

**Bilan des connaissances de la population de bélugas
(*Delphinapterus leucas*) du Saint-Laurent**

V. Lesage et M. C. S. Kingsley

Division des Sciences - Poissons et Mammifères Marins
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
C. P. 1000, Mont-Joli (Québec)
G5H 3Z4

1995

**Rapport technique canadien des sciences
halieutiques et aquatiques 2041**



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 ce 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 l'ouvrage *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*, et ils sont classés dans l'index annuel des publications scientifiques et techniques du Ministère.

Les numéros 1-456 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 sur les espèces et le milieu, 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 approprié mentionné sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre contribution 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 2041

1995

Bilan des connaissances
de la population de bélugas (*Delphinapterus leucas*)
du Saint-Laurent

par

V. Lesage et M. C. S. Kingsley

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

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1995
N° de cat. Fs 97-6/2041F ISSN 0706-6570

On devra citer la publication comme suit:

Lesage, V. et M. C. S. Kingsley. 1995. Bilan des connaissances de la population de bélugas (*Delphinapterus leucas*) du Saint-Laurent. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2041 : vii + 44 p.

TABLE DES MATIÈRES

Liste des tableaux.....	v
Liste des figures.....	vi
RÉSUMÉ / ABSTRACT.....	vii
INTRODUCTION.....	1
1.0 BIOLOGIE GÉNÉRALE.....	3
1.1 ALIMENTATION.....	3
1.1.1 Espèces proies.....	3
1.1.2 Stratégie possible d'alimentation.....	4
1.1.3 Compétition.....	5
1.2 DÉPLACEMENTS.....	6
1.2.1 Distribution.....	6
1.2.2 Émigration.....	8
1.2.3 Les déplacements à l'intérieur de l'aire de distribution.....	9
1.3 ADAPTABILITÉ.....	9
1.3.1 Le trafic maritime.....	10
Effets sur le comportement apparent.....	10
Effets sur le comportement vocal.....	10
Effets physiologiques.....	11
Effets à long terme.....	11
1.3.2 Les déversements.....	11
1.4 SANTÉ ET PATHOLOGIE.....	12
1.4.1 La pathologie.....	12
1.4.2 Les contaminants.....	12
1.5 STATUT GÉNÉTIQUE.....	14
2.0 DYNAMIQUE DE POPULATION.....	16
2.1 LES PARAMÈTRES VITAUX ET LA REPRODUCTION.....	16
2.1.1 Détermination de l'âge.....	16
2.1.2 Paramètres vitaux reliés à la reproduction.....	17
2.1.3 Paramètres vitaux reliés à la population.....	19
Rapport des sexes.....	19
Femelles matures dans la population.....	19
État reproducteur des individus sexuellement matures.....	20
Production annuelle de jeunes.....	20
Longévitité.....	22
Taux de mortalité ou de survie.....	22
2.2 TAILLE DE LA POPULATION ET SA TENDANCE.....	24
2.2.1 Historique.....	24
2.2.2 Taille de la population actuelle.....	25

2.2.3 Tendance d'accroissement de la population.....	27
3.0 HABITAT	29
3.1 MACRO-SÉGRÉGATION.....	29
3.2 MICRO-SÉGRÉGATION.....	30
3.3 VARIATION TEMPORELLE DES HABITATS PRIVILÉGIÉS.....	30
4.0 PROTECTION.....	31
4.1 LÉGISLATION EXISTANTE.....	31
4.2 CONTRÔLE DU DÉRANGEMENT.....	32
BIBLIOGRAPHIE	33

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
1 Niveau de divers métaux ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ de poids sec) dans le foie, les reins et les muscles des bélugas du Saint-Laurent âgés en moyenne de 17,5 ans (étendue: 0-30 ans)	13
2 Concentrations ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ de poids humide) des pesticides organochlorés majeurs dans le gras des bélugas du Saint-Laurent	13
3 Âge de la maturité physique et de la maturité sexuelle chez des bélugas provenant de diverses régions.....	16
4 Paramètres vitaux reliés à la reproduction chez des bélugas provenant de diverses régions	17
5 Durée d'un cycle reproducteur complet chez des bélugas provenant de diverses régions évalué à partir de l'examen post mortem de femelles sexuellement matures retrouvées mortes ou prélevées par la chasse.....	18
6 Longévité et durée maximale et moyenne de la vie reproductrice des femelles estimée à partir de l'âge de la maturité sexuelle et de l'âge de la dernière reproduction chez des bélugas provenant de diverses régions	19
7 Pourcentage de nouveaux-nés estimé par des méthodes variables pour des bélugas provenant de diverses régions	21
8 Taux de survie pour diverses populations de bélugas, déterminés en échantillonnant par la chasse (Mer de Béring, ouest de la Baie d'Hudson et N.-Québec) ou par récupération des carcasses échouées (Saint-Laurent).....	24
9 Évaluation de la taille de la population de bélugas du Saint-Laurent par diverses méthodes.....	26
10 Potentiel d'accroissement d'une population de bélugas pour diverses valeurs de taux annuel de survie des juvéniles.....	27
11 Proportion occupée par les individus juvéniles chez des bélugas provenant de diverses régions et déterminée selon des méthodes variables.....	28

LISTE DES FIGURES

Figure		Page
1	Aire de distribution mondiale du béluga	2
2	Abondance des observations de bélugas dans le secteur de la pointe sud-ouest de l'Île aux Lièvres entre le 20 mai et le 12 juin 1992	4
3	Abondance des observations de bélugas dans le secteur de la pointe sud-ouest de l'Île aux Lièvres selon la phase de la marée pour les périodes du 20 au 31 mai et du 2 au 12 juin 1992.....	5
4	Aires de répartition saisonnières du béluga dans l'estuaire du Saint-Laurent.....	7
5	Âge des bélugas retrouvés morts dans le Saint-Laurent entre 1982 et 1992.....	23
6	Structure d'âge de trois populations de bélugas dérivée de l'âge des individus capturés par la chasse (N.-Québec et Mer de Béring) ou reconstruite à partir de la structure d'âge des animaux retrouvés échoués entre 1982 et 1991 (Saint-Laurent).....	23

RÉSUMÉ

Lesage, V. et M. C. S. Kingsley. 1995. Bilan des connaissances de la population de bélugas (*Delphinapterus leucas*) du Saint-Laurent. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2041 : vii + 44 p.

La population de bélugas du Saint-Laurent est réduite à 500-600 individus et démontre un taux de croissance faible malgré l'absence d'exploitation. La variabilité génétique faible entre les individus, et les rares observations de bélugas à l'extérieur des limites de distribution dans le golfe du Saint-Laurent laissent supposer que cette population ne subit que peu d'immigration et qu'elle est géographiquement et génétiquement isolée. Les bélugas du Saint-Laurent montrent un taux de reproduction, des taux de survie et une structure d'âge semblable à ceux d'autres populations. Il fut suggéré que les niveaux élevés de certains organochlorés chez cette population pourraient entraîner des déficiences reproductrices et immunitaires. Bien qu'il semble que le taux d'ovulation des femelles soit semblable à celui enregistré chez d'autres populations, d'autres travaux sont néanmoins nécessaires afin de vérifier cette hypothèse.

ABSTRACT

Lesage, V. et M. C. S. Kingsley. 1995. Bilan des connaissances de la population de bélugas (*Delphinapterus leucas*) du Saint-Laurent. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2041 : vii + 44 p.

The St Lawrence population of belugas is much reduced, numbering now about 500-600 individuals. Although the population is not exploited, its growth rate is apparently small. Reduced genetic variability within the population, and the rarity of beluga sightings outside the limit of distribution in the Gulf suggest that it forms a geographically and genetically isolated population. In the St Lawrence, the belugas show reproductive rates, survival rates at age and population age structure similar to those of other populations. It has been suggested that the high levels of some organochlorines recorded in the St Lawrence belugas may induce immunity and reproductive deficiencies. Although the ovarian activity of St Lawrence beluga appear similar to that observed for other beluga populations, further work is needed to verify this hypothesis.

INTRODUCTION

Située à l'extrême sud de l'aire de distribution mondiale du béluga (Figure 1), la population du Saint-Laurent ne compte maintenant qu'environ 500 à 600 individus. La chasse commerciale dans le Saint-Laurent, qui préleva environ 15 000 bélugas entre 1868 et 1963 (Laurin 1982a), fut prohibée en 1979 par la Loi fédérale sur les pêcheries (Anonyme 1979). La faible taille de la population, la supposition d'une poursuite de son déclin, et la connaissance qu'elle était encore sporadiquement chassée et harcelée, lui ont valu d'être ajoutée, en 1983, à la liste des populations animales menacées par le Comité sur le statut des espèces fauniques menacées d'extinction au Canada (Cook et Muir 1984).

En 1986, le Ministère des Pêches et des Océans mettait sur pieds le comité *ad hoc* pour la conservation des bélugas du Saint-Laurent dont les fonctions principales étaient d'identifier les facteurs pouvant nuire à la survie des bélugas du Saint-Laurent et d'effectuer des recommandations. C'est sur les bases du rapport déposé par ce comité (Comité *ad hoc* pour la conservation des bélugas du Saint-Laurent 1987) que fut élaboré le Plan d'action interministériel pour favoriser la survie du béluga du Saint-Laurent. Ce projet, mis en oeuvre par les ministères des Pêches et des Océans et Environnement Canada, dans le cadre du Plan d'action Saint-Laurent, a été réalisé entre 1988 et 1993. Il comportait originellement trois volets: (1) le contrôle du dérangement, (2) le contrôle des produits chimiques toxiques et (3) l'accroissement des connaissances. Un quatrième volet, ajouté en 1989, visait à accroître l'accessibilité de l'information au public dans le but de renseigner et sensibiliser la population à la cause des bélugas du Saint-Laurent.

Le plan de recherches sur le béluga du Saint-Laurent, qui s'insère dans le volet "Accroissement des connaissances" du Plan d'action interministériel, comporte trois grands objectifs soit (1) d'estimer l'effectif de la population et sa tendance, (2) de décrire la distribution saisonnière de la population et d'identifier les habitats qu'elle privilégie et (3) de décrire l'importance des contaminants dans les tissus des représentants de cette population et de cerner leurs effets sur la santé des bélugas. Des travaux visant à évaluer la variabilité génétique à l'intérieur de la population ont également été effectués.

Aux termes de cinq années de recherches soutenues et de la mise en oeuvre du plan d'action pour favoriser la survie du béluga, le présent ouvrage se veut une mise à jour des connaissances sur la population de bélugas du Saint-Laurent. Divers aspects de la biologie du béluga du Saint-Laurent (*e.g.* son alimentation, ses mouvements et son adaptabilité) ainsi que son état de santé et son statut génétique seront d'abord traités. Une analyse de l'information disponible concernant la taille et le potentiel d'accroissement de cette population sera ensuite présentée. Enfin, les mesures existantes et souhaitables afin de protéger cette population seront décrites.

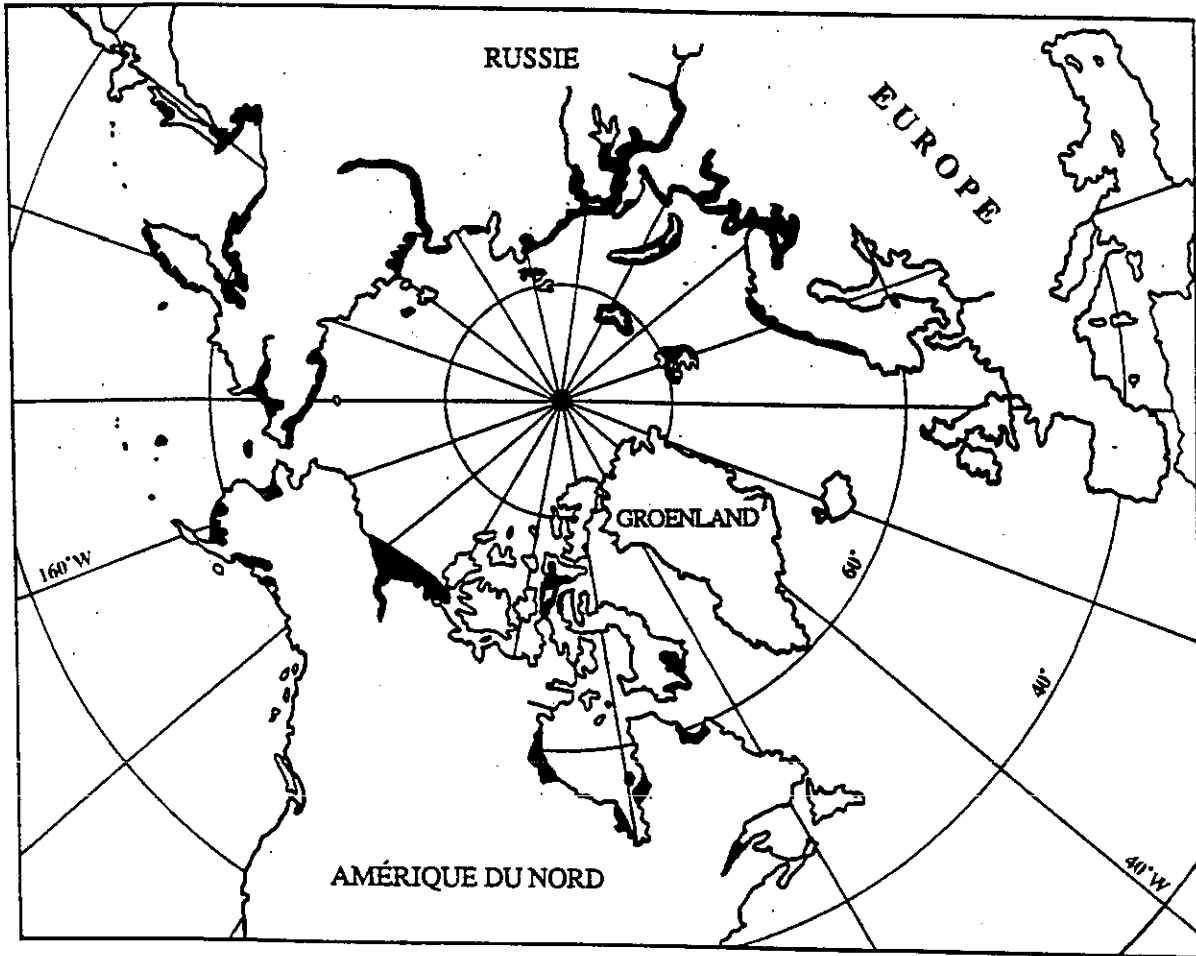


Figure 1. Aire de distribution mondiale du béluga.

1.0 BIOLOGIE GÉNÉRALE

1.1 ALIMENTATION

L'étude du régime alimentaire du béluga par l'examen des contenus stomacaux demeure en général difficile compte tenu de la rapidité de la digestion chez cette espèce (Finley et Gibb 1982).

1.1.1 Les espèces proies

Les seules données concernant le régime alimentaire des bélugas du Saint-Laurent proviennent de l'étude menée par Vladykov (1946) alors que le contenu de l'estomac de 165 individus a été examiné. Environ 50 espèces d'invertébrés et de poissons entreraient, de façon occasionnelle ou régulière, dans le régime alimentaire des bélugas (Kleinenberg *et al.* 1964). Bien que la plus grosse proie retrouvée ait été une morue de 77 cm, il semble que ses proies ne dépassent habituellement pas 15 à 25 cm (Vladykov 1946). Les espèces d'invertébrés les plus fréquemment rencontrées dans les estomacs de bélugas, entre juin et septembre 1938, étaient des encornets (*Illex illecebrosus*) et des vers marins (*Nereis* sp.). Pour les poissons, les espèces les plus communes étaient le lançon (*Ammodytes americanus*), le capelan (*Mallotus villosus*), la morue (de roche *Gadus ogac* et Atlantique *Gadus morhua*) et les crapauds de mer (*Myoxocephalus groenlandicus* et *Gymnocanthus tricuspis*) (Vladykov 1946). Le hareng (*Clupea harengus*), l'épinoche à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*), l'éperlan (*Osmerus mordax*) et l'anguille (*Anguilla rostrata*), bien qu'ils n'aient pas été identifiés comme des proies importantes lors de l'étude de Vladykov, pourraient également entrer dans le régime alimentaire du béluga du Saint-Laurent (Vladykov 1946; Lowry *et al.* 1985; Watts et Draper 1986; Michaud *et al.* 1990; Muir *et al.* 1990; Béland *et al.* 1992b).

Des études effectuées en Alaska suggèrent que la majeure partie du régime alimentaire des bélugas est constituée d'un faible nombre d'espèces, mais que les espèces privilégiées varient selon la saison et l'habitat (Lowry *et al.* 1985) et selon le sexe et l'âge de l'animal (Vladykov 1946; voir également Kleinenberg *et al.* 1964; Lowry *et al.* 1985). Cette tendance à l'exploitation de ressources alimentaires ponctuelles dans le temps et l'espace fut mise en évidence lors d'une étude réalisée en mai et juin 1992 à la pointe sud-ouest de l'Île aux Lièvres, autour de laquelle une frayère à harengs fut découverte en 1987 (J. Munro, comm. pers., MPO, C.P. 1000, Mont-Joli, Qc). Nous avons pu observer une coïncidence entre la période présumée de fraye du hareng à cet endroit et une augmentation de l'abondance des bélugas dans ce secteur. Des nombres élevés, atteignant 103, 121 et 102 (soit plus de 20% de la population présumée) les 25, 26 et 27 mai respectivement, ont été notés tout au long de la journée entre le 20 et le 31 mai (Figure 2). Après cette période, les bélugas ont brusquement quitté le secteur et n'y étaient vus en grands nombres qu'à la mi-marée montante alors qu'ils voyageaient, souvent sans s'arrêter, avec le courant (Figure 3). Le fraye du hareng surviendrait dans ce secteur vers le 22 mai et se poursuivrait pour environ deux semaines (J. Munro, comm. pers.). L'absence d'échantillonnage simultané de l'abondance des poissons et des bélugas prévient l'établissement d'un lien sans équivoque entre ces deux phénomènes. Cependant, l'apparent abandon du secteur après le premier juin suggère que l'abondance de certaines espèces en des endroits et des moments particuliers, dans ce cas-ci le hareng ou les espèces s'en nourrissant ou se nourrissant de ses oeufs, peut être exploitée par une portion importante de la population.

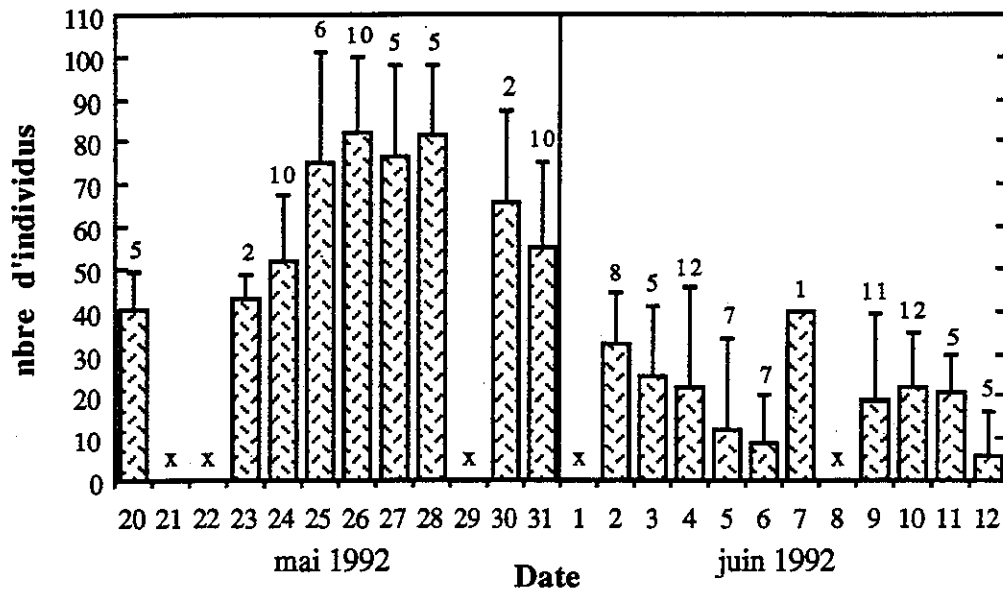


Figure 2. Abondance (moyenne + un écart-type) de bélugas dans le secteur de la pointe sud-ouest de l'île aux Lièvres entre le 20 mai et le 12 juin 1992. Le nombre d'heures d'observations effectuées chaque jour est indiqué sur le graphique. Les journées où aucune observation n'a pu être effectuée sont marqués d'un x.

Les moyens pour étudier le régime alimentaire de la population vivant actuellement dans le Saint-Laurent sont restreints étant donné qu'aucune capture de ces cétacés n'est permise et que l'estomac des bélugas retrouvés morts est souvent vide. Toutefois, des techniques basées sur l'analyse du rapport de certains isotopes stables dans divers tissus d'un prédateur (e.g. Hobson et Welch 1992; Rau *et al.* 1992; Hobson 1993; Hobson *et al.* 1994) ou l'analyse d'acides gras d'un prédateur (Iverson 1993) ont récemment été développées et semblent des outils prometteurs pour l'avancement de nos connaissances du régime alimentaire du béluga du Saint-Laurent.

1.1.2 Stratégie possible d'alimentation

Le comportement de natation à contre-courant pourrait, en plus de favoriser le maintien de l'animal dans son habitat (voir section 1.2.3), représenter une stratégie d'alimentation en rendant l'animal plus effectif lors de la capture de ses proies qui souvent, se déplacent avec le courant (Shane 1980). Finley *et al.* (1982) ont rapporté la présence de bélugas faisant du surplage face à un courant très fort dans la rivière Nastapoka. Il n'ont toutefois pu relier cette observation à la quête de nourriture. Le même genre d'observation a été faite lors de notre étude à l'île aux Lièvres alors que des bélugas se maintenaient au plus fort du jusant face au courant dans la Passe de l'île aux Lièvres. Bien que nous n'ayons pu observer les bélugas ingurgiter de la nourriture, l'observation de poissons dans la gueule de plusieurs phoques gris et dans le bec de dizaines d'oiseaux marins, tous en alimentation dans ce secteur très restreint, suggère que les bélugas qui se maintenaient également dans ce secteur en face du courant, étaient possiblement eux aussi en quête de nourriture.

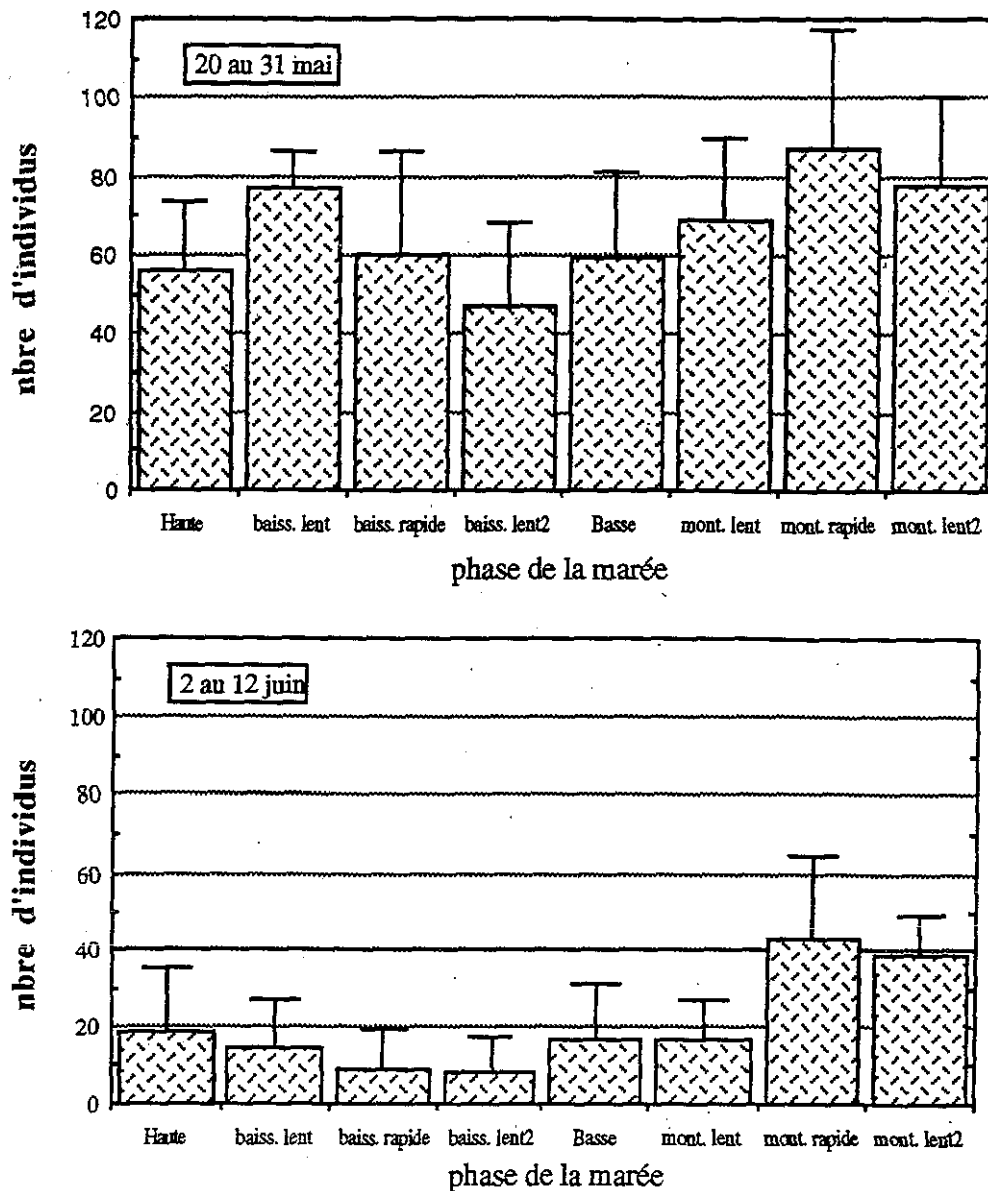


Figure 3. Abondance (moyenne + un écart-type) de bélugas dans le secteur de la pointe sud-ouest de l'île aux Lièvres selon la phase de la marée pour les périodes du 20 au 31 mai et du 2 au 12 juin 1992.

1.1.3 Compétition

Les espèces de poissons telles que le hareng, le capelan et le lançon font partie du régime alimentaire d'un grand nombre de prédateurs dont plusieurs espèces de mammifères marins. Le régime alimentaire du béluga chevaucherait donc celui de plusieurs autres espèces de mammifères marins, dont le marsouin commun (*Phocoena phocoena*: Fontaine *et al.* 1994), le petit rorqual (*Balaenoptera acutorostrata*: Lynas et Sylvestre 1988; Lydersen *et al.* 1991) le rorqual commun (*Balaenoptera physalus*: Piatt *et al.* 1989), les phoques gris (*Halichoerus grypus*: Benoit et Bowen 1990a; 1990b; Murie et Lavigne 1992) et commun (*Phoca vitulina*: Boulva et McLaren 1979) qui occupent principalement l'estuaire moyen et maritime durant la

saison estivale (Lavigneur *et al.* 1993; Lesage *et al.* en prép.). On peut également ajouter à cette liste le phoque du Groenland (*Phoca groenlandica*: Murie et Lavigne 1991; Beck *et al.* 1993) qui fréquente les eaux de l'estuaire surtout durant la saison hivernale mais qui depuis les dernières années, demeure en nombre croissants durant la saison estivale (M. Hammill, M.P.O., Mont-Joli, comm. pers.).

Par ailleurs, des espèces marines aviaires telles que le petit pingouin (*Alca torda*), le cormoran à aigrettes (*Phalacrocorax auritus*) et les goélands argenté (*Larus argentatus*), à bec cerclé (*L. delawarensis*) et à manteau noir (*L. marinus*), qui se retrouvent en nombres imposants dans certains secteurs de l'estuaire, pourraient entrer en compétition avec des mammifères marins tels que le béluga et les phoques, soit par exemple en exploitant certaines classes de tailles qui ne sont pas nécessairement visées par les bélugas.

D'autre part, il est peu probable que le béluga et l'industrie de la pêche commerciale dans l'estuaire du Saint-Laurent soient en situation conflictuelle étant donné la faible exploitation de la majorité des stocks de poissons pélagiques et poissons de fond dans ce secteur. Le turbot, dont l'exploitation est relativement importante dans l'estuaire depuis les toutes dernières années, pourrait faire exception à cette règle. Toutefois, son importance dans le régime alimentaire des bélugas vivant présentement dans le Saint-Laurent est inconnue.

1.2 DÉPLACEMENTS

Les bélugas sont habituellement des migrateurs côtiers. Les estuaires peu profonds font partie des aires qu'ils privilégient durant l'été et qu'ils fréquentent souvent en très grands nombres. Les aires hivernales sont typiquement des eaux couvertes de glaces mais où le vent et les courants préviennent sa consolidation. La population de bélugas du Saint-Laurent est relativement sédentaire étant donné que les aires saisonnières les plus éloignées ne sont séparées que par quelques centaines de kilomètres (Figure 4).

1.2.1 Distribution

Les nombreux recensements effectués au cours des dernières années ont permis d'établir de façon assez précise les aires saisonnières de répartition des bélugas du Saint-Laurent. L'aire de répartition estivale du béluga s'étend en amont de l'estuaire jusqu'à la Batture aux Loups Marins, située au sud de l'Île aux Coudres, et en aval jusqu'au large de Les Escoumins sur la Côte-Nord et Saint-Simon sur la rive sud (Michaud *et al.* 1990). Dans la rivière Saguenay, les bélugas fréquentent régulièrement la baie Sainte-Marguerite et peuvent occasionnellement être vus jusque dans la région de Saint-Fulgence (Michaud *et al.* 1990; Michaud 1992). Une extension de l'aire de répartition estivale d'une trentaine de kilomètres, soit jusqu'aux environs de Rivière-Portneuf en aval de Les Escoumins, a récemment été notée (Michaud 1993a).

L'aire actuelle de répartition estivale des bélugas ne représente qu'une faible portion de celle décrite 55 ans plus tôt par Vladykov (1944). L'abandon des bancs de la Manicouagan, à l'époque le site d'une chasse florissante, est sans équivoque le changement le plus marquant observé dans leur distribution depuis ce temps. Le centre d'abondance à la fin des années '30 était situé, tout comme aujourd'hui, dans la région de l'embouchure de la rivière Saguenay. Cependant, les bélugas se dispersaient durant la saison estivale le long de la Basse-Côte-Nord jusqu'à Natashquan et, au sud, le long des côtes de la péninsule gaspésienne (Vladykov 1944).

L'analyse des données historiques concernant la distribution automnale des bélugas ne permet pas de proposer une aire de distribution à l'automne qui soit différente de celle observée en été. Toutefois, la Baie Ste-Marguerite constitue la limite amont de la distribution

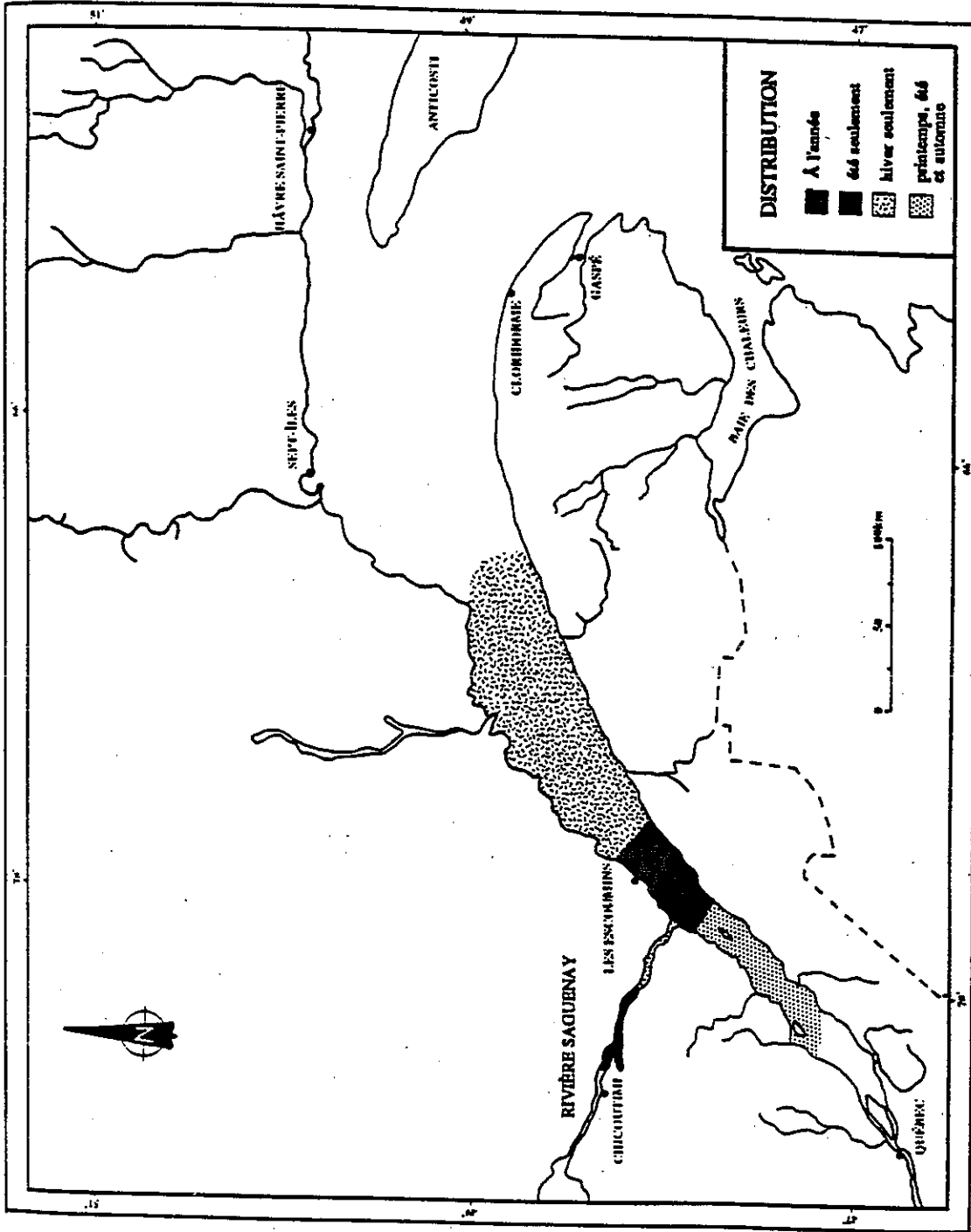


Figure 4. Aires de répartition saisonnières du béluga du Saint-Laurent.

dans le Saguenay en automne (Boivin et INESL 1990), et l'estuaire maritime (en aval du Saguenay) semble être utilisé plus intensément durant cette saison, laissant présager un mouvement progressif des bélugas vers l'aval de l'estuaire. La distribution automnale actuelle correspondrait donc, à l'exception des extensions de distribution le long de la péninsule gaspésienne et le long de la Basse-Côte-Nord, aux aires automnales décrites par Vladykov (1944).

Le printemps (avril et mai) semble être une période de transition où la distribution du béluga est à son étendue maximale (Michaud et Chadenet 1990). A cette période, les bélugas se concentrent surtout dans la portion amont de l'estuaire entre l'embouchure du Saguenay et la Batture aux Loups Marins, mais sont encore observés près de Cloridorme et Pointe-des-Monts (Michaud *et al.* 1990). Cette expansion de leur distribution pourrait coïncider avec la remontée progressive du hareng (*Clupea harengus*) et du capelan (*Mallotus villosus*) d'est en ouest le long des côtes du golfe et de l'estuaire (Bailey *et al.* 1977) ou le départ de compétiteurs comme le phoque gris (*Halichoerus grypus*), le petit rorqual (*Balaenoptera acutorostrata*), le rorqual commun (*Balaenoptera physalus*) et le marsouin commun (*Phocoena phocoena*) (Sergeant 1986a). Bien que les bélugas se distribuent généralement de façon similaire à ce qui est observé durant l'été pendant la majeure partie du printemps (Michaud & Chadenet 1990), deux éléments diffèrent notablement au printemps: les bélugas sont principalement concentrés dans la portion amont de l'estuaire et le grand troupeau composé en majorité d'adultes qui est observé tout l'été au large des Grandes Bergeronnes y est totalement absent (Michaud et Chadenet 1990).

Un survol aérien effectué en mars 1989 a mené à la conclusion que les bélugas sont absents de la portion de l'estuaire en amont de la rivière Saguenay pendant les mois d'hiver et se concentreraient plutôt entre l'embouchure de la rivière Saguenay et Pointe-des-Monts (Michaud *et al.* 1990). Cette distribution coïncide avec celle de Vladykov (1944) qui était basée sur des observations effectuées par des riverains. Lors de survols hivernaux en 1989 et 1990, des bélugas purent être observés le long de la côte gaspésienne jusqu'à Cloridorme (Michaud *et al.* 1990) et dans la portion nord du golfe jusque dans la région de Sept-Iles et du passage Jacques Cartier entre l'Île d'Anticosti et la côte nord (Boivin et INESL 1990; Kingsley données non publiées). Ce déplacement vers l'aval en automne et à l'hiver pourrait être relié à la migration vers l'Atlantique de certaines proies privilégiées par le béluga telles que le hareng et l'anguille ou à la recherche de secteurs où l'agitation intense de l'eau prévient la formation de glace (Vladykov 1944; Boivin et INESL 1990). L'observation d'importantes zones d'eau libre dans le secteur amont de l'estuaire maritime (immédiatement en aval du Saguenay) durant toute la saison hivernale, mais qui ne sont occupées que par des nombres restreints de bélugas, laisse croire que la recherche d'eau libre ne constituerait pas l'unique motif du déplacement des bélugas profondément dans l'estuaire maritime et le nord du golfe (Boivin et INESL 1990; voir également Sergeant et Hoek 1988).

1.2.2 Émigration

Quelques observations en aval des limites de distribution saisonnière sont rapportées chaque année (Pippard 1985b; Sergeant 1986a; Michaud *et al.* 1990). Les rapports récents incluent Blanc-Sablon, l'estuaire Miramichi, la côte sud du détroit de Northumberland et Newport dans la Baie des Chaleurs. On rapporte la présence de bélugas pouvant provenir de la population du Saint-Laurent jusque dans la région du New Jersey (38°55'N: Reeves et Katona 1980; voir également Michaud *et al.* 1990). Selon Sergeant et Hoek (1988), les bélugas qui fréquentent la côte de la péninsule gaspésienne l'hiver sont les plus susceptibles d'être entraînés à l'extérieur du golfe vers le sud à cause des courants qui y prédominent. L'observation d'individus dans la région de l'Île du Prince-Édouard et de la Nouvelle-Écosse supporte l'idée d'une émigration annuelle de quelques bélugas du Saint-Laurent vers le sud. Le nombre de bélugas observés saisonnièrement à l'extérieur des limites de distribution indique que le

printemps et le début de l'été sont les périodes où l'émigration semble le plus fréquemment survenir (Sergeant et Brodie 1969; Sergeant 1986a). Sergeant et Hoek (1988) suggèrent que la perte d'effectif causée chaque année par l'émigration pourrait être de l'ordre de un à trois individus.

1.2.3 Les déplacements à l'intérieur de l'aire de distribution

La variance notable associée aux estimations de l'abondance relative des bélugas dans divers secteurs de leur aire estivale de répartition et la très grande fréquence de mouvements directionnels suggèrent que la distribution des bélugas est hautement dynamique (Laurin 1982a; Michaud 1990). Laurin (1982a) a pu évaluer à 58 km la distance parcourue par un groupe de 20-25 bélugas suivi pendant plus de 15 heures consécutives, et à 67,2% la proportion de leur temps investi dans les déplacements, le 32,8% restant étant passé au sein de diverses aires d'alimentation (voir également Pippard et Malcolm 1978; Pippard 1985a). Certains auteurs ont suggéré que les déplacements des bélugas seraient liés à ceux de leurs proies (Pippard et Malcolm 1978; Pippard 1985a; Boivin et INESL 1990; Michaud 1990), mais la méthodologie utilisée n'a permis à aucun d'entre eux de vérifier cette supposition.

De nombreuses évidences suggèrent que les bélugas du Saint-Laurent (Pippard et Malcolm 1978; Laurin 1982b; Pippard 1985a; Michaud 1990; Figure 3) tout comme ceux de l'Arctique (Kleinenberg *et al.* 1964; Fish et Vania 1971; Finley *et al.* 1982) et certains autres odontocètes (McBride et Hebb 1948; McBride et Kritzler 1951; Schevill et Backus 1960; Gaskin *et al.* 1975; Würsig et Würsig 1979; Irvine *et al.* 1981; Read 1983) utilisent les courants pour se déplacer. Par exemple, bien que des mouvements à l'intérieur du Saguenay soient observés à toutes les phases de la marée, les mouvements vers l'amont semblent se produire le plus souvent à l'étale basse ou lors du flot, alors que les mouvements vers l'aval semblent plutôt s'amorcer pendant le jusant (Laurin 1982b; Pippard 1985a). Dans la portion aval de l'aire de distribution durant la marée baissante et la marée basse, le nombre de bélugas est de l'ordre de 2,5 fois ceux observés durant la marée montante et étale haute (Michaud 1990). De plus, une proportion plus faible d'individus nagent avec le courant durant la marée baissante ce qui suggère que les bélugas nagent d'une façon à prévenir leur expulsion de l'aire de répartition (Michaud 1990).

La température, la salinité et la profondeur de l'eau ne semblent exercer aucune influence sur les mouvements journaliers des bélugas (Pippard 1985a). L'heure du jour semble en général n'influencer que très légèrement les déplacements des bélugas dans l'ensemble de leur aire de distribution, mais pourrait agir sur certains mouvements comme la remontée du Saguenay qui surviendrait plus fréquemment le matin (Laurin 1982b; Pippard 1985a). Le vent, lorsque sa vélocité est importante, pourrait influencer les mouvements des bélugas. Certains auteurs ont pu observer en quelques occasions des bélugas remontant le Saguenay, rebrousser chemin lorsqu'un vent fort soufflait en sens inverse à leur déplacement (Pippard et Malcolm 1978; Laurin 1982b).

1.3 ADAPTABILITÉ

Les bélugas récupérés depuis 1982 sont des animaux seuls, retrouvés morts ou moribonds, échoués ou à la dérive. La mort d'aucun des animaux échantillonnés n'a pu être attribuée à une intervention humaine directe (collision, agrès de pêche ou chasse; Béland *et al.* 1992b). Les capacités d'écholocalisation de ces odontocètes, leur servant à la navigation et à la recherche de nourriture, pourrait leur permettre de détecter la présence d'agrès de pêche et d'embarcations (Purves et Pilleri 1983; Turl *et al.* 1987; Au *et al.* 1988; Turl et Penner 1989; Turl 1990; voir également Hembree et Harwood 1986). L'influence de l'homme sur les

bélugas du Saint-Laurent semble donc s'exercer de façon indirecte, soit en leur occasionnant des stress divers ou en interférant avec leur activité normale, autant vocale que locomotrice (Geraci et St. Aubin 1980; St. Aubin et Geraci 1988; 1990; Blane 1990; Lesage 1993).

1.3.1 Le trafic maritime

Le Saint-Laurent constitue une voie maritime internationale. De plus, la circulation plaisancière gagnant notablement en popularité dans cette région ces dernières années (GREMM 1993) pourrait avoir un effet négatif sur les bélugas en réduisant le potentiel de récupération de la population.

Effets sur le comportement apparent

A l'inverse de certains de leurs congénères de l'Arctique qui peuvent désertir pour plusieurs heures, voire même plusieurs jours, un endroit où une perturbation a eu lieu, les bélugas du Saint-Laurent démontrent des réactions qui sont beaucoup plus subtiles, se révélant la plupart du temps par un déplacement progressif de la voie de passage de l'embarcation, par une orientation à l'opposé de la source de dérangement, ou par une plongée dont la durée est légèrement plus longue qu'habituellement (LGL 1986; Blane 1990; Caron et Smith 1990; Finley *et al.* 1990; Orr dans Richard 1991; Lesage 1993). Des réactions violentes et promptes à la présence d'embarcations ont tout de même été rapportées en plusieurs occasions chez les bélugas du Saint-Laurent (Macfarlane 1981; Pippard 1985b; Blane 1990; Lesage 1993). La prévisibilité de l'arrivée d'une embarcation, le genre d'approche effectuée, la durée et la fréquence des perturbations, de même que le degré d'activité et le comportement effectué par les bélugas au moment des perturbations peuvent influencer leur degré de réaction (pour une revue: Lesage 1993).

Par ailleurs, les exemples de mammifères marins fréquentant des zones où un haut niveau d'activité humaine prévaut, ou se comportant apparemment "normalement" en présence d'activité humaine, sont nombreux (Lesage 1993). Il est difficile de déterminer si un animal qui demeure dans un secteur sujet à la manifestation brutale ou fréquente de sources étrangères est indifférent à ces stimuli, s'y est habitué ou les tolère à cause d'une nécessité de demeurer dans le secteur pour s'alimenter, muer, se reproduire, prendre soin de sa progéniture, etc. (Payne 1978; Brodie 1981; Finley *et al.* 1982; Richardson *et al.* 1983; Hazard 1988; Caron et Smith 1990). Un animal peut alors demeurer dans un secteur d'activité et sembler indifférent à un stimulus jusqu'au moment où un seuil de tolérance est atteint, déclenchant une réponse négative apparente, pouvant aller jusqu'à la désertion du secteur d'activité (Ford 1977; Richardson *et al.* 1983; Finley 1988).

Effets sur le comportement vocal

L'utilisation importante de la voie acoustique par les bélugas pour la navigation, la communication et la recherche de nourriture suggère que le bruit généré par l'activité humaine est susceptible d'interférer avec l'une ou l'autre des activités acoustiques normales des bélugas (Mansfield 1983; Reeves et Mitchell 1989; Lesage 1993). Une expérience récemment menée dans le Saint-Laurent a démontré que le passage d'un hors-bord et d'un traversier entraîne des modifications du comportement vocal des bélugas (Lesage 1993). Certains de ces changements comme une réduction du taux de vocalisation, la répétition des signaux en séries et la réduction de la diversité des sons émis sont susceptibles de réduire le potentiel de communication. Dans certaines situations où le besoin de communiquer est impératif, le bruit peut donc entraîner des stress supplémentaires pour l'animal. D'autre part, il semble que certaines réponses affectant la diversité, le taux de répétition ainsi que la fréquence des sons émis puissent constituer des

stratégies afin d'augmenter la détectabilité des signaux acoustiques lorsque les bélugas sont confrontés à de hauts niveaux de bruit sous-marin.

Effets physiologiques

Le stress occasionné par le bruit, les vibrations à très basses fréquences (lors de dynamitage) ou la présence de l'homme peut entraîner des troubles hormonaux, digestifs, reproducteurs, auditifs, etc. (Fletcher et Busnel 1978; pour une revue: Lesage 1993). Il fut démontré que le stress véhiculé par des stimuli sonores ou visuels augmente les coûts métaboliques comme le révèle une accélération du rythme cardiaque. Le stress a également un effet négatif sur la digestion en diminuant les contractions péristaltiques, la sécrétion de salive et de sucs gastriques. Il agit également sur la reproduction en induisant des malformations embryonnaires. Le stress pourrait également agir négativement sur l'audition, comme le laisse croire l'examen de l'oreille d'une baleine à bosse, qui semble avoir été défoncée suite à l'exposition à un bruit de très forte intensité (Ketten *et al.* 1993). Toutefois, peu de données existent concernant l'exposition et l'intensité du bruit pouvant causer la perte de l'ouïe chez les mammifères marins. La perte de l'ouïe est généralement un processus cumulatif qui résulte de longues expositions à des niveaux élevés de bruit (Richardson *et al.* 1983).

Effets à long terme

Les effets à long terme de l'activité humaine sont difficiles à cerner étant donné qu'ils résultent généralement d'une combinaison de facteurs qui, lorsque considérés individuellement, ne peuvent expliquer la situation, mais lorsque cumulés, peuvent mener à des effets importants. La coïncidence d'une diminution de 60% de la fréquence de passage des bélugas à l'embouchure du Saguenay entre 1982 et 1986 avec une augmentation de l'activité maritime de plaisance dans cette région ne prouve en rien que l'augmentation des activités de plaisance est l'unique cause du changement des habitudes des bélugas (Caron et Sergeant 1988). De même l'abandon des bancs de la Manicouagan, autrefois privilégiés par les bélugas du Saint-Laurent, a été associé par certains auteurs aux changements du débit et des conditions de température dans cette région suite à la construction du barrage hydro-électrique Manicouagan (Laurin 1982a; voir également Pippard 1985b). Aucune étude n'a toutefois permis de vérifier cette hypothèse. Le délaissement de cette région pourrait tout aussi bien n'être qu'une des conséquences de la restriction des effectifs de la population (Michaud *et al.* 1990).

1.3.2 Les déversements

Le fait de vivre au sein d'une voie maritime internationale expose les bélugas du Saint-Laurent à de potentiels déversements d'huiles (pétrole ou autres). On considère le béluga comme modérément vulnérable aux déversements étant donné; (1) ses habitudes alimentaires qui incluent des poissons et des crustacés, mais également des espèces associées avec le fond où l'huile se dépose après un déversement, (2) son degré d'habitation au trafic maritime, et (3) l'étendue restreinte des habitats fréquentés (Würsig 1990). Si l'on considère l'étendue de l'habitat physique disponible pour le béluga dans le Saint-Laurent, la faible taille de la population, et l'intensité élevée de la circulation maritime dans l'estuaire, les bélugas du Saint-Laurent sont probablement plus vulnérables aux déversements que les autres populations.

1.4 SANTÉ ET PATHOLOGIE

1.4.1 La pathologie

Une étude histopathologique détaillée, effectuée sur 45 bélugas (20 mâles, 25 femelles) retrouvés morts dans le Saint-Laurent depuis 1983, a révélé l'existence d'un nombre important de lésions qui, chez plusieurs individus, étaient multiples et qui à ce jour, n'avaient jamais été décrites chez d'autres cétacés (Béland *et al.* 1992b). Les autopsies ont révélé que dix-huit (40%) bélugas présentaient au moins un néoplasme, qui s'est avéré malin dans la moitié des cas (incidence de 20%). La grande majorité des tumeurs (bénignes ou malignes) trouvent leur origine au niveau du système digestif, endroit où les bélugas présentent d'ailleurs le plus souvent des lésions chroniques sévères: périodontites, perte des dents, ulcères à la gueule, à l'oesophage, aux deux premiers compartiments gastriques ou à l'intestin (Béland *et al.* 1992b). Des lésions du système respiratoire, pour la plupart des pneumonies, souvent d'origine parasitaire, ont également été observées chez la moitié des animaux autopsiés. De plus, 36% des femelles présentaient des mastites. Des nodules et des kystes surrenaliens furent identifiés chez 10 individus. Une déformation prononcée de la colonne vertébrale chez un individu autopsié et 8 individus photo-identifiés dénote une incidence de scoliose ou de lordoses dans cette population de l'ordre de 2%. D'autre part, les examens virologiques et bactériologiques ont révélé aucune anomalie significative dans le nombre ou l'identité des espèces présentes.

Ces résultats ont mené à la suggestion que la population du Saint-Laurent présentait un état de santé précaire (Béland *et al.* 1992b). Des facteurs tels que les contaminants, le stress et une variabilité génétique réduite, extrinsèques au processus normal de vieillissement, pourraient être responsables de certaines pathologies observées chez les bélugas du Saint-Laurent. Néanmoins, la possibilité que la piètre condition de la population du Saint-Laurent relativement à celle observée chez d'autres mammifères marins puisse être le résultat de l'échantillonnage d'une portion différente de la population - animaux vieux et malades chez les bélugas du Saint-Laurent vis à vis des animaux chassés ou échoués massivement chez les autres mammifères marins - ne peut être écartée.

1.4.2 Les contaminants

Les bélugas, qui sont au dernier niveau de la chaîne alimentaire, ingèrent des sédiments ainsi que diverses espèces d'invertébrés et de poissons qui peuvent être fortement contaminés par les composés organochlorés, et les métaux (Desjardins *et al.* 1983; Béland *et al.* 1992b; Khalil *et al.* 1985; voir également Sergeant et Hoek 1988; Muir *et al.* 1990). Ces observations ainsi que l'accroissement du degré de contamination avec l'âge chez les bélugas retrouvés échoués dans le Saint-Laurent suggèrent que la contamination est depuis longtemps étendue à l'ensemble de la chaîne alimentaire (Massé *et al.* 1986; Martineau *et al.* 1987; Muir *et al.* 1990; Wagemann *et al.* 1990).

L'examen de certains tissus des bélugas échoués dans le Saint-Laurent révèle des concentrations de mercure dans le foie et les muscles plus élevées que celles rapportées pour d'autres populations de bélugas ou pour la plupart des cétacés et pinnipèdes de l'hémisphère nord (Tableau 1; Wagemann *et al.* 1990; Béland *et al.* 1992b). De même, les concentrations de sélénium dans le foie, et de plomb dans les muscles et le foie des bélugas du Saint-Laurent, excèdent celles enregistrées chez les bélugas de l'Arctique (Wagemann *et al.* 1990). D'autre part, les concentrations de cadmium notées chez les bélugas du Saint-Laurent sont plus faibles que celles des autres populations de bélugas. Le mercure, retrouvé en grandes concentrations chez les bélugas du Saint-Laurent, pourrait entrer en compétition avec le cadmium lors de l'entreposage (Wagemann *et al.* 1990). Mais aussi, il semble que les concentrations de

cadmium soient faibles au moins dans certaines parties de l'aire de distribution du béluga du Saint-Laurent (Béland *et al.* 1992b).

Tableau 1: Niveau de divers métaux^a ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ de poids sec) dans le foie, les reins et les muscles des bélugas du Saint-Laurent âgés en moyenne de 17,5 ans (étendue: 0 - 30 ans). Tiré de Wagemann *et al.* 1990.

	Plomb	Cadmium	Mercur	Sélénium
foie	0,59 (0,63) 0,004-2,13 [30]	0,58 (0,41) <0,005-1,5 [30]	126 (161) 1,42-756 [30]	79,2 (110) 2,72-307 [7]
reins	0,69 (0,47) 0,005-1,76 [30]	7,01 (4,11) <0,005-17,9 [30]	29,5 (42,4) 1,48-228 [30]	13,4 (6,63) 5,22-22,5 [8]
muscles	0,37 (0,45) 0,01-1,37 [9]	0,038 (0,044) <0,005-0,14 [9]	8,88 (5,28) 3,2-20 [9]	2,40 (1,76) 1,25-5,76 [6]

^a moyenne arithmétique, (écart-type), étendue et [n]

Les concentrations de BPC, de DDT et de Mirex observées dans le gras des bélugas du Saint-Laurent représentent 25, 32 et 100 fois celles enregistrées chez les bélugas de l'Arctique (Tableau 2; Muir *et al.* 1990). Les concentrations de DDT et de BPC observées chez les mâles bélugas du Saint-Laurent sont respectivement 4 fois, et 2 fois plus élevées que celles des femelles. Ces concentrations demeurent tout de même comparables à celles observées dans d'autres écosystèmes aquatiques et chez d'autres cétacés et pinnipèdes (pour une revue: Gaskin *et al.* 1971; Alzieu et Duguy 1979; Gaskin 1982; Law *et al.* 1989; Morris *et al.* 1989).

Tableau 2: Concentrations^a ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ de poids humide) des organochlorés majeurs dans le gras des bélugas du Saint-Laurent. Adapté de Muir *et al.* 1990.

sexe	Âge (ans)	% de lipides ^b	DDT	BPC	Mirex
F	15,6 (10,4)	86,6 (3,9)	23,0 (17,3)	37,3 (22,2)	1,11 (0,99)
(N = 5)	2,5-29,0	80,4-91,4	3,95-42,7	14,5-68,7	0,38-2,66
M	17,5 (9,1)	86,8 (2,7)	101 (32,6)	75,8 (15,3)	1,00 (0,64)
(N = 4)	4,0-23,5	83,2-89,6	52,4-123	53,9-89,2	0,19-1,54

^a moyenne arithmétique, écart-type () et étendue des concentrations

^b lipides extrayables à l'hexane

Des études, effectuées chez d'autres espèces de mammifères dont quelques espèces marines, ont démontré expérimentalement que les organochlorés, lorsqu'en concentrations

élevées, pouvaient induire des désordres hormonaux et reproducteurs (pour une revue: Béland *et al.* 1992b). En s'appuyant sur ces études, certains auteurs ont suggéré que les concentrations élevées d'organochlorés étaient responsables de la stagnation apparente de la croissance de la population de bélugas du Saint-Laurent en exerçant une action oestrogénique qui pourrait interférer avec le cycle reproducteur normal (Massé *et al.* 1986; Martineau *et al.* 1987; Béland *et al.* 1992b). Il fut également proposé, suite à l'observation entre autres de lésions multi-systémiques et d'une incidence élevée de périodontites, que certains composés organochlorés pourraient réduire l'efficacité du système immunitaire et ainsi causer précocement la mort d'individus fortement contaminés. Cette proposition, sans appui expérimental chez le béluga, a suscité une vive controverse (voir Geraci *et al.* 1987; Martineau *et al.* 1987; Béland et Martineau 1988; Geraci et St. Aubin 1988; Addison 1989). Le fait que les mâles, qui ne peuvent transférer une partie de leurs contaminants durant la lactation et qui sont donc les plus contaminés, meurent à un âge semblable à celui des femelles, joue contre l'hypothèse voulant que les contaminants réduisent la longévité des animaux fortement contaminés. Ceci n'exclut néanmoins pas la possibilité d'un effet négatif des organochlorés sur la physiologie des bélugas. Les données nécessaires pour saisir la nature des effets de ces contaminants sont difficiles à obtenir et ne sont tout simplement pas encore disponibles. D'autre part, la grande majorité des bélugas examinés sont nés vers la fin des années '60 ou au début des années '70. Leurs tissus reflètent donc une longue exposition à des niveaux élevés de contaminants. Nous devons attendre le renouvellement de la population avant de pouvoir déterminer si les charges de contaminants dans les tissus des bélugas ont changé depuis que des mesures visant à réduire les déversements de polluants dans les Grands Lacs, le Saguenay et le Saint-Laurent ont été entreprises (Service Canadien des Parcs et Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche 1993).

Une étude récente sème un doute quant au lien possible entre les cancers observés chez les bélugas du Saint-Laurent et les concentrations élevées de contaminants (Ray *et al.* 1991). Ces auteurs ont en effet observé des niveaux semblables de HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) sous forme d'adduits à l'ADN cellulaire, chez les bélugas du Saint-Laurent et ceux de deux populations de l'Arctique chez qui les concentrations de contaminants sont de beaucoup moindre que celles notées chez les bélugas du Saint-Laurent. Plusieurs hypothèses ont été soulevées afin d'expliquer ce phénomène (Ray *et al.* 1991). Il pourrait exister des mécanismes biochimiques internes non reliés à la pollution qui ont le pouvoir d'induire des perturbations génétiques ou encore il pourrait exister des variations entre les populations dans l'activité des systèmes enzymatiques de détoxification et de réparation qui peuvent être induites par d'autres composés exogènes. Enfin, la présence de HAP dans les sédiments d'un habitat de l'Arctique où des bélugas ont été prélevés (rivière Mackenzie) suggère que le niveau d'exposition des bélugas du Saint-Laurent à ce groupe de composés pourrait ne pas être très différent de celui des bélugas de la rivière Mackenzie qui elle, n'est pas en difficultés (Norton et Harwood 1985; Harwood *et al.* en prép.).

1.5 STATUT GÉNÉTIQUE

Les bélugas du Saint-Laurent semblent isolés géographiquement des autres populations du nord du continent. Bien que la distance séparant les bélugas du Saint-Laurent de ses plus proches voisins de l'Arctique (Déroit de Cumberland - S.E. Ile de Baffin et Baie d'Ungava - Québec) ne soit pas plus grande que celle parcourue par les bélugas de l'ouest de la Baie d'Hudson lors de leurs migrations saisonnières, la rareté des observations récentes le long des côtes de Terre-Neuve et du Labrador suggère que l'immigration venant du nord est faible (Vladykov 1944; Sergeant et Brodie 1969; Reeves et Katona 1980; Pippard 1985b; Sergeant 1986a; Reeves 1988; Michaud *et al.* 1990). Les populations voisines sont aussi décimées (Reeves et Mitchell 1989; Richard 1991) et certaines indications suggèrent que les populations de l'ouest du Groenland pourraient également être en déclin (Heide-Jørgensen *et al.* 1993; Heide-

Jørgensen 1994). Le déclin de la population du Saint-Laurent, observé suite à la chasse intensive, suggère que cette population n'a connu que très peu d'apports extérieurs, ce qui pourrait constituer une preuve indirecte de la séparation des stocks (Mitchell et Reeves 1981; Pippard 1985a; Reeves et Mitchell 1987).

Jusqu'à tout récemment, aucune information concernant la structure génétique de la population du Saint-Laurent était disponible. Toutefois, l'analyse des variations observées dans la séquence de l'ADN mitochondrial (indice hautement fiable des traditions maternelles) de bélugas provenant de diverses régions en Amérique du Nord a démontré que les populations actuelles proviennent de deux stocks ancestraux qui divergent au niveau de leur ADN mitochondrial et possiblement, au niveau de leurs traditions. Une lignée regroupe les bélugas du Saint-Laurent et ceux de l'est de la Baie d'Hudson et l'autre, des bélugas provenant de diverses régions de l'Arctique Nord-Américain (Brennin 1992).

Les bélugas de l'est et de l'ouest de l'Amérique du Nord auraient été séparés pendant plus de 50 000 ans par le glacier Laurentien au cours de l'ère glacière du Wisconsin (Denton et Hughes 1981). Durant cette période, les ADN mitochondriaux des bélugas du "Pacifique" et de "l'Atlantique" ont pu diverger suite à des extinctions massives de lignées (Avisé *et al.* 1984), phénomène pouvant être accentué chez le béluga par son intrusion dans les glaces qui peut occasionnellement causer la mort de groupes entiers (Ivashin et Shevlyagin 1987). Le fait que la population du Saint-Laurent soit entièrement composée d'individus de la lignée I et que celle de la mer de Beaufort soit entièrement composée d'individus de la lignée II supporte cette hypothèse (Brennin 1992).

Les populations où prédominent les individus de la lignée I sont celles qui furent décimées par une surexploitation (Reeves et Mitchell 1984; 1989), alors que les populations où les bélugas de la lignée II prédominent étaient et sont toujours, à l'exception de la population du détroit de Cumberland (Richard 1991), de taille plus imposante (Finley *et al.* 1987; Richard *et al.* 1990). Le fait que la diversité des allèles dans la lignée I ($N = 2$) soit plus faible qu'au sein de la lignée II ($N = 7$) supporte la suggestion qu'une réduction marquée de la taille d'une population peut entraîner une réduction substantielle de la variabilité de l'ADN mitochondrial (Wilson *et al.* 1985).

Une analyse de l'ADN génomique de dix-sept individus du Saint-Laurent et de 20 individus de la mer de Beaufort a révélé un nombre de bandes communes plus élevé entre les individus du Saint-Laurent qu'entre les individus de la Mer de Beaufort ce qui suggère un faible niveau de variabilité génétique à l'intérieur de la population du Saint-Laurent et un apparent isolement génétique (Patenaude 1994). La population de la mer de Beaufort, qui est chassée depuis des centaines d'années, compte 14 000 - 20 000 individus (Norton et Harwood 1985; Harwood *et al.* en prép.). Le faible nombre d'individus dans la population du Saint-Laurent favorise la consanguinité et mène à une réduction de la variabilité génétique (Patenaude 1994). Il fut suggéré qu'une variabilité génétique réduite peut rendre un animal plus vulnérable aux pathogènes et peut réduire ses capacités reproductrices (May 1988; O'Brien et Evermann 1988; Yuhki et O'Brien 1990).

2.0 DYNAMIQUE DE POPULATION

2.1 LES PARAMÈTRES VITAUX ET LA REPRODUCTION

2.1.1 Détermination de l'âge

L'estimation des paramètres vitaux requiert le regroupement des individus en classes d'âge établies à partir soit de la lecture de l'âge sur certaines structures de l'animal, de la coloration de sa peau ou de sa taille corporelle.

Les bélugas, ardoisés à la naissance, deviennent blancs après une période variant selon le sexe entre 5 et 14 ans (Sergeant 1959; Ognetrov 1981) (Tableau 3). Bien que la coloration grise ou foncée soit généralement associée à la jeunesse, les considérations suivantes font de la coloration un pauvre critère de classification: le changement de coloration de la peau et l'atteinte de la maturité sexuelle varie indépendamment (Tableau 3; mais voir Sergeant et Brodie 1969; Braham 1984); l'assignation du caractère "blanc" ou "gris" varie selon l'observateur et la distance le séparant de l'animal (Béland *et al.* 1987b; Doidge 1990; Michaud 1990); les animaux blancs prennent une apparence grisâtre après la mort (Sergeant 1986a).

Tableau 3: Âge à la maturité physique (couleur blanche de la peau) et à la maturité sexuelle (signes d'activité ovarienne chez les femelles et testicules entièrement développés chez les mâles) chez des bélugas provenant de diverses régions.

Région	MATURITÉ PHYSIQUE				MATURITÉ SEXUELLE				Source
	Age (GCC) ^b		taille corporelle (cm)		Age (GCC) ^b		taille corporelle (cm)		
	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles	
St-Laurent	-	-	350	305-345	-	-	-	-	Sergeant 1986a Vladykov 1944
Ouest Baie d'Hudson	18-22	-	-	-	16-18	8-13	290	-	Sergeant 1973
Mer de Bering	20-28	16-22	-	-	-	8-14	-	-	Burns et Seaman 1985
Détroit de Cumberland	≥ 14	≥ 12	427	362	16	9-11	-	-	Brodie 1971
Nord de la Russie	-	-	-	-	-	9	-	274-290	Kleinenberg 1964 Khuzin 1960
N.-Québec	-	-	-	-	-	-	-	270-290	Doidge 1990
	-	-	-	-	16-22	≥ 12-14	330	~ 300 ^a	Finley <i>et al.</i> 1982
Généralité	14-22	10-18	-	354-412	-	4-18	-	-	Ognetrov 1981

^anon connu exactement

^bGroupes de Couches de Croissance

Le regroupement des bélugas en classes d'âge à partir de la taille corporelle semble un critère plus fiable de classification (Sauer et Slade 1988) pour trois raisons: (1) il existe une relation étroite entre la taille et l'âge d'un béluga dans les 2-3 premières années de sa vie (Ognetrov 1981); (2) on connaît assez bien la taille correspondant à la maturité physique chez cette espèce et (3) la maturité sexuelle survient avant la maturité physique (Brodie 1971; Burns

et Seaman 1985). Toutefois, la relation entre l'âge et la taille corporelle diffère selon le sexe de l'animal, les mâles atteignant une taille plus grande (Sergeant et Brodie 1969; Brodie 1989). Cette différence est faible chez les jeunes de moins de 4 ans mais elle s'accroît chez les adultes à un degré qui varie selon les populations (Doidge 1990).

L'âge d'un béluga peut être établi à partir du nombre de Groupes de Couches de Croissance (G.C.C.: Brodie *et al.* 1990) déposés sur ses dents. Récemment, l'injection d'oxytétracycline à des bélugas maintenus en captivité a permis de confirmer la déposition annuelle de deux G.C.C. (Goren *et al.* 1987; Brodie *et al.* 1990). L'âge d'un béluga correspond donc à la moitié du nombre de G.C.C.. Toutefois, chez les individus âgés, l'usure, l'arrêt de la croissance ou la perte des dents rendent la lecture de l'âge difficile, voire même impossible, et tend à sous-estimer l'âge réel de l'animal (Sergeant 1973).

2.1.2 Paramètres vitaux reliés à la reproduction

Les paramètres vitaux de la population du Saint-Laurent sont très mal connus. L'âge à la maturité sexuelle, qui peut varier avec la densité d'une population (Read et Gaskin 1990), survient chez les bélugas de l'Arctique vers 4-7 ans chez les femelles et 8-9 ans chez les mâles (Tableau 3). La période d'accouplement varie peu entre les populations et survient, dans le Saint-Laurent, entre avril et juin (Vladykov 1944) (Tableau 4). Après une gestation d'environ 14,5 mois, la femelle donne habituellement naissance à un seul veau (Vladykov 1944; Kleinenberg *et al.* 1964) qui, dans le Saint-Laurent, voit généralement le jour entre juin et août (Tableau 4; Béland *et al.* 1990; 1992b).

Tableau 4: Paramètres vitaux reliés à la reproduction chez des bélugas provenant de diverses régions.

Région	date d'abondance de naissances	date d'abondance d'accouplements	durée de gestation	durée de lactation	Source
Saint-Laurent	juin-juil.	avril-juin ^a	-	-	Vladykov 1944
	fin juin-début juil.		-	-	Sergeant 1986a
Ouest Baie d'Hudson	fin juin-début juil.	mi-avril	15 mois	~20 mois	Sergeant 1973
Mer de Bering	mi-juin-mi-juil.	mars	≥14,5 mois (15-16)	~23 mois	Burns et Seaman 1985
Détroit de Cumberland	fin juil-début août	mi-mai	14,5 mois	~2 ans	Brodie 1971
Nord de la Russie	fin printemps-début été	fin avril-début mai	11,5 mois	≥ 6 mois	Kleinenberg 1964
N.-Québec	fin mai	début mai	12,8 mois	2,7 ans	Doidge 1990

^apériode d'abondance inconnue

L'allaitement, qui s'étend sur une période de 20 à 24 mois (Tableau 4), peut partiellement chevaucher la gestation suivante (Vladykov 1944; Brodie 1971; Sergeant 1973; Doidge 1990; Kleinenberg *et al.* 1964). Ce phénomène et l'incidence de la gestation chez les femelles matures

de diverses populations de l'Arctique échantillonnées par la chasse suggèrent un cycle reproducteur moyen d'environ 3 ans (Tableau 5). Des observations laissent toutefois croire que certaines femelles puissent donner naissance plus fréquemment qu'à tous les 3 ans (Vladykov 1944; Kleinenberg *et al.* 1964; Sergeant 1973; Burns et Seaman 1985).

Tableau 5: Durée d'un cycle reproducteur complet chez des bélugas provenant de diverses régions évalué à partir de l'examen post mortem de femelles sexuellement matures retrouvées mortes^a ou prélevées par la chasse^b.

Région	nbre de femelles matures	non gestantes (%)	Proportion de femelles en gestation (%)		en lactation (%)	durée d'un cycle reproduct. (ans)	Source
			jeune foetus	foetus à terme			
Saint-Laurent	34 ^a	79,4	3,0	5,9	11,7	-	Béland <i>et al.</i> 1992b
	6 ^a	0,0	<---- 16,7 ---->		83,3	-	Sergeant 1986a
	54 ^b	7,4	<---- 31,5 ---->		61,1	-	Vladykov 1944
Nord de la Russie	24 ^b	8,4	<---- 70,8 ---->		20,8	-	Kleinenberg 1964
	42 ^b	4,8	<---- 33,3 ---->		61,9	-	"
N.-Québec	22 ^b	18,2	<---- 36,4 ---->		45,4	3,25	Doidge 1990
	15 ^b	6,7	<---- 33,3 ---->		60,0	-	Finley <i>et al.</i> 1982
Ouest Baie d'Hudson	43 ^b	11,4	<---- 41,4 ---->		47,1	3	Sergeant 1973
Mer de Bering	171 ^b	34,5	35,1	<-- 30,4 -->		3	Burns et Seaman 1985
Détroit de Cumberland	-	-	-	-	-	3	Brodie 1967; 1971

Le taux de fécondité selon l'âge des femelles demeure inconnu pour la plupart des populations de bélugas (pour une revue: Braham 1984; mais voir Burns et Seaman 1985). Toutefois, une étude chez les bélugas de la Mer de Béring suggère une réduction de la fertilité après l'âge de 20 ans (Burns et Seaman 1985). L'examen du tractus génital de 34 femelles matures du Saint-Laurent, retrouvées mortes entre 1982 et 1990, révèle qu'aucune des 20 femelles âgées de plus de 21 ans était en gestation (Béland *et al.* 1992b). Ces animaux étaient toutefois pour la plupart vieux et possiblement malades et donc, non comparables à ceux échantillonnés par Burns et Seaman.

Les estimations de la durée moyenne et maximale de la vie reproductrice des femelles sont très variables étant donné l'apparente réduction de la fertilité avec l'âge et surtout, la potentielle sous-estimation de l'âge chez les plus vieux individus (section 2.1.1) (Tableau 6). À partir de la structure d'âge des individus retrouvés morts entre 1982 et 1992 (Béland *et al.* 1992a; 1992b) et en assumant que les femelles du Saint-Laurent mettent bas pour la première fois vers l'âge de 7 ans (Vladykov 1944; Sergeant 1973; Braham 1984; Burns et Seaman 1985), l'espérance moyenne de la vie reproductrice peut être établie à environ 13,6 ans. Cette estimation est conservatrice vue la sous-estimation de l'âge des plus vieux individus. On assume ici que les femelles ont la capacité de se reproduire jusqu'à la limite de la longévité ce qui peut ne pas être le cas chez certaines d'entre elles (voir Burns et Seaman 1985).

Tableau 6: Longévité et durée maximale et moyenne de la vie reproductrice des femelles estimées à partir de l'âge de la maturité sexuelle (présence d'activité ovarienne) et de l'âge de la dernière reproduction chez des bélugas provenant de diverses régions.

Région	âge (ans) maturité sexuelle	longévité (ans)	âge (ans) de la dernière reproduction	Durée (ans) de la vie reproductrice		Source
				maximum	moyenne	
Ouest Baie d'Hudson	5	25+	25	20	-	Sergeant 1973
Mer de Bering	4	38+	35 ^a	31 ^a	13-14	Burns et Seaman 1985
Saint-Laurent	6	33+	33 ^c	-	13,6 ^b	cette étude
Détroit de Cumberland	-	30+	-	-	-	Sergeant 1986a
N.-Québec	-	30+	-	-	-	Brodie 1971
Généralité	5-6	-	21	-	14-15	Doidge 1990
						Braham 1984

^amais ont observé une réduction de 33,3% du taux de gestation après 21 ans

^ben assumant une réduction de 33,3% du taux de gestation après 21 ans

^cévaluée à partir de l'âge des individus échoués dans le Saint-Laurent

2.1.3 Paramètres vitaux reliés à la population

Rapport des sexes

L'examen des prises de la chasse favorisant, selon Vladykov, la capture des mâles (1,20 : 1,00; $N = 162$) et l'examen des bélugas retrouvés échoués de 1982 à 85 et de 1988 à 92 (1,13 : 1,00; $N = 113$) suggèrent un rapport des sexes mâle : femelle voisin de 1 : 1 pour la population du Saint-Laurent (Vladykov 1944; Béland *et al.* 1987a; 1992a; 1992b; Béland, comm. pers., INESL).

Femelles matures dans la population

Un calcul fait à partir d'un échantillon de 528 bélugas capturés en majorité par la chasse au nord-ouest de l'Alaska suggère qu'une population de bélugas devrait être constituée de 32-33% de femelles sexuellement matures (*i.e.* âgées de plus de 5 ans; Burns et Seaman 1985). Vladykov (1944), lors de l'examen posthume de 165 individus prélevés par la chasse dans le Saint-Laurent en 1938-1939, établit à 32,7% la proportion occupée par les femelles sexuellement matures, *i.e.* mesurant plus de 307 cm et ayant des ovaires et des glandes mammaires entièrement développées. La proportion occupée présentement par les femelles matures dans la population du Saint-Laurent ne peut être établie, ni par la méthode de Vladykov étant donné le statut de la population, ni par l'échantillonnage des animaux retrouvés échoués étant donné la sur-représentation des individus des classes d'âge supérieures. Récemment, Desrosiers (1994) put établir, par une analyse fine de la longueur des bélugas sur photographie aérienne à basse altitude, que les femelles matures représentent environ 32% de la population, ce qui est similaire aux résultats obtenus 50 ans plus tôt par Vladykov (1944).

État reproducteur des individus sexuellement matures

Bien que très peu de données soient disponibles pour le Saint-Laurent, l'état reproducteur des femelles matures semble comparable à celui des bélugas de l'Arctique (Tableau 5). Chez ces derniers, les femelles matures qui sont ni gestantes, ni en lactation, représentent moins de 20%, et généralement moins de 10%, des femelles matures. Vladykov (1944) et Sergeant (1986a), en obtenant chez les bélugas du Saint-Laurent, des proportions de 7,4% et 0% respectivement pour deux époques différentes, supportent ces observations. D'autre part, Béland *et al.* (1992b), lors d'une étude de la pathologie des bélugas du Saint-Laurent, ont observé que plus de 79% des femelles examinées (soit 26 femelles sur 34) n'étaient ni gestantes, ni en lactation. Bien que certaines des données utilisées par Sergeant proviennent de la banque de données de Béland *et al.* (1992b), ces deux auteurs arrivent à des conclusions différentes. La faible taille de l'échantillon de Sergeant ($N = 6$ dont 2 de plus de 21 ans) et la forte proportion d'animaux âgés de plus de 21 ans dans celui de Béland *et al.* (77% des femelles examinées) pourraient, du moins en partie, expliquer la divergence des conclusions.

De façon similaire, Sergeant (1986a), en examinant 7 femelles retrouvées mortes dans le Saint-Laurent entre 1979 et 1984, âgées entre 15 et 29 ans, et dont certaines provenaient des laboratoires de Béland et ses collaborateurs a conclu que le taux d'ovulation observé chez les bélugas du Saint-Laurent était comparable à ceux de deux populations de l'Arctique et paraissait donc normal. Un peu plus tard, Martineau *et al.* (1987) et Béland *et al.* (1992b), suite à l'examen de 13 femelles retrouvées mortes, au contraire conclurent à un déficit reproducteur. Tout récemment, l'examen complet de coupes sériées des ovaires de 10 femelles du Saint-Laurent a révélé que le taux d'ovulation des femelles du Saint-Laurent était comparable à celui des populations de l'Arctique et paraissait donc normal (S. DeGuise, INESL, Montréal, données non publiées). L'examen des ovaires d'un plus grand nombre de femelles sera toutefois nécessaire afin de raffermir ces conclusions.

Le potentiel reproducteur de la portion mâle des bélugas du Saint-Laurent, déterminé à partir de l'examen de 8 mâles matures échoués entre 1988 et 1990, et âgés entre 19+ et 29+ ans, apparaît normal (Béland *et al.* 1992b). Un seul individu mature (de 19+ ans) présentait un testicule et un épидидyme nécrotiques. La spermatogénèse semblait se produire normalement chez les 7 autres individus et aucune atrophie testiculaire ou altération morphologique n'était apparente.

L'utilisation des bélugas retrouvés morts afin d'obtenir des renseignements sur l'état reproducteur de la population vivante comporte certains biais du fait que les animaux examinés sont pour la plupart vieux et possiblement malades, ce qui peut entraîner une sous-estimation des paramètres mesurés. Ainsi, le fait qu'aucune des 20 femelles âgées de plus de 21 ans examinées n'était gestante ou n'avait récemment donné naissance peut indiquer une réduction plus importante de la fertilité après l'âge de 21 ans chez la population du Saint-Laurent que chez celle de l'Alaska chez qui certaines femelles donnent naissance jusqu'à la limite connue de longévité (Burns et Seaman 1985), mais pourrait également résulter d'un échantillonnage biaisé vers les animaux plus malades.

Production annuelle de jeunes

Certains auteurs estiment que la production de jeunes chez la population du Saint-Laurent est de 31 à 38% moindre que celle observée chez les populations de l'Arctique, et que ce phénomène persiste depuis au moins l'époque de Vladykov (*i.e.* 1938-1939; Sergeant 1986a). L'estimation à laquelle réfère Sergeant est la plus élevée (0,143; Sergeant 1973) de trois estimations obtenues chez 3 populations par l'examen du tractus génital de femelles matures tuées par la chasse. Les deux autres estimations, obtenues de la même manière, voisinent 0,10

(Tableau 7: Burns & Seaman 1985; Brodie 1967) ce qui est beaucoup plus près des estimations de Sergeant (1986a: 0,099 et 0,081).

Tableau 7: Pourcentage de nouveaux-nés estimé par des méthodes variables pour des bélugas provenant de diverses régions.

Région	Méthode		Source	
	femelles prélevées par chasse	Décompte des nouveaux-nés		
		estimation		plate-forme
Saint-Laurent	0,099 ^a	-	-	Sergeant 1986a
	0,081 ^b	-	-	
	-	0,09	bateau ^{n.syst}	Lynas 1984
	-	0,019	bateau ^{syst}	Michaud 1993b
	-	0,083 ^e	aérienne ^{n.syst}	Sergeant et Hoek 1988
Ouest Baie d'Hudson	-	0,055 ^d	aérienne ^{n.syst}	"
	-	0,12	aérienne ^{n.syst}	Sergeant 1973
	0,143	-	-	"
Mer de Bering	-	0,12	sol	"
	0,10	-	-	Burns et Seaman 1985
Détroit de Cumberland	0,10	-	-	Brodie 1967
Cunningham Inlet, Ile Somerset	-	0,12	aérienne ^{n.syst}	Heyland 1974
	-	0,17	tour	McClung et Hay 1974 ^c
	-	0,16	aérienne ^{n.syst}	Sleno et Mansfield 1974

syst. et n. syst. signifient échantillonnage systématique et non systématique, respectivement

^a à partir du nombre de jeunes foetus

^d incomplet selon les auteurs

^b à partir du nombre de foetus à terme et de nouveaux-nés

^e confusion entre les individus de 0 et 1 an

^c dans Sergeant 1986a

L'estimation reflétant une production de jeunes 38% moindre que celle notée chez les populations de l'Arctique fait référence au recensement partiel des nouveaux-nés tôt après la naissance effectué dans le Saint-Laurent par Lynas (1984; dans Sergeant 1986a). Plusieurs estimations ont été produites à l'aide de cette méthode (Tableau 7). La variabilité entre les estimations, dont les valeurs oscillent entre 0,019 et 0,09, peut résulter des difficultés associées au repérage des nouveaux-nés étant donné leur taille, leur couleur et leur comportement (nagent près et même sous la femelle) ou de la possible confusion entre les individus de 0 (nouveaux-nés) et 1 an (Sergeant et Hoek 1988; Michaud 1991; 1993b; 1993c). Le type de plate-forme (bateau ou aéronef) ainsi que le type d'échantillonnage (transects systématiques ou non) peuvent également influencer de façon marquée les résultats obtenus par cette méthode. De plus, il semble que la production de nouveaux-nés puisse varier considérablement d'une année à l'autre (Smith et Hammill 1989; Kingsley et Hammill 1991; Michaud 1993b). Le fait que certaines femelles puissent donner naissance plus fréquemment qu'à tous les trois ans (section 1.1.2) pourrait en partie expliquer cette variabilité. L'observation d'un nombre élevé de paires femelle-veau lors des survols aériens de Kingsley de 1990 et 1992 suggère que la production de nouveaux-nés chez les bélugas du Saint-Laurent n'est pas réduite relativement à celle des populations de l'Arctique (Kingsley 1993).

Longévité

Les estimations de la longévité maximale rapportées dans la littérature pour diverses populations de bélugas du monde oscillent entre 20 et 40 ans (Tableau 6; Khuzin 1961; Kleinenberg *et al.* 1964). Quelques rares évidences suggèrent une mortalité différentielle selon le sexe chez les bélugas (Burns et Seaman 1985; Sergeant 1986a; mais voir Sergeant 1973; Ralls *et al.* 1980). Les plus vieux animaux retrouvés morts étaient âgés de plus de 31 (mâles) et 33 ans (femelles) (Sergeant 1986a; Béland *et al.* 1988; 1992b). La longévité chez les bélugas du Saint-Laurent semble donc comparable à celle rapportée pour les diverses populations de l'Arctique. Toutes ces estimations ne demeurent toutefois qu'approximatives et minimales compte tenu de l'usure et le potentiel arrêt de la croissance des dents chez les individus plus âgés (section 2.1.1).

Taux de mortalité ou de survie

Depuis 1988, des efforts considérables ont été déployés afin d'estimer le taux de mortalité des bélugas du Saint-Laurent. En supposant un effectif de 500 individus, Béland *et al.* (1988) évaluent à au moins 4,4% la proportion d'individus de la population du Saint-Laurent qui meurent chaque année (voir également Sergeant 1986a), ce qui constitue l'une des plus basses estimations de mortalités naturelles enregistrées chez les cétacés (Oshumi 1979), celles-ci oscillant entre 4,0% chez les rorquals bleu (*Balaenoptera musculus*) et commun (*Balaenoptera physalus*), et 16,1% chez le dauphin tacheté (*Stenella plagiodon*). Cette mortalité, estimée chez la population du Saint-Laurent à partir du nombre de carcasses retrouvées, et corrigée par simple multiplication pour les mois de l'année où le programme de récupération cesse, peut n'être qu'approximative (Caughley 1966) compte tenu des probabilités inégales de retrouver les carcasses selon la taille et la couleur des individus, selon l'endroit de l'échouage et selon la période de l'année (Béland *et al.* 1987a; 1988; 1992b; mais voir Sergeant 1986a; 1986b).

L'examen de la distribution de ces mortalités en fonction de l'âge, calculée chez les bélugas du Saint-Laurent à partir de l'âge des individus récupérés entre 1982 et 1992 (Figure 5), épouse le patron en J observé chez plusieurs autres populations de grands mammifères (voir Caughley 1977). Toutefois, chez les bélugas du Saint-Laurent, le taux de survie en bas âge apparaît plus élevé que chez les autres populations de grands mammifères alors que les adultes semblent mourir plus jeunes. La couleur grisâtre des jeunes individus, leur faible taille ainsi que leur flottabilité réduite seraient responsables de l'apparente sous-estimation de la mortalité en jeune âge (Béland *et al.* 1987a; 1988; voir également Hewlett 1978; Mead 1979). Lorsque la structure d'âge de la population du Saint-Laurent, reconstruite à partir de l'âge de ces animaux, est comparée à celles obtenues chez deux populations de bélugas de l'Arctique à partir d'échantillons prélevés par la chasse, on remarque que la mortalité apparemment précoce des bélugas adultes du Saint-Laurent, prévaut également chez d'autres populations de cette espèce (Figure 6). L'usure ou l'arrêt de la croissance des dents pourrait expliquer cette impression de mortalité en plus bas âge des individus âgés si le problème de sous-estimation de l'âge est un problème de moindre ampleur chez les autres espèces de mammifères.

Aucune estimation fiable n'existe encore pour le taux de survie des individus en bas âge. La chasse dans l'Arctique, orientée vers les plus gros individus (Seaman et Burns 1981; Doidge 1990), est biaisée, ce qui prévient toute comparaison du taux de survie des individus de moins de 11 ans (cas du Nouveau-Québec) et même de moins de 15 ans (cas de la Mer de Bering) entre ces populations et celle du Saint-Laurent. Les plus vraisemblables taux de survie à l'âge qui existent, proviennent d'une dérivation faite à partir de la structure d'âge régularisée (smoothed: Caughley 1977) d'un grand nombre de bélugas ($n = 528$) capturés principalement par la chasse dans la Mer de Bering (Burns et Seaman 1985). Ces auteurs attribuent des mortalités de 29,4, 10,7 et 8,4% aux individus de 0, 1 et 2 ans respectivement (Tableau 8; voir

également Ralls *et al.* 1980) ce qui est relativement comparable à celles rapportées pour l'ours polaire.

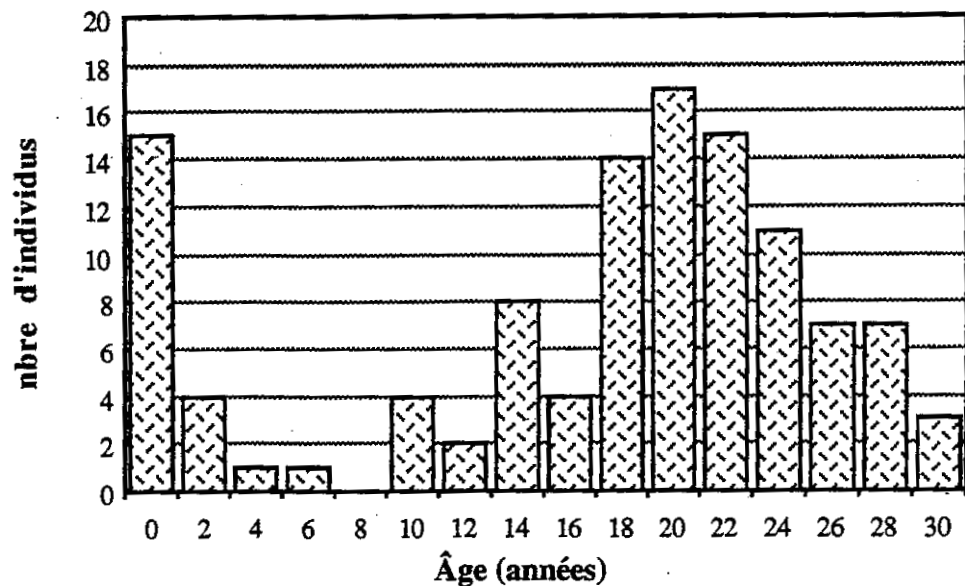


Figure 5. Âge des bélugas retrouvés morts dans le Saint-Laurent entre 1982 et 1992. D'après les ouvrages de Béland *et al.* 1987; 1992a; 1992b et Béland, comm. pers.

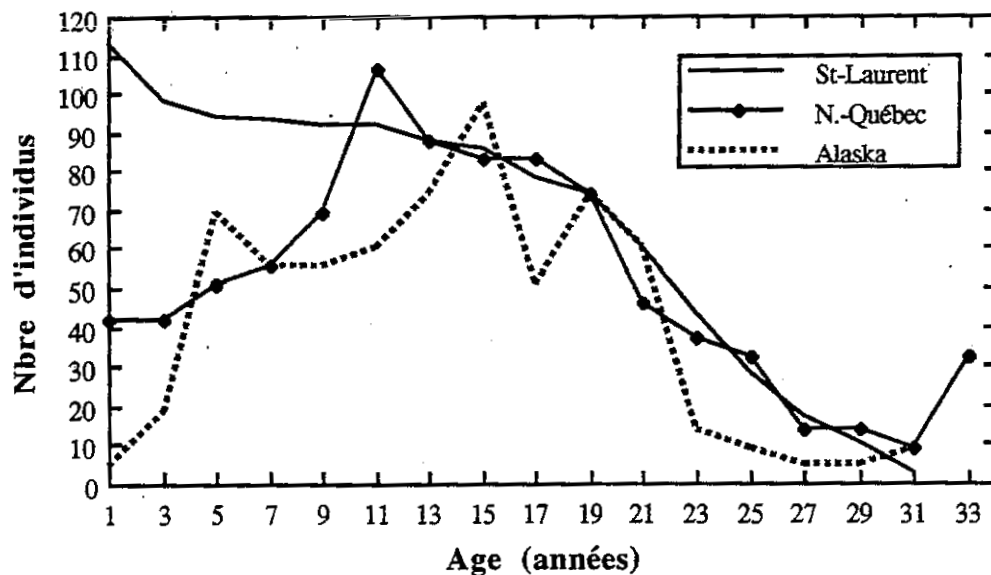


Figure 6. Structure d'âge de trois populations de bélugas dérivée de l'âge des individus capturés par la chasse (N.-Québec et Mer de Béring) ou reconstruite à partir de la structure d'âge des animaux retrouvés échoués entre 1982 et 1991 (Saint-Laurent).

Tableau 8: Taux de survie pour diverses populations de bélugas, déterminés en échantillonnant par la chasse (Mer de Bering, ouest de la Baie d'Hudson et N.-Québec) ou par récupération des carcasses échouées (Saint-Laurent).

Population	TAUX DE SURVIE À L'ÂGE					Source
	0 an	1 an	2 ans	0-2 ans	0-6 ans	
Saint-Laurent	-	-	-	0,818	0,921	Béland <i>et al.</i> 1988
	0,867	0,960 ^a		0,913	0,951	Béland <i>et al.</i> 1992a; 1992b
Mer de Bering ^b	0,706	0,893	0,916	0,835	0,894	Burns & Seaman 1985
ouest Baie d'Hudson	0,905 ^c	-	-	-	-	Sergeant 1973
Nouveau-Québec	0,974	0,979	0,984	0,979	0,973	Doidge 1990

^a pour le groupe d'âge 1-2 ans

^b régularisée (smoothed) pour les variations aléatoires d'échantillonnage

^c survie entre 1,5 et 8 mois; considéré comme trop élevé par l'auteur

La population du Saint-Laurent est unique en ce que le taux de mortalité et incidemment, la dérivation du taux de survie sont déterminés directement d'un échantillon des mortalités naturelles. Toutefois, les problèmes d'échantillonnage associés à la détection des carcasses, et les probabilités inégales d'échouement des jeunes individus peuvent surestimer leur taux de survie (Tableau 8).

2.2 TAILLE DE LA POPULATION ET SA TENDANCE

2.2.1 Historique

Le béluga se serait établi dans le Saint-Laurent à la fin de la dernière ère glaciaire, il y a de cela environ 10 000 ans. À cette époque, une mer intérieure - Champlain - s'étendait du sud-ouest de l'Atlantique aux lacs Champlain et Ontario. Le béluga, le morse (*Odobenus rosmarus*), les grands mysticètes et le narval (*Monodon monoceros*), dont les restes furent découverts dans les sédiments près des villes actuelles de Montréal, Burlington (Vermont), Québec et Rivière-du-Loup, étaient présents dans la mer de Champlain (Harington 1977). Le réchauffement du climat entraîna le retrait des glaciers vers le nord et la concomitante migration des mammifères marins vers l'est et le nord. Certains bélugas demeurèrent dans la portion amont du Lac Champlain et s'établirent dans ce qui devait devenir le fleuve Saint-Laurent et la Rivière Saguenay que nous connaissons.

Les premiers écrits relatant la présence des bélugas dans l'estuaire du Saint-Laurent remontent à l'époque de la colonisation par les Européens, au seizième siècle. Ils font mention d'un grand nombre d'individus "entre la mer & l'eau douce" (Cartier 1863 dans Reeves et Mitchell 1984). Ces écrits suggèrent que le béluga était presque totalement absent du golfe du Saint-Laurent à cette époque (voir Reeves et Mitchell 1984). Les pêcheries florissantes, visant cette espèce, le long du fleuve Saint-Laurent entre la fin des années 1500 et le début des années 1950, auraient causé un déclin important de ce stock de bélugas (Pippard 1985b). Dans les années 1870 et 1800, on rapporte des prises de 300 à 500 individus par marée durant les mois d'été (Casgrain 1873 dans Pippard 1985b), excédant assurément la production annuelle de cette population. Les indices d'une surexploitation se firent sentir entre 1929 et 1944 alors que les

prises pour les régions de l'Île aux Coudres et Rivière-Ouelle furent réduites à environ 15 par année (Vladykov 1944). Ironiquement, des primes de chasse de 15 dollars par béluga furent attribuées entre 1932 et 1938 suite à une plainte déposée par les pêcheurs, accusant les bélugas d'être responsables de la diminution de leurs prises commerciales de poissons (Vladykov 1944). En moyenne, 323 primes par année furent accordées et on évalue à 2235 le nombre de bélugas éliminés durant cette période (Pippard 1985b). Aucune donnée n'existe quant à l'effectif de la population suite à l'arrêt de l'attribution des primes, mais il semble qu'il demeurait encore relativement élevé (Vladykov 1944; Pippard 1985b).

La chasse commerciale s'acheva aux environs de 1955, et par la suite, malgré la chute du prix de l'huile et du cuir du béluga, elle se poursuivit de façon artisanale pendant tout de même 20 autres années (Reeves et Mitchell 1984, 1987; Laurin 1982a). Les estimations de la taille de la population passèrent de 1200-1500 à moins de 700 individus entre la fin des années '60 et 1972 (Pippard 1985b). Une chasse sporadique de subsistance a probablement continué durant les années '70: Pippard et Malcolm (1978) estiment qu'environ 25 bélugas par année furent pris durant cette décennie. Une préoccupation croissante concernant le statut de cette population fut observée à partir de 1973. La chasse fut entièrement prohibée en 1979 et la population obtint un statut de population menacée en 1983 (Cook et Muir 1984).

2.2.2 Taille de la population actuelle

Depuis 1973, les tentatives afin d'estimer l'effectif de la population menèrent à des estimations variant entre 360 et 606 individus, certaines comportant de larges intervalles de confiance (Tableau 9). Le manque de consistance dans la méthode de recensement employée a motivé en 1988 le développement d'une méthode standard de recensement aérien incluant un facteur de correction de 15% pour les animaux submergés et invisibles sur les photographies aériennes (Kingsley et Hammill 1991). Ce facteur de correction est considéré comme très conservateur car il représente le plus bas des facteurs de correction élaborés jusqu'à maintenant pour des populations d'odontocètes, incluant des bélugas de l'Arctique, ces facteurs variant entre 15 et 100% (Kingsley 1993). L'indice de la taille de la population élaboré depuis 1988 selon cette méthode se situe, en utilisant le facteur de correction de 15%, entre 500 et 590 individus (Kingsley et Hammill 1991; Kingsley 1993; Michaud 1993b).

Bien que l'effectif de la population du début du siècle soit inconnu, Reeves et Mitchell (1984) ont évalué, à partir des données cumulatives de captures de la chasse (effectuée de 1866 à 1960) et en utilisant un taux de recrutement de 0,075, qu'en 1885, la population du Saint-Laurent devait compter entre 4000 et 5000 individus. D'après Laurin (1982b), la population du Saint-Laurent de 1886 devait compter quelques 3750 individus (en considérant un taux annuel net d'accroissement de 0,08). Selon ces estimations, dont la qualité et l'exactitude ne peuvent être vérifiées, l'effectif actuel de la population ne représenterait qu'une faible fraction de celui du début du siècle. L'ampleur de la différence entre l'estimation du début du siècle et celle d'aujourd'hui est possiblement exagérée par l'utilisation du facteur de correction très conservateur de 15% pour les animaux invisibles lors des récents survols aériens.

Une série d'hypothèses ont été formulées afin d'expliquer l'apparente stagnation de la croissance de la population de bélugas du Saint-Laurent malgré l'arrêt de la chasse commerciale, il y aura de cela bientôt 35 ans. Certaines invoquent des facteurs environnementaux tels que le harcèlement par l'homme, la dégradation de l'habitat par des changements climatiques, l'endiguement de tributaires majeurs et la contamination de l'habitat et du béluga par des produits chimiques toxiques. D'autres hypothèses invoquent des facteurs intrinsèques tels que des contraintes physiologiques ou comportementales affectant la reproduction, un déséquilibre de la structure d'âge de la population ou encore une réduction de l'effectif en-dessous d'un seuil critique (Reeves et Mitchell 1984; Béland *et al.* 1992b).

Une émigration régulière, non compensée par l'immigration, pourrait aussi réduire le potentiel de rétablissement de cette population. Cette population ne semble subir aucun apport des diverses populations du nord (voir section 1.5). À l'inverse, des observations sporadiques de bélugas le long des côtes au sud du Saint-Laurent suggèrent une faible mais régulière émigration vers le sud (pour une revue: Sergeant *et al.* 1970; Reeves et Katona 1980; Sergeant 1986a). Chaque émigration constitue donc une perte nette et est d'une importance cruciale lorsqu'il s'agit d'établir les tendances d'accroissement de la population.

Tableau 9: Evaluations de la taille de la population de bélugas du Saint-Laurent par diverses méthodes.

Année	type de recens.	estimation	intervalle	remarques	source
1973	aérien photo.	443 ^a	229-658 (95%)	régions à forte densité; subjectif	Sergeant et Hoek 1988
1977	aérien visuel	-	300-350	compte complet des régions forte densité	Pippard 1985b
1982	aérien visuel	512 ^b	360-715 (95%)	transects syst.; sous-échant. aléatoire	Sergeant et Hoek 1988
1984	aérien photo.	431 ^a	187-773 (95%)	transects syst.	Sergeant et Hoek 1988
1984	bateau visuel	495 ^b	± 245	dans Sergeant (1986)	Lynas 1984
1985	bateau visuel	-	< 340	compte complet par 7 bateaux	Béland <i>et al.</i> 1987b
1985	aérien photo.	530 ^a	285-775 (95%)	échant. syst. stratifié	Sergeant et Hoek 1988
1987	aérien visuel	-	436-487 ^b	transects syst. en vue d'établir la distribution	Béland <i>et al.</i> 1987b
1988	aérien photo.	491 ^a	e.s. 69	transects syst.	Kingsley et Hammill 1991
1990	aérien photo.	607 ^a	e.s. 308	transects syst.	Kingsley et Hammill 1991
1992	aérien visuel	490 428 361 472	- - - -	transects syst.; estime le nbre min. d'individus dans la population	Michaud 1993a
1992	aérien photo.	525 ^a	e.s. 71	transects syst.	Kingsley 1993

^acorrige pour la visibilité (animaux submergés à une profondeur ne permettant pas leur repérage sur les photos)

^bnon corrigé pour la visibilité

2.2.3 Tendence d'accroissement de la population

Bien qu'aucun des recensements n'ait permis d'évaluer précisément les tendances d'accroissement de la population, leurs résultats suggèrent que la population n'est pas en déclin, qu'elle pourrait lentement s'accroître, mais qu'elle ne s'est pas rétablie depuis l'arrêt de la chasse. En effectuant une régression à partir des résultats de recensements de la population du Saint-Laurent publiés depuis 1973, Kingsley (1993) estime qu'il est peu probable que la population du Saint-Laurent ne s'accroisse ou ne s'amenuise par plus de 1 - 1,5% par année.

D'autre part, il est possible de calculer le potentiel de croissance d'une population à partir de l'équation suivante:

$$(1 - (p/\lambda)^i) \lambda^n - (p \cdot j^n \cdot i \cdot m) = 0$$

- où p: taux annuel de survie des femelles adultes (≥ 7 ans) = $(1 - 1/13,6) = 0,9265$
 (espérance de vie à 7 ans = 13,6 ans: section 1.1.2)
 m: taux de naissance = 0,16 femelle / femelle / année (Burns et Seaman 1985)
 n: âge moyen d'une femelle à la première mise bas = 6,5 ans (Tableau 6, p.19)
 i: durée d'un cycle reproducteur complet = 3 ans (Tableau 5, p. 18)
 j: taux annuel moyen de survie des jeunes (0 - 6,5 ans) = variable
 λ : taux annuel de croissance de la population = variable

En supposant que les femelles se reproduisent au même taux toute leur vie et qu'elles donnent naissance à 0,5 femelle à tous les 3 ans, ou à 1 femelle à tous les 6 ans, on obtient, en utilisant les taux moyens de survie des jeunes observés chez certaines populations de bélugas, des taux annuels d'accroissement (λ) qui oscillent entre -0,30 et 3,73% par année (Tableau 10).

Tableau 10: Potentiel d'accroissement d'une population de bélugas pour diverses valeurs de taux annuel de survie des juvéniles (0 - 6,5 ans).

taux annuel de survie des jeunes (%)	Croissance annuelle de la population (%)		Source
	si gravidité semblable pour tout âge	si gravidité réduite de 33,3% après 21 ans	
88	- 0,30	-0,69	Burns et Seaman 1985 ^a
89,4	0,26	-0,12	
90	0,51	0,13	
92	1,38	1,00	Béland <i>et al.</i> 1988
95	2,75	2,39	Béland <i>et al.</i> 1992a; 1992b
97	3,73	3,38	Doidge 1990

^aEn considérant leur population comme stationnaire

Burns et Seaman (1985) ont observé, chez les individus de plus de 20 ans, une proportion de femelles gestantes plus faible (50%) que chez les femelles âgées entre 8 et 20 ans (75%), correspondant à une réduction de 33,3% de la gravidité. On ne peut toutefois déterminer si cette diminution de la proportion de femelles gestantes résulte d'une diminution de la fréquence d'ovulation, comme observé chez certains cétacés (Perrin et Donovan 1984), ou d'une perte complète de fécondité chez certaines femelles âgées. Nous avons donc choisi de

conserver inchangées les valeurs de la durée d'un cycle reproducteur complet (i) et du taux annuel de naissance (m), mais de pondérer l'espérance de vie des adultes en considérant que seul deux tiers des individus âgés de plus de 20 ans ont conservé ce taux reproducteur. La nouvelle valeur de l'espérance de vie à 7 ans est de 12,7 ans et correspond à un taux de survie des adultes (p) de 0,9213. On obtient alors, pour les mêmes taux annuels moyens de survie des jeunes individus (j), un taux annuel de croissance (λ) variant entre -0,69 et 3,38% par année (Tableau 10).

Richard (1991) estime que le recrutement annuel net des bélugas est, comme chez d'autres cétacés qui ont une biologie reproductrice semblable, aussi peu que 2 à 3% par année (Béland *et al.* 1988; Kingsley 1989; Doidge 1990), une conclusion qui semble être supportée par les tentatives de modélisation de la croissance des populations (Richard et Orr 1986; Béland *et al.* 1988). Si la supposition d'un taux de changement chez la population du Saint-Laurent inférieur à 1 - 1,5% par année s'avère exacte (Kingsley 1993), le recrutement net de cette population serait alors très faible, et inférieur à celui évalué chez d'autres populations de Monodontidae.

Selon Doidge (1990), les individus âgés ainsi que les variations de la fécondité contribuent peu au maintien ou à l'accroissement d'une population. À son avis, la survie des jeunes adultes est beaucoup plus capitale pour la production future de jeunes que la survie des nouveaux-nés eux-mêmes. Les plus récentes estimations du pourcentage de juvéniles (excluant les jeunes de l'année), obtenues par transects systématiques aériens et par bateau, ne laissent présager aucune débalancement défavorable de la structure d'âge de la population du Saint-Laurent puisque les proportions d'individus juvéniles recensés sont généralement semblables voire même supérieures à celles obtenues pour leurs congénères de l'Arctique (Michaud 1993b; Kingsley 1993) (Tableau 11).

Tableau 11: Pourcentage de la population occupé par les individus juvéniles chez des bélugas provenant de diverses régions, et déterminé selon des méthodes variables.

Région	année	nbre d'animaux	plate-forme	type de recensement	définition de juvénile	Proportion de		Source
						juvéniles	juvén. et nouv.-nés	
Saint-Laurent	1993	2229	bateau	transects	couleur	30,9	32,8	Michaud 1993b
	1992	113	aérienne	transects	taille	32	-	Desrosiers 1994
	1992	227	aérienne	transects	taille	-	18,9	Kingsley 1993
	1991	186	aérienne	transects	taille	29	-	Desrosiers 1994
	1990	148	aérienne	transects	taille	-	18,2	Kingsley et Hammill 1991
	1988	152	aérienne	transects	taille	-	12,5	"
	1985	161	bateau	transects	couleur	27,5	-	Béland <i>et al.</i> 1987b
	1983	169	aérienne	rech. groupes	taille	8,9	17,2	Sergeant 1986a
	1983	134	bateau	partiel ^a	couleur	22	31	Lynas 1984
	1938-39	161	indiv. morts	-	couleur ^b	38 ^b	-	Vladykov 1944
Détroit d'Hudson	1980	1113	falaise	id. passants	couleur	36	50	Finley <i>et al.</i> 1982
Cunningham Inlet,	1974	134	tour	id. passants	couleur	23	40	McClung et Hay 1974 ^d
Ile Smmerset	1974	936	aérienne	rech. groupes	?	26	42	Sieno et Mansfield 1974
Alaska								
ouest	1975-78	627	aérienne	?	couleur	19,6	29,3	Braham 1984
nord	1977	?	tour	id. passants	couleur	-	32	Braham <i>et al.</i> 1984
	1977	507	aérienne	transects	couleur	-	37,6	"
nord-ouest	1977-83	528	indiv. morts	-	≤ 5 ans	28 ^c	37 ^c	Burns et Seaman 1985

^aChenal du nord et embouchure du Saguenay

^bpossibilité d'une surestimation car la peau se fonce lorsque l'animal est mort

^cpour une population dérivée de leur échantillon régularisé (smoothed)

^d dans Sergeant 1986a

En utilisant les taux de naissance par classe d'âge obtenus de la population de la Mer de Bering (Burns et Seaman 1985), et en dérivant les taux de mortalité pour chaque âge de l'âge de 44 bélugas du Saint-Laurent trouvés morts, Béland *et al.* (1988) ont déterminé que la présence de 28 à 30% d'animaux gris (excluant les jeunes de l'année) constituait pour le béluga du Saint-Laurent la limite entre une population croissante et décroissante. Des estimations de la proportion de juvéniles (incluant les nouveaux-nés), obtenues selon diverses méthodes, varient pour le Saint-Laurent entre 12,5% et 32,8% (Tableau 11). La valeur de 30,9% obtenue tout récemment à partir d'un recensement systématique par bateau (Michaud 1993b), suggère que la population ne s'accroît que très lentement. Desrosiers (1994), qui obtint de l'analyse fine de la longueur des bélugas sur photographie aérienne à basse altitude, une proportion de juvéniles de 29 et 32% pour cette population en 1991 et 1992, supporte cette conclusion.

Toutefois, les effets des diverses suppositions sur les résultats du modèle n'ont pas été entièrement explorés et la proportion d'individus gris, bien qu'elle puisse être un indice utile, n'est pas calibrée pour la population d'intérêt. Des données appartenant à d'autres populations que celle pour laquelle on tente de déterminer le taux de croissance ne peuvent servir à calibrer l'index car des pressions écologiques et de chasse, spécifiques à un secteur particulier, peuvent altérer la fécondité et la survie chez une population (Doidge 1990). Kingsley et Hammill (1993) ont récemment testé la validité de "l'indice de gris" et conclurent qu'il devient négativement relié au taux de croissance d'une population lorsque l'âge à la première reproduction, ou la longévité des adultes varie. En l'occurrence, si des changements environnementaux provoquent des modifications simultanées dans la longévité et la survie des juvéniles, le taux de croissance de la population peut changer considérablement sans que l'indice de gris ne soit altéré de façon remarquable.

En résumé, la régression présentée par Kingsley (1993), utilisant les estimations de la taille de la population publiées à ce jour, suggère que la taille de la population de bélugas du Saint-Laurent est relativement stable et qu'elle pourrait être en très légère croissance. Le suivi du pourcentage de juvéniles (classes d'âge de 1 à 6 ans) pourrait constituer un indice du potentiel d'accroissement de la population. Toutefois, un raffinement du modèle élaboré par Béland *et al.* (1988) sera nécessaire avant de pouvoir l'utiliser pour établir la tendance d'accroissement de la population.

3.0 HABITAT

Le béluga est une espèce qui se retrouve typiquement dans les eaux froides. L'hiver, sa distribution est associée à celle des glaces flottantes des régions du plateau continental où persistent des zones d'eau libre alors que l'été, les bélugas peuvent former de fortes concentrations dans les habitats estuariens. Les raisons de l'attrait de cette espèce pour les estuaires sont inconnues et pourraient être liées à un besoin d'eau plus chaude lors de la reproduction et la lactation (Brodie 1971; Sergeant 1973; Finley 1982). Le béluga constitue la seule espèce de cétacés chez qui une mue annuelle semble survenir. L'observation d'individus perdant des lambeaux de peau et se roulant dans la boue des eaux chaudes et peu profondes des estuaires a mené à la suggestion que ceux-ci pourraient constituer des aires importantes lors de la mue (Finley 1982; Finley *et al.* 1982; St. Aubin et Geraci 1989; St. Aubin *et al.* 1990).

3.1 MACRO-SÉGRÉGATION

Depuis les dernières années, on connaît un peu mieux la distribution des divers groupes d'âge à l'intérieur d'une aire de distribution saisonnière. Leur distribution semble très dynamique (voir section 1.2.3), est également très agrégée (Sergeant et Hoek 1988). Le type

de regroupement ainsi que la composition des groupes semblent varier selon les saisons. En effet, la concentration au printemps de la presque totalité de la population dans l'estuaire en amont du Saguenay, et l'absence à cette période des grands attroupements d'adultes observés tout l'été dans le chenal laurentien, suggèrent que la ségrégation des classes d'âge, et possiblement des sexes, observée durant l'été ne surviendrait qu'en début d'été (Michaud et Chadenet 1990).

Selon Michaud (1993c), l'aire de répartition estivale des bélugas est séparée en deux grandes régions. Le secteur amont, compris entre la Batture-aux-Loups-Marins (près de l'Île aux Coudres) et l'embouchure du Saguenay, supporte de petits troupeaux (< 30 individus) dits "d'adultes accompagnés de jeunes" (> 30% de juvéniles; voir également Sergeant 1986a; Sergeant & Hoek 1988). Le secteur aval, situé en aval du Saguenay jusqu'à la région de Bic, est fréquenté autant par les troupeaux "d'adultes" (< 10% de juvéniles) que par ceux "d'adultes accompagnés de jeunes" ou les troupeaux dits "mixtes" (comptant entre 10 et 30% de juvéniles). La taille des troupeaux dans le secteur aval peut atteindre plus d'une centaine d'individus. Le chenal laurentien, qui fait partie de ce secteur, est la seule région qui soit exclusivement fréquentée par des troupeaux d'adultes essentiellement composés de mâles (Laurin 1982b; Pippard 1985a; Sergeant et Hoek 1988; Michaud 1990). Enfin, la rivière Saguenay, située dans une région intermédiaire entre les secteurs amont et aval, est, tout comme le secteur aval, fréquenté par les trois types de troupeaux (Michaud 1992).

Des différences entre les secteurs au niveau des régimes de courant, de température et de salinité ainsi qu'au niveau de certains paramètres structuraux tels que la largeur de l'estuaire, la bathymétrie et la présence d'îles pourraient expliquer en partie la composition différentielle des groupes fréquentant ces régions (Michaud 1993a).

3.2 MICRO-SÉGRÉGATION

Plusieurs auteurs ont tenté d'identifier les habitats de prédilections des bélugas (Pippard et Malcolm 1978; Michaud *et al.* 1990; Michaud 1993a). La plus complète et la plus récente de ces études présente une liste de 18 "aires de fréquentation intensive" établie en tenant compte de la régularité de l'observation de bélugas dans chacun des secteurs et du nombre d'individus fréquentant chacun d'eux (Michaud 1993a; voir également Michaud *et al.* 1990). C'est dans les secteurs de la tête du chenal laurentien et de Kamouraska que sont observées les plus grandes concentrations de bélugas, supportant chacun en moyenne 20% des effectifs de la population. Les secteurs du chenal laurentien et du sud de l'Île Blanche (comprenant 4 aires à fréquentation intensive) sont des secteurs dits "à concentration intermédiaire" où un peu moins de 15% des effectifs peuvent en moyenne être observés. Des concentrations de l'ordre de moins de 10% des effectifs sont recensés dans les autres secteurs. Toutefois, comme c'est le cas pour la rivière Saguenay où en moyenne moins de 5% des effectifs sont présents, c'est la régularité de la fréquentation des aires par les bélugas qui leur confère un caractère particulier (Michaud 1993a). Un sommaire des caractéristiques physico-chimiques (profondeur, type de substrat, température, salinité, courants, zones de remontées d'eau profonde) et biologiques (disponibilité et abondance de proies présumées des bélugas) prévalant dans chacun des secteurs est présenté dans Michaud *et al.* (1990). Une description du comportement des bélugas observés dans plusieurs de ces aires est présentée par Pippard (1985a).

3.3 VARIATION TEMPORELLE DES HABITATS PRIVILÉGIÉS

Il semble que le niveau de fréquentation d'un secteur puisse varier considérablement au cours d'une saison. C'est du moins ce qui ressort de notre récente étude effectuée au moment présumé du fraie du hareng à la pointe sud-ouest de l'Île aux Lièvres. Un minimum de près de

25% de la population (en assumant un effectif de 500 individus) a pu être recensé en un seul coup d'oeil à cette période en 1992 (Figure 2, p.4). D'autres secteurs tels celui situé au large des battures entre l'Isle-Verte et Trois-Pistoles où un dense banc de hareng se rassemble avant le fraye (Bio-Conseil Inc. 1982) ou celui de l'embouchure du Saguenay où le capelan vient frayer chaque année entre la mi-avril et la mi-mai (Parent et Brunel 1976) pourraient également être la cible d'une exploitation ponctuelle intensive par le béluga du Saint-Laurent.

L'intensité avec laquelle certains secteurs sont fréquentés varie également à plus longue échelle. Michaud *et al.* (1990) ont pu noter un récent intérêt des bélugas, particulièrement des troupes d'adultes et de jeunes, envers la partie sud de l'estuaire située en aval de l'Île Verte (Michaud 1988; 1993a; 1993b; Kingsley 1993). D'autres secteurs, tels les bancs de la Manicouagan et la Baie de Tadoussac à l'embouchure du Saguenay, autrefois privilégiés, ne sont désormais plus fréquentés (Vladykov 1944; Pippard 1985b). Les raisons d'un tel délaissement sont obscures et pourraient impliquer plusieurs facteurs tels que le dérangement par l'activité humaine comme suggéré pour la Baie de Tadoussac, ou la modification de caractères biologiques ou physicochimiques (température, salinité, courants) de l'habitat, comme suggéré pour les bancs de la Manicouagan (Sergeant et Brodie 1975; Pippard et Malcolm 1978; Laurin 1982b; Pippard 1985b; Caron et Sergeant 1988). Chez une espèce grégaire telle que le béluga, il est possible qu'une réduction des effectifs de la population entraîne la désertion d'habitats localisés en marge de l'aire de répartition, comme proposé pour les bancs de la Manicouagan (Michaud *et al.* 1990). Cette hypothèse pourrait expliquer la réduction des observations dans la Baie des Chaleurs, la Basse Côte-Nord et les régions en amont de l'Île aux Coudres.

4.0 PROTECTION

4.1 LÉGISLATION EXISTANTE

La chasse commerciale du béluga dans les eaux canadiennes fut prohibée en 1979 par la Loi fédérale sur les pêcheries (Anonyme 1979). Un amendement à cette loi, le Règlement sur la protection du béluga, apporté en décembre 1980, interdit de tuer, de blesser, ou de déranger volontairement un béluga (Anonyme 1980).

Les règlements concernant l'observation des mammifères marins dans les eaux canadiennes sont devenus récemment plus spécifiques lors du remplacement du Règlement sur la protection du béluga par le Règlement sur les mammifères marins (Anonyme 1993). Ce règlement, en plus de rappeler l'interdiction de pêcher le béluga dans le fleuve Saint-Laurent, la rivière Saguenay ou leurs affluents ou dans le golfe du Saint-Laurent (Anonyme 1979), stipule qu'il est interdit d'importuner un mammifère marin, sauf lors de la pêche des mammifères marins autorisée par ce même Règlement. Importuner est synonyme de déranger et signifie "qui déplaît, ennuie, gêne par une présence ou une conduite hors de propos" (dictionnaire Larousse). Ce règlement vise à exercer un certain contrôle sur l'industrie de l'observation des mammifères marins, une industrie florissante dans l'estuaire du Saint-Laurent.

En vertu de la Loi sur les pêches (article 78), quiconque enfreint ce Règlement est passible de poursuites judiciaires pouvant mener à une amende d'au plus 500 000 dollars et/ou à une peine d'emprisonnement d'au plus vingt-quatre (24) mois.

De même, les aéronefs, qui sont soumis à la Loi sur l'aéronautique leur interdisant de survoler la surface de l'eau à une altitude inférieure à 500 pieds (152,4 mètres), doivent aussi se soumettre au Règlement sur les mammifères marins et ne peuvent les importuner.

4.2 CONTRÔLE DU DÉRANGEMENT

Depuis 1986, tous les groupes d'îles de l'estuaire moyen du Saint-Laurent appartiennent à des organismes de conservation gouvernementaux ou privés.

L'industrie de l'observation des mammifères marins, maintenant bien établie dans le Saint-Laurent, est centrée dans les régions de Tadoussac, Grandes-Bergeronnes et Rivière-du-Loup. C'est généralement dans les eaux surplombant le chenal laurentien que sont amenés les touristes qui souhaitent observer les grands cétacés tels que les rorquals. Ces eaux supportent également une proportion importante de la population de bélugas, particulièrement durant la saison estivale (section 3.2).

Aucune loi n'exige de détenir, ni permet au Ministre d'émettre, un permis pour effectuer l'observation des baleines à partir d'une embarcation. Néanmoins, en appui aux règlements instaurés en vertu de la Loi sur les pêches, des directives s'adressant aux plaisanciers et aux capitaines de navires d'excursions sont présentement diffusées dans les marinas du Québec afin de minimiser les risques d'importuner les mammifères marins du Saint-Laurent lors de leur observation (Ministère des Pêches et des Océans 1992).

L'une de ces directives est l'exclusion du béluga des mammifères marins recherchés pour l'observation. Par ailleurs, les secteurs de la baie Ste-Catherine, de la baie Ste-Marguerite, de l'anse St-Étienne et du sud de l'île aux Lièvres, reconnus comme des secteurs importants pour les bélugas, ne peuvent être visités par les bateaux de croisière pour l'observation des mammifères marins. Les embarcations qui ne peuvent éviter ces secteurs sont sommées de réduire leur vitesse à moins de 5 noeuds. Lorsqu'un plaisancier se retrouve inopinément en présence de bélugas, il doit éviter d'effectuer des changements brusques de direction, doit réduire progressivement sa vitesse à moins de 5 noeuds et doit poursuivre sa route ou contourner lentement le troupeau si celui-ci n'est pas en déplacement. Il ne peut reprendre sa vitesse de croisière que lorsque plus de 400 m le sépare du troupeau.

Une surveillance maritime est effectuée par les agents des pêches et tout récemment par les gardiens du Parc Marin afin de veiller à l'application des directives et des règlements. En 1992, 9 avertissements ont été émis et 11 poursuites judiciaires dont 3 impliquant le dérangement volontaire de bélugas ont été entamées. Trois des 11 poursuites ont abouti à des condamnations alors que les 8 autres n'ont pas encore connu leur dénouement. En 1993, 8 avertissements écrits ont été émis et des poursuites judiciaires ont été entamées pour 15 infractions signalées. Neuf d'entre elles ont résulté en des verdicts de culpabilité. Dans au moins 3 de ces cas, le mammifère marin importuné était le béluga. Le bilan de 1994 s'élève à 16 avertissements et 59 plaintes dont 4 font déjà l'objet de poursuites judiciaires alors que d'autres cas sont encore à l'étude. Les plaintes, qui proviennent principalement des vacanciers, augmentent depuis 1992. Elles sont passées de 25 à 53, puis 59 en 1993 et 1994 (V. Malouin, M.P.O., Québec, comm. pers.).

Les activités pratiquées dans le cadre de projets scientifiques qui obligeraient à contrevenir aux règlements sur les mammifères marins nécessitent un permis scientifique sur lequel sont décrites les modalités d'utilisation du permis.

BIBLIOGRAPHIE

- Addison, R.F. 1989. Organochlorines and marine mammal reproduction. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46 : 360-368.
- Alzieu, C. et R. Duguay. 1979. Teneurs en composés organochlorés chez les cétacés et pinnipèdes fréquentant les côtes françaises. *Oceanologica acta* 2 : 107-120.
- Anonyme. 1979. Beluga protection regulation amendment P. C. 1979-367, 15 February 1979. Registration SOR/79-169 Fisheries Act. *Canada Gazette*, part 2, vol. 113, no 4, 28/II/79 : 738.
- Anonyme. 1980. Beluga protection regulation amendment P. C. 1980-2939, 4 December 1980. Registration SOR/80-835 Fisheries Act. *Canada Gazette*, part 2, vol. 114, no 11, 11/VI/80. p. 1944.
- Anonyme. 1993. Marine mammal Regulations. P. C. 1993-189, 4 February 1993. Registration SOR/93-56 Fisheries Act. *Canada Gazette*, part 2, vol. 127, no 4, 24/II/93. p. 930.
- Au, W.W.L., R.H. Penner et C.W. Turl. 1988. Propagation of beluga echolocation signal, p. 47-51. *Dans* P. E. Nachtigall et P.W.B. Moore (éd.). *Animal sonar: processes and performance*. Plenum Publishing Co., New York.
- Avise, J.C., J.E. Neigel et J. Arnold. 1984. Demographic influences on mitochondrial DNA lineage survivorship in animal population. *J. Molecular Evol.* 20 : 99-105.
- Bailey, R.F.J., K.W. Able et W.C. Leggett. 1977. Seasonal and vertical distribution and growth of juvenile and adult capelin (*Mallotus villosus*) in the St. Lawrence estuary and western Gulf of St. Lawrence. *J. Fish. Res. Board Can.* 34 : 2030-2040.
- Barsotti, D.A., R.J. Marlar et J.R. Allen. 1976. Reproductive dysfunction in rhesus monkeys exposed to low levels of polychlorinated biphenyls (Aroclor® 1248). *Fd Cosmet. Toxicol.* 14 : 99-103.
- Beck, G.G., M.O. Hammill et T.G. Smith. 1993. Seasonal variation in the diet of harp seals, *Phoca groenlandica*, from the Gulf of St. Lawrence and western Hudson Strait. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50 : 1363-1371.
- Béland, P. et D. Martineau. 1988. About carcinogens and tumors. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45 : 1855-1856.
- Béland, P., S. De Guise et R. Plante. 1992a. Mortalités de bélugas dans le Saint-Laurent en 1991. INESL, Montréal (Qc) pour le Ministère des Pêches et des Océans, Mont-Joli (Qc). 9 p.
- Béland, P., S. De Guise et R. Plante. 1992b. Toxicologie et pathologie des mammifères marins du Saint-Laurent. *Rapp. Fonds Toxicol. Faunique Fonds Mondial Nat.* 99 p.
- Béland, P., A. Faucher et P. Corbeil. 1990. Observations on the birth of a beluga whale (*Delphinapterus leucas*) in the St. Lawrence estuary, Quebec, Canada. *Can. J. Zool.* 68 : 1327-1329.

- Béland, P., D. Martineau, P. Robichaud, R. Plante et R. Greendale. 1987a. Échouages de mammifères marins sur les côtes du Québec dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent de 1982 à 1985. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1506 : 44 p.
- Béland, P., R. Michaud et D. Martineau. 1987b. 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.
- Benoit, D. et W.D. Bowen. 1990a. Seasonal and geographic variation in the diet of grey seals in eastern Canada. Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 222 : 215-226.
- Benoit, D. et W.D. Bowen. 1990b. Summer diet of grey seals (*Halichoerus grypus*) at Anticosti Island, Gulf of St. Lawrence, Canada. Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 222 : 227-242.
- Bio-Conseil Inc. 1982. Evaluation des frayères de hareng (*Clupea harengus* L.) sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent. Préparé pour le Ministère des Pêches et des Océans. 64 p.
- Blane, J.M. 1990. Avoidance and interactive behaviour of the St Lawrence beluga whale, *Delphinapterus leucas*, in response to recreational boating. Thèse de maîtrise, Dept of geography and the Inst. for Environmental studies of Toronto (Ont.). 43 p.
- Boivin, Y. et Institut National d'Écotoxicologie du Saint-Laurent. 1990. Survol aérien pour l'estimation de la distribution saisonnière et des déplacements des bélugas. INESL, Rimouski (Qc). 91 p.
- Boulva, J. et I.A. McLaren. 1979. Biology of the harbour seal, *Phoca vitulina*, in eastern Canada. Bull. Fish. Res. Board Canada 200 : 24 p.
- Braham, H.W. 1984. Review of reproduction in the white whale, *Delphinapterus leucas*, narwhal, *Monodon monoceros*, and Irrawaddy dolphin, *Orcaella brevirostris*, with comments on stock assessment. Rep. Int. Whal. Commn (Spec. Issue 6) : 81-89.
- Braham, H.W., B.D. Krogman et G.M. Carroll. 1984. Bowhead whale (*Balaena mysticetus*) migration, distribution and abundance in the Bering, Chukchi and Beaufort Seas, 1975-1978: with notes on distribution and life history of white whales (*Delphinapterus leucas*), p. 75-170. Dans Environmental Assessment of the Alaskan continental shelf. Rapport final no. 20.
- Brennin, R. 1992. Population genetic structure of beluga whales (*Delphinapterus leucas*): mitochondrial DNA sequence variation within and among North American populations. Thèse de maîtrise. McMaster University, Hamilton, Ontario.
- Brodie, P.F. 1967. The biology of the beluga *Delphinapterus leucas* Pallas of Cumberland Sound - Baffin Island. Thèse de maîtrise, Université McGill (Qc). 65 p.
- Brodie, P.F. 1971. A reconsideration of aspects of growth, reproduction, and behavior of the white whale (*Delphinapterus leucas*), with reference to the Cumberland Sound, Baffin Island, population. J. Fish. Res. Board Can. 28 : 1309-1318.

- odie, P.F. 1981. Energetic and behavioural considerations with respect to marine mammals and disturbance from underwater noise, p. 287-290. Dans N.M. Peterson (éd.). The question of sound from icebreaker operations: the proceedings of a workshop. Arctic Pilot Project, Calgary.
- odie, P.F. 1989. The white whale, *Delphinapterus leucas* (Pallas, 1776), p. 119-144. Dans S.H. Ridgway and R.J. Harrison (éd.). Handbook of marine mammals. Vol. 4. Academic Press, London.
- odie, P.F., J.R. Geraci et D.J. St. Aubin. 1990. Dynamics of tooth growth in beluga whales, *Delphinapterus leucas*, and effectiveness of tetracycline as a marker for age determination, p. 141-148. Dans T.G. Smith *et al.* (éd.). Advances in research on the beluga whale, *Delphinapterus leucas*. Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 224.
- arms, J.J. et G.A. Seaman. 1985. Investigations of belukha whales in coastal waters of western and northern Alaska. II. Biology and ecology. Alaska Dept. Fish Game, Fairbanks (Alaska). 129 p.
- aron, L.M.J. et D.E. Sergeant. 1988. Yearly variation in the frequency of passage of beluga whales (*Delphinapterus leucas*) at the mouth of the Saguenay River, Quebec, over the past decade. Naturaliste. Can. 178 : 111-116.
- aron, L.M.J. et T.G. Smith. 1990. Philopatry and site tenacity of belugas, *Delphinapterus leucas*, hunted by the Inuit at the Nastapoka estuary, eastern Hudson Bay, p. 69-79. Dans T. G. Smith *et al.* (éd.). Advances in research on the beluga whale, *Delphinapterus leucas*. Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 224.
- aughley, G. 1966. Mortality patterns in mammals. Ecology 47 : 906-918.
- aughley, G. 1977. Analysis of vertebrate populations. Wiley, New York. 234 p.
- omité *had hoc* pour la conservation des bélugas du Saint-Laurent. 1987. Problématique des bélugas du Saint-Laurent. Ministère des Pêches et des Océans, Québec (Qc). 27 p.
- ook, F.R. et D. Muir. 1984. The committee on the status of endangered wildlife in Canada (COSEWIC): history and progress. Can. Fld-Nat. 98 : 63-70.
- enton, G.H. et T.J. Hughes. 1981. The last great ice sheets. Wiley & Sons, New York. 484 p.
- esjardins, C., J.-D. Dutil et R. Gélinas. 1983. Contamination de l'anguille (*Anguilla rostrata*) du bassin du fleuve Saint-Laurent par les biphényles polychlorés. Rapp. can. ind. sci. halieut. aquat. 144 : v + 56 p.
- esrosiers, J. 1994. Analyse photogrammétrique de la structure et la dynamique de la population de bélugas du Saint-Laurent. Thèse de maîtrise. Université Laval, Sainte-Foy, (Qc). 84 p.
- oidge, D.W. 1990. Age and stage based analysis of the population dynamics of beluga whales, *Delphinapterus leucas*, with particular reference to the northern Quebec population. Thèse doctorale. Collège MacDonald College de l'Université McGill, Montréal (Qc). 190 p.

- Finley, K.J. 1988. The impacts of vessel traffic on the behaviour of belugas, p. 133-140. *Dans* Pour l'avenir du béluga. Compte rendu du Forum international pour l'avenir du béluga. Presses de l'Université du Québec, Québec.
- Finley, K.J. et E.J. Gibb. 1982. Summer diet of the narwhal (*Monodon monoceros*) in Pond Inlet, northern Baffin Island. *Can. J. Zool.* 60 : 3353-3363.
- Finley, K.J., J.P. Hickie et R.A. Davis. 1987. Status of the beluga, *Delphinapterus leucas*, in the Beaufort Sea. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44 : 271-278.
- Finley, K.J., G.W. Miller, M. Allard, R.A. Davis et C.R. Evans. 1982. The belugas (*Delphinapterus leucas*) of northern Quebec: distribution, abundance, stock identity, catch history and management. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 1123 : v + 57p.
- Finley, K.J., G.W. Miller, R.A. Davis et C.R. Greene. 1990. Reactions of belugas, *Delphinapterus leucas*, and narwhals, *Monodon monoceros*, to ice-breaking ships in the Canadian high Arctic, p. 97-117. *Dans* T. G. Smith *et al.* (éd.). Advances in research on the beluga whale, *Delphinapterus leucas*. *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.* 224.
- Fish, J.F. et J.S. Vania. 1971. Killer whale, *Orcinus orca*, sounds repel white whales, *Delphinapterus leucas*. *Fish. Bull.* 69 : 531-535.
- Fletcher, J.L. et R.-G. Busnel, (éd.). 1978. Effects of noise on wildlife. Academic Press, New York. 285 p.
- Fontaine, P.-M., M.O. Hammill, C. Barrette et M.C.S. Kingsley. 1994. Summer diet of the harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in the Estuary and the northern Gulf of St. Lawrence. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51 : 172-178.
- Ford, J.K.B. 1977. White whale - offshore exploration acoustic study. F.F. Slaney & Co. Ltd, Vancouver (C.-B.) pour Imperial Oil Ltd, Calgary (Alberta). 21 p. + Fig. and Tables.
- Gaskin, D.E. 1982. Environment contaminants and trace elements: their occurrence and possible significance in Cetacea, p. 393-433. *Dans* D.E. Gaskin (éd.). The ecology of whales and dolphins. Heinemann, London.
- Gaskin, D.E., M. Holdrinet et R. Frank. 1971. Organochlorine pesticides residues in harbor porpoises from the Bay of Fundy region. *Nature* 233 : 499-500.
- Gaskin, D.E., G.J.D. Smith et A.P. Watson. 1975. Preliminary study of movements of harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) in the Bay of Fundy using radiotelemetry. *Can. J. Zool.* 53 : 1466-1471.
- Geraci, J.R., N.C. Palmer et D.J. St. Aubin. 1987. Tumors in cetaceans: analysis and new findings. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44 : 1289-1300.
- Geraci, J.R. et D.J. St. Aubin. 1980. Offshore petroleum resource development and marine mammals: a review and research recommendations. *Mar. Fish. Rev.* 42 : 1-12.
- Geraci, J.R. et D.J. St. Aubin. 1988. Reply to Béland and Martineau. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45 : 1856.

- Goren, A.D., P.F. Brodie, S. Spotte, G. Carleton Ray, H.W. Kaufman, A.J. Gwinnett, J.J. Sciubba et J.D. Buck. 1987. Growth layer groups (GLGs) in the teeth of an adult belukha whale (*Delphinapterus leucas*) of known age: evidence for two annual layers. *Mar. Mammal Sci.* 3 : 15-21.
- GREMM. 1993. Les activités d'observation en mer des baleines dans l'estuaire du Saint-Laurent. Situation actuelle et problématique. Préparé pour Parcs Canada, Tadoussac (Qc). 46 p. + annexes.
- Harington, C.R. 1977. Marine mammals in the Champlain Sea and the Great Lakes. *Ann. N.-Y. Acad. Sci.* 288 : 508-537.
- Harwood, L.A., S. Innes, P. Norton et M.C.S. Kingsley. en prép. Distribution and abundance of beluga whales in the Mackenzie Estuary, southeast Beaufort Sea and west Amundsen Gulf during late 1992.
- Hazard, K. 1988. Beluga whales, p. 195-236. Dans J. W. Lentfer (éd.). Selected marine mammals of Alaska: species accounts with research and management recommendations. *Mar. Mamm. Commn.* Washington, D. C.
- Heide-Jørgensen, M.-P., H. Lassen, J. Teilmann et R.A. Davis. 1993. An index of the relative abundance of wintering belugas, *Delphinapterus leucas*, and narwhals, *Monodon monoceros*, off West Greenland. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50 : 2323-2335.
- Heide-Jørgensen, M.-P. 1994. Distribution, exploitation and population status of white whales (*Delphinapterus leucas*) and narwhals (*Monodon monoceros*) in West Greenland. *Meddr Grønland, Biosci.* 39 : 135-149.
- Hembree, D. et M.B. Harwood. 1986. Pelagic gillnets modification trials in northern Australian seas. *Rep. Int. Whal. Commn* 37 : 369-373.
- Hewlett, S. 1978. It's a boy! At the Vancouver Aquarium. *Anim. Kingd.* 81 : 15-27.
- Heyland, J.D. 1974. Aspects of the biology of beluga (*Delphinapterus leucas* Pallas) interpreted from vertical aerial photographs. *Proceedings of the 2nd Can. Symp. on Remote Sensing.* Univ. Guelph, Guelph (Ont.) : 373-390.
- Hobson, K.A. 1993. Trophic relationships among high Arctic seabirds: insights from tissue-dependent stable-isotope models. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 95 : 7-18.
- Hobson, K.A. and H.E. Welch. 1992. Determination of trophic relationships within a high Arctic marine food web using $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ analysis. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 84 : 9-18.
- Hobson, K.A., J.F. Piatt et J. Pitocchelli. 1994. Using stable isotopes to determine seabird trophic relationships. *J. Appl. Ecol.* 63 : 786-798.
- Irvine, A.B., M.D. Scott, R.S. Wells et J.H. Kaufmann. 1981. Movements and activities of the Atlantic bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, near Sarasota, Florida. *Fish. Bull.* U.S. 79 : 671-688.
- Ivashin, M.V. et K.V. Shevlyagin. 1987. The white whale (*Delphinapterus leucas* Pallas, 1776): entrapment and escape in the ice of Senjavin Strait, USSR. *Rep. Int. Whal. Commn* 37 : 357-359.

- Iverson, S.J. 1993. Milk secretion in marine mammals in relation to foraging: can milk fatty acids predict diet? Symp. zool. Soc. Lond. 66 : 263-291.
- Ketten, D.R., D.K. Odell et D.P. Domning. 1993. An anatomical model of manatee hearing. Tenth Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, November 11-15, 1993. Galveston, TX. (Abstract only)
- Khalil, M.F., L. J, A.C. Horth et M. Arnac. 1985. Chlorinated hydrocarbons: pollutants or indicators of fish stock structure. Int. J. Environ. Anal. Chem. 21 : 105-114.
- Khuzin, R.S. 1961. The procedure used in age determination and materials relating to reproduction of belukha. Nauch-Tekh. Byull. PINRO 1(15) : 58-60.
- Kingsley, M.C.S. 1989. Population dynamics of the narwhal *Monodon monoceros*: an initial assessment (Odontocete: Monodontidae). J. Zool., Lond. 219 : 201-208.
- Kingsley, M.C.S. 1993. Census, trend, and status of the St Lawrence beluga population, 1992. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1938 : vi + 17 p. + annexes.
- 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 M.O. Hammill. 1993. Estimating trend of the St Lawrence population of belugas: evaluation of the 'grey index'. Tenth Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, November 11-15, 1993. Galveston, TX. (Abstract only).
- Kleinenberg, S.E., A.V. Yablokov, B.M. Bel'kovich et M.N. Tarasevich. 1964. Beluga (*Delphinapterus leucas*): investigation of the species. Akad. Nauk SSSR, Moscow. Traduit du russe. Israel Program for Sci. Transl., Jerusalem, 1969. 376 p.
- Laurin, J. 1982a. Etude écologique et éthologique de la population de bélugas (*Delphinapterus leucas*) du fjord du Saguenay, Québec. Thèse de maîtrise, Université de Montréal (Qc). 145 p.
- Laurin, J. 1982b. La chasse aux bélugas (*Delphinapterus leucas*) du Saint-Laurent et statut actuel de la population. Les Carnets de Zoologie 42 : 23-47.
- Lavigueur, L., M.O. Hammill et S. Asselin. 1993. Etude sur la distribution des phoques et autres espèces de mammifères marins dans la région proposée du parc marin du Saguenay et les régions avoisinantes. Préparé pour les Ministères des Pêches et des Océans et Parcs Canada. 84 p.
- Law, R.J., C.R. Allchin et J. Harwood. 1989. Concentrations of organochlorine compounds in the blubber of seals from eastern and north-eastern England, 1988. Mar. Poll. Bull. 20 : 110-115.
- Lesage, V. 1993. Effet de la circulation plaisancière et d'un traversier sur le comportement vocal et social du béluga du Saint-Laurent (*Delphinapterus leucas*). Thèse de maîtrise, Université Laval, Sainte-Foy (Qc). 141 p.
- Lesage, V., M.O. Hammill and K.M. Kovacs. soumis. Harbour seal (*Phoca vitulina*) and grey seal (*Halichoerus grypus*) abundance in the St Lawrence Estuary. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci.

- LGL. 1986. Reactions of beluga whales and narwhals to ship traffic and ice-breaking along ice-edges in the eastern Canadian High Arctic: 1982-1984. LGL Ltd, Toronto (Ont.) pour Canada Dept Indian Affairs and Northern Development, Ottawa (Ont.). Environmental studies 37 : 301 p.
- Lowry, L.F., K.J. Frost et G.A. Seaman. 1985. Investigations of belukha whales in coastal waters of western and northern Alaska. III. Food habits. Alaska Dept. Fish Game. Fairbanks (Alaska). 24 p.
- Lydersen, C., J.M. Weslawski et N.A. Øritsland. 1991. Stomach content analysis of minke whales (*Balaenoptera acutorostrata*) from the Lofoten and Vesteralen areas, Norway. Holarctic Ecol. 14 : 219-222.
- Lynas, E.M. 1984. Notes on the St Lawrence River white whale population. Oceantec (Ocean Research Information Society) Field Report 8401 : 3 p.
- Lynas, E.M. et J.P. Sylvestre. 1988. Feeding techniques and foraging strategies of minke whales (*Balaenoptera acutorostrata*) in the St Lawrence River estuary. Aquat. Mammals 14 : 21-32.
- Macfarlane, J.A.F. 1981. Reactions of whales to boat traffic in the area of the confluence of the Saguenay and St. Lawrence Rivers, Quebec. Rapp. manusc. pour le ministère des Pêches et des Océans. Station de Biologie Arctique, Ste-Anne-de-Bellevue (Qc). 50 p.
- Mansfield, A.W. 1983. The effects of vessel traffic in the Arctic on marine mammal and recommendations for future research. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1186 : 97 p.
- Martineau, D., P. Beland, C. Desjardins et A. Lagace. 1987. Levels of organochlorine chemicals in tissues of beluga whales (*Delphinapterus leucas*) from the St Lawrence estuary, Quebec, Canada. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 16 : 137-147.
- Massé, R., D. Martineau, L. Tremblay et P. Béland. 1986. Levels and chromatographic profiling of DDT metabolites and PCB residues in stranded beluga whales (*Delphinapterus leucas*) from the St. Lawrence estuary - Canada. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 15 : 567-579.
- May, R.M. 1988. Conservation and disease. Conserv. Biol. 2: 28-30.
- McBride, A.F. et D.O. Hebb. 1948. Behavior of captive bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*. J. Comp. Physiol. Psychol. 41 : 111-123.
- McBride, A.F. et H. Kritzler. 1951. Observations on pregnancy, parturition, and post-natal behavior in the bottlenose dolphin. J. Mammal. 32 : 251-266.
- Mead, J.G. 1979. An analysis of cetacean strandings along the eastern coast of the United States., p. 54-68. Dans U.S. Dept Commerce Natl Tech. Info. Serv. (éd.). Biology of marine mammals: insights through strandings.
- Michaud, R. 1990. Distribution estivale et mouvements des bélugas (*Delphinapterus leucas*) dans l'estuaire du Saint-Laurent. Thèse de maîtrise. Université Laval, Sainte-Foy (Qc). 71 p.

- Michaud, R. 1991. Evaluation d'une méthode de recensement par bateau pour estimer la composition de la population des bélugas du St-Laurent. Préparé pour le Ministère des Pêches et des Océans, Mont-Joli (Qc). Contrat # FP707-9-5214. 42 p.
- Michaud, R. 1992. Fréquentation de la Baie Sainte-Marguerite par le béluga du Saint-Laurent (*Delphinapterus leucas*). INESL, Rimouski (Qc) pour le Ministère des Pêches et des Océans, Mont-Joli (Qc). Contrat # FP 707 1 5171. 34 p.
- Michaud, R. 1993a. Distribution estivale du béluga du Saint-Laurent; synthèse 1986 à 1992. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1906 : vi + 28 p.
- Michaud, R. 1993b. Evaluation de la structure de la population des bélugas du Saint-Laurent. I. Potentiel d'accroissement de la population. Préparé pour le Service Canadien des Parcs, Environnement Canada et le Ministère des Pêches et des Océans. 45 p.
- Michaud, R. 1993c. Evaluation de la structure de la population des bélugas du Saint-Laurent. II. Structure et composition des troupeaux. Préparé pour le Service Canadien des Parcs, Environnement Canada et le Ministère des Pêches et des Océans. 17 p.
- Michaud, R. et V. Chadenet. 1990. Survol aérien pour l'estimation de la distribution printanière des bélugas du Saint-Laurent. INESL, Rimouski (Qc). 36 p.
- Michaud, R., A. Vézina, N. Rondeau et Y. Vigneault. 1990. Distribution annuelle et caractérisation préliminaire des habitats du béluga (*Delphinapterus leucas*) du St-Laurent. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1757 : 27 p.
- Ministère des Pêches et des Océans. 1992. Directives aux plaisanciers et capitaines de navires d'excursion pour prévenir tout dérangement et harcèlement des baleines. Ministère des Pêches et des Océans, Québec (Qc). 11 p.
- Mitchell, E. et R.R. Reeves. 1981. Catch history and cumulative catch estimates of initial population size of cetaceans in the eastern canadian Arctic. Rep. Int. Whal. Commn 31 : 645-682.
- Morris, R.J., C.R. Law, C.R. Allchin, C.A. Kelly et C.F. Fileman. 1989. Metals and organochlorines in dolphins and porpoises of Cardigan Bay, West Wales. Mar. Poll. Bull. 20 : 512-523.
- Muir, D.C.G., C.A. Ford, R.E.A. Stewart, T.G. Smith, R.F. Addison, M.E. Zinck et P. Béland. 1990. Organochlorine contaminants in belugas, *Delphinapterus leucas*, from canadian waters, p. 165-190. Dans T.G. Smith *et al.* (éd.). Advances in research on the beluga whale, *Delphinapterus leucas*. Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 224.
- Murie, D.J. et D.M. Lavigne. 1991. Food consumption of wintering harp seals, *Phoca groenlandica*, in the St. Lawrence estuary, Canada. Can. J. Zool. 69 : 1289-1296.
- Murie, D.J. et D.M. Lavigne. 1992. Growth and feeding habits of grey seals (*Halichoerus grypus*) in the northwestern Gulf of St. Lawrence, Canada. Can. J. Zool. 70 : 1604-1613.
- Norton, P. et L. A. Harwood. 1985. White whale use of the southeastern Beaufort Sea, July - September 1984. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1401 : v + 46 p.

- O'Brien, S.J. et J.F. Evermann. 1988. Interactive influence of infectious disease and genetic diversity in natural populations. *Tree* 3: 254-259.
- Ognetov, G.N. 1981. Studies on the ecology and the taxonomy of the white whale (*Delphinapterus leucas* Pall., 1776) inhabiting the Soviet Arctic. *Rep. Int. Whal. Commn* 31 : 515-520.
- Ohsumi, S. 1979. Interspecies relationships among some biological parameters in cetaceans and estimation of the natural mortality coefficient of the southern hemisphere minke whale. *Rep. Int. Whal. Commn* 29 : 397-406.
- Olesiuk, P.F. 1993. Annual prey consumption by harbor seals (*Phoca vitulina*) in the Strait of Georgia, British Columbia. *Fish. Bull.* 91 : 491-515.
- Parent, S. et P. Brunel. 1976. Aires et périodes de fraye du capelan (*Mallotus villosus*) dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. *Dir. Gén. Pêches maritimes Québec. Trav. Pêche Qué.* 45 : 1-46.
- Patenaude, N.J., J.S. Quinn, P. Béland, M. Kingsley et B.N. White. 1994. Genetic variability of the St Lawrence beluga whale population assessed by DNA fingerprinting. *Mol. Ecol.* 3: 375-381.
- Payne, R. 1978. A note on harassment, p. 89-90. *Dans* K. S. Norris and R. R. Reeves (éd.). Report on a workshop on problems related to humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in Hawaii. Sea Life, Inc. Makapuu Pt, HI. pour U.S. Mar. Mamm. Commn, Washington, D. C.
- Perrin, W.F. et G.P. Donovan. 1984. Report of the workshop, p. 1-24. *Dans* W.F. Perrin *et al.* (éd.). Reproduction in whales, dolphins and porpoises. *Rep. Int. Whal. Commn*, Cambridge.
- Piatt, J.F., D.A. Methven, D.A. Burger, A.E. McLagan, R.L. Mercer et E. Creelman. 1989. Baleen whales and their prey in a coastal environment. *Can. J. Zool.* 67 : 1523-1530.
- Pierce, G.J., P.M. Thompson, A. Miller, J.S.W. Diack, D. Miller et P.R. Boyle. 1991. Seasonal variation in the diet of common seals (*Phoca vitulina*) in the Moray Firth area of Scotland. *J. Zool. (Lond.)* 223 : 641-652.
- Pippard, L. 1985a. Patterns of movement of the St Lawrence white whales. *Rapp. tech. préparé pour le Service Canadien de la Faune et Parcs Canada.* 225 p.
- Pippard, L. 1985b. Status of the St Lawrence River population of beluga, *Delphinapterus leucas*. *Can. Fld-Nat.* 99 : 438-450.
- Pippard, L. et H. Malcolm. 1978. White whales (*Delphinapterus leucas*). Observations on their distribution, population and critical habitats in the St Lawrence and Saguenay Rivers. *Préparé pour Dept. Indian Northern Affairs, Parks Canada.* 161 p.
- Purves, P.E. et G.E. Pilleri. 1983. Echolocation in whales and dolphins. Academic Press, New York. 261 p.
- Ralls, K., R.L.J. Brownell et J. Ballou. 1980. Differential mortality by sex and age in mammals with specific reference to the sperm whale. *Rep. Int. Whal. Commn* : 233-243.

- Rau, G.H., D.G. Ainley, J.L. Bengtson, J.J. Torres et T.L. Hopkins. 1992. $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ and $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ in Weddell Sea birds, seals, and fish: implications for diet and trophic structure. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 84 : 1-8.
- Ray, S., B.P. Dunn, J.F. Payne, L. Fancey, R. Helbig et P. Béland. 1991. Aromatic DNA-carcinogen adducts in beluga whales from the Canadian Arctic and Gulf of St Lawrence. *Mar. Poll. Bull.* 22 : 392-396.
- Read, A.J. 1983. Movements and distribution patterns of harbour porpoises, *Phocoena phocoena* (L.), in the western Bay of Fundy. Thèse de maîtrise, University of Guelph, Guelph (Ont.).
- Read, et D. E. Gaskin. 1990. Changes in growth and reproduction of harbour porpoises, *Phocoena phocoena*, from the Bay of Fundy. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47: 2158-2163.
- Reeves, R.R. 1988. An overview of the distribution, exploitation and conservation status of belugas, worldwide, p. 47-58. *Dans* Pour l'avenir du béluga. Compte rendu du Forum international pour l'avenir du béluga. Presses de l'Université du Québec, Sillery (Qc).
- Reeves, R.R. et S.K. Katona. 1980. Extralimital records of white whales (*Delphinapterus leucas*) in eastern North American waters. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37 : 239-247.
- Reeves, R.R. et E. Mitchell. 1984. Catch history and initial population of white whales (*Delphinapterus leucas*) in the River and Gulf of St Lawrence, eastern Canada. *Naturaliste Can.* 111 : 63-121.
- Reeves, R.R. et E. Mitchell. 1987. Catch history, former abundance, and distribution of white whales in Hudson Strait and Ungava Bay. *Naturaliste Can.* 114 : 1-65.
- Reeves, R.R. et E. Mitchell. 1989. Status of white whales, *Delphinapterus leucas*, in Ungava Bay and eastern Hudson Bay. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46 : 220-239.
- Richard, P.R. 1991. Status of the belugas, (*Delphinapterus leucas*), of southeast Baffin Island, Northwest Territories. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48 : 206-214.
- Richard, P.R. et J.R. Orr. 1986. A review of the status and harvest of white whales (*Delphinapterus leucas*) in the Cumberland Sound area, Baffin Island. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 1447 : iv + 25 p.
- Richard, P.R., J.R. Orr et D.G. Barber. 1990. The distribution and abundance of belugas, *Delphinapterus leucas*, in eastern Canadian subarctic waters: a review and update, p. 23-38. *Dans* T. G. Smith et al. (éd.). Advances in research on the beluga whale, *Delphinapterus leucas*. *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.* 224.
- Richardson, W.J., C.R. Greene, J.P. Hickie et R.A. Davis. 1983. Effects of offshore petroleum operations on cold water marine mammals. A literature review. LGL Ltd., Toronto (Ont.) pour Environmental Affairs Dept. American Petroleum Inst., Washington, D.C. 247 p. + Appendix.
- Ross, P.S., R.L. de Swart, H.H. Timmerman, E.J. Vedder, J.G. Vos, P.J.H. Reijnders et A.D.M.E. Osterhaus. 1993. Impairment of non-specific immune responses in harbour seals (*Phoca vitulina*) feeding on fish from polluted waters. Tenth Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, November 11-15, 1993. Galveston, TX. (Abstract only)

- Sauer, J.R. et N.A. Slade. 1988. Body size as a demographic categorical variable: ramification for life history analysis of mammals. *Dans* M.S. Boyce (éd.). Evolution of life histories of mammals: theory and pattern. Yale University Press.
- Schevill, W.E. et R.H. Backus. 1960. Daily patrol of a *Megaptera*. *J. Mammal.* 41 : 279-281.
- Seaman, G.A. et J.J. Burns. 1981. Preliminary results of recent studies of belukhas in Alaskan waters. *Rep. Int. Whal. Commn* 31 : 567-574.
- Seaman, G.A., L.F. Lowry et K.J. Frost. 1982. Foods of belukha whales (*Delphinapterus leucas*) in western Alaska. *Cetology* 44 : 1-19.
- Sergeant, D.E. 1959. Age determination in odontocete whales from dentinal layers. *Norsk Havalfangsttid.* 48 : 273-288.
- Sergeant, D.E. 1973. Biology of white whales (*Delphinapterus leucas*) in Western Hudson Bay. *J. Fish. Res. Board Can.* 30 : 1065-1090.
- Sergeant, D.E. 1986a. Present status of white whales *Delphinapterus leucas* in the St-Lawrence Estuary. *Naturaliste can.* 113 : 61-81.
- Sergeant, D.E. et P.F. Brodie. 1969. Body size in white whales, *Delphinapterus leucas*. *J. Fish. Res. Board Can.* 26 : 2561-2580.
- Sergeant, D.E. et P.F. Brodie. 1975. Identity, abundance and present status of white whales (*Delphinapterus leucas*) in North America. *J. Fish. Res. Board Can.* 32 : 1047-1054.
- 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.
- Sergeant, D.E., A.W. Mansfield et B. Beck. 1970. Inshore records of Cetacea for eastern Canada, 1949-68. *J. Fish. Res. Board Can.* 27 : 1903-1915.
- Service Canadien des Parcs et Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. 1993. Le parc marin du Saguenay. Carrefour de vie, source d'échanges et de richesses. Proposition de mise en valeur. Consultation Publique. 47 p.
- Shane, S.H. 1980. Occurrence, movements, and distribution of bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in southern Texas. *Fish. Bull. U.S.* 78 : 593-601.
- Sleno, G.A. et A.W. Mansfield. 1974. Aerial photography of marine mammals using a radio-controlled model aircraft. Fisheries and Environment Canada, Fisheries and Marine Service, MS Rep. 1457 : 7 p. Arctic Biol. Sta., Ste-Anne-de-Bellevue (Qc).
- Smith, T.G. et M.O. Hammill. 1989. Variability in Arctic marine production shown by decrease in body condition and reduced reproductive output of ringed seal populations in the Amundsen Gulf and southeastern Beaufort Sea. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer* 188 : 252.
- St. Aubin, D.J. et J.R. Geraci. 1988. Capture and handling stress suppresses circulating levels of thyroxine (T4) and triiodothyronine (T3) in beluga whales *Delphinapterus leucas*. *Physiol. Zool.* 61 : 170-175.

- St. Aubin, D.J. et J.R. Geraci. 1989. Seasonal variation in thyroid morphology and secretion in the white whale, *Delphinapterus leucas*. *Can. J. Zool.* 67 : 263-267.
- St. Aubin, D.J. et J.R. Geraci. 1990. Adrenal responsiveness to stimulation by adrenocorticotropin hormone (ACTH) in captive beluga whales, *Delphinapterus leucas*, p. 149-157. *Dans* T. G. Smith *et al.* (éd.). *Advances in research on the beluga whale, Delphinapterus leucas*. *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.* 224.
- St. Aubin, D.J., T.G. Smith, et J.R. Geraci. 1990. Seasonal epidermal molt in beluga whales, *Delphinapterus leucas*. *Can. J. Zool.* 68 : 359-367.
- Turl, C.W. 1990. Echolocation abilities of the beluga, *Delphinapterus leucas*: a review and comparison with the bottlenosed dolphin, *Tursiops truncatus*, p. 119-128. *Dans* T.G. Smith *et al.* (éd.). *Advances in research on the beluga whale, Delphinapterus leucas*. *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.* 224.
- Turl, C.W. et R.H. Penner. 1989. Differences in echolocation click patterns of the beluga (*Delphinapterus leucas*) and the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). *J. Acoust. Soc. Am.* 86 : 497-502.
- Turl, C.W., R.H. Penner et W.W.L. Au. 1987. Comparison of target detection capabilities of the beluga and bottlenosed dolphin. *J. Acoust. Soc. Am.* 82 : 1487-1491.
- Vladykov, V.D. 1944. Etude sur les mammifères aquatiques. III. Chasse, biologie, et valeur économique du marsouin blanc ou béluga (*Delphinapterus leucas*) du fleuve et du golfe Saint-Laurent. *Départ. des Pêcheries, Prov. Québec.* 194 p.
- Vladykov, V.D. 1946. Etudes sur les mammifères aquatiques. IV.- Nourriture du marsouin blanc (*Delphinapterus leucas*) du fleuve Saint-Laurent. *Départ. des Pêcheries, Québec.* 129 p.
- Wagemann, R., R.E.A. Stewart, P. Béland et C. Desjardins. 1990. Heavy metals and selenium in tissues of beluga whales, *Delphinapterus leucas*, from the canadian Arctic and the St Lawrence estuary, p. 191-206. *Dans* T.G. Smith *et al.* (éd.). *Advances in research on the beluga whale, Delphinapterus leucas*. *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.* 224.
- Watts, P.D. et B.A. Draper. 1986. Note on the behavior of beluga whales feeding on capelin. *Arctic and Alpine Res.* 18 : 439.
- Wilson, A.C., R.L. Cann, S.M. Carr, M. George, U.B. Gyllensten, K.M. Helmy-Bychowski, R.G. Higuchi, S.R. Palumbi, E.M. Prager, R.D. Sage et M. Stoneking. 1985. Mitochondrial DNA and two perspectives on evolutionary genetics. *Biol. J. Linnean Soc.* 26 : 375-400.
- Würsig, B. 1990. Cetaceans and oil: ecological perspectives. p. 129-165. *Dans* J.R. Geraci et D.J. St. Aubin (éd.). *Sea mammals and oil: confronting the risks*. Academic Press, San Diego, CA.
- Würsig, B. et M. Würsig. 1979. Behavior and ecology of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in the South Atlantic. *Fish. Bull.* 77 : 399-412.
- Yuhki, H. et S.J. O'Brien. 1990. DNA variation of the mammalian major histocompatibility complex reflects genomic diversity and population history. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 87 : 836-840.

