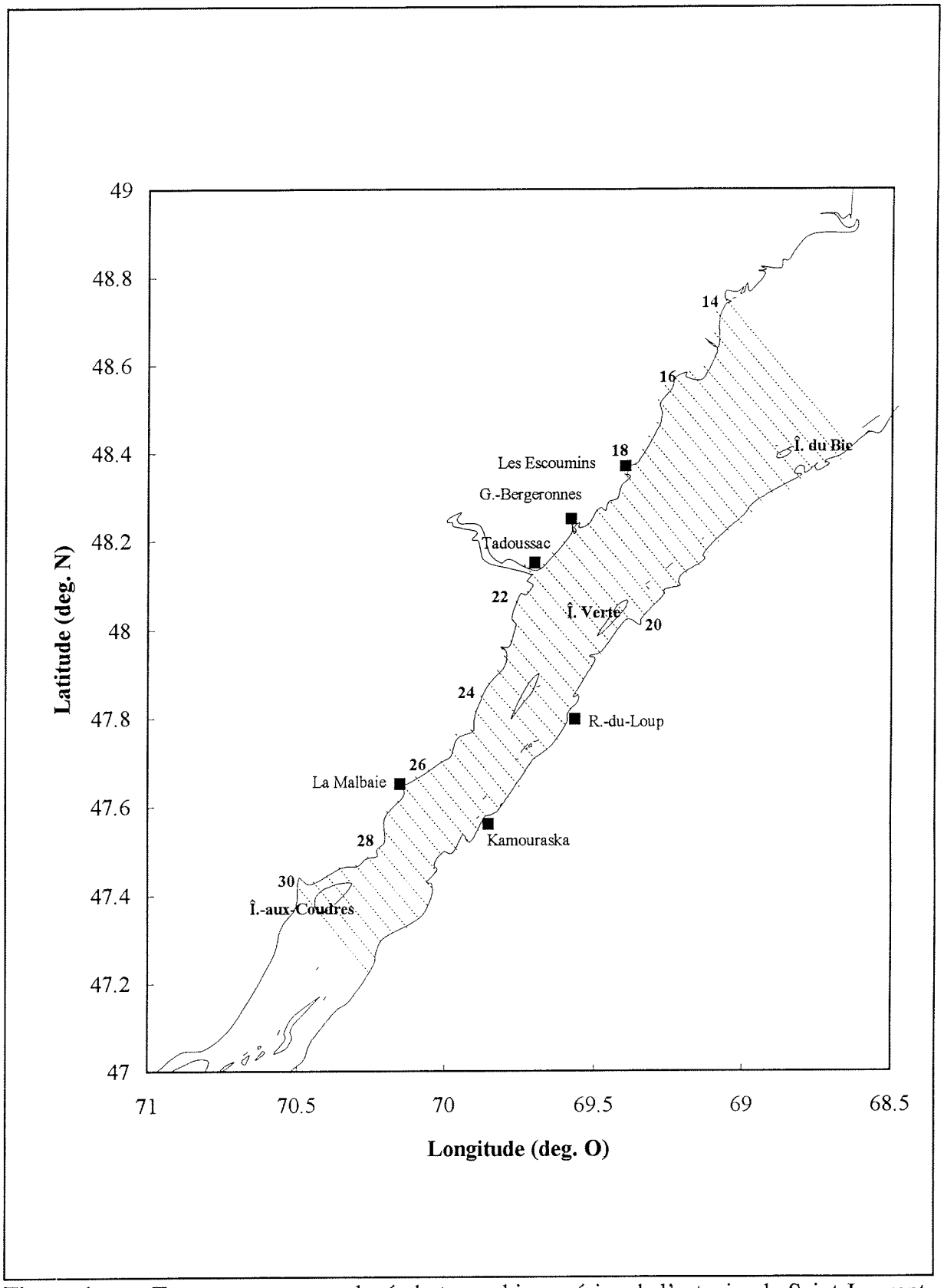


Figure 1. Transects pour un relevé photographique aérien de l'estuaire du Saint-Laurent.

L'altitude de vol ciblée était de 4 000 pieds (environ 1 200 m), ce qui a permis une couverture au sol de 50%, une échelle nominale de 1:8 000, et une longueur d'image de 0,5 mm pour les bélugas adultes et de 0,2 mm pour les nouveau-nés. Comme le temps était clair, cette altitude a pu être maintenue pendant toute la durée du vol. Elle était contrôlée par des altimètres barométriques homologués et des systèmes de positionnement global par satellite. Le chevauchement ciblé longitudinal des clichés était de 33% et les clichés ont été pris à des intervalles de 14 à 17 secondes.

INTERPRÉTATION DES CLICHÉS ET ANALYSE DES DONNÉES

Le repérage des bélugas pour les fins de dénombrement a été effectué à l'aide d'un microscope à dissection et d'une table lumineuse. Les clichés étaient placés sur un quadrillage transparent de 10 colonnes par 10 rangs et chacun des 100 carrés a été scruté. On a travaillé à faible grossissement puisque le grain du film était le facteur limitant pour l'identification des bélugas. Un premier dénombrement a été effectué par une équipe composée d'un technicien expérimenté et de trois personnes sans expérience antérieure. Une lecture de contrôle a été faite par un expert en survols aériens. Le film a été visionné une première fois sans consultation, mais les images douteuses ont été par la suite discutées par l'équipe de lecture.

Le temps était si clair que presque tous les clichés présentaient des régions contenant une réflexion solaire diffuse, ce qui empêche de voir les bélugas dans une partie de certains clichés. Le relevé a été effectué vers le milieu de la journée, pour bénéficier du meilleur éclairement, mais la latitude étant élevée et la saison avancée, il n'y a pas eu de réflexion directe du soleil sur la pellicule; les taches lumineuses étaient causées par la réverbération sur les rides et les vagues. On a cherché la présence de bélugas dans les zones de reflets, et quelques-uns ont pu être repérés. Mais cela se produit souvent lorsque les personnes qui examinent les clichés s'attendent à trouver des bélugas parce que certaines images se trouvent dans la zone de chevauchement du cliché suivant. Cette zone de chevauchement étant très large, elle couvrait sur la plupart des clichés la zone de reflets; on n'a donc appliqué aucun facteur de correction pour ces taches.

Pour ce qui est de l'analyse des données, on a additionné les décomptes des clichés sur chaque transect, en omettant les bélugas qui se retrouvaient sur le cliché suivant. Pour rejeter une image considérée comme une répétition, on a mesuré le chevauchement sur le cliché et vérifié la position de l'image par rapport aux bouées, aux lignes de convergence, aux caractéristiques du terrain ou autres objets fixes. Un groupe d'animaux ou un individu est considéré comme une répétition si son image se trouve à moins de quatre longueurs corporelles de sa position sur le cliché voisin, est orientée dans la même direction et est d'une taille similaire. Le facteur d'expansion du relevé, k, a été calculé selon l'équation suivante :

$$k = S / W = S / (H \times B/L) \quad [1]$$

dans laquelle : S = espacement des transects;
W = largeur des transects;
H = altitude de vol;
B = dimension du cliché (228,6 mm pour les caméras de cartographie métrique utilisées);
et L = longueur focale de la lentille (153,1 mm pour les lentilles utilisées).

L'estimation du nombre de bélugas visibles pour l'aire échantillonnée par la grille de transects a été calculée par l'équation suivante :

$$\hat{N} = k \sum_{j=1}^{J} x_j \quad [2]$$

dans laquelle : J = nombre de transects;
x_j = nombre de bélugas dénombrés sur le transect j.

Les méthodes des différences en série utilisées par Kingsley et Smith (1981) pour calculer la variance d'écart dans le cas des estimations de densité à partir de relevés systématiques ont été modifiées en fonction du fait que l'aire d'étude valide, c'est-à-dire l'aire réellement occupée par la population, n'était pas connue avec précision et la statistique d'intérêt était l'effectif total d'une population distincte plutôt que la densité spatiale des animaux. L'expression utilisée correspondait à l'équation 8.44 de Cochran (1977) et se lisait comme suit :

$$\hat{V} = \frac{k\,(k-1)\,J}{2\,(J-1)} \sum_{j=1}^{J-1} (x_j - x_{j+1})^2 \quad [3]$$

ce qui comprenait la correction pour l'échantillonnage d'une population finie. Pour calculer les intervalles de confiance de l'estimation de l'indice d'abondance de la population, on a eu recours à la loi de Taylor (1961) et les limites de confiance L ont été calculées à l'aide de l'équation suivante :

$$L + t \sqrt{\hat{V} \left(\frac{L}{\hat{N}} \right)^b} = \hat{N} \quad [4]$$

dans laquelle t est une valeur critique appropriée de la loi de 'Student', et b l'exposant de la loi de Taylor.

FACTEUR DE CORRECTION POUR LA VISIBILITÉ

Dans le cas des relevés photographiques aériens de mammifères marins, il convient d'appliquer un facteur de correction pour tenir compte des animaux en immersion profonde. Il est toutefois difficile d'évaluer ce facteur, sans disposer de données sur le comportement de plongée de la population et sur la turbidité de l'eau. On peut établir un facteur de correction minimal à partir des images se trouvant dans les zones de superposition sur les bords de chaque cliché en procédant de la façon suivante.

La cible de chevauchement des clichés pour le relevé de 1995 était de 33%, taux qui a été atteint ou même dépassé. Nous avons supposé que les images de bélugas se trouvant dans les zones de superposition de 30% de chaque cliché risquaient d'être décelées sur le cliché suivant. Pour chaque cliché, nous avons délimité une « zone de reflets » dans laquelle on trouve des taches lumineuses causées par les reflets du soleil et où il est plus difficile de voir des images de bélugas, et une « bordure claire » où le repérage ne présente pas de problème. Pour chaque image présente dans les trois colonnes à chaque bord de chaque cliché, nous avons vérifié si elle était visible dans le cliché suivant. Nous avons compté n_g images décelées dans les zones de reflets seulement, n_p images dans les bordures claires seulement et n_b images détectées sur les deux clichés. En supposant que la détection d'un béluga dans les clichés superposés n'est pas indépendante, mais positivement associée :

$$\begin{aligned} n_g &< Np_g(1-p_p)\ , \\ n_p &< Np_p(1-p_g)\ , \\ n_b &> Np_p p_g \end{aligned} \qquad [5]$$

N étant le nombre (réel) de bélugas, comprenant les animaux en surface et les animaux en immersion profonde, dans les aires visées, p_p la probabilité de détecter un béluga dans la bordure claire, et p_g la probabilité de détecter un béluga dans la zone de reflets. À partir de ces inégalités, on obtient :

$$\begin{aligned} p_g &< \frac{n_b}{n_p + n_b} \\ p_p &< \frac{n_b}{n_g + n_b}\ . \end{aligned} \qquad [6]$$

La probabilité de détecter un béluga dans la zone de non-superposition au centre de chaque cliché, p_{-o}, serait égale à p_p, étant donné que le centre des clichés n'est pas touché par les reflets du soleil. En supposant que les probabilités de détection dans les deux bordures des clichés superposés ne sont pas indépendantes, mais qu'elles sont positivement associées, la probabilité de détection dans la zone de superposition, p_o, est bornée par l'équation suivante :

$$p_o < 1-(1-p_p)(1-p_g) \qquad [7]$$

Si le chevauchement correspond à o, la proportion photographiée deux fois de chaque transect est $o/(1-o)$, la proportion photographiée une fois est $(1-2o)/(1-o)$ et la probabilité de détection générale est donc :

$$p = \frac{op_o + (1-2o)p_{-o}}{1-o} \qquad [8]$$

Ces estimations sont sensibles à la force du vent et à l'ennuagement du ciel : lorsque le soleil est fortement reflété, à cause d'un vent ou d'un ciel clair, les dénombrements dans les zones de reflets sont affectés autant par la réverbération que par le comportement de plongée des bélugas.

Nous avons calculé les estimations brutes, c'est-à-dire concernant les bélugas visibles, que nous présentons ici; nous avons revu les informations disponibles sur des facteurs de correction pour les animaux en immersion, potentiels ou déjà utilisés, et nous avons appliqué un facteur de correction pour calculer un indice standardisé d'abondance de la population.

RELEVÉ DU FJORD DU SAGUENAY

Contrairement au reste de l'aire d'étude, aucun relevé photographique du fjord du Saguenay n'a été effectué parce qu'il est trop étroit et trop tortueux pour que la méthode utilisée dans l'estuaire y soit efficace. On a donc procédé à un recensement visuel à bord d'un monoplan léger à aile haute (Rockwell « Aero Commander ») sur toute la longueur du fjord. L'itinéraire comprenait un aller-retour entre Tadoussac et Saint-Fulgence, ce qui incluait l'embranchement qui mène à La Baie, et était parcouru en même temps qu'avait lieu le relevé du Saint-Laurent. L'avion volait à 1 500 pieds (454,5 m), vers l'amont le long de la rive sud-ouest du fjord et au centre du fjord lors du survol vers l'aval pour éviter que l'observateur soit face au soleil et qu'il puisse en même temps voir toute la largeur du fjord. L'observateur était assis du côté nord-est de l'appareil et enregistrait la taille et la position des groupes de bélugas lorsqu'il les voyait.

Le dénombrement des bélugas dans le fjord du Saguenay n'a pas été corrigé en fonction de la visibilité, pour deux raisons : premièrement, le nombre retenu pour chaque observation correspond au décompte le plus élevé des passages amont et aval, de sorte que le dénombrement comporte dans une certaine mesure un facteur de correction pour la visibilité; deuxièmement, le relevé visuel permet d'observer plus longtemps la surface de l'eau que la photographie.

PROPORTION ET RÉPARTITION DES JEUNES BÉLUGAS

Les jeunes bélugas sont en général identifiés et classés selon leur couleur, celle-ci changeant avec l'âge : elle passe du gris foncé chez le nouveau-né et les jeunes de l'année au blanc chez l'adulte en passant par le gris pâle. Toutefois, il était impossible de distinguer les

nuances de coloration : même le plus petit béluga repérable au microscope paraissait blanc en raison de l'exposition de la pellicule de relevé aérien. Les analyses antérieures des clichés de relevé aérien à haute altitude ont utilisé des jugements subjectifs de la longueur pour classer les animaux selon la taille : « veaux à flanc », « juvéniles indépendants », « adultes » et « inclassables ». Une analyse quantitative des clichés de 1992 et de 1995 a montré que des animaux beaucoup plus petits qu'un adulte de pleine taille pouvaient être classés comme adultes s'ils étaient seuls, sans aucun autre animal à proximité pouvant servir de point de référence (Gauthier 1996). Nous avons donc mesuré la longueur de tous les bélugas qui n'étaient pas en immersion trop profonde, arqués ou inclinés, du mieux que le permettait le grain de la pellicule. Nous avons rejeté tous les bélugas qui se trouvaient dans la « zone de reflets » de tous les clichés, où les petits animaux ont tendance à disparaître. Nous avons défini quatre classes : les petits bélugas de moins de 4 graduations de longueur (considérés comme des juvéniles), des intermédiaires mesurant entre 4 et 4½, des grands bélugas mesurant plus de 4½ graduations et ceux qui ne pouvaient pas être classés en raison de la piètre qualité de l'image. Nous avons utilisé un grossissement de 12X, pour lequel 4 graduations correspondaient à 2 m et 4½, à 3 m.

Pour étalonner les longueurs mesurées sur le film, nous avons ajusté, aux données de longueur et d'âge de bélugas, une courbe de croissance de Gompertz :

$$\hat{l}(t) = L_\infty \left(\frac{l_0}{L_\infty}\right)^{\wedge} \exp\left(\frac{k_0\, t}{l_0 \ln(l_0 / L_\infty)}\right) \qquad \textbf{[9]}$$

dans laquelle L_∞ est la longueur asymptotique, l_0 la longueur à la naissance et k_0 le taux de croissance à la naissance. Les données provenaient de bélugas échoués dans le Saint-Laurent (Béland *et al.* 1990; MPO et INESL, données inédites). On a postulé que le coefficient de variation résiduel etait constant, et les paramètres de la courbe de Gompertz ont été ajustés en réduisant au minimum la somme pondérée des carrés :

$$S = \sum_i \frac{(l_i - \hat{l}_i)^2}{a^2 \hat{l}_i^2} + \sum_i \ln\left(a^2 \hat{l}_i^2\right) \qquad \textbf{[10]}$$

dans laquelle l_i et $\hat{l}_i$ sont les longueurs observées et prévues et a, le coefficient de variation d'erreur. La longueur à la naissance, le taux de croissance à la naissance et le coefficient de variation résiduel ne différaient pas de façon significative selon le sexe; on les a donc contraints de prendre les mêmes valeurs dans les deux cas.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

RÉPARTITION DES BÉLUGAS ET ESTIMATION DE L'INDICE D'ABONDANCE POUR L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT

Le 25 août, le temps était idéal pour effectuer un relevé aérien, car il n'y a eu pratiquement pas de vent pendant toute la journée sur l'ensemble de la zone d'étude. Les bélugas étaient concentrés dans la zone centrale la plus fréquentée qui s'étend du transect 26.1 jusqu'au transect 18.1 environ (Figure 2). On peut considérer qu'il s'agit d'une répartition caractéristique, qui avait déjà été observée en 1988 (Kingsley et Hammill 1991) et 1992 (Kingsley 1993). En 1995, la répartition des bélugas s'étendait un peu plus vers l'aval qu'en 1992 (Figure 2). Parmi les bélugas figurant dans le dénombrement final, 4,9% se trouvaient en amont et 4,9% en aval de cette zone centrale. En 1990, on a enregistré une répartition différente, une proportion plus élevée de bélugas se trouvant en amont et en aval du coeur de l'aire de répartition (Kingsley et Hammill 1991).

Sur la carte détaillée des observations (Figure 3), on observe plusieurs aires de concentration distinctes. Il est connu depuis longtemps que les bélugas du Saint-Laurent privilégient particulièrement ces aires limitées et qu'on les y trouve souvent (Pippard 1983; Michaud

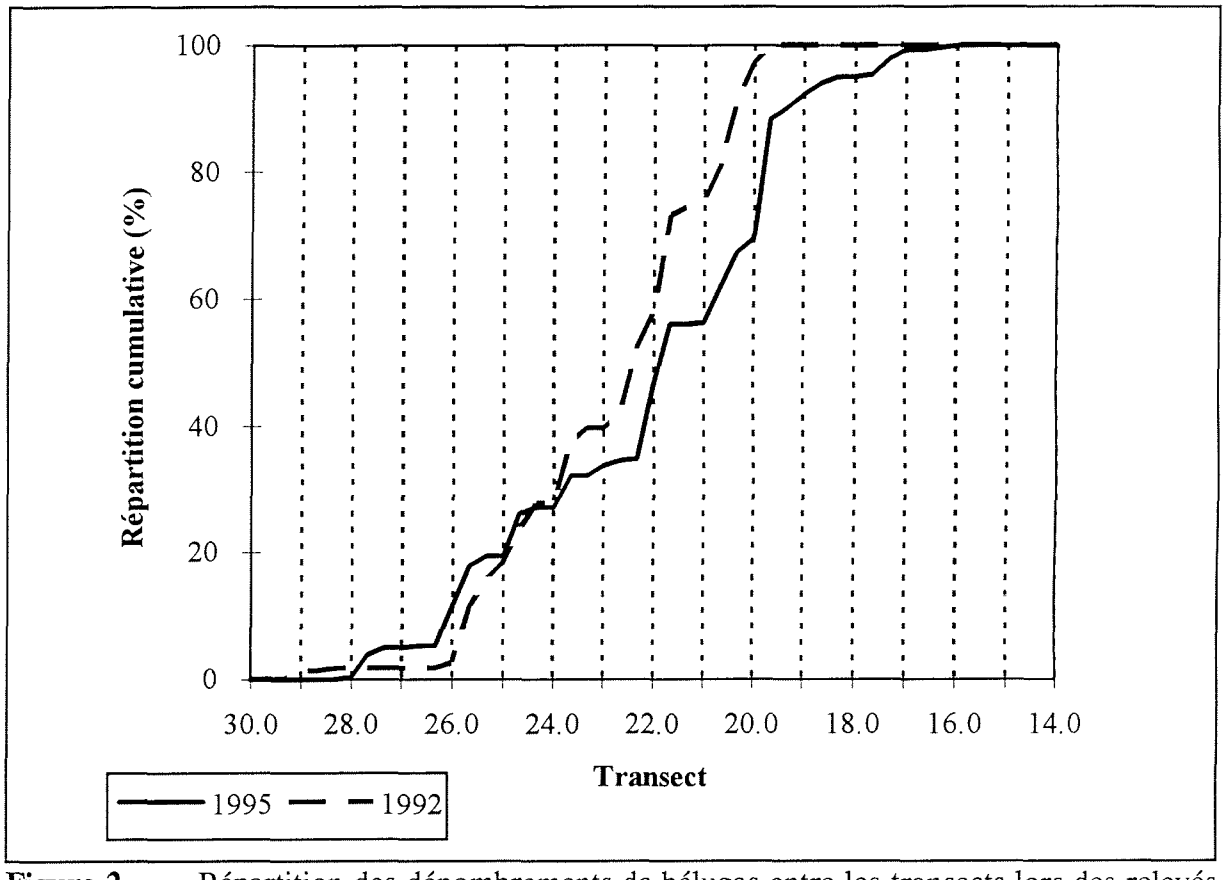


Figure 2. Répartition des dénombrements de bélugas entre les transects lors des relevés photographiques aériens du Saint-Laurent effectués en 1992 et 1995.

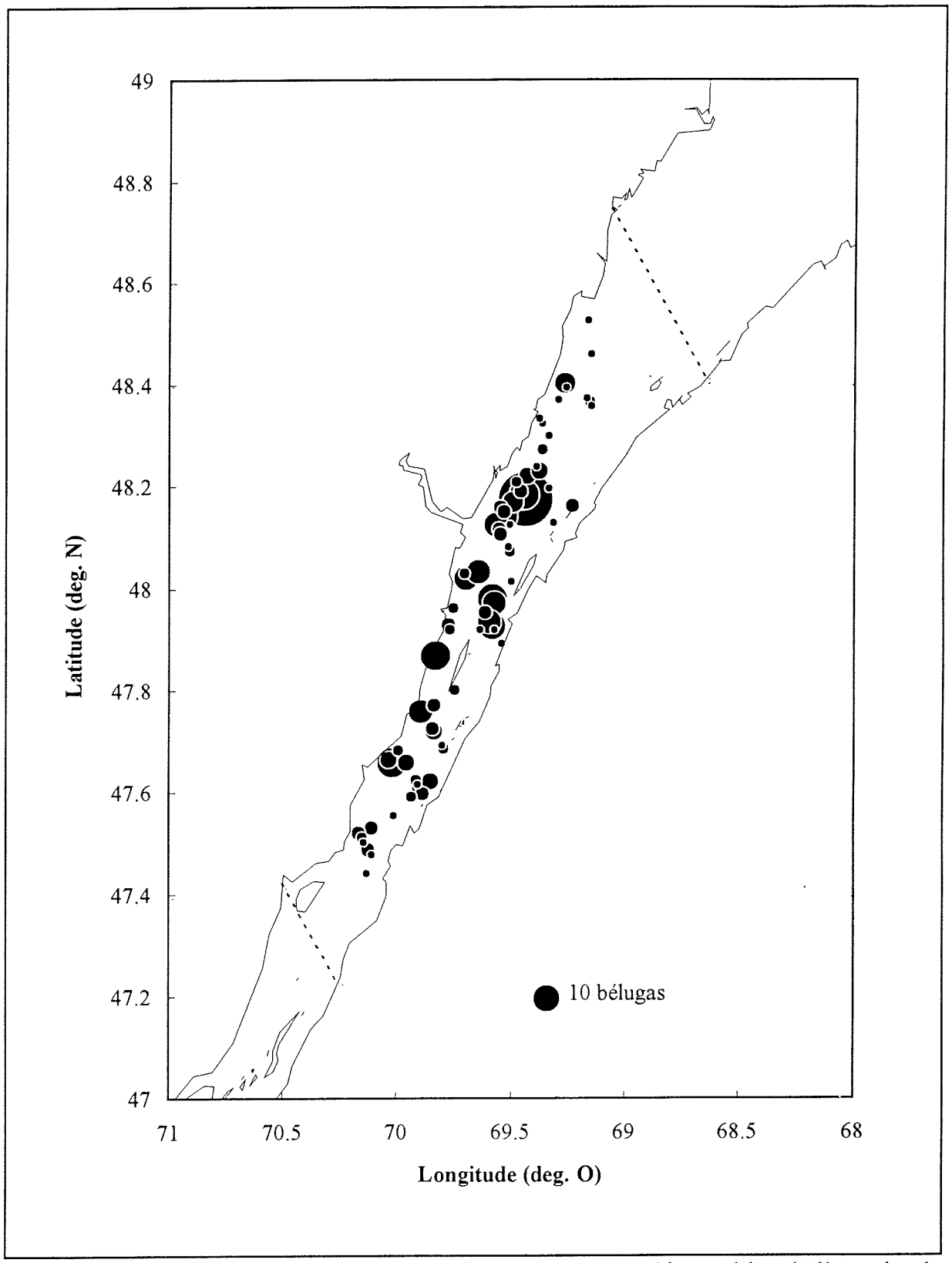


Figure 3. Observations de bélugas lors du relevé photographique aérien de l'estuaire du Saint-Laurent effectué le 25 août 1995.

Tableau 1. Dénombrements des bélugas sur les transects du relevé photographique de l'estuaire du Saint-Laurent effectué le 25 août 1995.

N° de transect	Dénombrement	N° de transect	Dénombrement	N° de transect	Dénombrement
S = 2 milles marins; H = 4000 pieds; k = 2					
16.0	1	20.0	6	24.1	3
16.1	1	20.1	15	24.2	19
17.0	4	20.2	16	25.1	4
17.1	7	21.0	1	25.2	18
17.2	1	21.2	27	26.0	18
18.1	3	22.0	33	26.2	1
18.2	5	22.1	1	27.1	3
19.0	6	22.2	2	27.2	10
19.1	5	23.0	5	28.0	1
19.2	54	23.2	14		

Sur les 49 transects survolés (14.0 jusqu'à 30.0), 20 transects sur lesquels on n'a compté aucun béluga ne sont pas inclus dans ce tableau.

1993). Du transect 19.0 jusqu'au transect 20.2, les clichés sur lesquels on trouve un nombre élevé de bélugas sont alignés d'un transect à l'autre (Figure 3), ce qui montre que ces transects traversaient probablement une même agrégation de bélugas qui couvrait une zone de quelque 11 milles de longueur et jusqu'à trois milles de largeur.

Des bélugas ont été comptés dans 29 des 49 transects survolés (Tableau 1; Annexe II). On a repéré 377 bélugas sur 86 clichés; de ce nombre, 93 ont été considérés comme des images répétées des clichés voisins. En introduisant les paramètres de vol dans l'équation 1 et les dénombrements des transects dans les équations 2 et 3, on peut estimer à 568 les bélugas visibles, avec un écart-type d'échantillonnage estimé à 94,0. La corrélation sérielle des dénombrements entre les transects était positive mais très faible. Le facteur d'agrégation (Kingsley *et al.* 1985) pour le relevé de l'estuaire était plus élevé en 1995 qu'en 1992 (7,8 par rapport à 4,2) et le regroupement moyen (Lloyd 1967), mesuré par la moyenne contraharmonique du nombre total de bélugas par cliché, était également plus élevé en 1995 (12,1) qu'en 1992 (8,3). La répartition de la population est conforme au modèle de base d'organisation spatiale de Hanski (1982), dans lequel une augmentation d'un effectif est associée à un regroupement élevé dans un nombre limité de sites privilégiés. L'exposant de Taylor (1961), calculé à partir des résultats de 1995 et de 1992, était de 3,7. D'après Hanski (1982), il semble que les exposants de Taylor bien inférieurs à 2 soient associés au fait que l'espèce a atteint la capacité limite du milieu; par contre, une valeur qui semble aussi supérieure à 2 pourrait indiquer que cette population est encore bien en-dessous de la capacité limite de son aire de répartition estivale.

FACTEUR DE CORRECTION POUR LA VISIBILITÉ

Le dénombrement des bélugas dans la partie chevauchante des clichés démontre une probabilité moyenne générale de détection inférieure à 88,4%, ce qui justifierait un facteur de correction supérieure à 13,1% (11,6/88,4) (Tableau 2). Cette estimation est modifiée par le comportement de plongée des bélugas. Si les bélugas apparaissaient et disparaissaient rapidement et souvent, c'est-à-dire plusieurs fois dans l'intervalle de 14 à 17 secondes entre les prises de vues, le facteur de correction serait de façon générale sans biais; s'ils présentaient souvent un cycle de plongée d'environ 25 à 35 secondes, de telle sorte qu'ils soient visibles à un moment, puis invisibles sur le cliché suivant, le facteur de correction serait trop élevé. L'observation des bélugas du Saint-Laurent à partir d'un avion ou au sol montre que leur comportement ne correspond à aucun de ces modèles : lorsqu'ils sont visibles à la surface, ils le demeurent pendant plusieurs minutes de suite. De plus, des enregistreurs durée-profondeur à liaison satellite fixés sur des bélugas de l'Arctique ont montré que ces cétacés plongent au fond de l'eau pour une période de 6 à 10 minutes. Étant donné ce comportement, les inégalités des équations 5 à 8 et les données du Tableau 2 demeurent valides et le facteur de correction calculé pour tenir compte de la visibilité est réduit au minimum. Sergeant et Hoek (1988) ont analysé les images dans les zones de chevauchement un peu différemment et d'une façon beaucoup plus simple; ils ont estimé à 15% et 21% les facteurs de correction pour la visibilité, qu'ils ont considérés comme des valeurs minimales, pour les relevés photographiques aériens des bélugas du Saint-Laurent effectués en 1984 et 1985. Ils ont utilisé un facteur de 18%, correspondant à la moyenne de ce deux valeurs, comme valeur standard pour ces deux relevés. Pour analyser les données des relevés photographiques aériens depuis 1988, un facteur de 15% a été utilisé. Cette valeur était choisie comme étant la plus faible des deux estimations de Sergeant et Hoek

Tableau 2. Facteur de correction pour le relevé photographique aérien des bélugas, calculé à partir des répétitions sur les clichés superposés.

Dénombrements	
Zone de reflets seulement	19
Bordure claire seulement	54
Les deux ensemble	93
Probabilities de repérage	
Dans le zone de reflets	< 63,3%
Dans la bordure claire	< 83,0%
Dans la zone de chevauchement	< 93,8%

Chevauchement visé	33,%
Probabilité moyenne générale de repérage	< 88,4%
Facteur de correction	> 13,1%

(1988), donc assez conforme à leur traitement des données de survol, mais comportant un faible biais conservateur. La limite inférieure de 13,1% obtenue en 1995 ne diffère pas suffisamment pour justifier qu'on utilise des valeurs différentes, de sorte que la valeur de 15% a été retenue.

Les données sur le comportement de plongée obtenues par les enregistreurs durée-profondeur à liaison satellite posés sur des bélugas de l'Arctique en eau profonde dans le détroit de Barrow (Martin et Smith 1992) et dans des eaux moins profondes de l'est de la baie d'Hudson (Kingsley données inédites), et sur des narvals (*Monodon monoceros*) (Martin *et al.* 1994) montrent que dans le cas des monodontidés de l'Arctique, en eau profonde, les facteurs de correction pourraient atteindre 75 à 80%. Des observations directes de narvals ont révélé des valeurs atteignant 100% (Dueck 1989). Il se peut que les mêmes valeurs ne s'appliquent pas dans les eaux moins profondes, mais plus turbides, du Saint-Laurent, mais ces résultats indiquent que des valeurs de 20% ou moins sont probablement très conservatrices.

Après application du facteur de correction de 15% à l'estimation de 568 bélugas visibles, l'estimation conservatrice de l'indice d'abondance de la population pour l'estuaire du Saint-Laurent a été portée à 653,2.

DÉNOMBREMENTS DANS LE FJORD DU SAGUENAY

Lors des relevés de la répartition effectués précédemment, on a dénombré jusqu'à 59 bélugas dans le fjord du Saguenay (M. Kingsley, données inédites); on a donc effectué un relevé par observation visuelle directe alors que le relevé photographique était en cours. Les conditions dans le fjord étaient parfaites pour un relevé aérien visuel : absence de vent et surface lisse.

Tableau 3. Observations de bélugas lors du relevé aérien visuel du fjord du Saguenay effectué le 25 août 1995.

Groupe	Heure	Lieu	Nombre
A	1043	Côté sud-ouest, face à la baie Sainte-Marguerite	4
B	1045	Côté nord-est, en amont de la baie Sainte-Marguerite	15 en 5 groupes : 4, 2, 2, 6, 1
C	1058	Centre du fjord, près du cap Trinité	1
D	1136	Côté nord-est, coin aval de l'embouchure de la baie Sainte-Marguerite	47 en 12 groupes : 1, 5, 1, 1, 4, 2, 2, 4, 4, 2, 2, 19
E	1136	même lieu que A	2
Hypothèse : E est contenu dans A; B est contenu dans D; A, C, et D sont distincts			
Total : 52			

On a observé des bélugas près des deux rives à proximité de l'embouchure de la baie Sainte-Marguerite, lors des deux passages, amont et aval, et un seul béluga a été vu au milieu du fjord près du cap Trinité. Après avoir éliminé les répétitions probables, le nombre total pour le Saguenay s'établissait à 52 (Tableau 3) et il a été ajouté à l'indice d'abondance estimé pour l'estuaire sans correction pour la visibilité. L'indice total estimé de l'effectif de la population pour 1995, y compris le Saguenay, est de 705,2, avec une erreur-type d'échantillonnage estimée à 108,1. En supposant que l'exposant de Taylor est égal à 2, on a calculé l'intervalle de confiance symétrique à 95% pour l'indice d'abondance de la population de 1996 et obtenu une fourchette de 540 à 1035. Cet intervalle ne comprenait pas l'estimation de 1992. Un intervalle similaire calculé pour l'estimation de 1992 en utilisant les mêmes hypothèses donnait une fourchette comprise entre 410 et 725.

COMPARAISON AVEC LES RÉSULTATS ANTÉRIEURS

Prises ensembles, les estimations publiées de l'indice d'abondance de la population montrent une augmentation constante (Tableau 4, Figure 4). À première vue, la population est donc en hausse.

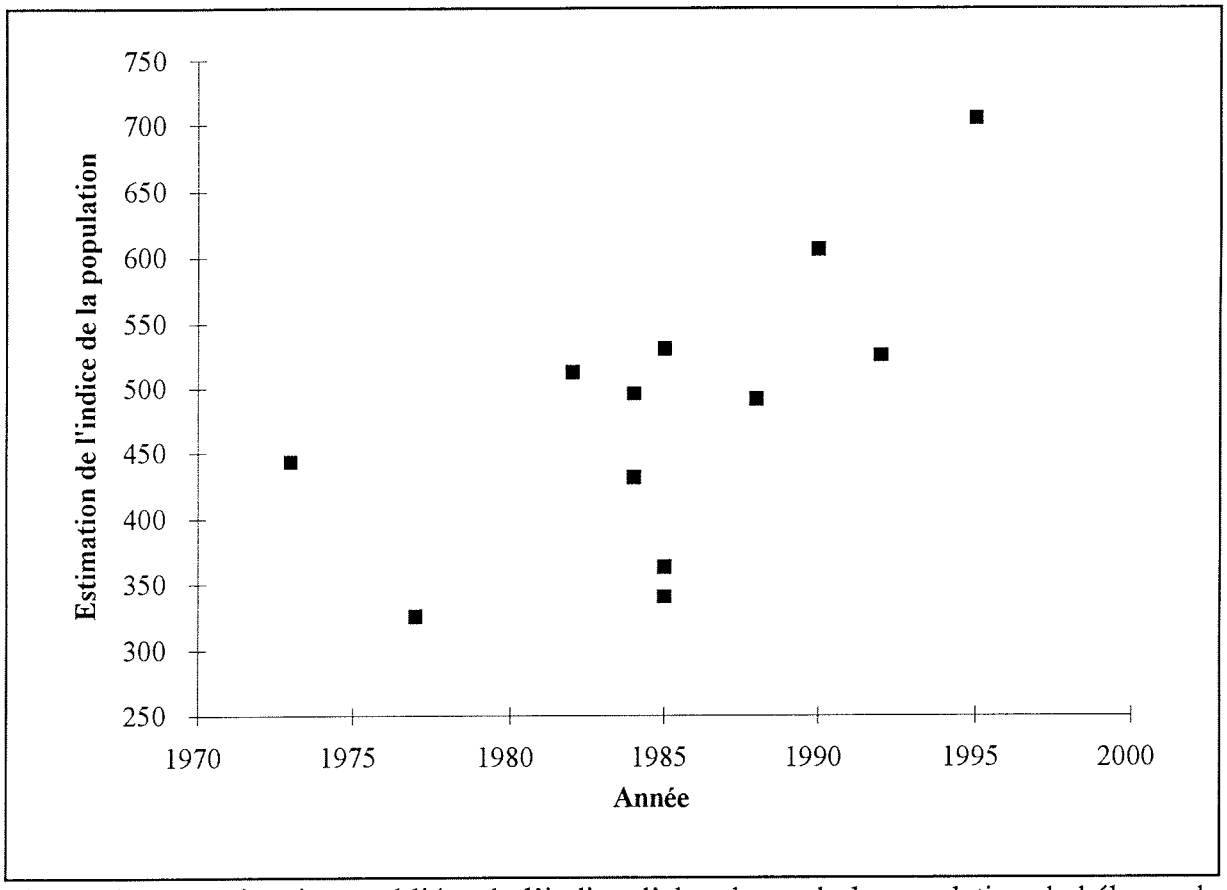


Figure 4. Estimations publiées de l'indice d'abondance de la population de bélugas du Saint-Laurent de 1973 à 1995.

Tableau 4. Estimations des indices d'abondance de la population de bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent de 1973 à 1995.

Année	Méthode	Estimation de l'indice	Limites (-) ou écart-type (±)	Source
1973	Photo (air)	443[ab]	229–658	Sergeant et Hoek, 1988
1977	Visuelle (air)		300–350[bce]	Pippard, 1985
1982	Visuelle (air)	512[def]	360–715	Sergeant et Hoek, 1988
1984	Photo (air)	431[abe]	187–773	Sergeant et Hoek, 1988
1984	Visuelle (air)	495[bd]	± 245	Lynas, 1984
1985	Visuelle (bateau)		<340[beg]	Béland *et al.*, 1987
1985	Photo (air)	530[abhi]	285–775	Sergeant et Hoek, 1988
1985	Photo (air)		275–450[hij]	Béland et Martineau, 1985
1988	Photo (air)	491[fhk]	± 69	Kingsley et Hammill, 1991
1990	Photo (air)	606[fhk]	± 308	Kingsley et Hammill, 1991
1992	Photo (air)	525[efk]	± 71	Kingsley, 1993
1995	Photo (air)	705[efk]	± 108	Présent rapport

[a] corrigés pour les animaux en plongée en ajoutant 18% aux dénombrements photographiques;

[b] échantillonnage du centre de l'aire de répartition seulement, c'est-à-dire du cap Bon-Désir–Trois-Pistoles (transect 18.1) jusqu'à La Malbaie–Kamouraska (transect 26.1);

[c] sur 8 relevés visuels effectués à bord d'un hélicoptère en 1975 et 1977 des parties les plus densément fréquentées de l'aire principale, les deux dénombrements les plus élevés (tous les deux faits en juillet 1977) étaient de 266 et de 262. Pippard (1985) a ramené ce compte aux valeurs publiées (c'est-à-dire 300–350), afin de faire provision pour les aires périphériques;

[d] non corrigés pour les animaux en plongée;

[e] y compris la couverture du fjord du Saguenay;

[f] y compris la couverture de toute l'aire de l'estuaire, de Forestville-Bic (transect 14.0) jusqu'à l'île aux Coudres (transect 29.2 ou 30.0);

[g] ne comprenait pas la région des îles de Kamouraska, ni les zones situées plus en amont (allait jusqu'au transect 25.0 environ);

[h] ne couvraient pas le fjord du Saguenay;

[i] ces deux estimations sont fondées sur le même film de relevé aérien, analysé indépendamment par Sergeant et Hoek et par Béland et Martineau;

[j] corrigé pour le compte en double de groupes de bélugas photographiés plus d'une fois; la limite supérieure comporte une correction 'généreuse' de 25% pour les animaux non photographiés, soit en plongée, soit dans les aires non couvertes;

[k] corrigés pour les animaux en plongée en ajoutant 15% aux dénombrements photographiques.

Cette inférence est probablement correcte, en particulier si l'on tient compte de nos connaissances sur la dynamique de cette population. Le taux de natalité ne semble pas très inférieur au taux normal (Kingsley 1993; voir aussi les pages 18–22 de ce rapport); le nombre de juvéniles morts est faible (Béland *et al.* 1988); et l'espérance de vie à maturité, estimée à partir des données sur l'âge des bélugas échoués, est d'environ 16 ans (Bailey et Zinger 1995). Les cas de mortalité inhabituelle, comme des collisions avec des bateaux ou des prises accidentelles dans les engins de pêche, sont rares. Les données sur la dynamique de la population corroborent donc la tendance des estimations de l'indice d'abondance de la population et portent à croire que son effectif devrait augmenter.

Toutefois, en estimant le taux d'accroissement, il faut tenir compte des petites différences dans les méthodes utilisées pour effectuer les relevés; ils ne couvraient pas tous la même aire ou n'utilisaient pas les mêmes méthodes de détection. En particulier, les premiers relevés avaient tendance à se limiter davantage au coeur de l'aire de répartition, où les densités étaient plus élevées (Sergeant et Hoek 1988; se reporter aux Figures 2 et 3) et où se tenaient le plus grand nombre de bélugas. Toutefois, depuis 1988 les relevés, pour être plus complets, s'étendent vers les aires extérieures de répartition potentielle, où l'on retrouve peu de bélugas. En 1992, un total de 5 bélugas, soit 2,8% du dénombrement pour l'estuaire, ont été observés sur la photographie des 12 transects les plus en amont et aucun béluga sur les 17 transects en aval; en 1995, on avait 6 transects vides à chaque extrémité de la zone d'étude (Figure 2). L'aire de répartition de la population devrait normalement s'étendre avec l'augmentation de son effectif (Brown 1984; Gaston et Lawton 1990), de telle sorte que la proportion aux extrémités de l'aire aurait dû être moindre lorsque la population était plus petite que maintenant. En réponse à l'estimation de 1995, R. Michaud (1996, données inédites[1]) (Tableau 5) a revu les estimations des indices établies lors des relevés antérieurs en fonction de la zone de l'estuaire couverte. Les estimations révisées semblent montrer que

Tableau 5. Révision des estimations déjà publiées de l'indice d'abondance de la population de bélugas du Saint-Laurent (Michaud 1996, données inédites).

Relevé et année		Référence	Estimation originale publiée	Michaud (1996, données inédites) estimation revisée
Pippard	1977	Pippard 1983	300–350	548
Sergeant	1982	Sergeant et Hoek 1988	512	585
"	1984	"	431	499
"	1985	"	530	708
Béland	1985	Béland *et al.* 1987	340	517

[1] Michaud, R. 1996. Estimations revisées des populations de bélugas présentées au Comité national de révision des mammifères marins, Pêches et Océans Canada, Winnipeg, 7 et 8 mars 1996. Données inédites.

les indices d'abondances lissés de la population n'ont jamais été inférieurs à 550 bélugas environ.

Il existe d'autres différences : certains relevés aériens comprenaient le fjord du Saguenay, mais pas ceux effectués en 1985 (Sergeant et Hoek 1988), 1988 et 1990 (Kingsley et Hammill 1991). Dans le cas des relevés photographiques réalisés plus tard, on a appliqué un facteur de correction de 15% seulement pour la visibilité (Kingsley et Hammill 1991; Kingsley 1993; le présent rapport) au lieu de la valeur de 18% utilisée en 1984 et 1985 (Sergeant et Hoek 1988).

Pour le relevé de 1992, on a utilisé les mêmes méthodes qu'en 1995, notamment l'altitude de vol, le type de film, et la grille de transects, à la seule différence qu'en 1992 les caméras utilisées faisaient bouger le film pendant que l'obturateur était ouvert pour compenser le mouvement de l'avion, ce qui donnait une image plus nette et un film plus facile à lire. La répartition des observations entre les transects était semblable dans les deux relevés (Figure 2), ce qui donne un outil plus sensible pour déceler la variation de l'effectif de la population. L'écart entre les estimations est de 180, avec une erreur-type d'échantillonnage estimée à 113,7. Cette différence est le résultat du changement de l'effectif réel de la population, du comportement lié à la météo, ainsi que de l'erreur d'échantillonnage. Le taux maximum généralement accepté auquel les populations de bélugas peuvent augmenter est de 4% par année (Innes 1996), ce qui porterait une valeur de 525 à seulement 590 en trois ans.

Le vent était plus fort en 1992 qu'en 1995, en particulier dans le fjord du Saguenay, et cela a pu avoir un effet négatif sur le nombre de bélugas observés cette année-là, parce que ces derniers passent moins de temps en surface lorsqu'il vente, ou parce que les vagues de surface les rendent plus difficiles à repérer sur le film et pendant les relevés visuels. La variation due à la météo est difficile à évaluer. Si les estimations provenant des relevés photographiques aériens de plusieurs années sont lissées par un modèle simple, la variance résiduelle est une estimation de la somme de la variance réelle de l'erreur d'échantillonnage et de la variance réelle annuelle entre les relevés due à la météo, à l'équipement etc. Lorsqu'on applique ces techniques à l'estimation de l'indice d'abondance de la population du Saint-Laurent, toutefois, les valeurs résultantes de l'erreur-type résiduelle ne sont pas plus importantes que l'estimation des erreurs-types d'échantillonnage de chaque relevé. On peut donc tirer deux conclusions : la variation annuelle est faible, et l'erreur-type d'échantillonnage pour ces relevés systématiques peut être surestimée par les méthodes utilisées ici.

Si on devait supposer que la population est stable, et que l'on calculait la moyenne des dénombrements obtenus sur les transects à partir des relevés de 1992 et de 1995 afin d'obtenir une estimation générale pour cette période, on obtiendrait une estimation de 615 bélugas avec une erreur-type d'échantillonnage estimée de 71,4.

D'après les données dont nous disposons présentement, un lissage linéaire des valeurs antérieures et actuelles nous donnerait un indice standardisé d'abondance de la population de 650 environ. Pour interpréter cette valeur comme une estimation de l'effectif réel de la

population, un problème se pose parce que nous ne savons pas exactement dans quelle mesure il faut corriger les dénombrements photographiques pour tenir compte des animaux en plongée. Le facteur de correction pour la visibilité que nous avons volontairement appliqué est conservateur. En supposant que les bélugas du Saint-Laurent se comportent dans leur zone d'estivage comme les populations de l'Arctique, l'effectif réel pourrait bien se situer entre 900 et 1 300 animaux (Innes 1996).

Pour déterminer le statut d'une population qui pourrait être en danger de disparition, les critères approuvés par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) pour l'évaluation des espèces figurant sur sa « liste rouge » prennent en compte la tendance de la population, son effectif, sa répartition (l'étendue de l'aire de répartition et la superficie de la zone occupée) ainsi que d'autres facteurs comme la stabilité (UICN 1994). En l'absence d'indication de « baisse continue » de l'effectif ou de l'indice d'abondance (critères A et C), l'évaluation du statut est régie par le nombre absolu (critère D) et la superficie de la zone occupée (critère B).

L'établissement du taux d'accroissement de la population de bélugas du Saint-Laurent présente des difficultés en raison de la variabilité inhérente des résultats des relevés, mais il n'y a aucun signe de baisse continue de l'effectif (contrairement à Béland et Martineau 1985 p. 48) (Figure 4). Selon les critères de l'UICN, la tendance devient donc moins importante pour établir le statut, alors que l'effectif absolu devient plus important. Les critères quantitatifs de l'UICN pour l'effectif absolu de la population sont les suivants : « en grand danger de disparition » - moins de 50 animaux matures; « en danger de disparition » - moins de 250; « vulnérable » - moins de 1 000. À l'heure actuelle, l'estimation lissée de l'indice d'abondance de la population est d'environ 650, dont 60% (ou 390) seraient des bélugas matures (Burns et Seaman 1985). Cette valeur placerait la population de bélugas du Saint-Laurent dans la classe « vulnérable », mais près de la classe « en danger de disparition » de l'UICN. Mais cette valeur repose sur un facteur de correction considéré comme conservateur. Un facteur de correction plus réaliste placerait la population à près de 1 000, dont 600 seraient des animaux matures. Il faudrait savoir plus exactement comment convertir les dénombrements photographiques en nombre réel de bélugas afin de déterminer le statut de cette population.

EFFECTIF ET RÉPARTITION DES JEUNES BÉLUGAS

Des courbes de Gompertz, pondérées et contraintes de façon à donner la même longueur et le même taux de croissance à la naissance chez les deux sexes, ont été ajustées en fonction des données d'âge-longueur pour les bélugas échoués (Figure 5). Les mâles atteignaient une longueur finale d'environ 15,5% supérieure à celles des femelles adultes. La longueur à la naissance correspondait à 43% de la longueur asymptotique de la femelle et le taux de croissance initial à 13% de cette dernière par année. On a calculé que 70% de la longueur des femelles était atteinte à 2,2 ans chez les mâles et 2,4 ans chez les femelles. Doidge (1990, après échange des colonnes *k* et *b* du Tableau 1), à partir des échantillons qui contenaient peu d'animaux très jeunes, a obtenu une plage de 1,9 à 2,8 années pour la même

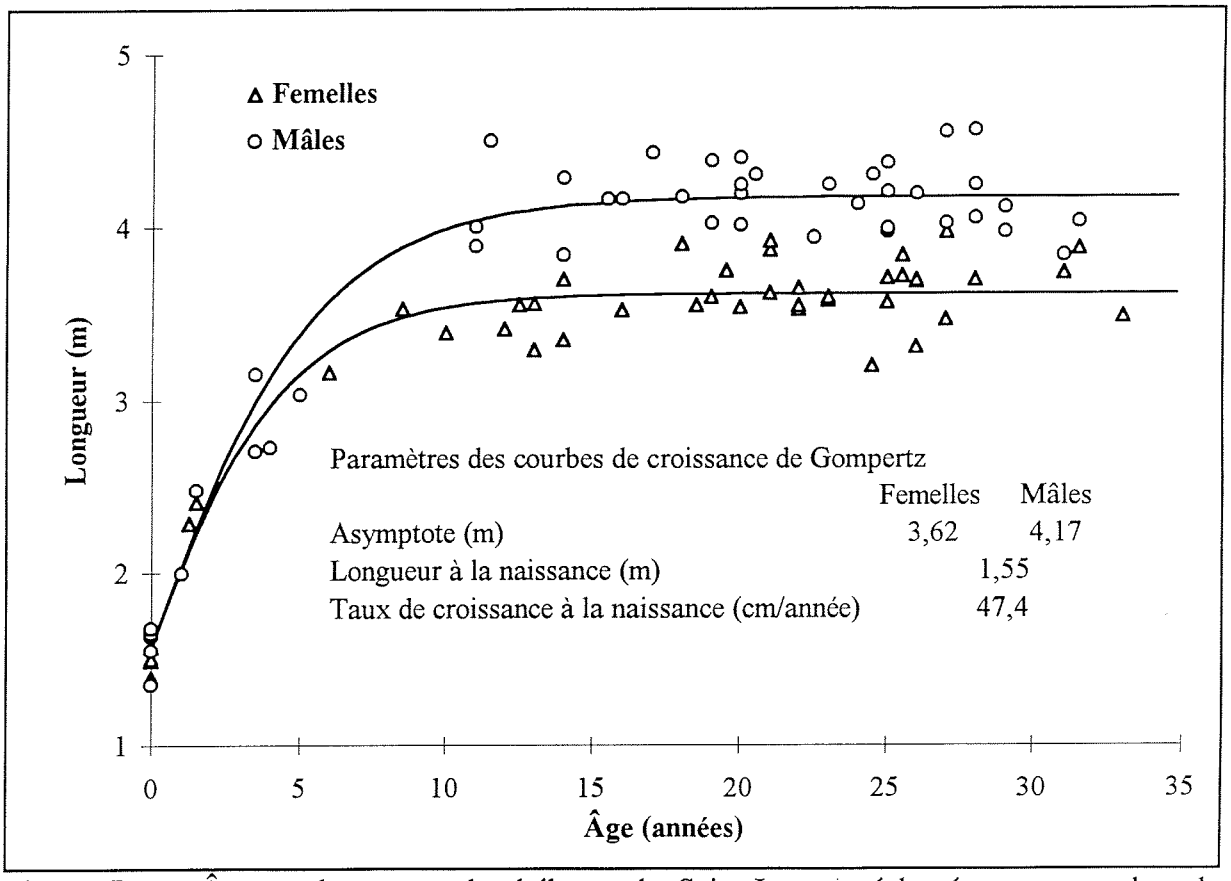


Figure 5. Âges et longueurs des bélugas du Saint-Laurent échoués, avec courbes de croissance de Gompertz ajustées.

longueur relative dans différentes populations. Cependant, l'écart le plus important entre les deux sexes à l'intérieur d'une même population n'était que de 0,35 années. La limite choisie pour les bélugas de petite taille, c'est-à-dire 4 graduations à un grossissement de 12x, correspondait à une longueur 2,7 m et à un âge d'environ 2,6 ans pour les mâles et 2,8 pour les femelles; 4½ graduations correspondait à une longueur de 3 m et à un âge d'environ 3,5 ans chez les mâles et 4 ans chez les femelles. La plus petite femelle adulte dans l'échantillon de bélugas échoués mesurait 3,2 m de longueur à un âge de 24,5 ans. Ces estimations de l'âge en fonction de la longueur ne sont pas exactes pour les raisons suivantes : 1) il est possible que la courbe de Gompertz ne représente pas exactement le profil de croissance des juvéniles; 2) rares sont les juvéniles trouvés morts sur le rivage, donc la partie de la courbe concernant les juvéniles est ajustée en fonction d'un faible nombre de données; 3) les courbes décrivent la croissance prédite moyenne, non la croissance individuelle, et on observe une dispersion de 5,5% autour de la courbe ajustée; 4) les données sur la longueur en fonction de l'âge pour les juvéniles échoués morts peuvent être biaisées par rapport aux juvéniles qui sont bien vivants dans le fleuve.

On a obtenu une estimation de la composition de la population en mesurant les images les plus nettes des bélugas sur le film. Sur 197 images de bélugas mesurées, nous avons

Tableau 6. Bélugas juvéniles dénombrés sur des photographies des relevés aériens de l'estuaire du Saint-Laurent de 1988 à 1995.

Année	Nombre total	Juvéniles				
		À flanc	Indépendant	Douteux	Total	% du total
1988	152	3	6	10	19	12,50
1990	148	23	4	-	27	18,24
1992	227	33	12	-	45	19,87
			petite taille	taille limite		
1995	197[a]	9	22	19	50	25,4

[a] il s'agit du dénombrement des images classées; le compte total de bélugas sur le film, après retrait des répétitions mais incluant les images trop floues pour être classées, à partir duquel nous avons estimé l'indice d'abondance de la population, atteignait 284.

dénombré 138 animaux de grande taille (non accompagnés d'un petit), 19 de taille intermédiaire, 22 de petite taille et 9 couples mère-jeune (Tableau 6). Ainsi, les bélugas de petite taille (incluant ceux des couples mère-jeune) représentaient 16% des images mesurées sur les clichés et les animaux de taille intermédiaire 10%, pour un total de 25%. Les petits animaux et les grands peuvent être visibles à des degrés différents, parce qu'ils ont des comportements différents, sont différemment répartis entre les eaux turbides et les eaux claires, ou simplement parce que les petits sont plus difficiles à voir.

Le taux de natalité de la population du Saint-Laurent a été estimé à 8-9% par année, ce qui serait faible par rapport aux valeurs de 12 à 14% suggérées pour les populations de l'Arctique (Sergeant 1986, Table V). On peut s'interroger toutefois sur la validité de ces dernières valeurs : si les femelles mettent bas tous les trois ans, un taux brut de natalité de 14% exigerait que le troupeau comporte 42% de femelles adultes et, si la proportion des sexes chez les adultes s'approche de l'unité, 42% de mâles adultes. Ces trois composantes (nouveau-nés, femelles adultes et mâles adultes) formeraient alors 98% de la population, ne laissant que 2% pour tous les juvéniles plus âgés. Même un taux de natalité de 12% ne leur laisse que 16%. Étant donné que la première mise bas ne se produit qu'à l'âge de 6 ou 7 ans, ces proportions restantes doivent comprendre 5 ou 6 classes d'âge et sont trop faibles pour le faire. Il est donc possible que les estimations de Sergeant pour les taux de natalité dans l'Arctique soient trop élevées, surtout si on prend en considération son estimation de 40% pour la proportion de juvéniles. Burns et Seaman (1985) ont reconstruit le profil d'une population de bélugas, estimant ainsi le taux annuel brut de natalité à 9,4%. À partir de calculs semblables aux précédents, on estime alors le total des juvéniles plus âgés à 34,2%, ce qui semble plus probable. Après la mise bas, mais avant *toute* mortalité périnatale, les quatre premières classes d'âge, entre 0 et 3 ans, formeraient environ 27% de la population, et le groupe de 0 à 4 ans, 32% (Burns et Seaman 1985). Ces estimations des proportions dans une population seraient en accord avec les observations de Sergeant (1986 Tableau V) pour le Saint-Laurent.

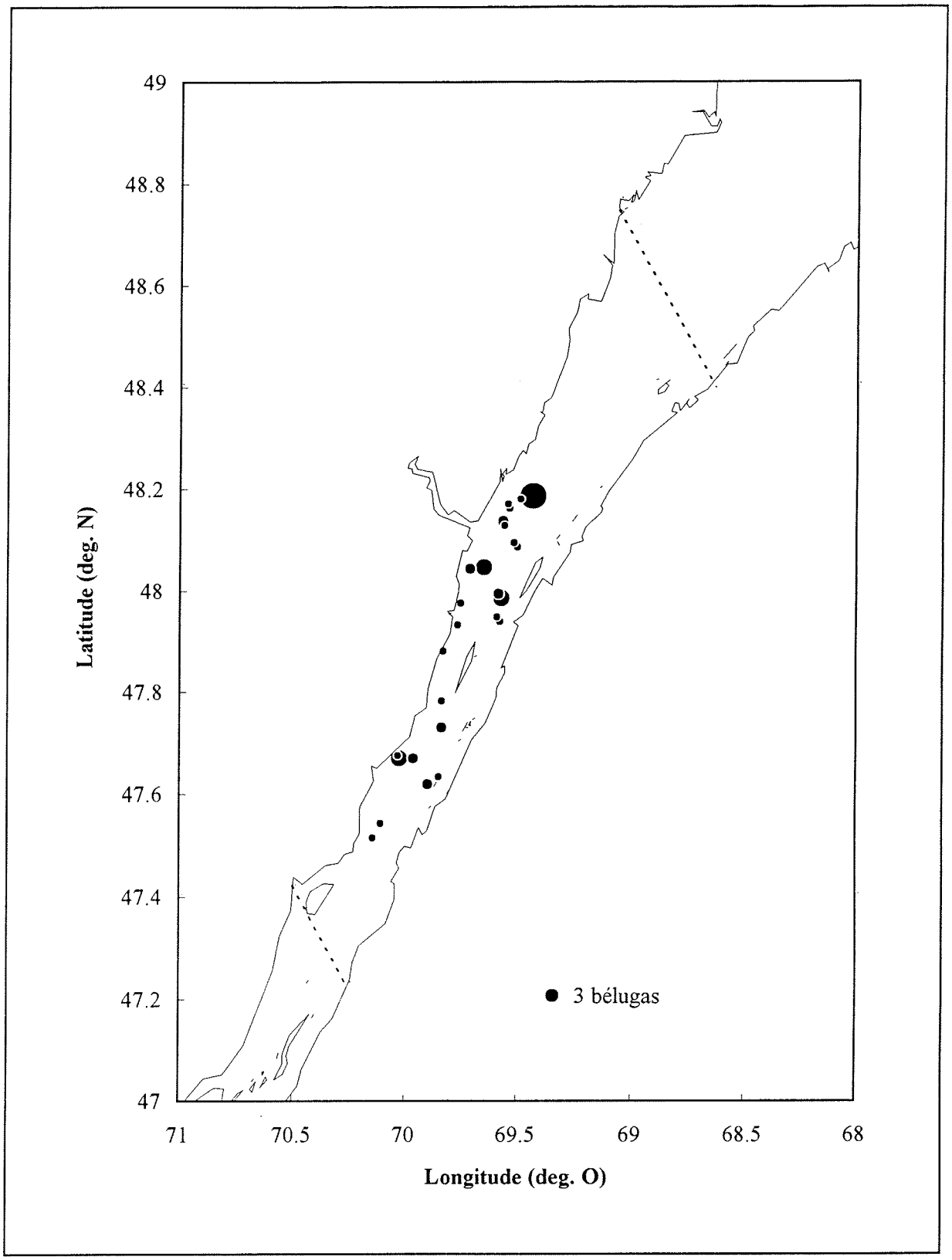


Figure 6. Bélugas juvéniles observés lors du relevé photographique aérien de l'estuaire du Saint-Laurent effectué le 25 août 1995.

Tableau 7. Répartition des bélugas juvéniles dans l'estuaire du Saint-Laurent, établie à partir des relevés photographiques aériens de 1988 à 1995.

	En amont du Saguenay			En aval du Saguenay		
Année	Jeunes	Autres	%	Jeunes	Autres	%
1988	15	53	22,1	4	80	4,8
1990	24	76	24,0	3	45	6,3
1992	36	133	21,3	9	49	15,5
	petite taille	grande taille		petite taille	grande taille	
1995	34	57	37,4	16	90	15,1

Les résultats ci-dessus, examinés à la lumière de leur biais à la baisse probable, montrent que la proportion de bélugas de petite taille dans la population n'est pas nettement inférieure à celle qui pourrait être considérée comme normale; soulignons toutefois qu'il s'agit de valeurs approximatives.

Par le passé, la classification des bélugas selon la taille était subjective. En 1990 et 1992, on a noté que 15% environ de la population était composée de très petits individus accompagnant un adulte, ce qui contrastait énormément avec le faible nombre relevé en 1988 (Tableau 6; Kingsley et Hammill 1991; Kingsley 1993). En 1995, on ne comptait que 9 très petits veaux accompagnant un adulte; on n'a relevé que huit autres cas d'associations petit individu-gros individu. Il semble que les naissances étaient à la baisse en 1995. Selon Kingsley et Hammill (1991), les cycles reproducteurs des femelles pourraient tendre vers une synchronie partielle en réponse à des variations de leur environnement. Ceci augmenterait la variation inter-annuelle dans le nombre de naissances; les données de 1995 appuient cette idée. Si tel est le cas, cela ajouterait du poids à l'hypothèse (Béland *et al.* 1988) selon laquelle le dénombrement de tous les juvéniles fournirait un meilleur indice de la performance de reproduction, puisqu'il s'agit d'une moyenne, que simplement le dénombrement des veaux de l'année.

Les juvéniles (petite taille, taille intermédiaire, et veaux accompagnant un adulte) représentaient au total 15% des images de bélugas sur les transects en aval du Saguenay, et 37% en amont (Tableau 7; Figure 6). Cette ségrégation de la population, avec moins de juvéniles dans les zones d'eau profonde en aval, ressemblait à ce qui avait été observé par le passé (Pippard 1985; Sergeant 1986), mais le résultat de 1995, comme celui de 1992, indiquait une ségrégation moins prononcée que celle observée en 1988 ou 1990.

CONCLUSION

L'indice de l'effectif de la population de bélugas du Saint-Laurent en 1995 a été estimé à 705, avec une erreur-type d'échantillonnage estimée à 108. Cet indice a été calculé en appliquant aux dénombrements photographiques un facteur de correction pour la visibilité très conservateur; il s'agit donc d'une sous-estimation volontaire de l'effectif réel de la population. La population a probablement augmenté depuis que la chasse a été prohibée; elle était alors estimée à 350 tout au plus. La proportion de juvéniles dénombrés dans les clichés du relevé aérien en 1995 est de 25%, ce qui correspond à un taux normal de reproduction, en tenant compte de la difficulté de repérer les juvéniles sur le film et de les identifier avec certitude lorsqu'ils sont observés. Toutefois, la population est encore isolée de ses congénères, aucune immigration importante ni échange régulier avec d'autres groupes de bélugas n'étant connus, et elle occupe toujours une aire de répartition estivale unique et restreinte.

REMERCIEMENTS

La présente étude a été financée par le programme intergouvernemental « Saint-Laurent —Vision 2000 » ainsi que par Pêches et Océans Canada. Je tiens à remercier A. Evely, I. Gauthier, S. Gosselin et L. Lavigueur qui ont interprété les clichés et mesuré les images de bélugas. La conception des transects a été effectuée par feu V.M. Kozicki. M. Landreville et L. Charbonneau, du Comité interministériel des levés aériens du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources Canada, se sont chargés des spécifications et de la commande des services de relevés photographiques aériens, ainsi que de la vérification de la qualité des photos obtenues. Je remercie les membres d'équipage et les opérateurs de caméra, P. Bachant, J.G. Carrier, C.E. Page et L. Roy, pour la précision des vols et la qualité des prises de vue. Je remercie également les relecteurs et l'éditeur scientifique pour les améliorations qu'ils ont suggérées.

BIBLIOGRAPHIE

Bailey, R. et N. Zinger. 1995. Plan de rétablissement du béluga du Saint-Laurent. Fonds mondial pour la nature, Toronto et Ministère des Pêches et des Océans du Canada, Mont-Joli (Qué.) 73 p.

Béland, P. et D. Martineau. 1985. Aerial survey of St Lawrence belugas in 1985 : what you see is not what you get. Dept Fisheries and Oceans, Centre de Recherche en Écologie des Pêches, Rimouski, inédit. 57 p.

Béland, P., R. Michaud et D. Martineau. 1987. Recensements de la population de bélugas (*Delphinapterus leucas*) du Saint-Laurent par embarcations en 1985. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1545. 21 p.

Béland, P., A. Vézina et D. Martineau. 1988. Potential for growth of the St Lawrence (Québec, Canada) beluga whale (*Delphinapterus leucas*) population based on modelling. J. Cons. Int. Explor. Mer 45: 22–32.

Béland, P., S. de Guise et R. Plante. 1992. Toxicology and pathology of St Lawrence marine mammals. Rep. prep. for the Wildlife Toxicology Fund by the St Lawrence National Institute for Ecotoxicology. World Wildlife Fund Canada, Toronto. 95 p.

Breton, M. 1990. Un plan d'action pour la survie des bélugas du Saint-Laurent, p. 25–39. *Dans* J. Prescott et M. Gauquelin [éd.], Pour l'avenir du béluga. Compte-rendu du Forum International pour l'avenir du béluga. Presses de l'Université du Québec.

Brown, J.H. 1984. On the relationship between abundance and distribution of species. Am. Nat. 124: 255–279.

Burns, J.J. et G.A. Seaman. 1985. Biology and ecology. Part II of Investigations of belukha whales in coastal waters of western and northern Alaska. Rapport final préparé pour NOAA, Outer Continental Shelf Environmental Assessment Programme, contract NA 81 RAC 00049, by the Alaska Dept Fish and Game, Fairbanks, Alaska. 129 p.

Campbell, R.R. 1992. Rare and endangered fishes and marine mammals of Canada: COSEWIC Fish and Marine Mammal Subcommittee status reports VII. Can. Field-Nat. 106 (1): 1–6.

Cochran, W.G. 1977. Sampling techniques. Wiley, New York. 429 p.

Doidge, D.W. 1990. Age-length and length-weight comparisons in the beluga, *Delphinapterus leucas*, p. 59–68. *Dans* T.G. Smith, D.J. St Aubin, et J.R. Geraci [éds], Advances in research on the beluga whale, *Delphinapterus leucas*. Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 224.

Dueck, L. 1989. The abundance of narwhal (*Monodon monoceros* L.) in Admiralty Inlet, N.W.T., Canada, and implications of behaviour for survey estimates. Thèse de maîtrise, U. of Manitoba, Winnipeg. 82 p.

Gaston, K.J. et J.H. Lawton. 1990. Effects of scale and habitat on the relationship between regional distribution and local abundance. Oikos 58: 329–335.

Gauthier, I. 1996. Évaluation d'une méthode de prise de mesures corporelles chez le béluga du Saint-Laurent (*Delphinapterus leucas*), à partir d'inventaires aériens réalisés à une altitude de 4 000 pieds. Thèse en gestion de la faune, département de biologie, Université du Québec à Rimouski. 59 p.

Hanski, I. 1982. On patterns of temporal and spatial variation in animal populations. Ann. Zool. Fenn. 19: 21–37.

Innes, S. 1996. Report of the National Marine Mammal Peer Review Committee, Winnipeg, 7–8 May 1996. Department of Fisheries and Oceans, Winnipeg, Man. Inédit.

Kingsley, M.C.S. 1993. Census, trend and status of the St Lawrence beluga population in 1992. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1938. vi + 17 p. + Appendices.

Kingsley, M.C.S. et M.O. Hammill. 1991. Photographic census surveys of the St Lawrence beluga population, 1988 and 1990. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1776. 19 p.

Kingsley, M.C.S. et G.E.J. Smith. 1981. Analysis of data arising from systematic transect surveys, p. 40–48. *Dans* F.L. Miller & A. Gunn [éds], Proc. Symp. Census and Inventory Methods for Populations and Habitats, Banff, April 1980. Contribution # 217, Forest, Wildlife and Range Experiment Station, U. of Idaho, Moscow, Idaho.

Kingsley, M.C.S., I. Stirling et W.A. Calvert. 1985. The distribution and abundance of seals in the Canadian high Arctic, 1980–82. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42(6): 1189–1210.

Lloyd, M. 1967. 'Mean crowding'. J. Anim. Ecol. 36: 1–30.

Lynas, E.M. 1984. Notes on the St Lawrence River white whale population. Oceantec (Ocean Research Information Society) Field Report 8401: 3 p.

Martin, A.R. et T.G. Smith. 1992. Deep diving in wild, free-ranging beluga whales, *Delphinapterus leucas*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49(3): 462–466.

Martin, A.R., M.C.S. Kingsley et M.A. Ramsay. 1994. Diving behaviour of narwhals (*Monodon monoceros*) on their summer grounds. Can. J. Zool. 72: 118–125.

Michaud, R. 1993. Distribution estivale du béluga du Saint-Laurent : synthèse 1986 1992. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1906. 28 p.

Pippard, L. 1985. Status of the St Lawrence river population of beluga, *Delphinapterus leucas*. Can. Field-Nat. 99: 438-450.

Reeves, R.R. et E.D. Mitchell. 1984. Catch history and initial population of white whales (*Delphinapterus leucas*) in the river and Gulf of St Lawrence, eastern Canada. Naturaliste can. (Rev. Écol. Syst.) 111: 63-121.

Reeves, R.R. et E.D. Mitchell. 1987. Hunting whales in the St Lawrence. Beaver 67: 35-40.

Sergeant, D.E. 1986. Present status of white whales *Delphinapterus leucas* in the St Lawrence estuary. Naturaliste can. (Rev. Écol. Syst.) 113: 61-81.

Sergeant, D.E. et W. Hoek. 1988. An update of the status of white whales, *Delphinapterus leucas* in the St Lawrence estuary, Canada. Biol. Conserv. 45: 287-302.

Taylor, L.R. 1961. Aggregation, variance and the mean. Nature 189: 732-735.

UICN (Union International pour la Conservation de la Nature). 1994. IUCN Red List Categories. Preparé par la Commission pour la Survie des Espèces de l'UICN. Gland, Suisse. 21 p.

Annexe I. Coordonnées des transects pour un échantillonnage systématique de l'estuaire du Saint-Laurent.

N° du transect	latitude ext. nord	longitude ext. nord	latitude ext. sud	longitude ext. sud
14.0	48°44,9'	69°3,8'	48°24,0'	68°37,9'
14.1	48°43,3'	69°5,7'	48°23,0'	68°40,3'
14.2	48°40,4'	69°6,1'	48°22,0'	68°42,8'
15.0	48°37,2'	69°6,0'	48°21,8'	68°46,3'
15.1	48°35,8'	69°8,3'	48°20,3'	68°48,4'
15.2	48°35,1'	69°11,2'	48°18,8'	68°50,7'
16.0	48°34,3'	69°14,0'	48°18,5'	68°54,1'
16.1	48°33,2'	69°16,1'	48°17,0'	68°56,0'
16.2	48°31,3'	69°17,6'	48°15,7'	68°58,2'
17.0	48°28,1'	69°17,8'	48°14,0'	69°0,0'
17.1	48°26,3'	69°19,5'	48°13,3'	69°3,0'
17.2	48°24,4'	69°20,7'	48°11,8'	69°5,0'
18.0	48°22,5'	69°22,2'	48°10,3'	69°7,0'
18.1	48°20,8'	69°23,8'	48°8,7'	69°8,9'
18.2	48°19,0'	69°25,3'	48°7,4'	69°11,2'
19.0	48°17,3'	69°27,0'	48°5,9'	69°13,2'
19.1	48°16,2'	69°29,8'	48°4,7'	69°15,7'
19.2	48°14,4'	69°31,6'	48°3,1'	69°17,6'
20.0	48°13,4'	69°34,3'	48°2,0'	69°20,0'
20.1	48°11,9'	69°36,4'	48°1,4'	69°23,1'
20.2	48°10,4'	69°38,6'	48°0,0'	69°25,3'
21.0	48°8,9'	69°40,4'	47°58,5'	69°27,2'
21.1	48°8,8'	69°44,2'	47°56,6'	69°28,6'
21.2	48°5,2'	69°43,6'	47°54,8'	69°30,3'
22.0	48°3,9'	69°45,7'	47°53,1'	69°32,2'
22.1	48°1,4'	69°46,3'	47°51,1'	69°33,6'
22.2	47°58,5'	69°46,8'	47°48,8'	69°34,4'
23.0	47°56,5'	69°48,0'	47°46,8'	69°35,7'
23.1	47°54,5'	69°49,4'	47°45,0'	69°37,3'
23.2	47°52,7'	69°51,2'	47°43,5'	69°39,3'
24.0	47°51,0'	69°52,8'	47°42,3'	69°41,7'
24.1	47°48,9'	69°53,9'	47°40,4'	69°43,3'
24.2	47°46,4'	69°54,8'	47°38,5'	69°44,8'
25.0	47°45,8'	69°57,8'	47°37,0'	69°46,8'
25.1	47°43,7'	69°59,0'	47°35,6'	69°48,8'
25.2	47°42,1'	70°0,8'	47°34,4'	69°51,3'
26.0	47°41,0'	70°3,4'	47°32,6'	69°52,9'
26.1	47°40,0'	70°6,0'	47°31,1'	69°54,7'

Annexe I, suite.

N° du transect	latitude ext. nord	longitude ext. nord	latitude ext. sud	longitude ext. sud
26.2	47°39,5'	70°9,2'	47°30,1'	69°57,3'
27.0	47°36,7'	70°9,5'	47°29,4'	70°0,5'
27.1	47°35,4'	70°11,8'	47°27,1'	70°1,4'
27.2	47°32,9'	70°12,4'	47°25,0'	70°2,6'
28.0	47°30,5'	70°13,3'	47°22,4'	70°3,3'
28.1	47°29,3'	70°15,7'	47°20,8'	70°5,2'
28.2	47°28,2'	70°18,1'	47°19,5'	70°7,5'
29.0	47°27,8'	70°21,5'	47°18,7'	70°10,3'
29.1	47°26,8'	70°24,0'	47°17,5'	70°12,6'
29.2	47°25,9'	70°26,7'	47°15,4'	70°14,0'
30.0	47°25,4'	70°30,1'	47°13,4'	70°15,3'

Annexe II. Dénombrements des bélugas sur les photographies aériennes réalisées dans l'estuaire du Saint-Laurent le 25 août 1995.

Les numéros des rouleaux du film et des clichés de la présente Annexe correspondent à ceux de l'Annexe III. Les numéros des rouleaux sont ceux qui sont attribués par la Photothèque nationale de l'air du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, et les numéros des clichés, ceux attribués par l'entreprise responsable du relevé, et non ceux du compteur de poses de la caméra. Les numéros des transects correspondent à ceux de l'Annexe I, du Tableau 1 et de la Figure 1 du présent rapport. Les clichés sont classés par ordre croissant de numéro de transect, c'est-à-dire de l'aval vers l'amont, et le long du transect par ordre croissant de latitude, c'est-à-dire de l'extrémité sud-est du transect vers l'extrémité nord-ouest. Dans le cas des transects en direction nord, les numéros des clichés sont croissants lorsqu'on lit le tableau; pour les transects en direction sud, les numéros sont décroissants.

Le film a été examiné sur une table lumineuse, l'émulsion vers le haut, c'est-à-dire à l'envers, le début du film (les clichés dont les numéros sont les plus petits) à la droite du lecteur. Dans le cas des transects sud-nord, le Sud se trouvait à la droite du lecteur, le Nord à sa gauche, l'Ouest en haut de la table et l'Est au bas de la table. Dans le cas des transects nord-sud, le Sud se trouvait à gauche, le Nord à droite, l'Ouest en bas et l'Est en haut. Les images de bélugas ont été localisées sur le film à l'aide d'un quadrillage de 10 carrés sur 10. Les rangées ont été numérotées de 00 en haut à 90 en bas de la table lumineuse, les colonnes de 00 à gauche à 09 à droite. Le carré 00 se trouvait dans le coin supérieur gauche, le carré 09 dans le coin supérieur droit, 90 en bas à gauche et 99 en bas à droite. La rangée du quadrillage est indiquée par le premier chiffre entré dans « Quadr. » du tableau, la colonne du quadrillage par le second. Les images qui se retrouvent également dans le cliché suivant sont dans les colonnes à petit numéro et celles qui se retrouvent dans le cliché précédent, dans les colonnes à numéro élevé. Pour les transects en direction nord, la zone de reflets couvre les colonnes du quadrillage à numéro élevé (cliché précédent), et les colonnes à petit numéro (cliché suivant) pour les transects en direction sud; c'est l'inverse pour les bordures sans reflets.

Rouleau	Transect	Cliché	Lat.	Long.	Quadr.	Observations
A31705	16.0	121	48°31,4'	69°09,6'	09	A/p
A31705	16.0	120	48°31,9'	69°10,2'	02	A/n
A31705	16.1	105	48°27,9'	69°09,2'	63	A
A31705	17.0	40	48°21,6'	69°09,0'	41	A/n
A31705	17.0	41	48°22,1'	69°09,6'	04	A

Observations : [ ] = groupe serré; Cc = femelle avec « veau à flanc »; A = adulte; L = intermédiaire (limite); J = juvénile; U = non classé; /p (n) = également sur le cliché précédent (suivant).

Annexe II, suite

Rouleau	Transect	Cliché	Lat.	Long.	Quadr.	Observations
A31705	17.0	41	”	”	34	A
A31705	17.0	41	”	”	57	U/p
A31705	17.0	42	48°22,6’	69°10,2’	21	A
A31705	17.1	6	48°23,9’	69°15,7’	55	A
A31705	17.1	5	48°24,4’	69°16,4’	03	A
A31705	17.1	5	”	”	14	2A
A31705	17.1	5	”	”	24	A
A31705	17.1	5	”	”	54	A
A31705	17.1	5	”	”	95	A
A31704	17.2	203	48°22,4’	69°17,9’	03	A/n
A31704	17.2	204	48°23,0’	69°18,5’	09	A/p (prof.)
A31704	18.1	153	48°18,1’	69°20,4’	84	U
A31704	18.1	156	48°19,7’	69°22,3’	31	A/n
A31704	18.1	157	48°20,2’	69°22,9’	35	A
A31704	18.1	157	”	”	37	A/p
A31704	18.2	130	48°10,0’	69°14,1’	29	A 2U
A31704	18.2	118	48°16,1’	69°21,7’	79	A/p
A31704	18.2	118	”	”	87	A/p
A31704	18.2	117	48°16,6’	69°22,3’	62	A/n
A31704	18.2	117	”	”	80	A/n
A31704	19.0	102	48°12,0’	69°20,5’	33	A
A31704	19.0	106	48°14,0’	69°23,0’	30	3A/n U/n
A31704	19.0	107	48°14,5’	69°23,7’	24	U
A31704	19.0	107	”	”	37	4A/p
A31704	19.1	84	48°07,9’	69°19,3’	75	A
A31704	19.1	74	48°12,9’	69°25,6’	58	3A/p U/p
A31704	19.1	73	48°13,5’	69°26,2’	51	4A/n
A31704	19.2	60	48°10,7’	69°26,7’	11	U/n
A31704	19.2	60	”	”	12	U/n
A31704	19.2	60	”	”	22	A/n U

Observations : [ ] = groupe serré; Cc = femelle avec « veau à flanc »; A = adulte; L = intermédiaire (limite); J = juvénile; U = non classé; /p (n) = également sur le cliché précédent (suivant).

Annexe II, suite

Rouleau	Transect	Cliché	Lat.	Long.	Quadr.	Observations
A31704	19.2	60	”	”	32	[2Cc] U (3 de ces 5 figuraient sur le cliché suivant, mais on ne peut pas dire lesquels)
A31704	19.2	60	”	”	41	3A [LA] J U (6 de ces 7 figuraient sur le cliché suivant, mais on ne peut pas dire lesquels)
A31704	19.2	60	”	”	42	A
A31704	19.2	60	”	”	51	[2A] [2A] A J (4 de ces 6 figuraient sur le cliché suivant, mais on ne peut pas dire lesquels)
A31704	19.2	60	”	”	52	A
A31704	19.2	60	”	”	61	5A/n 2U/n
A31704	19.2	60	”	”	62	L
A31704	19.2	60	”	”	71	J/n
A31704	19.2	60	”	”	72	A
A31704	19.2	60	”	”	80	L
A31704	19.2	60	”	”	90	A
A31704	19.2	60	”	”	91	A
A31704	19.2	61	48°11,2’	69°27,3’	09	[2U] [AU] [2A]
A31704	19.2	61	”	”	28	A/p
A31704	19.2	61	”	”	29	A/p
A31704	19.2	61	”	”	34	A
A31704	19.2	61	”	”	38	A/p A
A31704	19.2	61	”	”	47	A
A31704	19.2	61	”	”	48	[2A U]/p A
A31704	19.2	61	”	”	58	A/p [2U]/p 3U/p
A31704	19.2	61	”	”	67	U/p
A31704	19.2	61	”	”	68	[2U]/p 2U/p
A31704	19.2	61	”	”	77	A/p 2A
A31704	19.2	61	”	”	78	5A/p U/p

Observations : [ ] = groupe serré; Cc = femelle avec « veau à flanc »; A = adulte; L = intermédiaire (limite); J = juvénile; U = non classé; /p (n) = également sur le cliché précédent (suivant).

Annexe II, suite

Rouleau	Transect	Cliché	Lat.	Long.	Quadr.	Observations
A31704	19.2	62	48°11,7'	69°27,9'	01	A
A31704	19.2	62	"	"	30	A/n
A31704	19.2	62	"	"	80	A/n
A31704	19.2	63	48°12,2'	69°28,6'	46	A/p
A31704	19.2	63	"	"	96	A/p
A31704	19.2	64	48°12,7'	69°29,2'	06	A
A31704	19.2	64	"	"	44	A
A31704	20.0	30	48°09,7'	69°29,4'	29	A/p
A31704	20.0	30	"	"	39	A/p
A31704	20.0	29	48°10,2'	69°30,0'	22	A/n
A31704	20.0	29	"	"	32	A/n
A31704	20.0	29	"	"	33	[2A L]
A31704	20.0	29	"	"	74	A
A31704	20.1	14	48°07,7'	69°30,8'	30	A
A31704	20.1	16	48°08,7'	69°32,1'	14	[3A] [2A] 3A
A31704	20.1	17	48°09,2'	69°32,7'	90	[2A]/n
A31704	20.1	17	"	"	95	J
A31704	20.1	18	48°09,8'	69°33,4'	73	2A
A31704	20.1	18	"	"	74	J
A31704	20.1	18	"	"	97	[A U]/p
A31702	20.2	10	48°04,7'	69°30,9'	70	A/n
A31702	20.2	10	"	"	80	L/n
A31702	20.2	11	48°05,2'	69°31,5'	75	U/p J
A31702	20.2	11	"	"	86	A/p
A31702	20.2	14	48°06,7'	69°33,4'	51	[3A]
A31702	20.2	15	48°07,2'	69°34,0'	94	[2A] L
A31702	20.2	16	48°07,7'	69°34,7'	62	A
A31702	20.2	16	"	"	72	U/n
A31702	20.2	16	"	"	82	2A L U
A31702	20.2	16	"	"	93	J
A31702	20.2	17	48°08,2'	69°35,3'	78	A/p

Observations : [ ] = groupe serré; Cc = femelle avec « veau à flanc »; A = adulte; L = intermédiaire (limite); J = juvénile; U = non classé; /p (n) = également sur le cliché précédent (suivant).

Annexe II, suite

Rouleau	Transect	Cliché	Lat.	Long.	Quadr.	Observations
A31702	21.0	37	48°01,2'	69°30,5'	67	A
A31702	21.2	79	47°58,6'	69°35,1'	16	A J
A31702	21.2	79	"	"	26	A
A31702	21.2	79	"	"	27	L
A31702	21.2	79	"	"	37	2A
A31702	21.2	79	"	"	56	A/p
A31702	21.2	79	"	"	68	U/p
A31702	21.2	79	"	"	75	A/p 2L
A31702	21.2	79	"	"	79	A/p
A31702	21.2	78	47°59,1'	69°35,7'	40	A
A31702	21.2	78	"	"	51	A/n
A31702	21.2	78	"	"	54	Cc
A31702	21.2	78	"	"	56	[Cc] A
A31702	21.2	78	"	"	60	U
A31702	21.2	78	"	"	63	A/n
A31702	21.2	78	"	"	70	A/n
A31702	21.2	78	"	"	73	A/n
A31702	21.2	78	"	"	75	A
A31702	21.2	73	48°01,7'	69°38,9'	89	[Cc A L 2U]/p
A31702	21.2	72	48°02,2'	69°39,5'	93	[Cc/n C/nc (J L U)/n]
A31702	22.0	88	47°53,9'	69°33,1'	00	A
A31702	22.0	91	47°55,5'	69°34,9'	70	A/n
A31702	22.0	92	47°56,0'	69°35,6'	64	A
A31702	22.0	92	"	"	76	U U/p
A31702	22.0	92	"	"	85	2A L
A31702	22.0	92	"	"	92	U/n (très prof.)
A31702	22.0	92	"	"	93	3U/n U
A31702	22.0	93	47°56,5'	69°36,2'	03	[C/nc]
A31702	22.0	93	"	"	11	A/n
A31702	22.0	93	"	"	41	[3U]
A31702	22.0	93	"	"	98	U [U/p U]

Observations : [ ] = groupe serré; Cc = femelle avec « veau à flanc »; A = adulte; L = intermédiaire (limite); J = juvénile; U = non classé; /p (n) = également sur le cliché précédent (suivant).

Annexe II, suite

Rouleau	Transect	Cliché	Lat.	Long.	Quadr.	Observations
A31702	22.0	93	”	”	99	3U/p
A31702	22.0	94	47°57,0’	69°36,9’	09	U/p
A31702	22.0	94	”	”	27	U/p
A31702	22.0	95	47°57,5’	69°37,5’	19	[2U] (prob. Cc)
A31702	22.0	95	”	”	28	U
A31702	22.0	103	48°01,5’	69°42,6’	00	[8U/n]
A31702	22.0	104	48°02,0’	69°43,2’	16	L/p [3A 2U 2J]/p
A31702	22.0	104	”	”	25	L J
A31702	22.1	122	47°55,0’	69°38,2’	76	A/p
A31702	22.1	121	47°55,5’	69°38,9’	70	U/n
A31702	22.2	149	47°58,0’	69°46,0’	04	A/n
A31702	22.2	149	”	”	74	L
A31702	22.2	150	47°58,5’	69°46,6’	09	A/p
A31702	23.0	152	47°55,6’	69°46,8’	15	A J
A31702	23.0	152	”	”	18	A/p
A31702	23.0	152	”	”	19	U/p
A31702	23.0	152	”	”	89	U/p (prob. A)
A31702	23.0	151	47°56,1’	69°47,4’	12	A/n
A31702	23.0	151	”	”	13	A/n
A31702	23.0	151	”	”	83	A/n
A31702	23.2	197	47°48,4’	69°45,6’	91	2A
A31702	23.2	189	47°52,4’	69°50,6’	07	Cc
A31702	23.2	189	”	”	45	2U
A31702	23.2	189	”	”	46	[3U]
A31702	23.2	189	”	”	55	[2U] 2U
A31702	23.2	189	”	”	56	U
A31703	24.1	22	47°46,5’	69°51,1’	66	Cc A
A31703	24.2	40	47°41,4’	69°48,5’	92	U/n U
A31703	24.2	41	47°41,9’	69°49,1’	99	A/p A
A31703	24.2	44	47°43,4’	69°51,0’	11	A
A31703	24.2	44	”	”	31	U

Observations : [ ] = groupe serré; Cc = femelle avec « veau à flanc »; A = adulte; L = intermédiaire (limite); J = juvénile; U = non classé; /p (n) = également sur le cliché précédent (suivant).

Annexe II, suite

Rouleau	Transect	Cliché	Lat.	Long.	Quadr.	Observations
A31703	24.2	44	”	”	54	J L A
A31703	24.2	45	47°43,9’	69°51,6’	55	U
A31703	24.2	45	”	”	92	A/n U
A31703	24.2	46	47°44,4’	69°52,3’	98	A/p
A31703	24.2	49	47°45,9’	69°54,2’	43	2A
A31703	24.2	49	”	”	44	A
A31703	24.2	49	”	”	53	A
A31703	24.2	49	”	”	55	A
A31703	24.2	49	”	”	63	A
A31703	24.2	49	”	”	91	A
A31703	24.2	49	”	”	92	A
A31703	25.1	71	47°37,6’	69°51,7’	04	[A J 2U]
A31703	25.2	94	47°36,2’	69°53,9’	06	2U/p
A31703	25.2	94	”	”	16	U/p
A31703	25.2	94	”	”	34	U
A31703	25.2	94	”	”	44	2U
A31703	25.2	93	47°36,7’	69°54,5’	01	L/n J/n
A31703	25.2	93	”	”	07	U/p
A31703	25.2	93	”	”	11	U/n
A31703	25.2	93	”	”	14	A
A31703	25.2	93	”	”	20	U
A31703	25.2	92	47°37,2’	69°55,1’	01	U/n
A31703	25.2	92	”	”	26	2U/p (prob. A J)
A31703	25.2	91	47°37,7’	69°55,7’	20	2U/n (prob. A J)
A31703	25.2	87	47°39,7’	69°58,2’	05	J
A31703	25.2	87	”	”	06	U (prob. A)
A31703	25.2	87	”	”	66	[A L]
A31703	25.2	87	”	”	78	U (prof.)
A31703	25.2	85	47°40,7’	69°59,5’	78	[2U]/p (prof.)
A31703	25.2	84	47°41,3’	70°00,1’	72	[2U]/n (prcf., prob. Cc)
A31703	26.0	104	47°35,7’	69°57,1’	41	2A

Observations : [ ] = groupe serré; Cc = femelle avec « veau à flanc »; A = adulte; L = intermédiaire (limite); J = juvénile; U = non classé; /p (n) = également sur le cliché précédent (suivant).

Annexe II, suite

Rouleau	Transect	Cliché	Lat.	Long.	Quadr.	Observations
A31703	26.0	112	47°39,7'	70°02,0'	22	U/n
A31703	26.0	112	"	"	40	2U (très prof.)
A31703	26.0	112	"	"	42	U
A31703	26.0	112	"	"	43	J
A31703	26.0	112	"	"	44	U
A31703	26.0	112	"	"	53	U
A31703	26.0	112	"	"	61	J
A31703	26.0	112	"	"	62	J
A31703	26.0	112	"	"	83	A/n
A31703	26.0	112	"	"	90	A/n J/n
A31703	26.0	113	47°40,2'	70°02,7'	01	A/n
A31703	26.0	113	"	"	17	U
A31703	26.0	113	"	"	25	A
A31703	26.0	113	"	"	28	U/p
A31703	26.0	113	"	"	34	U
A31703	26.0	113	"	"	88	A/p
A31703	26.0	113	"	"	96	A/p J/p
A31703	26.0	114	47°40,7'	70°03,3'	07	A/p
A31703	26.2	139	47°33,5'	70°01,4'	63	U
A31703	27.1	176	47°32,1'	70°07,4'	03	J
A31703	27.1	176	"	"	04	U
A31703	27.1	176	"	"	22	U
A31703	27.2	190	47°29,0'	70°07,4'	65	A
A31703	27.2	189	47°29,5'	70°08,0'	04	A
A31703	27.2	189	"	"	33	U
A31703	27.2	189	"	"	42	A
A31703	27.2	187	47°30,5'	70°09,3'	76	L
A31703	27.2	186	47°31,0'	70°09,9'	14	U
A31703	27.2	186	"	"	47	A
A31703	27.2	185	47°31,5'	70°10,6'	21	A
A31703	27.2	185	"	"	77	U

Observations : [ ] = groupe serré; Cc = femelle avec « veau à flanc »; A = adulte; L = intermédiaire (limite); J = juvénile; U = non classé; /p (n) = également sur le cliché précédent (suivant).

Annexe II, suite

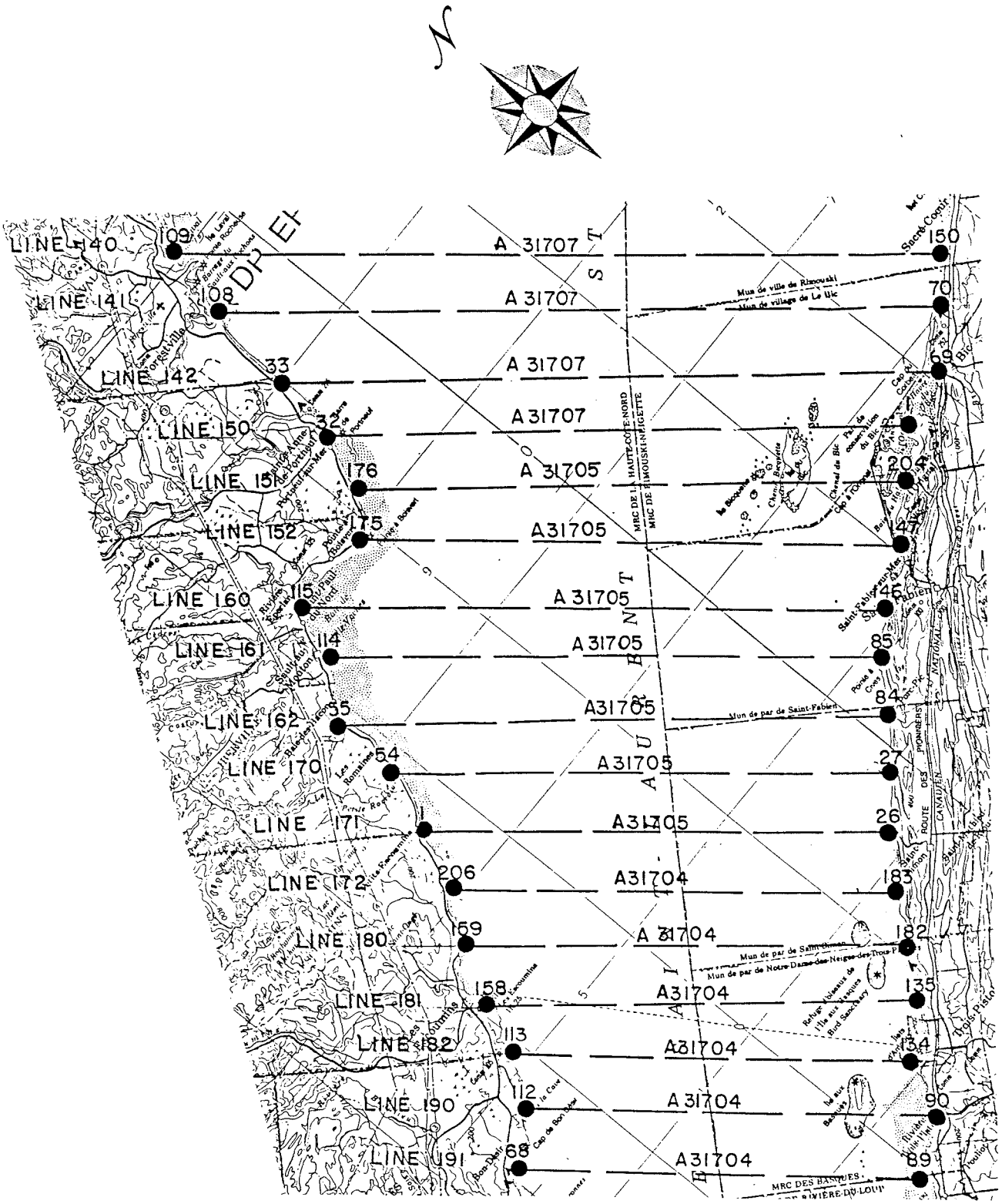
Rouleau	Transect	Cliché	Lat.	Long.	Quadr.	Observations
A31703	27.2	185	”	”	96	U
A31703	28.0	206	47°26,8’	70°08,4’	73	U/n
A31703	28.0	207	47°27,3’	70°09,1’	79	U/p

Observations : [ ] = groupe serré; Cc = femelle avec « veau à flanc »; A = adulte; L = intermédiaire (limite); J = juvénile; U = non classé; /p (n) = également sur le cliché précédent (suivant).

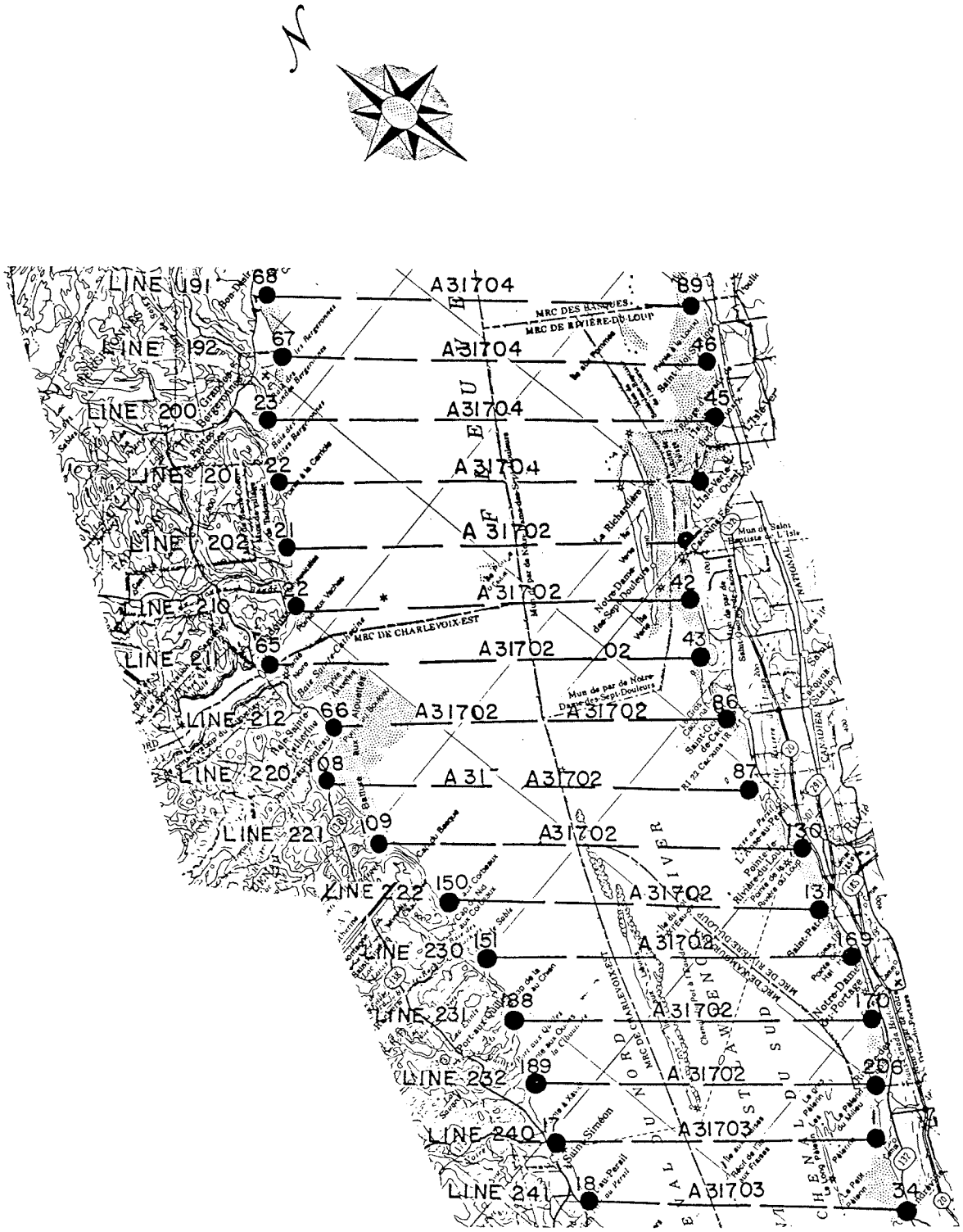
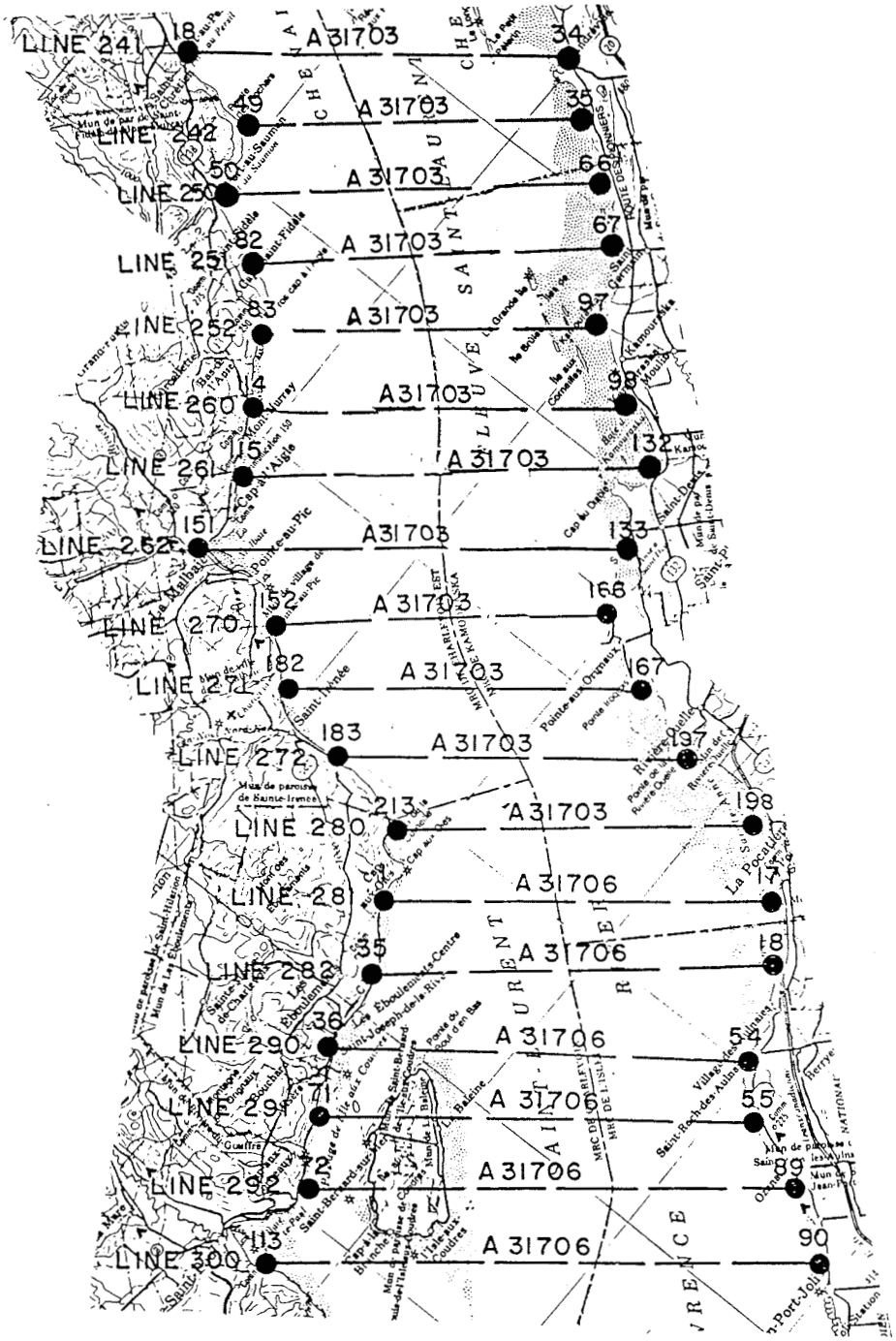
Annexe III. Emplacements des transects et des clichés du relevé photographique aérien effectué dans le Saint-Laurent le 25 août 1995.

Les cartes reproduites dans la présente annexe sont des copies de celles fournies par l'entreprise de relevés aériens. On y trouve les meilleures informations sur l'emplacement réel des transects survolés. Les numéros des rouleaux sont les numéros standard attribués par la Photothèque nationale de l'air du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, où est déposé ce film, et ils sont indiqués à l'Annexe II. Les numéros des clichés, qui recommencent au début de chaque rouleau et qui se suivent à l'intérieur d'un même rouleau, ont été attribués par l'entreprise de relevés aériens et sont indiqués dans l'Annexe II. Ils diffèrent des numéros que le compteur de la caméra a enregistrés automatiquement.

Annexe III, suite



Annexe III, suite



Annexe III, suite